

Notre planète un monde changeant (1) : l'eau sur Terre

Avant de partir à l'aventure, regardons d'abord la Terre comme nous la verrions aujourd'hui si nous étions dans une station spatiale : plusieurs vues sont possibles, selon l'endroit où nous serions.

Tu distingues bien les terres émergées, la forme des continents : à gauche l'Afrique, avec au nord l'Europe, au nord-est l'Arabie et le début de l'Asie, et à droite les deux parties du continent américain.



Tu peux remarquer que les océans occupent une grande partie des photos, cela serait encore plus évident si nous avions montré la Terre vue des pôles : la plus grande partie de l'eau sur Terre est salée !

Mais notre Terre n'a pas toujours eu l'apparence ci-dessus. Pour comprendre pourquoi, il va nous falloir revenir bien loin dans le passé, et parler de « tectonique des plaques ».



Si nous représentons la totalité de l'eau existant à la surface de la Terre par le verre plein ci-contre, l'eau salée (en bleu foncé) représenterait presque tout le verre (97% du volume), seule la partie bleue claire du dessus représenterait l'eau douce.

Notre planète un monde changeant (2): la structure interne de la Terre

La Terre a une structure interne qui ressemble à celle de ce fruit : une écorce terrestre (la peau, en marron clair sur le schéma de la Terre), un manteau (la chair, en rouge et marron), un noyau externe (comme celui de la pêche, en orange) et un noyau interne (comme l'amande, en jaune). Et plus on descend à l'intérieur de la Terre, plus la température s'élève : environ 30°C tous les 1 000 mètres.



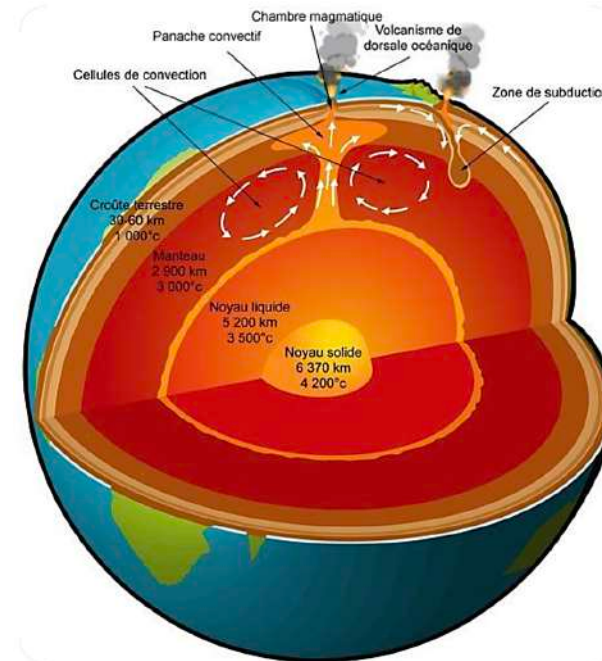
Le schéma montre la structure interne de notre Terre.

L'analogie est pertinente :

- L'épaisseur de la peau de la pêche par rapport à elle-même est identique à l'épaisseur de la croûte terrestre par rapport à la Terre.
- De même pour la grosseur du noyau de la pêche et de celui du noyau de la Terre.
- Le manteau terrestre qui correspond à la chair du fruit est divisé en deux parties que nous ne distinguerons pas.

Le rayon de la Terre est d'un peu plus de 6 000 km, soit environ 6 fois la longueur de la France.

Comme la température s'élève vers les profondeurs terrestres, cela crée de la roche en fusion (le « **magma** » qui peut remonter) dont nous allons reparler.



Doc. : géothermie-perspectives

Pour découvrir des roches magmatiques voir les sites : [Soraluce](#), [Eibar](#), [Sopelana](#), [Fruniz](#)...

