

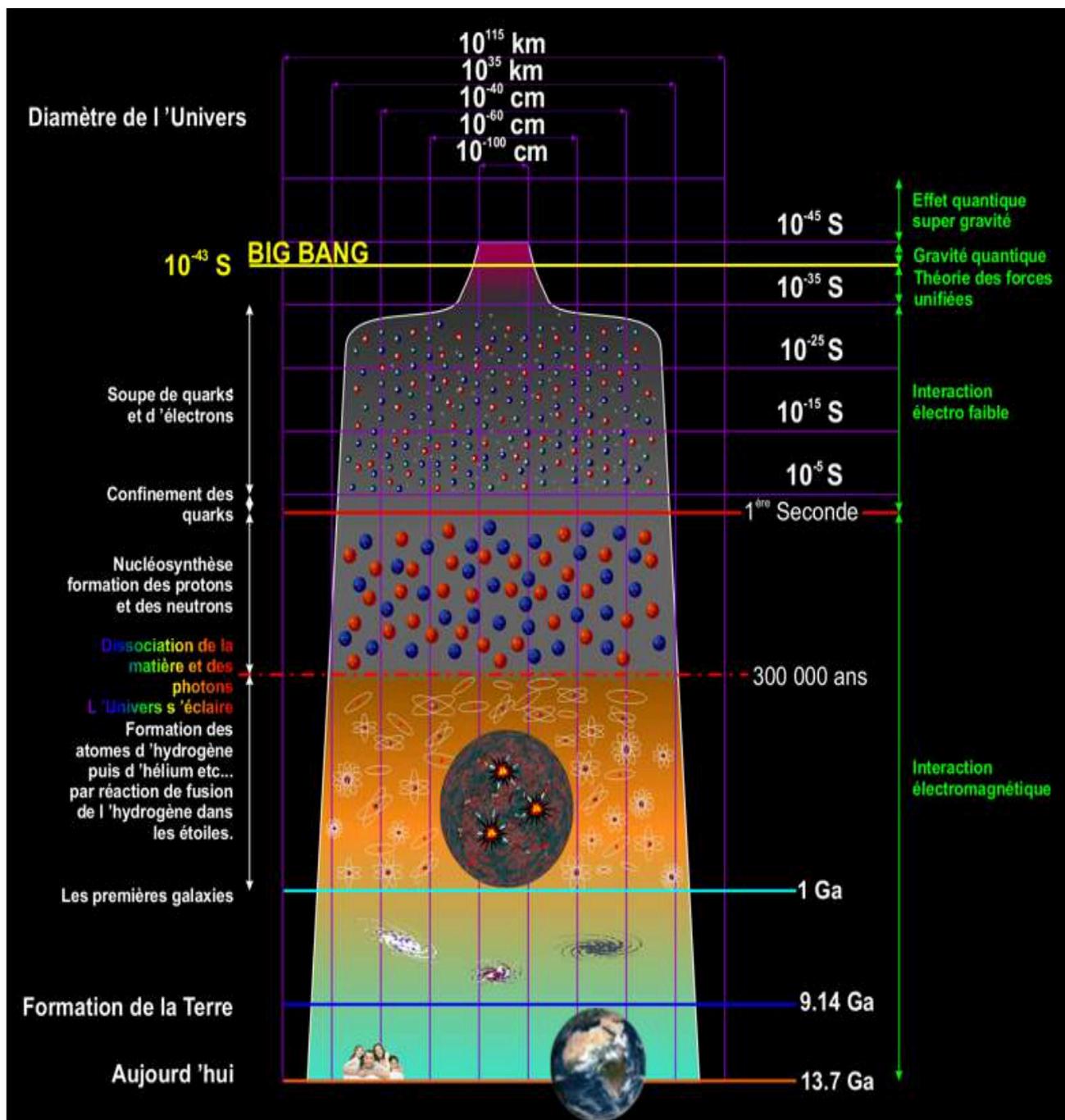
1- L'histoire de la formation de l'univers et de la matière.

Imaginez un jour sans hier, sans espace et sans temps.

Tout ce qui constitue notre univers tient dans un volume inférieur à celui d'une particule.

Soudainement, ce point infiniment chaud, infiniment dense et infiniment petit donne naissance à l'univers en libérant un énorme potentiel d'énergie. Le Bigbang n'est pas une explosion car pour exploser il est nécessaire d'avoir un espace.

Le Big Bang c'est une ouverture. C'est l'espace temps en expansion.



Durant les premiers millièmes de millièmes de seconde (10^{-43} seconde) nous ne savons pas ce qui c'est passé car il existe une frontière, un mur que l'on nomme le mur de Planck où les observations mathématiques et physiques sont obsolètes.

En effet, avant 10^{-43} seconde, les quatre grandes lois qui régissent la physique de notre univers (gravité, électromagnétisme, force nucléaire forte et faible) sont liées et, malheureusement, on ne connaît pas la formule de cette loi unifiée. Mais à partir de ce cet instant la formation de l'univers devient compréhensible.

A ce moment, l'univers n'est âgé que d'une fraction de seconde (« 0 » suivi d'une virgule et 42 « 0 » puis le chiffre « 1 »

Durant les premières fractions de seconde de sa vie, l'univers s'agrandit relativement lentement, ce qui le rend légèrement moins dense et moins chaud ($10^{27}c^0$) mais ce changement suffit à provoquer la séparation des forces fondamentales. Cette séparation libère énormément d'énergie, qui démultiplie quasi instantanément l'expansion de l'univers.

A- aire de l'inflation cosmique: 10^{-43} à 10^{-32} secondes.

L'univers est extrêmement chaud et extrêmement dense.

A partir de cet instant les quatre forces se séparent et l'univers augmente d'une manière exponentielle (il multiplie son volume par 10^{78}) et de la taille d'un proton il atteint la taille d'un pamplemousse. C'est comme si une balle de tennis devenait aussi grosse que l'univers actuel ! Lorsque le temps de l'inflation se termine l'univers est seulement 1000 fois plus petit qu'aujourd'hui.

De l'énergie dégagée naît la matière sous formes de particules élémentaires (les quarks et les électrons, les photons et les neutrinos). Elles sont créées en même temps que leurs sœurs jumelles d'antimatière (les antiquarks et les positrons..) avec lesquelles elles entrent en collision et s'annihilent mutuellement, libérant ainsi des photons.

Heureusement il y a 1/1million de particules de matière en plus que d'antimatière.

B-Ere des particules : 10^{-32} à 0,0000001 sec.

Avec l'expansion, l'univers devient moins dense et se refroidit

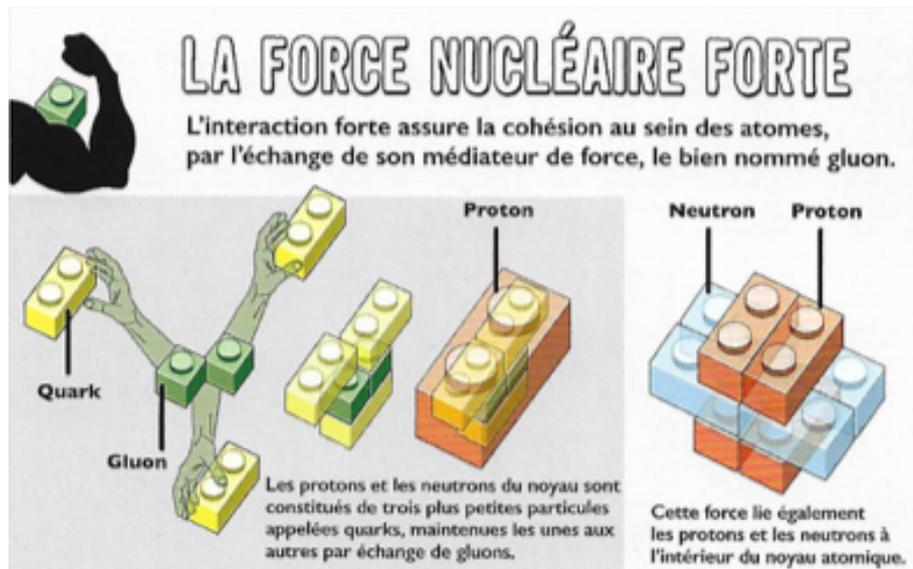
Les particules et les antiparticules continuent de naître.

Dès que ces deux types de matière se rencontrent, s'entrechoquent, elles s'annihilent en sont restitués sous forme de photons.

