

Chronostratigraphie

1- Introduction

La chronostratigraphie est une sous-discipline de la géologie qui se concentre sur la division de l'histoire de la Terre en unités temporelles basées sur les événements stratigraphiques. En d'autres termes, elle permet de dater et de classer les différentes couches de roches (ou formations géologiques) selon leur âge et leur position dans le temps.

La **chronostratigraphie** consiste à établir des correspondances entre les ensembles de couches et les intervalles de temps .

Chaque unité chronostratigraphie qui représente un ensemble de couches équivaut au temps nécessaire à son dépôt .

Les **unités chronostratigraphie** sont des unités de références servant de base aux corrélations.

2- Les principales unités de la chronostratigraphie

Les principales unités chronostratigraphiques sont les suivantes :

- Plusieurs *étages* forment une *série*
- Plusieurs *séries* forment un *système*
- Plusieurs *système* forment un *érathème*
- Plusieurs *érathèmes* forment un *éonothème*.

Echelle Internationale des temps géologiques , Elle combine à la fois l'échelle relative des stratigraphes et les données de géochronologie absolue

Unité Chronostratigraphie	Son équivalent en Géochronologie	Exemple
Eonothème	Eon	Protérozoïque
Erathème	Ere	Paléozoïque
Système	Période	Crétacé
Série	Epoque	Néogène
Etage	Age	Cénomaniens

L'unité de base est donc l'Etage = ensemble des strates comprises entre deux coupures dont les caractéristiques constituent un stratotype.

Stratotypes : Pour chaque unité de temps, un emplacement spécifique appelé "stratotype" est défini. Le **stratotype** est une séquence de couches rocheuses

représentative contenant des fossiles ou des caractéristiques géologiques utilisées pour définir cette unité de temps.

Voici quelques-uns des événements marquants dans chaque subdivision, en commençant par les éons et en descendant jusqu'aux étages géologiques :

2.1- les Eons (= Eonothèmes)

Intervalle de temps géologiques le plus grand de plusieurs centaines de millions d'années (MA).

On distingue 4 Eons :

1. **Le Hadéen** (-4600Ma à -3800 Ma) ; Formation de la terre .

2. **L'Archéen** (-3800 Ma à -2500 Ma) ;

Pendant l'Archéen, la Terre était encore en grande partie inhospitalière, avec une atmosphère riche en gaz volcaniques. Les premières formes de vie, les cyanobactéries, ont évolué et commencé à libérer de l'oxygène dans l'atmosphère, provoquant la Grande Oxydation il y a environ 2,4 milliards d'années.

3. **Le Protérozoïque** (-2500 Ma à -542 Ma) ;

L'Éon Protérozoïque a vu l'émergence de cellules eucaryotes, plus complexes, et l'apparition des premiers organismes multicellulaires. C'est également une période marquée par des glaciations majeures, telles que la "Terre boule de neige."

Hadéen + Archéen + Protérozoïque = Précambrien.

4. **Le Phanérozoïque** (-542 Ma à aujourd'hui) ; Développement de la vie .

2-2- les Eres (= Erathèmes) :

Leurs limites sont marquées par de grands bouleversement biologique(grandes extinction) , paléogéographique (orogénèse).

Eon Phanérozoïque = 3 Eres

- **Cénozoïque** (vie récente -65,5 Ma à aujourd'hui)

L'ère Cénozoïque a été témoin de l'explosion de la diversité des mammifères et de l'ascension de l'homme. Elle comprend l'événement de l'extinction des dinosaures à la fin du Crétacé et le développement de l'homme moderne à partir de ses ancêtres primates.

- **Mésozoïque** (vie intermédiaire -251 Ma à -65,5 Ma) ,

Cette ère est marquée par l'âge des dinosaures, avec des événements tels que la Pangée se divisant en Laurasia et Gondwana, ainsi que l'extinction massive à la fin du Crétacé.