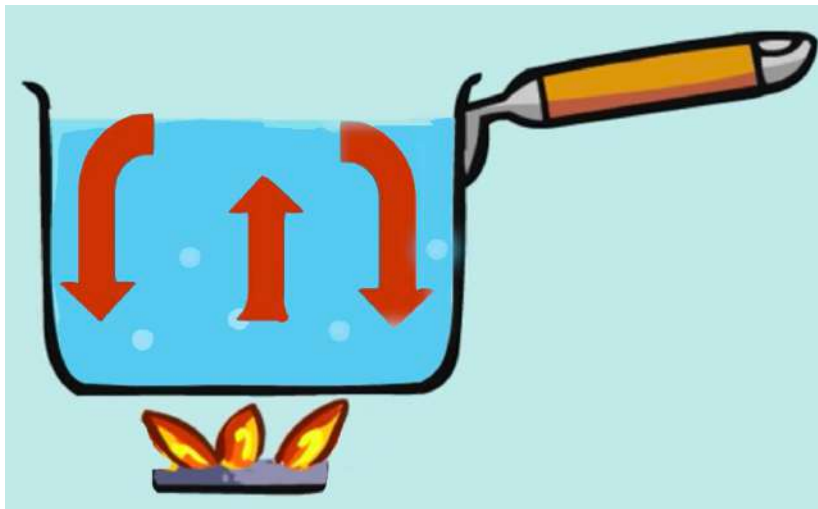
Codes couleur : **Bleu** voir [Lexique](#) – **Rouge** voir [Liste des sites](#) – **Vert** voir [Liste des Commentaires](#) - **Le temps en géologie**

Notre planète un monde changeant (3) : des déformations plastiques

L'analogie ci-dessous est bien connue, comme toute analogie elle a des défauts, mais elle mérite qu'on la reprenne et qu'on l'analyse pour voir **les différences** qui existent avec la [tectonique](#).

Une grande casserole d'eau sur une petite zone de chauffage (avec un film d'huile qui flotte dessus) forme au centre des tourbillons qui entraînent le liquide vers les bords (plus froids). L'huile se rassemble puis s'écarte et le cycle recommence : on appelle cela un **mouvement de convection**.

Dans la partie superficielle de la croûte terrestre les continents semblent aussi « flotter » sur le [magma](#) visqueux du manteau comme des radeaux entraînés par les courants marins.



C'est un phénomène du même type qui a lieu sous la croûte terrestre : sauf que l'ensemble du manteau terrestre (de 3 000 km d'épaisseur) subit **un mouvement de convection à l'état solide (plasticité)**.

À la surface de la Terre des portions de croûte terrestre vont aussi se rassembler ou s'écarter mais, **au contraire de la casserole** (où la remontée centrale cause la descente sur les bords), sur Terre **ce sont surtout les flèches descendantes** (le plongement de la [plaque de subduction](#)) **qui créent le mouvement**.

Ce mouvement de plaques solides (cette [tectonique des plaques](#)) ne se fait pas sans difficulté.

Lorsque des plaques se rapprochent, elles se télescopent et la plus lourde finit par s'enfoncer sous l'autre.

Et comme les gouttes d'huile, parfois elles sont toutes agglomérées (comme il y a 250 millions d'années : le supercontinent [Pangée](#)), parfois séparées en de nombreuses plaques distinctes comme c'est le cas actuellement.

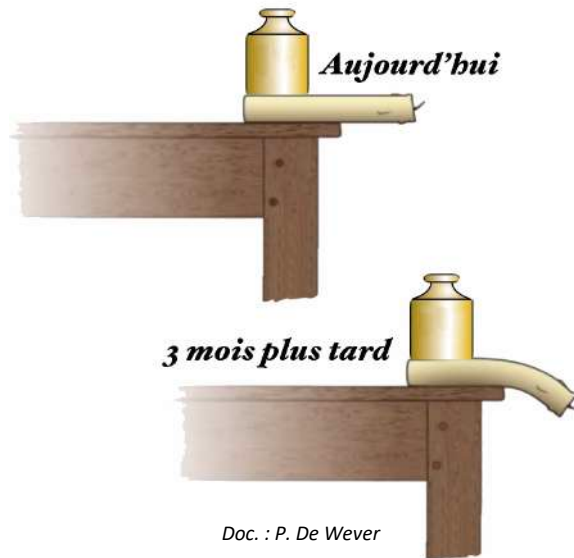
Tout ceci nécessite un temps très long, plusieurs millions d'années.

