

NOTIONS GÉNÉRALES DE STRATIGRAPHIE

Robert Six

I. HISTORIQUE

L'histoire de notre planète se lit dans les dépôts sédimentaires qui se sont superposés sous la forme de couches ou **strates** successives. L'étude de ces strates est la **stratigraphie**.

Le premier qui constate que les sédiments se déposent horizontalement les uns sur les autres, est l'anatomiste et géologue danois **Nicolas STENON** (° 1631, Copenhague - † 1687, Schwerin). En 1667, dans son ouvrage *Canis Carchariae*, il met en lumière le **phénomène de sédimentation** et donc la **notion de strate**. En 1669, dans son ouvrage *Prodromus*, il énonce, en conséquence de cette conception, les trois premiers **principes de la stratigraphie**, de **superposition**, de **continuité**, et d'**horizontalité** originelle du dépôt des strates. Par l'étude approfondie des couches sédimentaires et des fossiles, il prouve ainsi qu'il est possible de reconstituer l'histoire géologique d'une région.

Par contre, **GOETHE** (au XVIII^e siècle, il était de bon ton de s'intéresser à la science et à l'exploration de la nature, **GOETHE** ne faisait donc pas exception) et son conseiller, le célèbre professeur **Werner DE FREIBERG**, croyaient encore en 1800 que toutes les roches, même les granites qui sont des roches magmatiques, étaient des roches sédimentaires.

Le véritable **fondateur de la stratigraphie** est le géologue anglais **William SMITH** (° 23-03-1769, Churchill, Oxfordshire - † 28-08-1839, Northampton). Il est considéré comme le **père de la géologie britannique**. Son plus célèbre travail est *The Great Map*, une carte géologique détaillée de l'Angleterre, du Pays de Galles et d'une partie de l'Écosse. Alors qu'il observe les strates, il réalise que les couches se trouvent dans les mêmes positions relatives. De plus il constate que chaque couche peut être identifiée par les fossiles qu'elle contient. Ceci permet à **SMITH** d'établir une hypothèse sur la succession de la faune qu'il peut commencer à vérifier : les relations entre les couches et leurs caractéristiques sont-elles identiques dans toute l'Angleterre ? Durant ses voyages, qui lui vaudront le surnom de *Strata Smith*, il cartographie les emplacements des couches stratigraphiques.

Au début, la stratigraphie se contente d'étudier les strates fossilifères. Ensuite, les géologues s'aperçurent que la plupart des événements géologiques (orogénèse, volcanisme, etc.) survenus dans une région avaient également laissé des traces.

Donc, la succession des couches de l'écorce terrestre joue le rôle d'un enregistreur qui fournit de précieuses archives. Par leur comparaison d'un lieu à un autre, elles permettent de reconstituer l'histoire de notre planète.

Par soucis de clarification et besoin de cataloguer les choses, les géologues ont défini des **divisions stratigraphiques** basées sur les principales formes de vie à des moments déterminés, pour désigner, soit des laps de temps (**unités géochronologiques**), soit des formations géologiques (**unités chronostratigraphiques**).

II. LES GRANDES DIVISIONS GEOCHRONOLOGIQUES

L'histoire de notre planète peut se diviser, selon les écoles, en deux ou trois **éons**. Certains scientifiques, comme **H. KUENEN**¹ et **L.M. VAN DER VLECK**² la partagent en :

- **Azoïque**, ou éon d'avant la vie sur la Terre ;
- **Cryptozoïque**, ou éon de la vie latente ;
- **Phanérozoïque**, ou éon de la vie apparente.

D'autres préfèrent se limiter à deux éons

- le **Cryptozoïque**, ou vie cachée ;
- le **Phanérozoïque**, ou vie évidente.

Le **Cryptozoïque** est parfois divisé en trois ères :

- l'**Azoïque** (sans vie) ;
- l'**Archéozoïque** (vie primordiale) ;
- le **Protézoïque** (vie très primitive).