L'univers est une bouilloire extrêmement chaude de matière composée de particules et d'antiparticules plongé dans l'obscurité totale.

C-Ere de la nucléosynthèse : 0,0000001 sec à 3 minutes

L'univers est toujours en expansion. La température baisse assez (10^{13}) pour que les quarks s'assemblent. **La force nucléaire forte** les soude 3 par 3 grâce aux gluons pour former les protons et les neutrons. Naissance des électrons et des neutrinos.



D- Ere des noyaux :

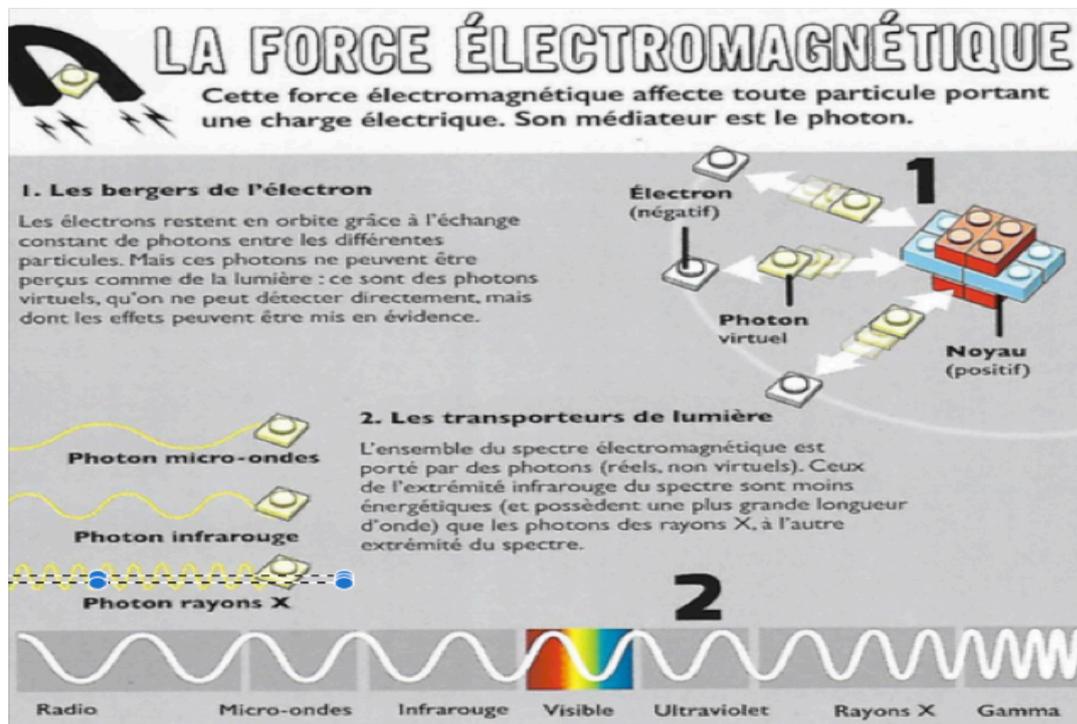
3 minutes à 377 mille ans.

La température atteint un milliard de degré. Les protons et les neutrons peuvent se combiner par fusion nucléaire pour former les noyaux des éléments les plus simples, soit l'hydrogène, le deutérium et l'hélium. 20 minutes plus tard l'univers est trop refroidi et les réactions de fusion cessent. Les électrons restent libres.

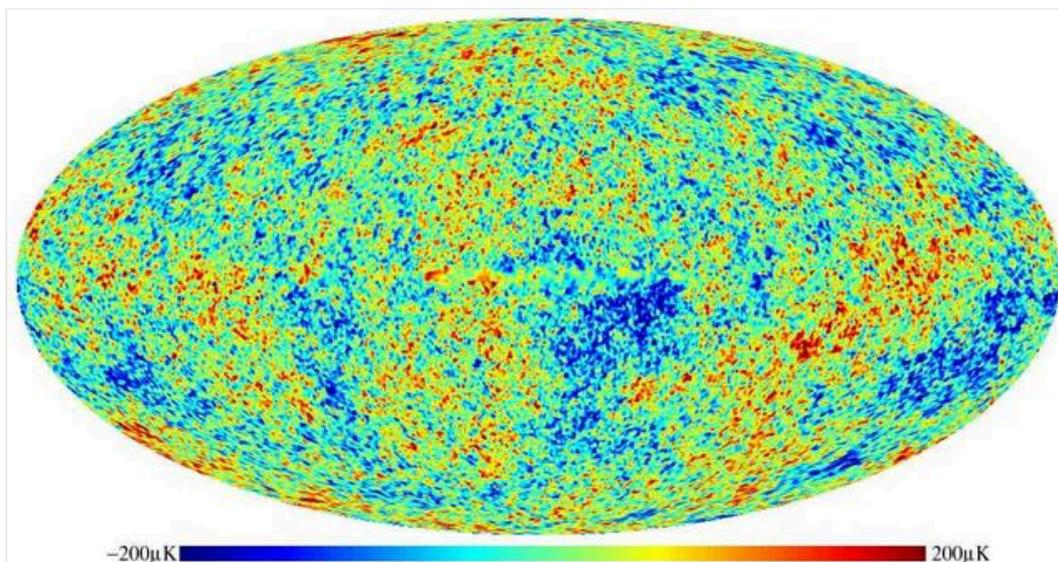
L'univers est baigné par un mélange brûlant et opaque de noyaux atomiques et d'électrons. Dans ce plasma sont emprisonnés les photons.

E-Ere des atomes : 377mille ans.

Un événement incroyable se produit. L'univers s'est assez refroidi (10 000 degrés). Les noyaux atomiques dotés d'une charge positive, grâce à **la force électromagnétique** et aux photons qui sont ses « médiateurs », capturent les électrons chargés négativement.



L'atome ainsi formé parvient à une charge électrique globalement neutre. A ce stade l'univers est composé de 75% d'hydrogène et de 25% d'hélium. D'opaque le cosmos devient en tout point lumineux. Nous apercevons ce phénomène grâce à la captation des micro-ondes. C'est **le fond diffus cosmologique**.



« Et les particules élémentaires tissèrent l'espace et la lumière ».

Le fond diffus cosmologique peut être vu comme une sorte de carte d'identité de notre univers, car selon sa forme, son âge et sa composition, les caractéristiques de ce rayonnement ne sont pas les mêmes.

F- Ere des galaxies :

Les atomes d'hydrogène et d'hélium s'assemblent en nuages. Par effondrement sur eux-mêmes, ses nuages engendrent les étoiles de première génération. Lorsque les étoiles explosent elles créent les atomes plus lourds jusqu'au fer grâce à **la force nucléaire faible**. Puis se forment les galaxies. L'attraction gravitationnelle attire les galaxies les unes vers les autres pour former des groupes, des amas et des super amas. Des étoiles suffisamment massives explosent en supernova créant ainsi les atomes les plus lourds.

LA FORCE NUCLÉAIRE FAIBLE

La force faible, ou interaction faible, est responsable de la décroissance radioactive. Ses médiateurs de force sont les bosons W et Z.

En changeant le nombre de protons et de neutrons dans l'atome, la force faible a entièrement créé un nouvel élément. Par exemple, un atome de carbone 14, avec huit neutrons et six protons, se transforme en un atome d'azote 14, avec sept neutrons et sept protons (utilisé pour la datation au carbone 14).

La force faible peut entraîner dans un atome la désintégration d'un neutron légèrement plus lourd en un proton un tout petit peu plus léger.

Neutron (un quark up et deux down)

Boson W

Électron

Quark up **Quark down**

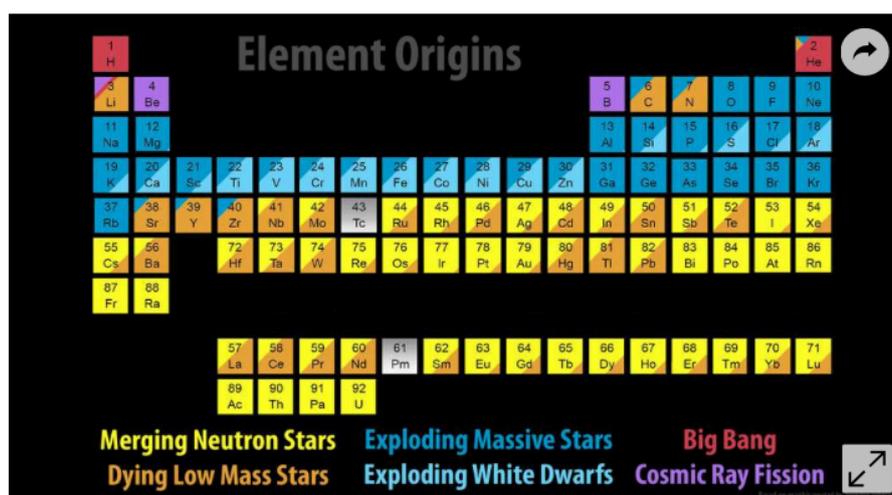
Neutrino

Proton (deux quarks up et un down)

Dans le neutron, un quark down émet un boson W.