- **Paléozoïque** (vie ancienne -542 Ma -245)

Eon Protérozoïque = 3 Eres

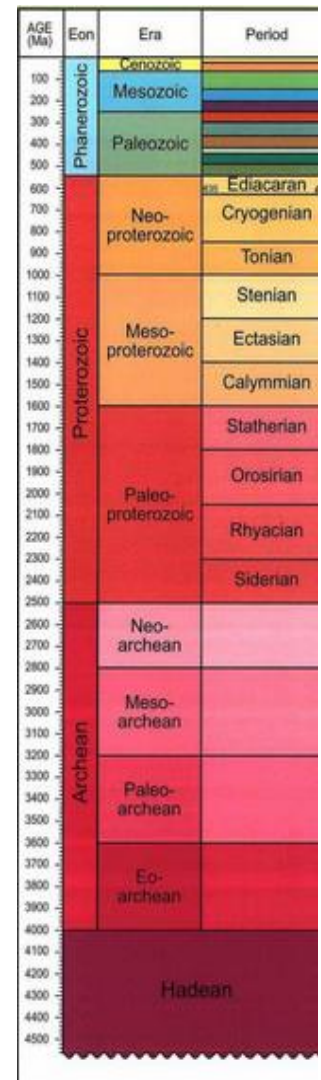
Néoprotérozoïque (-1000 Ma à -542 Ma) Mésoprotérozoïque (-1600 Ma à 1000 Ma)

- Paléoprotérozoïque (-2500 Ma à -1600 Ma)

Eon Archéen = 4 Eres

Néoarchéen (-2800 Ma à -2500 Ma) Mésoarchéen (-3200 Ma à -3800Ma)

Paléoarchéen (-3600 Ma à -3200Ma) Eoarchéen (-4000 Ma à -3600Ma)



2.3- les périodes (= Systèmes)

Ils regroupent des étages sur des références lithologiques

Exp :

- ✓ Carbonifère
- ✓ Crétacé :

Ou des références paléontologiques :

Exp :

- ✓ Nummulitique = Paléogène
- Durée moyenne entre 20 Ma et 70 Ma

2.4- les Epoques (Séries)

La subdivision en époque est basée sur les associations de fossiles stratigraphique spécifique :

Exp :

- ✓ Crétacé inférieur
- ✓ Crétacé supérieur
- ✓ Eocène : l'éocène a vu une grande diversification des mammifères et des premiers (ancêtres des chevaux). Il était également marqué par un climat chaud.
- ✓ Miocène

Durée moyenne d'environ 15 M a (sauf pour le quaternaire).