Pour certains, **Archéozoïque** est synonyme de **Protézoïque**, et **Archaïque** celui d'**Azoïque**. Il est très difficile de définir la limite entre les deux premières parties, c'est pourquoi, une majorité de géologues, selon un autre mode de subdivision, ont rassemblé les temps précédant le Phanérozoïque sous le vocable de **Précambrien**, le **Cambrien** étant la première période du Phanérozoïque.

Le **Phanérozoïque** (du grec *phaneros*, apparent et *zôon*, être vivant) est également subdivisé en trois ères :

- le **Paléozoïque** (vie antique) est l'ère des Poissons par excellence ;
- le **Mésozoïque** (vie intermédiaire) correspond à l'ère des Reptiles ;
- le **Cénozoïque** (vie récente) communément appelée l'ère des Mammifères.

¹ **E KUENEN**, professeur de géologie l'université de Groningen, docteur «honoris causa» de l'Université de Dublin, membre de l'Académie royale des sciences des Pays-Bas.

² **L.M. VAN DER VLECK**, professeur de paléontologie l'Université de Leyde, directeur du Musée national néerlandais de géologie et paléontologie, membre de l'Académie royale des sciences des Pays-Bas.

Le **Précambrien** recouvre environ les 5/6 des temps géologiques (de -4.500 Ma. à -570 Ma.³). Les terrains précambriens ont longtemps été considérés comme azoïques. Des découvertes plus ou moins récentes ont montré qu'en fait ils contenaient des traces d'activités organiques dont les plus anciennes remontent aux environs de -3.400 Ma.

Le **Paléozoïque** (du grec *palaios*, ancien et *zôon*, être vivant) ou **Primaire** couvre environ 340 Ma. Il se subdivise en six périodes :

- le **Cambrien** (-570 à -500 Ma.), période des Invertébrés ; toutes les espèces sont marines. Le terme a été proposé par **SEGDWICK**⁴ en 1836 et est dérivé du nom latin, *Cambria*, du Pays de Galles ;
- l'**Ordovicien** (-500 à -440 Ma.) ou période des graptolithes (du grec *graphein*, écrire et *lithos*, pierre) provient du nom de la tribu des Orovides qui occupait le Nord du Pays de Galles ;
- le **Silurien** (-440 à -400 Ma.), période de l'orogénèse calédonienne. Le terme a été proposé par **MURCHISON**⁵ en 1835 et est dérivé du nom de la tribu des Silures (Pays de Galles) ;
- le **Dévonien** (-400 à -345 Ma.), période de désagrégation des massifs montagneux et de formation des déserts. Il voit l'apparition des premiers Vertébrés. Provient du nom du comté de Devon (Devonshire dans le S-W de l'Angleterre) ;
- le **Carbonifère** (-345 à -280 Ma.), période de la formation des grands gisements de houille et de l'orogénèse hercynienne. Terme proposé en 1882 par **CONYBEARE**⁶ à cause de la grande fréquence, puissance et extension des charbons fossiles ;
- le **Permien** (-280 à -230 Ma.), période de glaciations. Défini en 1841 par **MURCHISON** en allusion à la ville de Perm (Russie centrale).

Le **Mésozoïque** (du grec *méso*, moyen et *zôon*, être vivant) ou **Secondaire** s'étend sur environ 160 Ma. Il est subdivisé en trois périodes :

- le **Trias** (-230 à -200 Ma.), période d'érosion et de sédimentation intenses. On assiste à l'épanouissement des Amphibiens. Le terme est proposé par le géologue allemand **VON ALBERTI** en 1834, car il recouvre trois formations caractéristiques d'Allemagne le **Buntsandstein** (grès bigarrés), le **Muschelkalk** (calcaires coquilliers) et le **Keuper** (marnes irisées) ;
- le **Jurassique** (-200 à -140 Ma.), période des Reptiles volants. Proposé par **A. DE HUMBOLT**⁷ en 1795 pour dénommer les terrains du Jura ;

³ Ma. = millions d'années (d'après « *Géoécriture ou l'art d'écrire la géologie* », Louis DAVIS, BRGM, 1984).