Le boson W est très lourd et donc très instable, il se désintègre ainsi presque immédiatement en un électron et un neutrino.

Lorsque la « saveur » d'un des quarks change, le neutron devient un proton.



Ce tableau des éléments chimiques montrent les parts relatives des objets astrophysiques dans la nucléosynthèse. Certains noyaux sont produits par les supernovae SN II (bleu marine), d'autres par les naines blanches (*White Dwarfs*) lors des supernovae SN Ia et d'autres surtout par les collisions d'étoiles à neutrons comme l'or (Au). © Jennifer Johnson, SDSS, cc by 2.0

Relativité générale et champ gravitationnel

La force de gravitation c'est la force qui maintient les planètes sur orbite autour du soleil ou qui définit l'attraction terrestre sur les objets qui l'entourent. Elle est dominante à l'échelle cosmique. C'est elle qui regroupe les étoiles en galaxies, conserve le soleil avec sa famille de planètes en orbite, fixe la lune à la terre et maintient les océans et l'atmosphère à leur juste place.

La relativité générale est une théorie du champ gravitationnel. Selon cette théorie, l'espace temps répond à la présence de la matière. Il se distend, il se courbe eu égard à l'existence des corps.

Dès lors, La terre tourne autour du soleil non pas parce qu'il existe une force qui l'y contraint, mais car la terre se déplace suivant la ligne la plus droite possible dans l'espace incurvé par le soleil.

L'espace temps est donc dynamique et il est lui même en évolution. Ainsi, ce que nous fait comprendre cette théorie c'est que le champ gravitationnel c'est la même chose que l'espace temps. Comme le champ gravitationnel est en évolution, l'espace-temps lui aussi est en évolution.

Dès lors l'expansion de l'univers n'est pas un déplacement des corps à l'intérieur de l'espace, c'est l'espace lui-même qui se dilate.

Ce que nous dit la théorie de la relativité d'Einstein c'est que l'espace et le temps c'est la même chose. Dès lors penser qu'il y avait un temps avant l'espace est un non sens.

Cette théorie ne dit pas que nous ignorons ce qu'il y a avant le big bang mais elle dit : avant le big bang n'existe pas.

Imaginez que vous vous rendiez au pôle nord et qu'à votre retour on vous demande : qu'y a t il au nord du pôle nord? La question n'a pas de sens.

Selon la théorie de relativité générale, rien n'existe avant le big bang.

Dès lors, si on entend par big bang l'idée globale d'un univers en expansion c'est une proposition scientifique acquise. Mais si l'on entend par big bang l'instant originel, il est évident que cela peut être remis en question.

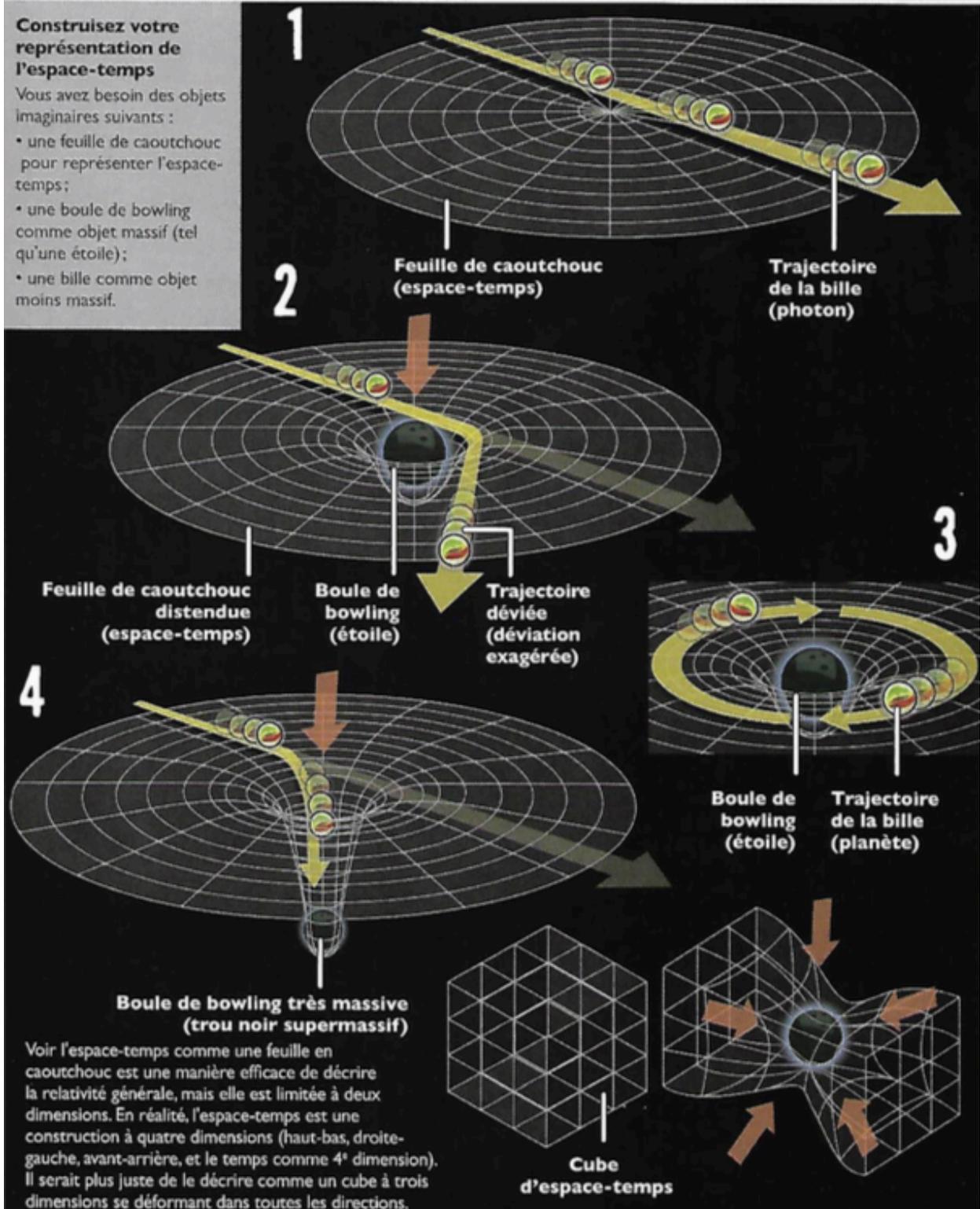
PRENEZ DU POIDS AVEC GRAVITÉ !

Une analogie courante utilisée pour décrire la gravité, telle que présentée dans la théorie de la relativité générale d'Einstein, est d'imaginer la structure de l'Univers (espace-temps) comme une feuille de caoutchouc et de se représenter un objet massif, par exemple une étoile, comme une boule de bowling.

Construisez votre représentation de l'espace-temps

Vous avez besoin des objets imaginaires suivants :

- une feuille de caoutchouc pour représenter l'espace-temps;
- une boule de bowling comme objet massif (tel qu'une étoile);
- une bille comme objet moins massif.



2- L'histoire de la formation de la Terre

Il y a 5 milliards d'années, à la périphérie de notre galaxie, la voie lactée, une supernova explose en un gigantesque nuage de poussière. Ces poussières sont les éléments que l'étoile géante a synthétisés au cours de son existence.

Comment ce nuage de poussières a-t-il engendré la Terre ?

Ce nuage est immense mesurant plusieurs centaines d'années lumière. Sous l'effet des forces gravitationnelles, les particules du nuage s'agglomèrent, puis, sous l'effet de sa propre gravité il se comprime et à gagne en vitesse de rotation et l'énergie dégagée par l'apport de matière réchauffe le centre du nuage.