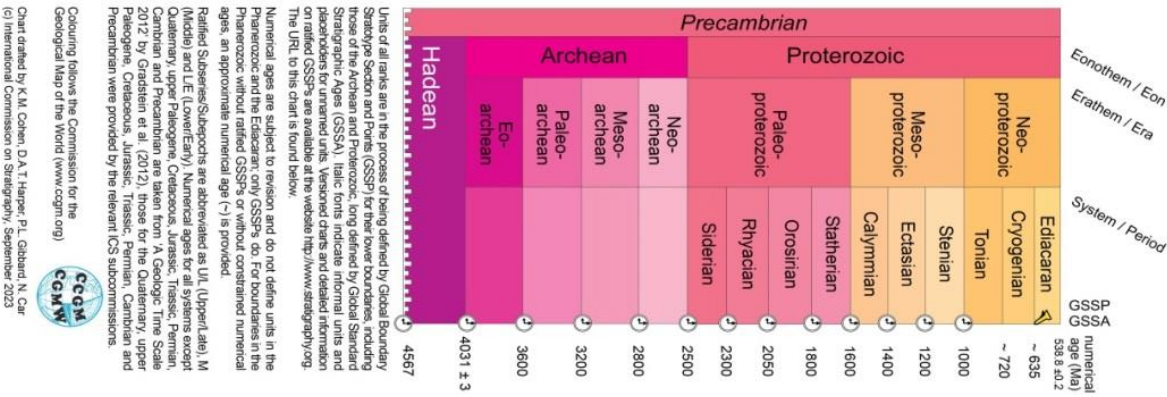
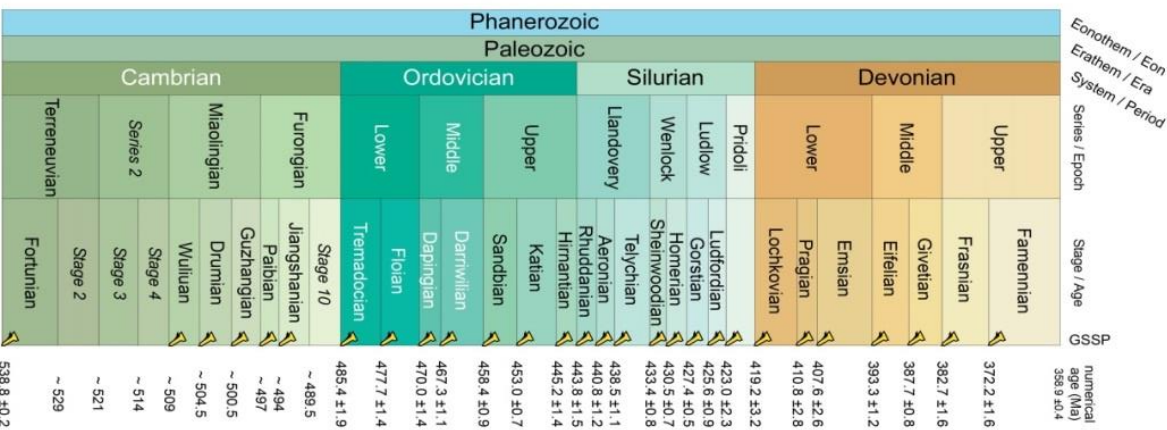
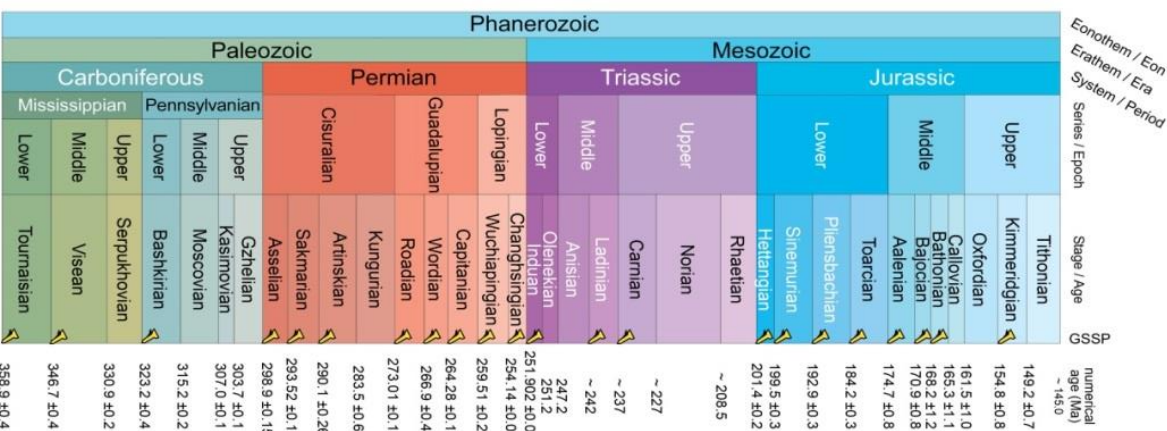
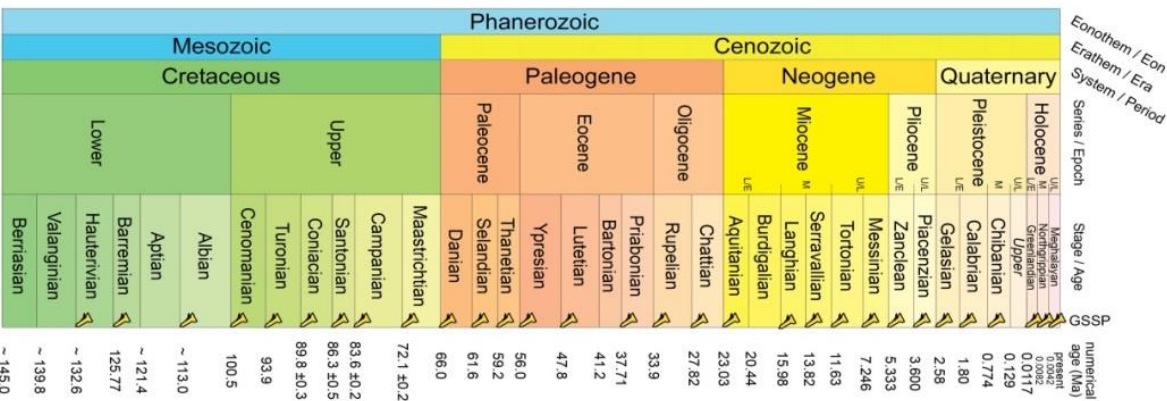
2.5- les Etages (Age)