De beaux exemples qui ont été soumis à la tectonique des plaques : [le Mont Ursuya](#), [les Trois Couronnes](#) et [la Foz de Lumbier](#).

Codes couleur : [Bleu](#) voir [Lexique](#) – [Rouge](#) voir [Liste des sites](#) – [Vert](#) voir [Liste des Commentaires](#) - [Le temps en géologie](#)

Notre planète un monde changeant (4) : les roches peuvent donc se déformer ?

Oui, les roches qui nous paraissent si rigides sont en réalité déformables si on les soumet à des **températures et des pressions** suffisamment élevées et **surtout si on laisse du temps** pour que le phénomène de déformation puisse se produire.



Le dessin ci-contre montre en **quelques mois** la déformation d'une bougie dans un espace normalement chauffé.

Mais la bougie ne se déformerait pas aussi vite dans un espace très froid... **donc la température a joué un rôle pour permettre cette déformation.**

La bougie s'est déformée, elle s'est pliée. De la même façon les roches peuvent former des plis plus ou moins complexes selon le contexte.
(Voir « [Comment se forment les plis](#) »)

Faisons une autre expérience : si on tire **très lentement** sur les extrémités de cette bougie, elle s'allonge en s'amincissant. Dans ce cas, c'est la **variation de pression** (une traction) qui est la cause de la déformation. Si on continue de tirer, la bougie casse... encore une déformation liée à la traction.

Enfin si on appuie fortement sur les deux extrémités d'un morceau de bougie, il va rétrécir, gonfler et finalement casser. Ici c'est une compression qui est la cause de la déformation puis de la rupture.

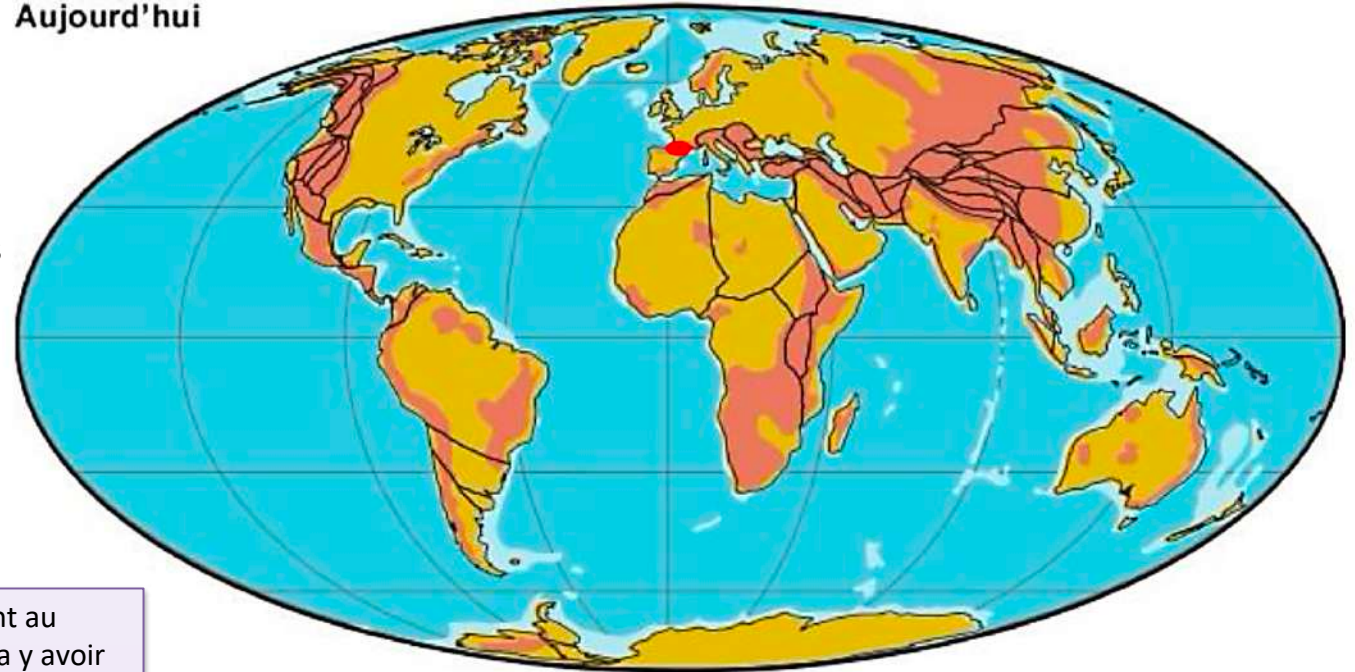
De la même façon les roches peuvent se déformer... puis casser !