Enfin, notre Soleil voit le jour au sein du nuage!

Le reste du nuage forme un disque de matière. L'accrétion des particules permet la formation d'objets plus gros : les planétésimaux (quelques mètres à quelques dizaines de mètres de diamètre).

Le modèle d'accrétion continue

Notre Terre s'est formée sur une période d'environ 30 millions d'années ; ce qui restait du nuage a donné la ceinture d'astéroïdes dont provient l'essentiel des météorites.

La température de cette Terre primitive est d'environ 4700°C. La Terre est formée de matière en fusion. Petit à petit, la Terre se refroidit, les éléments les plus légers remontant vers la surface et les plus lourds (fer) s'enfonçant pour former un noyau.

La lune

Alors que la Terre a 50 millions d'années, elle va entrer en collision avec une autre protoplanète (de la taille de Mars). Cette collision sera telle que la Terre va "fondre". Cette collision serait à l'origine de "l'éjection de la Lune". La Lune se serait formée par agglomération des résidus de roche vaporisés lors de l'impact.

La collision a probablement modifié l'axe de rotation de la Terre, cette inclinaison est à l'origine des saisons.

L'eau

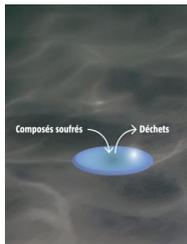
L'eau aurait été apportée pour moitié par **des pluies de météorites** provenant de l'extérieur de la ceinture d'astéroïdes. L'autre moitié de l'eau terrestre aurait pour origine **le dégazage du manteau**.

La formation des océans a été relativement rapide. La teneur en oxygène de zircons extraits des plus anciennes roches terrestres (environ 4 milliards d'années), prouve que ces zircons se sont formés en présence d'eau.

150 millions d'années après sa formation, notre Terre possède des océans riches en fer et son atmosphère plus dense que l'actuelle lui donnait une teinte rougeâtre. La température à la surface était certainement de l'ordre de 93°C.

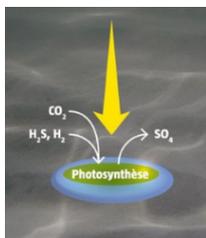
Les gaz qui constituent cette atmosphère primitive sont le diazote, le dioxyde de carbone et le méthane.

La vie



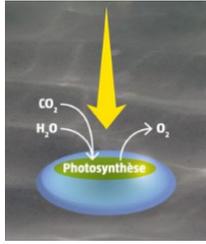
Il y a quatre milliards d'années, sous l'effet d'un volcanisme très intense, l'atmosphère est composée de gaz toxiques pour nous : du méthane (CH_4), de l'ammoniac (NH_3), de l'hydrogène (H_2), du gaz carbonique (CO_2) ou encore du sulfure d'hydrogène (H_2S). Dans certaines conditions, ces substances se combinent pour former les premières briques du vivant. Mais on ignore toujours comment cela a pu donner des cellules complètes et où ce miracle s'est produit. Sources hydrothermales marines, feuilletts d'argile ou encore, idée la plus récente, gouttelettes d'eau en suspension dans les nuages ? Mystère !

Une énergie illimitée



Après des centaines de millions d'années, certaines bactéries dites pourpres ou vertes apprennent à tirer parti d'une énergie pratiquement infinie : le rayonnement du soleil. Elles intègrent dans le minuscule sac qui compose leur organisme une forme primitive de chlorophylle. Excitée par le soleil, cette molécule transmet son énergie à un arsenal chimique qui fabrique des sucres à partir de CO_2 et d'hydrogène ou de sulfure d'hydrogène. La photosynthèse est née, mais elle demeure sans doute rare dans les océans car dépendante de la géothermie.

Rejet d'oxygène dans l'atmosphère



De l'eau, du CO₂ et de la lumière solaire. Qui parviendra à se développer en utilisant uniquement ces trois ingrédients ultra-répandus est promis à un avenir radieux. Tel est le défi relevé il y a trois milliards et demi d'années par les bactéries bleu-vert ou cyanobactéries. En associant plusieurs molécules de chloro-phylle pour concentrer l'énergie solaire, elles parviennent à casser en deux la molécule d'eau.

De l'oxygène est libéré pour la première fois comme déchet. Puis l'usine chimique de la bactérie fixe l'hydrogène au CO₂ pour former de la matière vivante. Aujourd'hui encore, les cyanobactéries océaniques produisent selon cette recette une grande partie de l'oxygène que nous respirons.

La Grande Oxydation

L'oxygène rejeté par les cyanobactéries s'accumule peu à peu dans l'atmosphère jusqu'à provoquer un cataclysme écologique il y a 2,4 milliards d'années. Ce gaz corrosif se révèle en effet un poison violent. N'est-il pas assez puissant par exemple pour rouiller le fer ?

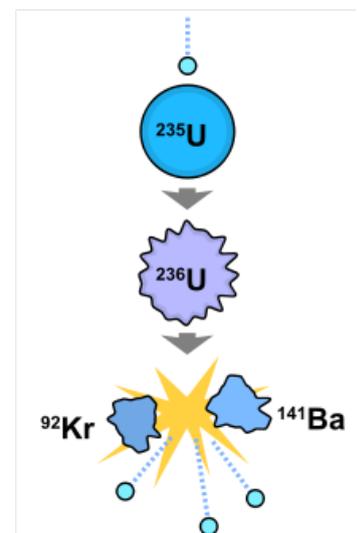
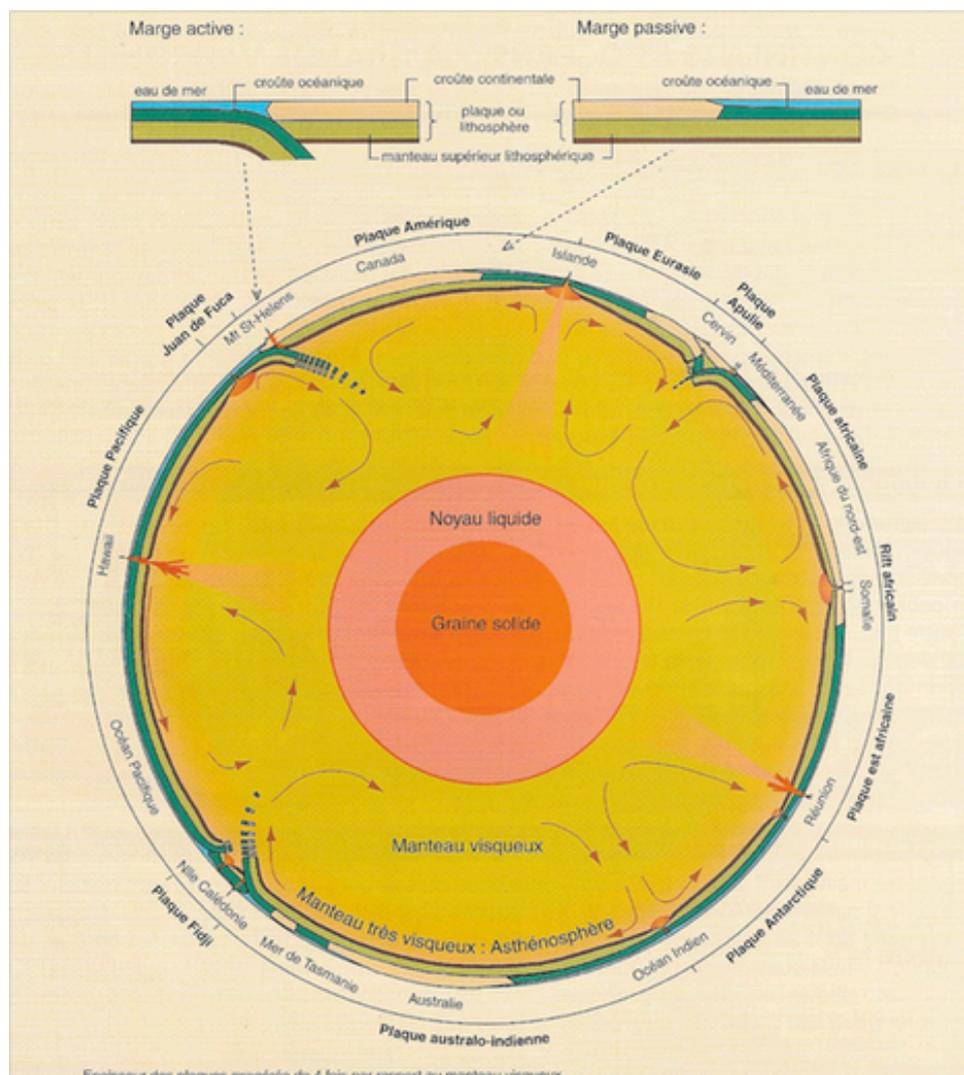
La plupart des êtres vivants de l'époque disparaissent ou se réfugient dans de rares lieux non oxygénés. Quelques autres inventent des mécanismes de protection et apprennent à canaliser la force de l'oxygène. Au lieu de se faire consumer, ils la domestiquent. C'est exactement ce qui se passe aujourd'hui encore dans toutes les cellules de notre corps. Brûler des sucres avec de l'oxygène, c'est en un mot : respirer.