⁴ **Adam SEDGWICK** (° 22-03-1785, Dent -comté de Yorkshire - † 27-01-1873) est un des fondateurs de la géologie moderne. Il a étudié les couches géologiques composant le Dévonien puis plus tard celles du Cambrien.

⁵ **Sir Roderick Impey MURCHISON** (° 19-02-1792, Tarradale - † 22-10-1871) est un géologue britannique qui a fourni la première description du Silurien.

⁶ **William Daniel CONYBEARE** (° 7-06-1787 - † 12-08-1857) est un géologue et paléontologiste britannique.

- le **Crétacé** (-140 à -65 Ma.), première période de formation du pétrole. Le vocable a été proposé par **Omalius d'HALLOY**⁸ en 1822 pour désigner le système de la « craie » (*kreide* en allemand, *Chalk* en anglais) qui définit un calcaire blanc, friable, tendre, caractéristique du Bassin parisien.

Le **Cénozoïque** (du grec *kainos*, récent et *zôon*, être vivant) ou **Tertiaire** s'étend seulement sur 60 Ma. Cette ère est distinguée en 1807 par **A. BRONGNIART**⁹ pour grouper les terrains plus récents que la craie. Son début est marqué par la disparition de très nombreuses espèces dont les Dinosaures. Le Tertiaire est également caractérisé par l'orogénèse alpine; il se subdivise en deux périodes :

- le **Paléogène** (-65 à -25 Ma.) qui est marqué par une abondance de Nummulites (d'où parfois appelé Nummulitique). Le nom est dû à **NAUMANN**¹⁰ (1860) pour regrouper l'**Eocène** et l'**Oligocène** ;
- le **Néogène** (-25 à -2 Ma.) défini par **HOERNES**¹¹ (1853) pour regrouper le **Miocène** et le **Pliocène**.

Le **Néozoïque** (du grec *nios*, nouveau et *zôon*, être vivant) ou **Quaternaire** fut disjoint du Tertiaire en 1829 par **J. DESNOYERS**¹² pour remplacer le *Diluvium*, terme faisant allusion au déluge biblique. Il débute en -2 Ma. et se poursuit de nos jours. C'est la période qui vit l'extension de la calotte glaciaire et l'apparition de l'homme.

Un moyen mnémotechnique pour retrouver les systèmes et séries....?

Pour l'ère Primaire :

ou **Cambronne**, l'**ordurier**, **s'il eut** été **dévôt**, n'aurait pas **carbonisé** son **père**.
(Cambrien, Ordovicien, Silurien, Dévonien, Carbonifère, Permien)

Pour l'ère Secondaire

Sers nous **trois Jupiter, Christine** !

(Trias, Jurassique, Crétacé)

Pour l'ère Tertiaire :

Les **Pales** de l'**éolienne** d'**Oléron** **miaulent** et **plient**

⁷ **Alexander von Humboldt** (° 14-09-1739 - † 06-05-1859) est un naturaliste et explorateur allemand.

⁸ **Jean-Baptiste-Julien d'OMALIUS d'HALLOY** (° 16-02-1783, Liège - † 15-01-1875) fut le premier réalisateur d'une carte géologique de France.

⁹ **Alexandre BROGNIART** (° 1770 - † 1847) : minéralogiste, géologue, zoologiste et paléontologue français.

¹⁰ **Karl Friedrich NAUMANN** (° 30-05-1797 - † 26-11-1873) est un géologue allemand.

¹¹ **Rudolf HOERNES** (° 7-10-1850 - † 1912) est géologue et un paléontologue autrichien.

¹² **Jules Pierre François Stanislas DESNOYERS** (° 8-10-1800 - † 1887) est un géologue, archéologue et historien français, membre fondateur de la Société géologique de France.