- ✓ Yprésien : L'étage Yprésien est associé à la montée des eaux marines au début de l'Éocène, provoquant la transgression marine et la diversification des faunes marines.
- ✓ Lutétien : L'étage Lutétien est caractérisé par une période de réchauffement climatique, avec des impacts sur les faunes terrestres et marines

Exp :

- Barremien (Barrême en France)
- Tortonien (Tortona en Italie)

Ère	Période	Epoque	Etage	A	
Cénozoïque	Quaternaire	Holocène		0	
		Pléistocène		-1	
	Pliocène	Sup.	Gélasien	-2	
		Moy.	Plaisancien	-3	
		Inf.	Zancéen	-4	
	Miocène	Sup.	Messinien	-5	
			Tortonien	-6	
		Moy.	Serravallien	-7	
	Paléogène	Inf.	Burdigalien	-8	
			Aquitainien	-9	
		Oligocène	Chatteien	-10	
	Eocène	Sup.	Rupélien	-11	
			Priabonien	-12	
		Moy.	Bartonian	-13	
			Lutétien	-14	
		Inf.	Yprésien	-15	
		Paléocène		Thanétien	-16
				Danien	-17
	Mésozoïque ou secondaire	Crétacé	Supérieur	Maastrichtien	-18
				Campanien	-19
Santonien				-20	
Inférieur			Coniacien	-21	
			Turonien	-22	
			Cénomannien	-23	
		Albien	-24		
Jurassique		Supérieur	Tithonien	-25	
			Kimméridgien	-26	
		Moyen	Oxfordien	-27	
			Callovien	-28	
			Bathonien	-29	
		Inférieur	Bajocien	-30	
			Aalénien	-31	
Trias		Supérieur	Toarcien	-32	
			Phliensbachien	-33	
		Moyen	Sinemurien	-34	
			Hettangien	-35	
			Rhétien	-36	
Inférieur		Norien	-37		
	Carnien	-38			
Ladinien	Ladinien	-39			
	Anisien	-40			
Scythien	Scythien	-41			
			-42		



Units of all ranks are in the process of being defined by Global Boundary Stratotype Section and Point (GSSP), for their lower boundaries, including those of the Archean and Proterozoic, long defined by Global Standard Stratigraphic Ages (GSSA). Italic fonts indicate informal units and pleistochrons for unnamed units. Versioned dates and detailed information on ratified GSSPs are available at the website <http://www.stratigraphy.org>. The URL to this chart is found below.

Numerical ages are subject to revision and do not define units in the Phanerozoic and the Ediacaran; only GSSPs, do. For boundaries in the Phanerozoic without ratified GSSPs, or without constrained numerical ages, an approximate numerical age (±) is provided.