Aujourd'hui grâce à ce processus, la concentration en oxygène de notre atmosphère s'élève à 20,8%.

3- La structure interne de la terre

La discipline qui étudie la structure interne de notre terre s'appelle la géodynamique. Elle étudie les forces qui participent à la lente transformation de notre planète. Elle décrit l'ouverture et la fermeture des océans, la dérive et la déchirure des continents ou encore la formation des montagnes. Elle étudie aussi la composition des différentes couches internes de notre planète.

La structure de notre terre évoque la structure d'une cellule vivante.



Exemple : la fission de l'uranium 235 : La fission d'un atome se déroule ainsi : en recevant un neutron l'uranium va se décomposer en Krypton 92 et en barium 141 . De plus 3 neutron vont se dégager et vont continuer la fission d'autres atome d'uranium 235 . Ce processus produit énormément d'énergie et de chaleur calculée en Joule.)

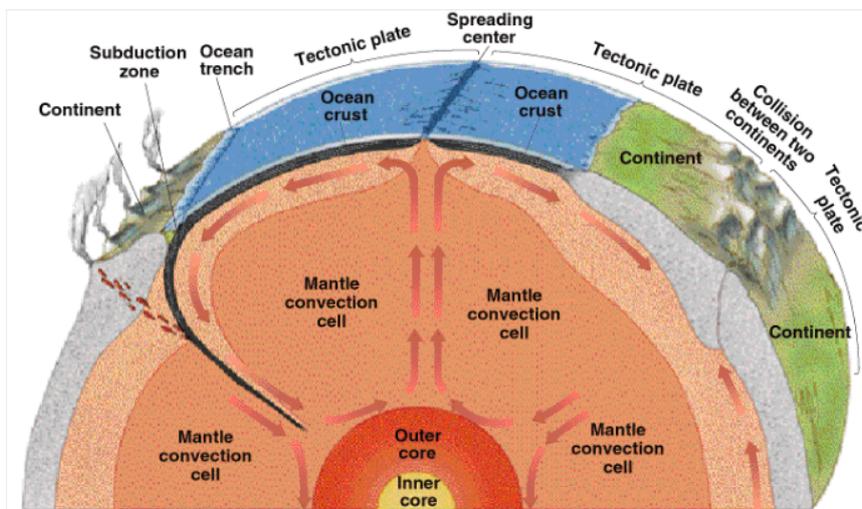
L'intérieur de la Terre est constitué d'une succession de couches aux propriétés physiques différentes:

Au centre, **le noyau** forme 17% du volume terrestre. Il est divisé en un noyau interne solide et en un noyau externe liquide.

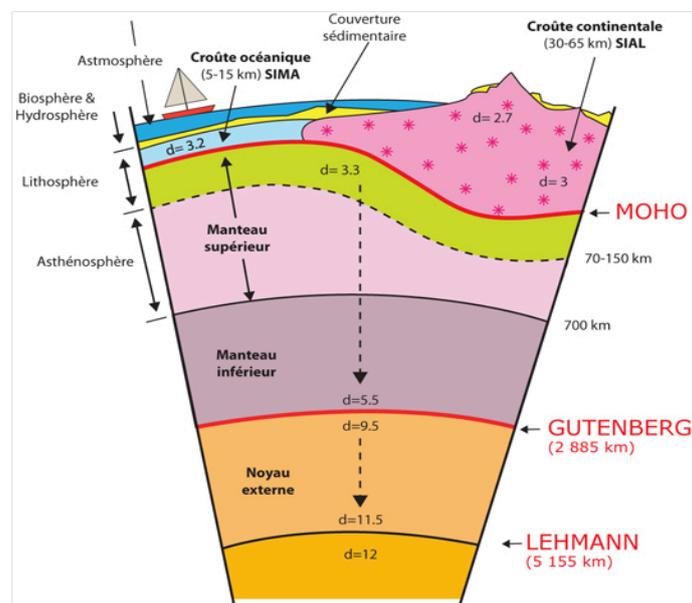
Ce noyau est dense (12 fois plus dense que l'eau). Il a une température très élevée (5000 degrés). Le noyau est riche en fer et en métaux lourds. Il est

le moteur interne de notre terre. Son énergie provient en grande partie de la **fission nucléaire** qui à lieu en son sein.

Entourant le noyau, **le manteau** constitue le gros du volume de la terre (81%). Il se divise lui aussi en deux. Il y a un manteau supérieur principalement ductil (plastique) et qui à une température de 2000 degrés. On le nomme **l'asténosphère** (asthenos=mou) et un manteau inférieur (**la mésosphère**). Le manteau est animé par de gigantesques mouvements de convection thermique qui



La lithosphère forme la croûte. Elle compte pour moins de 2% du volume total. Elle est constituée d'une quinzaine de plaques, sortes de radeaux rocheux, agencés comme des pièces de puzzle. Leur limites peuvent être dans un océan (Atlantique), en bordure des continents (ouest Amériques) ou même à l'intérieur d'un continent (limite entre Inde et Asie)



Composition des différentes structures révélée par les ondes sismiques

Le rayon de la terre mesure 6370 km. Actuellement nous ne pouvons pas aller au delà de 15 km car les outils utilisés pour les forages ne résistent pas à des pressions et des températures très élevées.

Dès lors, on utilise la vitesse des ondes sismiques pour en connaître la nature des couches. Ainsi, lorsqu'un séisme a lieu à l'intérieur de la lithosphère, les ondes sismiques engendrées par les secousses vont se propager à l'intérieur du globe terrestre. Elles vont se déplacer et être enregistrées à différents endroits à la surface de la terre.

Ces enregistrements nous donnent des informations sur la composition de la structure interne du globe. En effet, suivant la composition du milieu que traverse les ondes, les vitesses de ces dernières seront différentes.

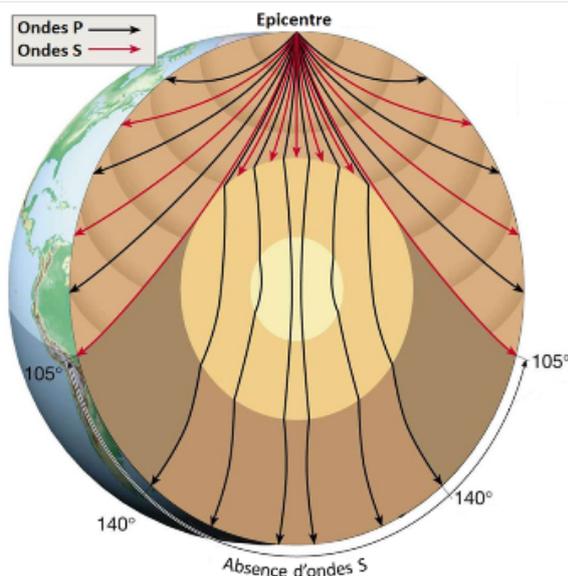
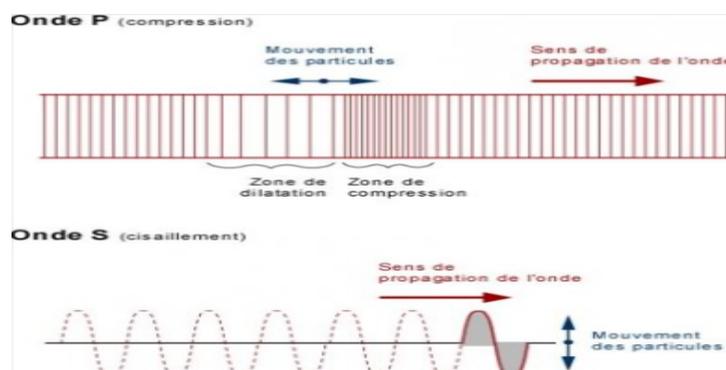
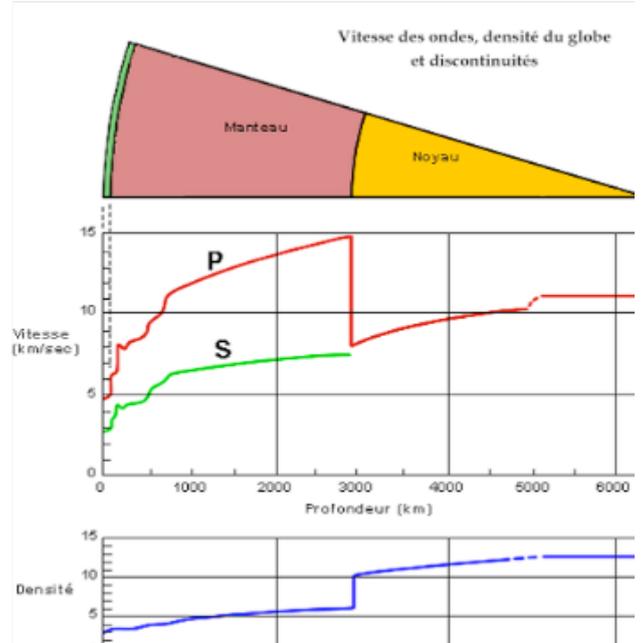