(Paléocène, Eocène, Oligocène, Miocène, Pliocène)

Les glaciations du Quaternaire :

Bonne de gare, **M**arie rince les wagons
(**B**iber, **D**onnau, **G**ünz, **M**indel, **R**izz, **W**ürm)

Pour l'ensemble :

Prends cet **o**r si **d**ésiré **c**ar, **p**enses-tu, je change **p**lomb en **o**r, mais **p**as par **h**abitude.

(Précambrien, Cambrien, Ordovicien, Silurien, Dévonien, Carbonifère, Permien, Trias, Jurassique, Crétacé, Paléocène, Eocène, Oligocène, Miocène, Pliocène, Pléistocène, Holocène).

Echelle des temps géologiques ERES GEOLOGIQUES				
Eon	Ere	Période	Epoque	Age en Ma.
PHANEROZOÏQUE	Neozoïque (Quaternaire)		Holocène (Récent) Pléistocène	2
	Cénozoïque (Tertiaire)	Néogène	Pliocène Miocène Oligocène	
		Paléogène	Eocène Paléocène	
	Mésozoïque (Secondaire)	Crétacé Jurassique Trias		65
	Paléozoïque (Primaire)	Permien Carbonifère Dévonien Silurien Ordovicien Cambrien		230
	Crytozoïque (Précambrien) Protézoïque Archéozoïque Azoïque			570

Fig. 1- Tableau simplifié des ères géologiques

Il est à remarquer que la limite entre les ères et certaines périodes correspond à des extinctions massives d'espèces et de familles d'organismes vivants. Ainsi, cinq grandes extinctions ont été définies :

- Fin de l'Ordovicien (440 millions d'années)
- Fin du Dévonien (365 millions d'années)
- Fin du Permien (225 millions d'années)
- Fin du Triassique (210 millions d'années)

- Fin du Crétacé (65 millions d'années)

Le dénominateur commun des grandes extinctions est la **baisse du niveau des mers**, appelée "**régression marine**". Celui-ci peut baisser pour différentes raisons : une grande glaciation polaire, un changement dans la configuration des océans (tectonique de plaques, subsidence des continents, etc.).

D'autres facteurs peuvent également être la cause des extinctions. Ainsi, sur 24 extinctions, grandes et petites, six sont associées à d'irréfutables preuves d'impact. Six autres sont associées à des anomalies d'iridium. De la même manière, il y a corrélation entre cratère d'impact dépassant **80 Km** de taille et extinctions. Les chercheurs en ont donc conclu que les cratères d'impact deviennent dévastateurs à partir de **80 Km** de diamètre. Par contre, les éruptions volcaniques importantes qui coïncident avec les extinctions de masse semblent aggraver le processus mais n'en sont pas la cause directe.

Prenons comme exemple, l'**extinction de la fin du Permien**. Cette catastrophe a éliminé plus de **95%** des espèces marines et terrestres. Cette période a coïncidé avec le moment où tous les continents sont entrés en coalescence, suite à la dérive de ces derniers: La Pangée est née. Il y a eu donc réduction de l'habitat disponible dans les eaux peu profondes. Les plateaux continentaux se sont retrouvés à l'air libre et desséchés. L'oxygène atmosphérique a connu une chute spectaculaire qui a affectée les animaux terrestres. Puis le niveau des mers est remonté brutalement. Le processus inverse a réduit l'habitat terrestre ainsi que l'oxygène dans les mers. On peut, pour reprendre l'expression de **Wignall**, parler de mort par étouffement des espèces. Par contre, l'extinction qui marque la **limite K/T (65 Ma.)** correspond à l'action combinée d'un volcanisme intense sur plusieurs milliers d'années qui a donné naissance aux traps du Deccan en Indes et à la percusion d'un astéroïde au Yucatan, coup de grâce final entraînant la disparition des dinosaures et des ammonites, entre autre.