Ratified Subseries/Subepochs are abbreviated as UL (Upper/Late), M (Middle) and LE (Lower/Late). Numerical ages for all systems except the Quaternary, upper Paleogene, Cretaceous, Jurassic, Triassic, Permian, Carboniferous, Devonian, Silurian, Ordovician, Cambrian, and Precambrian, are provided by Gradstein et al. (2012), those for the Quaternary, upper Paleogene, Cretaceous, Jurassic, Triassic, Permian, Carboniferous and Precambrian were provided by the relevant ICS subcommissions.

Colouring follows the Commission for the Geological Map of the World (www.cgmw.org)

Chart created by K.M. Cohen, D.A. T. Harper, P.L. Gibbard, N. Cur (c) International Commission on Stratigraphy, September 2023

Tsien, Cohen, K.M., Ferry, S.C., Gibbard, P.L. & Fan, J.-X. (2013, updated) The ICS International Chronostratigraphic Chart. Episodes 36, 198-204. URL: <http://www.stratigraphy.org/ICSchart/ChronostratChart2023-09.pdf>

3- Utilisation des Échelles Chronostratigraphiques :

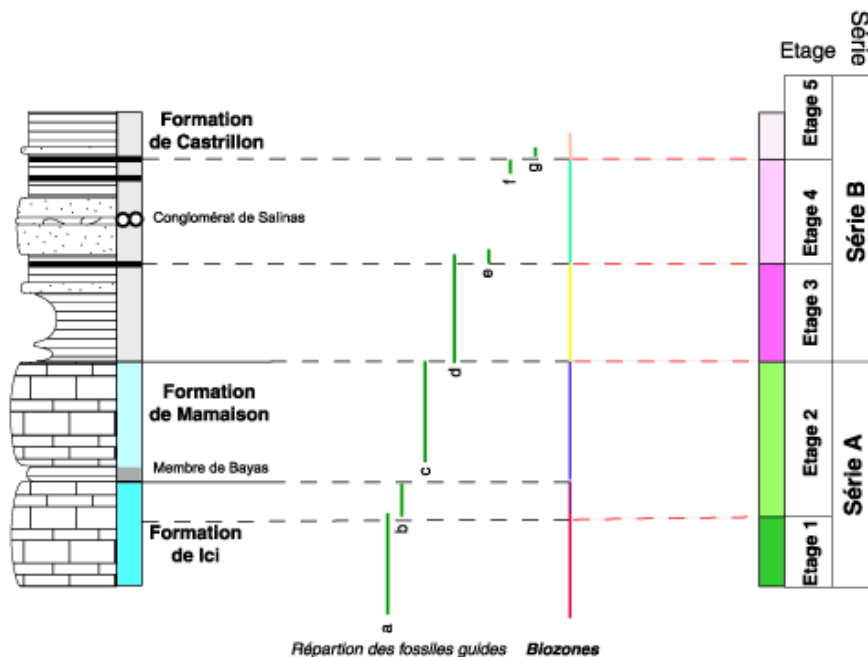
1. **Datation Relative** : Les échelles chronostratigraphiques permettent de dater les couches rocheuses de manière relative. Cela signifie qu'elles aident à déterminer l'âge relatif des roches par rapport les unes aux autres. Par exemple, elles permettent de dire si une couche est plus ancienne ou plus récente que la couche voisine. Cette datation repose sur la superposition des couches, le principe de l'horizontalité initiale, et la présence de fossiles indicatifs.
2. **Corrélation Globale** : Les échelles chronostratigraphiques servent de base pour corréler les couches rocheuses d'une région à une autre et même à l'échelle mondiale. Cela permet aux géologues de relier des événements géologiques et des fossiles spécifiques, facilitant ainsi la compréhension des changements environnementaux et de l'évolution de la vie au fil du temps.
3. **Identification des Événements Marquants** : Les échelles chronostratigraphiques sont utilisées pour identifier des événements marquants dans l'histoire de la Terre. Cela peut inclure des extinctions massives, des éruptions volcaniques majeures, des changements climatiques significatifs, des variations du niveau de la mer, etc. Les géologues associent ces événements à des unités de temps spécifiques pour en faciliter la référence.
4. **Études Environnementales et Climatiques** : Les échelles chronostratigraphiques sont cruciales pour les études environnementales et climatiques. Elles permettent de reconstruire l'histoire des climats passés, des changements océaniques, des variations du niveau de la mer et de l'évolution des paysages terrestres. Cela aide à prédire les futures tendances environnementales et climatiques.
5. **Exploration des Ressources** : Les échelles chronostratigraphiques sont utilisées dans l'exploration de ressources naturelles telles que le pétrole, le gaz naturel, le charbon et les minéraux. Elles aident à localiser des formations géologiques potentiellement riches en ressources et à déterminer l'âge des roches hôtes.
6. **Recherche en Paléontologie** : Les paléontologues utilisent les échelles chronostratigraphiques pour situer les fossiles dans leur contexte temporel. Cela permet de reconstituer l'évolution de la vie sur Terre, d'étudier les extinctions et les radiations biologiques, et de comprendre les relations évolutives entre les espèces.