Illustration du lien entre la propagation des ondes sismiques et la structure interne de la Terre
Source : d'après Pearson Prentice Hall, Inc.



Onde P : vitesse de propagation variable en fonction de la rigidité du lieu. (+ roches rigide + vitesse grande).

Onde S : Ne se propagent pas dans les liquides.

Les différentes couches composant la structure interne du globe ont été mise en évidence par des **discontinuités dans les vitesses des ondes sismiques** lorsqu'elles traversent les différentes couches.

Nature et composition des différentes couches.

a. La lithosphère

• La croûte continentale

Elle est relativement peu épaisse, surtout formée de **roches granitiques**. Son épaisseur moyenne est de 15 à 20 km (mais elle peut atteindre jusqu'à 70 à 80 km sous les grandes chaînes de montagnes telles que les Andes boliviennes).

• La croûte océanique

Plus dense et plus mince (6 à 7 km) que la croûte continentale, elle est formée essentiellement de **roches basaltiques** en surface et de **gabbros** plus en profondeur.

Éléments	% massique	
O	46,9	43,7
Si	32,2	22
Al	7,7	8,5
Fe	2,9	6,5
Mg	0,7	7,6
Ca	1,9	7,1
K	3,2	0,33
Na	2,9	1,6
	Croûte continentale	Croûte océanique

b. Le manteau

Il est séparé de la croûte par la **discontinuité du Moho (Mohorovicic)**. Le passage de cette discontinuité se traduit pas une accélération de la vitesse des ondes sismiques.

C'est l'enveloppe la plus importante du globe terrestre puisqu'elle représente environ 81 % du volume terrestre et 68 % de sa masse. Il descend jusqu'à 2 990 km de profondeur, jusqu'à la limite avec le noyau.

Il se décompose en 2 parties.

• Le manteau supérieur

Son épaisseur est comprise entre le Moho et 670 km de profondeur. Il est composé de péridotites.

• Le manteau inférieur

Il est compris entre 670 et 2 900 km de profondeur où apparaît la **discontinuité de Gutenberg** qui le sépare du noyau. Il est plus dense que le manteau supérieur, du fait d'une densité croissante. Juste au-dessus de cette zone, à la base du manteau, se trouve la couche dite D' : il s'agit d'une couche épaisse d'environ 200 km, qui assure un certain couplage entre noyau et manteau.

c. Le noyau

Séparé du manteau par la discontinuité de Gutenberg, il s'étend jusqu'à 6 370 km de profondeur.

Il représente environ 14,5 % du volume terrestre et 31 % de la masse : il se divise en un noyau interne solide et un noyau externe liquide (ou enveloppes interne et externe).

Il est constitué essentiellement de **fer**.

• Le noyau externe liquide

Il est liquide (fer + métaux lourds), d'une épaisseur comprise entre 2 900 km et 5 100 km de profondeur.

• Le noyau interne solide

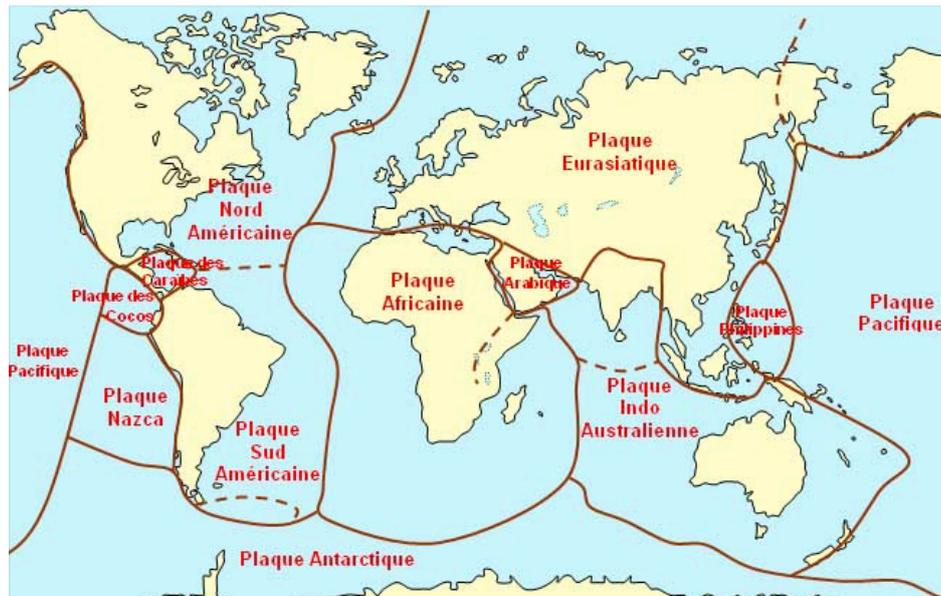
Il est séparé du noyau externe par la **discontinuité de Lehmann** vers 5 100 km de profondeur.

On l'appelle également la graine. Il est solide, avec du fer presque pur.