Notre planète un monde changeant (5) : Les océans et les continents n'ont pas toujours été à la même place.

Aujourd'hui nous avons l'habitude (en France) de représenter le Monde sous cette forme, mais la tectonique des plaques a fait fortement évoluer les formes et les positions des zones émergées (continentales). Si tu désires plus d'explications sur les différents visages de la Terre depuis le Cambrien (il y a 540 millions d'années), regarde les deux documents suivants, et note la position des futures Pyrénées (point rouge). Tu y trouveras aussi à côté de ces cartes les principales étapes biologiques.



Aujourd'hui



Cette légende est la même sur toutes les cartes

Doc. de toutes les cartes : C.R. Scotese PALEOMAP Project

Regardons donc l'évolution de la Terre au cours du temps : les continents se déplacent, des océans s'ouvrent, d'autres se ferment. Cette évolution est due à la « [tectonique des plaques](#) ». (voir : « [Dorsales](#) »)

Les plaques tectoniques s'écartent et se rapprochent au cours des millions d'années*, dans ce dernier cas il va y avoir chevauchement.

Comme lors d'un carambolage sur l'autoroute, certaines voitures passent dessus et d'autres dessous ! Et alors qu'elles étaient à peu près à la même hauteur à l'origine... après l'accident certaines voitures sont bien plus hautes que les autres, et elles sont plissées !

Parfois sous la poussée, lors d'une mêlée de rugby certains joueurs se retrouvent aussi au-dessus des autres !



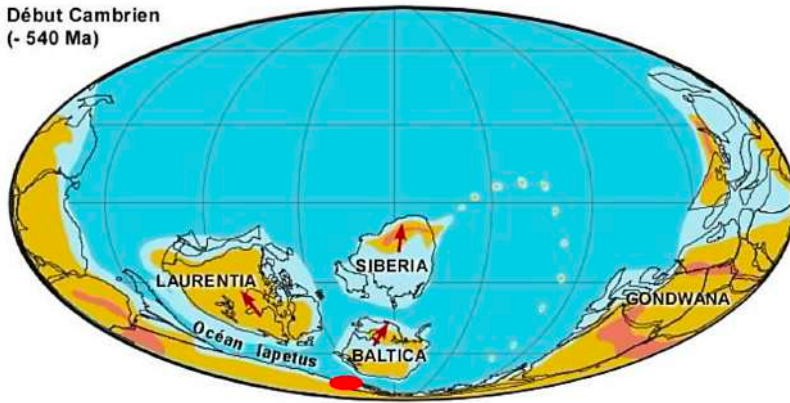
Doc. : Wikimedia Commons

Voir une excellente vidéo : « [la valse des continents](#) »

* C'est le cycle de Wilson : voir « [Évolution de la région au cours du temps et formation des Pyrénées](#) »

Notre planète un monde changeant (6) : Les océans et les continents n'ont pas toujours été à la même place.