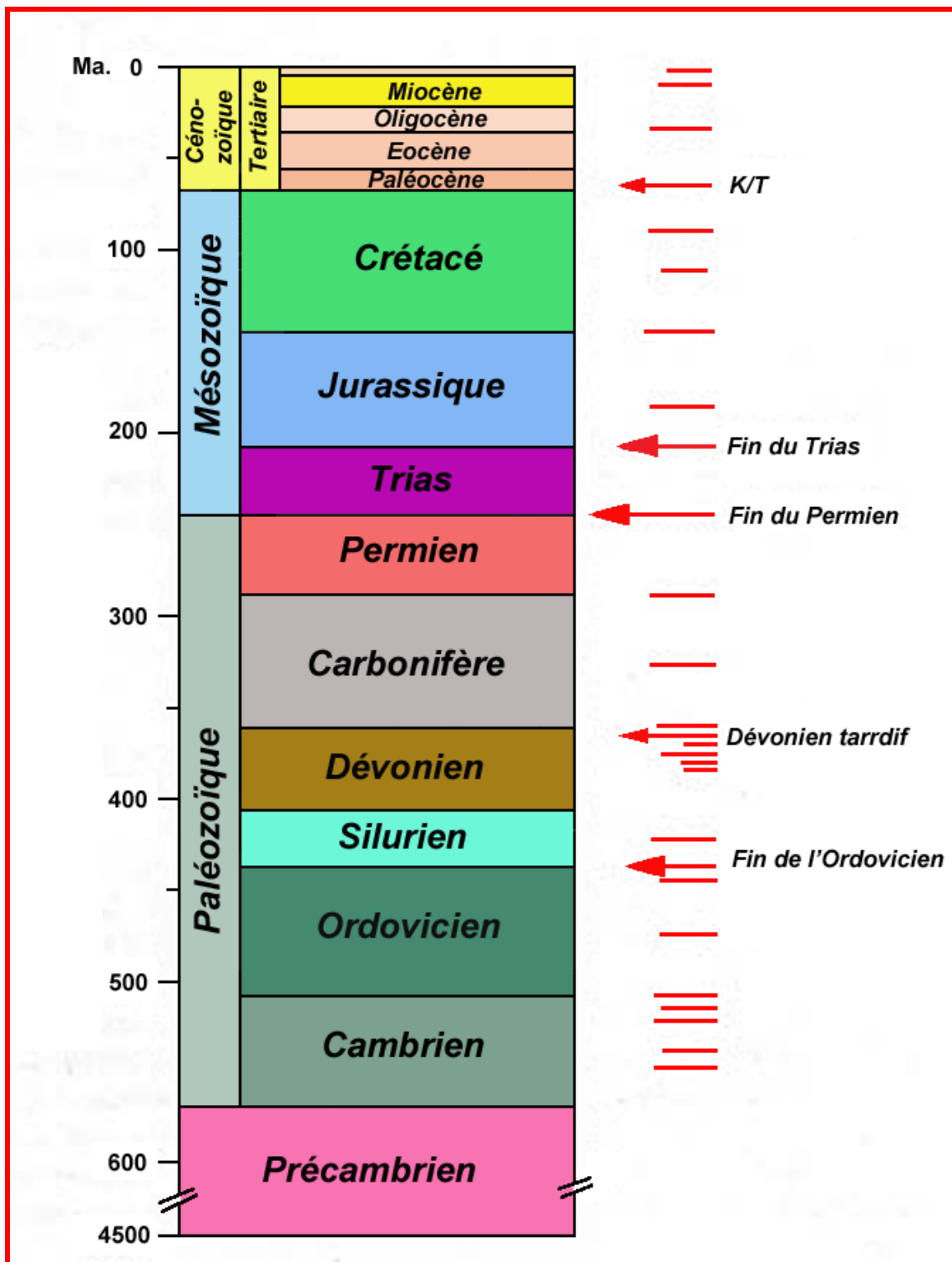


Fig. 2 Echelles des temps géologiques montrant les principales extinctions survenues durant le Phanérozoïque

Suite, voir **DOSIER GEOLOGIE - XI**