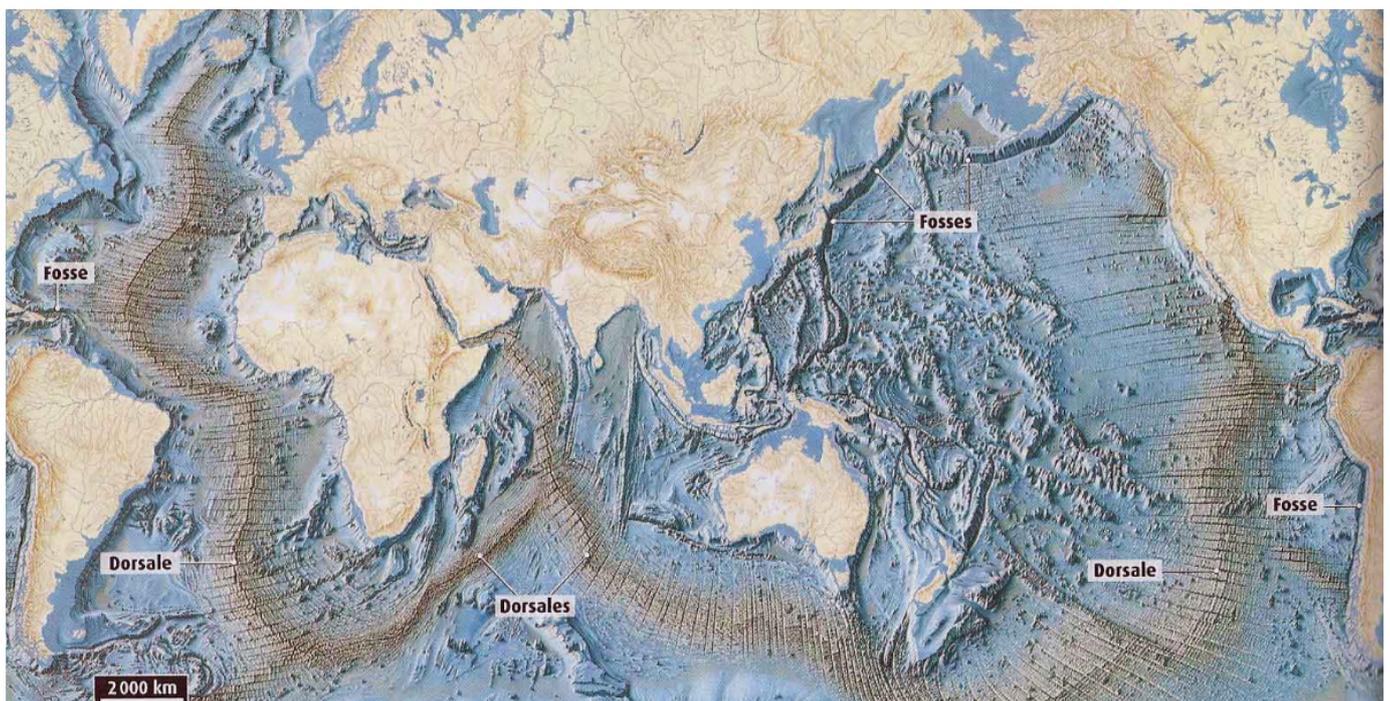
4- Tectonique des plaques

La tectonique des plaques (d'abord appelée dérive des continents) est le modèle actuel du fonctionnement interne de la Terre.

La croûte terrestre est découpée en larges plaques. Ces plaques se déplacent les unes par rapport aux autres muent par un système interne de convection du magma. Ce système de convection est engendré par la chaleur du noyau.



Plaques tectoniques



Model de fabrication des plaques tectoniques.

L'âge de la croûte océanique est celui des basaltes qui la constituent. La plus ancienne n'a que 200 millions d'année alors que, les plus anciennes roches continentales ont 4,03 milliards d'année. Cette jeunesse des fonds océanique suggère qu'ils se renouvellent au cours des temps géologiques.

En effet, les plaques tectoniques qui recouvrent la terre et forment la lithosphère sont fabriquées au niveau des dorsales océaniques avec un mouvement d'écartement et d'accrétion.

Ces plaques ont un mouvement relatif l'une par rapport à l'autre.

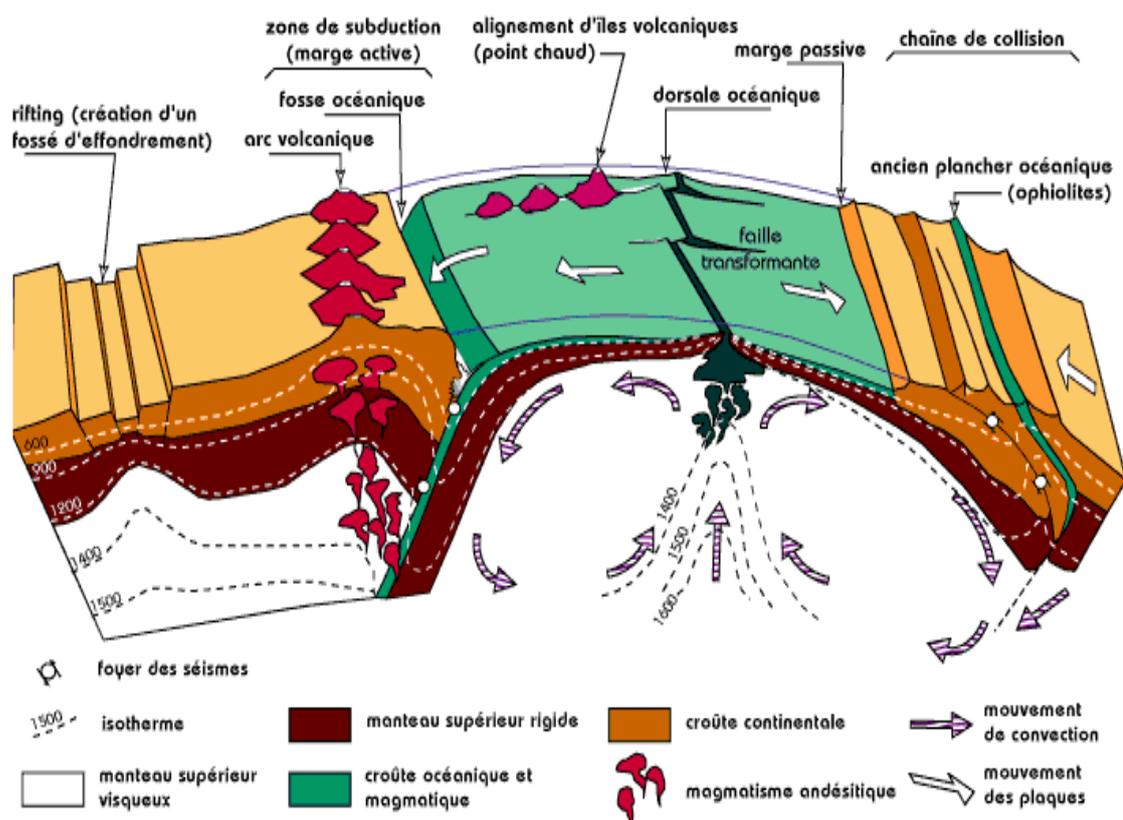
A l'axe des dorsales, des coulées basaltiques sont émises à partir de chambres magmatiques situées sous la zone axiale.

Une partie du magma s'épanche en surface sous forme de **basalte**. L'autre partie refroidit lentement dans la chambre, où elle cristallise, donnant des **gabbros**.

Une arrivée magmatique ultérieure entraîne l'écartement et l'éclatement des matériaux nouvellement solidifiés qui divergent de part et d'autre de l'axe de la dorsale.

Ce phénomène se nomme **l'accrétion océanique**.

Cet écartement s'effectue à la vitesse de quelques centimètres par an en moyenne et c'est ainsi que l'Europe et l'Amérique du Nord qui étaient jointes il y a 150 millions d'années, se sont éloignées l'une de l'autre.



5- Le champ magnétique terrestre

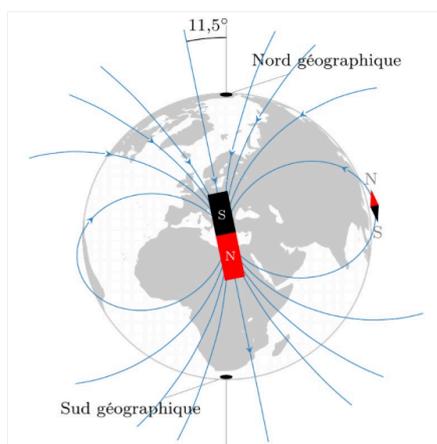
Quand vous tenez votre boussole, l'aiguille va se diriger vers le pôle nord magnétique. Elle ne se dirige pas vers le pôle nord géographique qui lui, est le pôle de l'axe de rotation de la terre. Ce champ magnétique est produit par les mouvements des alliages de fer et de nickel en fusion dans la partie liquide du noyau de la Terre à plus de 3 000 km sous nos pieds.

Mécanisme du champ magnétique.

La Terre est formée de différentes couches : une mince croûte externe, un manteau silicaté, un noyau externe et un noyau interne. La pression et la température augmentent avec la profondeur. à la frontière entre le noyau et le manteau, la température s'élève à près de 4 800°; il y fait suffisamment chaud pour que le noyau externe soit liquide. En contrepartie, le noyau interne est solide à cause de la pression plus élevée. Le noyau est principalement composé de fer et d'une petite proportion d'éléments plus légers. Le noyau externe est constamment en mouvement à cause de la rotation terrestre et de la convection. La convection est causée par le mouvement des éléments légers vers le haut, alors que les éléments plus lourds se condensent sur le noyau interne.

Plusieurs conditions doivent être satisfaites pour la production d'un champ magnétique - la présence d'un liquide conducteur,
- suffisamment d'énergie pour forcer le liquide à se déplacer assez rapidement dans une configuration d'écoulement adéquate,
- la présence d'un champ magnétique « initial ».