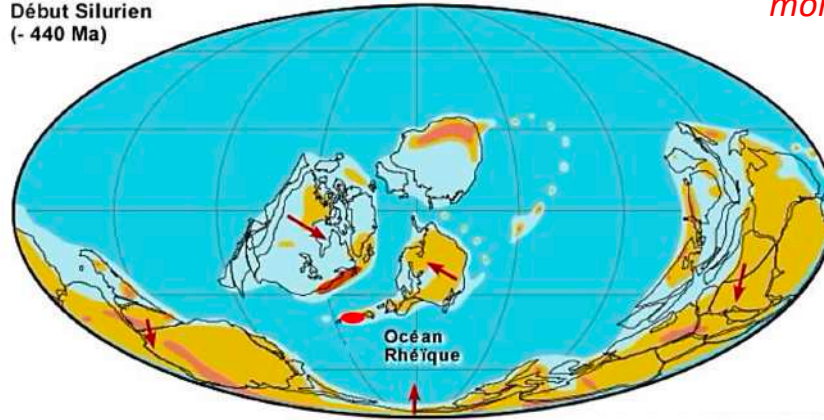
Début Cambrien
(- 540 Ma)



Un super continent formé vers -600 Ma (millions d'années) commence à se disperser. La zone où se trouveront plus tard les Pyrénées se situe proche du pôle Sud.
C'est « l'explosion cambrienne » : les premiers animaux vertébrés (marins) apparaissent.

Les flèches rouges montrent la direction générale des blocs continentaux au moment représenté.

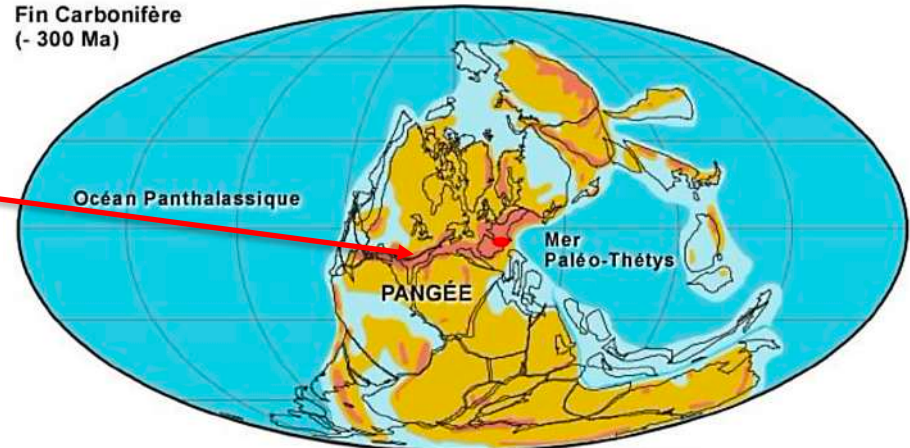
Début Silurien
(- 440 Ma)



Ce qui constituera bien plus tard l'Amérique du nord, une partie de l'Europe et la Sibérie sont détachées et séparées du Gondwana par l'océan Rhéïque. Leur rapprochement commence.

Les premières plantes terrestres (sans fleurs) et les premiers arbres apparaissent.

Fin Carbonifère
(- 300 Ma)

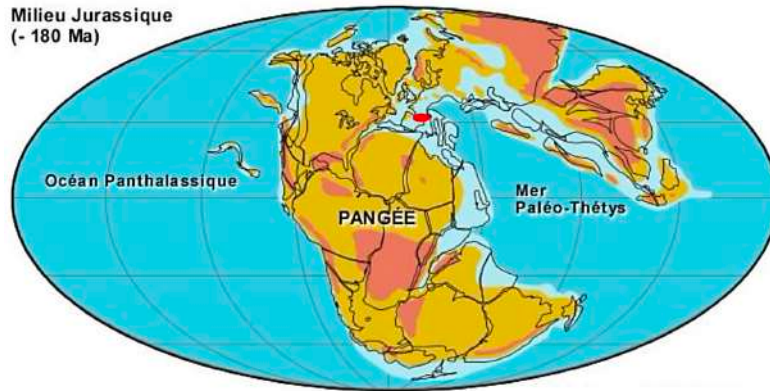


Le rapprochement des plaques crée une grande chaîne de montagnes (la chaîne hercynienne) là où le nouveau supercontinent (la Pangée) se rassemble. Elle était à l'époque aussi haute que l'Himalaya. Les Pyrénées gardent encore la trace des événements qui ont eu lieu à cette époque.

Les premiers insectes apparaissent. Des arbres vont être enfouis et donneront plus tard le charbon.

Notre planète un monde changeant (7) : Les océans et les continents n'ont pas toujours été à la même place.

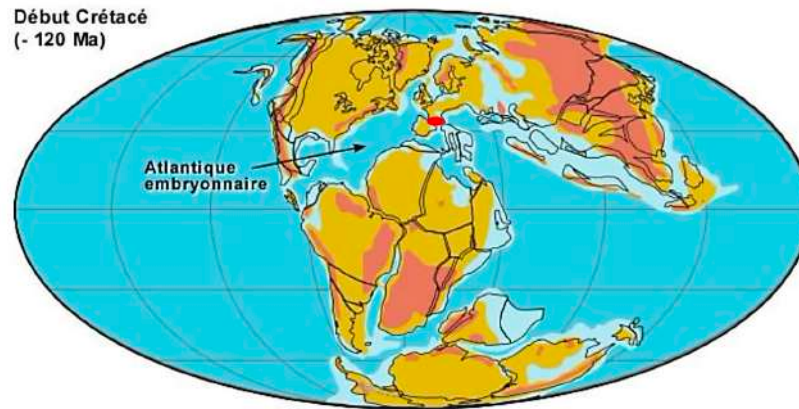
Milieu Jurassique
(- 180 Ma)



La « valse des continents » continue : la Pangée commence à se disloquer, la chaîne hercynienne s'érode peu à peu et va disparaître. Les roches qui la constituent vont par endroit subir de nouvelles poussées (dans les Pyrénées par exemple). La zone pyrénéenne occupe quasiment sa position actuelle.

Les dinosaures et les ammonites se développent, les mammifères sont petits, bientôt les premiers oiseaux vont apparaître.

Début Crétacé
(- 120 Ma)



Ce qui constituera l'Inde a commencé à se détacher de la vaste zone Antarctique, la future Australie va suivre. L'océan Atlantique Nord a déjà commencé à s'ouvrir.

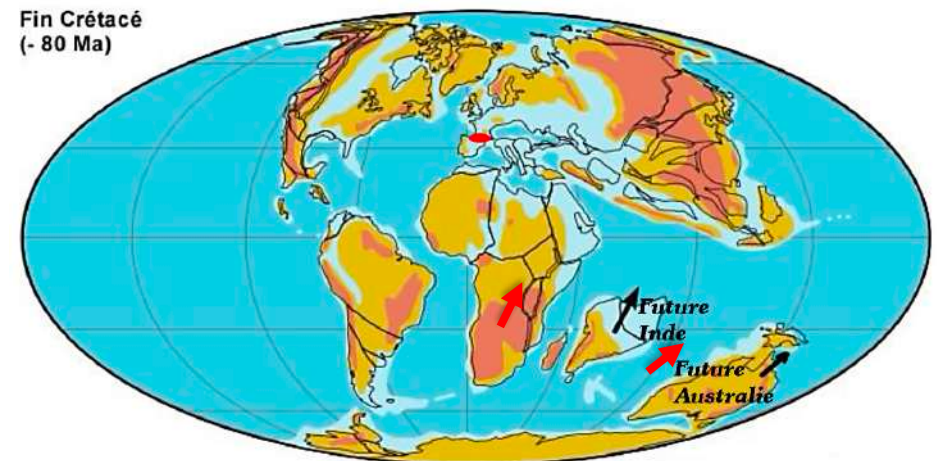
Il existe maintenant des oiseaux et des plantes à fleur. Les dinosaures règnent sur l'ensemble du Globe.