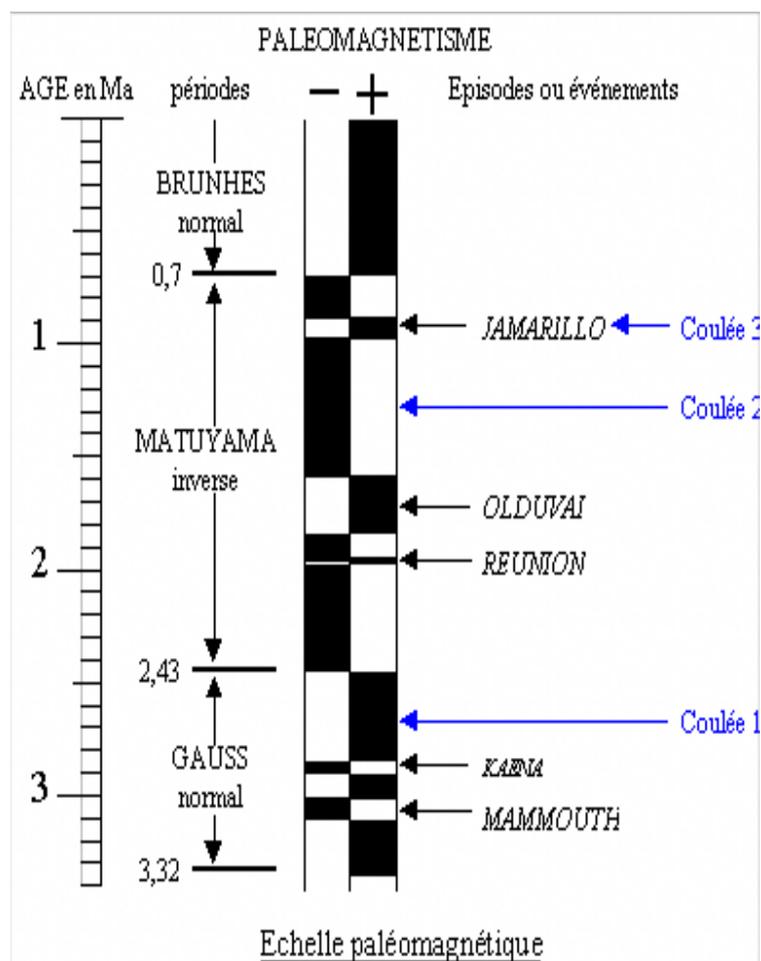
Dans le noyau externe, toutes ces conditions sont remplies : le fer en fusion est un bon conducteur; on y trouve assez d'énergie pour entretenir la convection; et les mouvements convectifs, couplés avec la rotation terrestre produisent une bonne configuration pour l'écoulement. Lorsque le fer en fusion circule dans le champ magnétique existant, il génère un courant électrique. Ce courant électrique nouvellement induit crée, à son tour, un champ magnétique.



La Terre elle-même, comme une énorme dynamo, génère une induction magnétique provenant de la rotation d'un noyau liquide de fer et de nickel en son centre, selon un axe pôle nord-sud magnétique proche de l'axe de rotation de la terre. Le pôle nord magnétique se trouve aujourd'hui à 11,5 degrés à l'est du pôle géographique et varie légèrement dans le temps

L'inversion des pôles

Lorsque ce phénomène survient, le pôle Nord magnétique bascule au Sud et vice-versa. Des inversions se sont déjà produites à plusieurs reprises dans le passé. Depuis 50 millions d'années, on calcule que le champ magnétique terrestre s'est inversé plus de 100 fois. La dernière inversion remonte à environ 780 000 ans. Inutile toutefois de nous alarmer sur le sujet. Aucune inversion des pôles n'a causé d'extinction massive par le passé et il n'y a pas de corrélation entre ces inversions et un quelconque événement survenu depuis 50 millions d'années.



6- Les failles

Le terme « **faille** » vient de l'ancien français « **faillir** », manquer, car, après une faille, le mineur ne retrouve plus le filon ou la couche qu'il exploitait.

Figures techniques

Compression	distension / extension	décollement
→ <u>faille inverse</u>	→ <u>faille normale</u>	<u>faille de décrochement</u>
ex: 3 couches calcaires sédimentaires rigides (cassantes)	ex: 3 couches calcaires rigides (cassantes)	
<p>Dans ce système de compression la poche va résister puis se fracturer car accumulation d'énergie. Le point de rupture va être atteint.</p> <p>⇒ un bloc reste in-situ ⇒ faille inclinée ⇒ l'autre bloc va remonter.</p> <p>⇒ raccourcissement horizontal</p> <p>⇒ épaisseur verticale</p>	<p>- fracturation car extension - point de rupture ⇒ faille</p> <p>⇒ allongement</p>	<p>vue de dessus</p> <p>vue de dessous</p> <p>vue de côté</p>

Rem : On regarde la pente et on regarde le mouvement côté pointe
 Si bloc effondré ⇒ faille normale ; Si bloc souligné ⇒ faille inverse

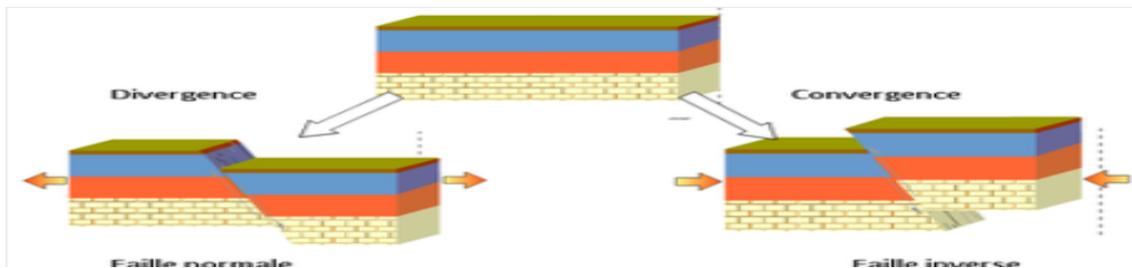
C'est une fracture de terrain avec déplacement bien visible des deux parties séparées.



Faille normale



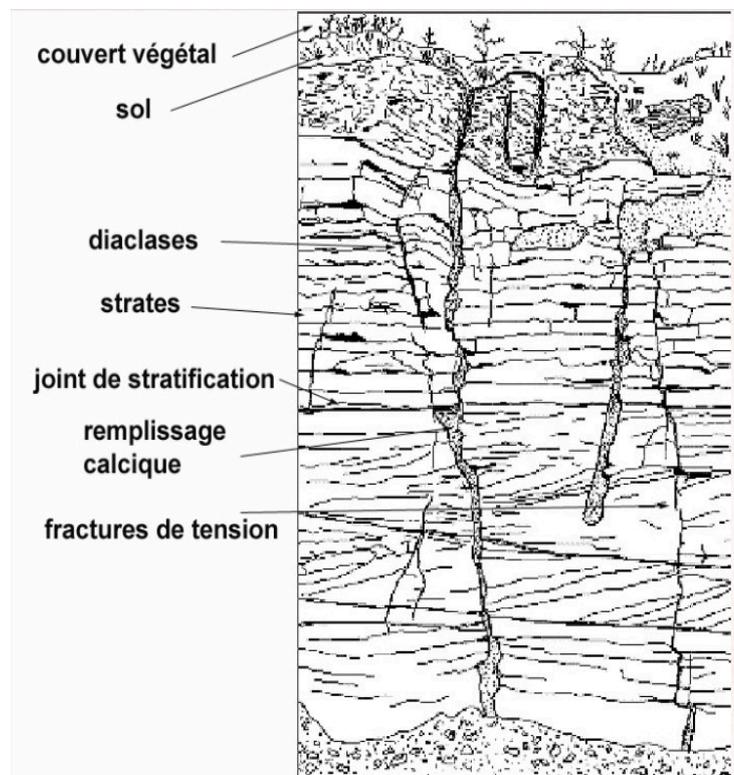
Faille inverse



Diaclase : Fracture dans une roche sans que les parties disjointes ne s'éloignent ou ne se décalent l'une de l'autre ! Ne pas confondre donc avec une faille.

Les diaclases peuvent apparaître dans les roches du fait de pressions auxquelles les roches sont soumises : pression des roches situées au-dessus, contraintes liés à des mouvements tectoniques légers....Elles apparaissent lorsque les contraintes dépassent les capacités de déformation de la roche.

Elles ont des directions diverses mais sont souvent plus ou moins perpendiculaires à la stratification. Leurs dimensions sont réduites.



On voit bien sur cet exemple que les couches se retrouvent sans décalage des deux cotés de la diaclase.

Coupe montrant différentes formes de cassure sans rejet.