Le monde tel qu'il existe actuellement commence à prendre forme. L'Inde a entamé sa course vers le Nord (à une vitesse d'environ 17cm/an), elle est maintenant où se trouve actuellement l'île de La Réunion, Madagascar s'est aussi détachée, ainsi que l'Australie. Les deux Amériques ne sont pas encore reliées, elles ne le seront que dans 65 Ma.

L'océan Atlantique Nord s'est formé, et à cause de l'ouverture de l'océan Atlantique Sud, l'Afrique remonte vers le Nord. Les deux collisions de l'Afrique et de l'Inde avec le bloc euro-asiatique vont créer les Alpes et l'Himalaya. Les Pyrénées se forment à peu près à la même époque lors de la remontée du bloc Ibérique.

Les grands reptiles n'ont plus que 15 Ma d'existence avant leur extinction qui permettra à d'autres espèces de se développer.

Fin Crétacé
(- 80 Ma)



Notre planète un monde changeant (8) : les séismes

Les tremblements de terre (ou séismes) sont des secousses liées à de brusques déformations de l'écorce terrestre.

Les **plaques tectoniques** se déplacent et le moteur de ces déplacements se trouve au fond des océans (voir : « [Les dorsales](#) »).

Mais les **plaques tectoniques** sont assez solides, il faut aussi qu'elles cassent pour bouger, donc leurs déplacements se font par « à-coups » : c'est l'origine des tremblements de terre !

Peu de séismes sont ressentis au Pays basque, mais ce n'est pas le cas dans toutes les parties du monde. Par exemple au Japon les enfants s'entraînent régulièrement en classe : ils se réfugient sous leur table, ainsi, si des morceaux du plafond tombent, ils ne seront pas blessés.

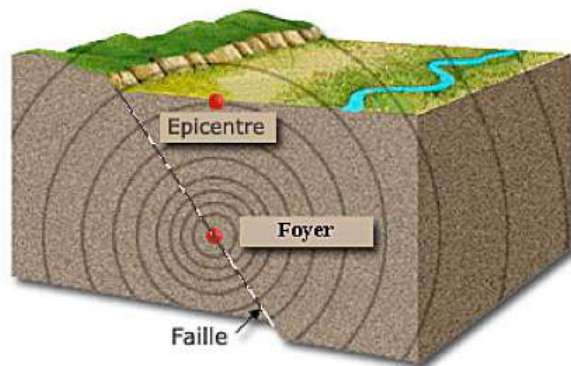


Doc. : Y. Tsuno (2006)

Pourquoi la
Terre
tremble ?

Pour casser les **plaques tectoniques**, il faut libérer une énergie considérable, celle-ci se mesure sur une échelle que l'on appelle du nom de son inventeur : l'échelle de Richter. L'énergie des séismes est donnée par un chiffre, il faut en général dépasser 5 pour qu'il y ait destruction de bâtiments mal conçus, vers le chiffre 7 il commence à y avoir de nombreux dégâts et le chiffre 9,5 est le plus important actuellement atteint (au Chili en 1960).

Nota : passer d'une unité à une autre sur cette échelle (par exemple de 4 à 5) correspond à une énergie multipliée par 30 !



Doc. : Wikimedia Commons

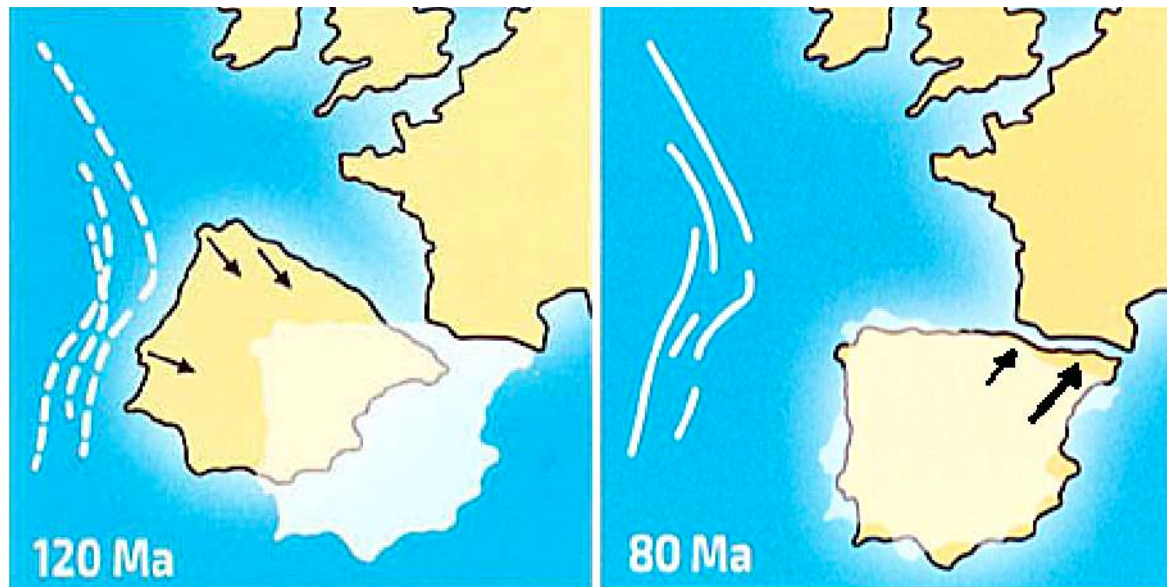
Le dessin indique des termes classiques pour parler d'un séisme :

- **le foyer** : c'est le lieu profond où se produit la rupture
 - **l'épicentre** est le point en surface au dessus du foyer, c'est là que le séisme ressenti est maximum
 - **la faille** correspond à la zone de rupture et de déplacement de la plaque
- Si le séisme a lieu en mer (ou en bord de mer) l'eau va se mettre en mouvement sur toute sa hauteur et peut provoquer un « **tsunami** ».
- Parfois la vague de tsunami qui arrive sur une côte peut atteindre plus de 10 mètres de hauteur, elle est alors dévastatrice.

Notre planète un monde changeant (9) : les séismes et la formation des Pyrénées

Voir aussi : « [Évolution de la région au cours du temps et formation des Pyrénées](#) »

Si les Pyrénées ont commencé à se former un peu avant la fin du [Mésozoïque*](#), c'est seulement au [Cénozoïque*](#) que le rapprochement du bloc Ibérique (Espagne et Portugal) vers l'Europe va créer nos montagnes.



Ci-contre tu peux voir le déplacement du bloc ibérique vers le sud de l'Europe il y a 120 Ma, puis sa remontée vers le nord il y a environ 80 Ma. Les deux flèches indiquent que la remontée est plus rapide et plus importante à l'est, c'est donc là que les premières montagnes des Pyrénées vont apparaître (il y a environ 50 Ma).

Ce rapprochement va d'abord commencer dans les Pyrénées Orientales, puis se poursuivre vers l'Ouest pour créer la « Haute Chaîne », en enfin les Pyrénées basques. Il est toujours actif et nos Pyrénées montent d'environ 2 cm par an... mais l'[érosion](#) va à peu près à la même vitesse !

Cette poussée pyrénéenne est parfois la cause de tremblements de terre que tu pourrais ressentir : mais il y en a presque chaque jour que nous ne ressentons pas tellement ils sont faibles !

Dans notre région proche (en Béarn), le dernier qui a été un peu destructeur a eu lieu à **Arette** en août 1967. Il a causé la mort d'une personne et détruit de nombreuses maisons, sa magnitude était de 5,5 sur l'échelle de Richter, ce qui est assez peu comme énergie (voir page précédente).



Il est possible de suivre chaque jour l'[état sismique de la France](#)

Codes couleur : **Bleu** voir [Lexique](#) – **Rouge** voir [Liste des sites](#) – **Vert** voir [Liste des Commentaires](#)