4- Méthodes de datation et liens avec l'échelle chronostratigraphique

Les échelles chronostratigraphiques sont basées sur des techniques de datation relatives et absolues :

- **Datation relative** : Basée sur la position des couches géologiques les unes par rapport aux autres. Le principe fondamental est que les couches les plus profondes (les plus anciennes) se trouvent sous les couches plus récentes.
- **Datation absolue** : Utilisation de méthodes comme la datation au radiocarbone, la datation par potassium-argon, ou d'autres techniques isotopiques pour obtenir une estimation précise de l'âge d'une couche ou d'un événement géologique.
- **Biostratigraphie** : Utilisation des fossiles pour dater les couches géologiques. Certains fossiles ont une distribution temporelle bien définie, ce qui permet de déterminer l'âge des strates en les associant à ces fossiles spécifiques.

Lithostratigraphie → Biostratigraphie → Chronostratigraphie



A l'aide des biozones précédemment définies, 5 étages ont pu être délimités en se référant à une échelle chronostratigraphique internationale.

5- Importance de l'échelle chronostratigraphique dans la science moderne

L'échelle *chronostratigraphique* est essentielle non seulement pour les géologues et les paléontologues, mais aussi pour d'autres domaines scientifiques, tels que :

- **L'étude des changements climatiques** : En comprenant les périodes de réchauffement ou de refroidissement, les scientifiques peuvent mieux interpréter les tendances climatiques passées et les appliquer à des modèles modernes.
- **La recherche en astrophysique** : Les événements géologiques sont souvent utilisés pour tester des hypothèses sur les processus cosmiques (ex. : l'impact d'astéroïdes ou la formation de la Terre).
- **L'exploitation des ressources naturelles** : L'étude des strates et des échelles chronostratigraphiques aide à localiser et à dater les ressources minérales, fossiles et énergétiques.

6- Limitations de la méthode chronostratigraphique :

- *Manque de Datation Absolue* :

La chronostratigraphie fournit des âges relatifs, ce qui signifie qu'elle permet de classer les événements et les couches rocheuses dans un ordre chronologique, mais sans donner d'âges numériques précis. Pour obtenir des datations absolues, il est souvent nécessaire de recourir à des méthodes de datation radiométrique, ce qui peut être coûteux et complexe.

- *Séquences Incomplètes* :

Les séquences stratigraphiques complètes ne sont pas toujours présentes dans toutes les régions. L'érosion, la tectonique des plaques, et d'autres processus géologiques peuvent

entraîner la perte de certaines couches rocheuses, ce qui complique la corrélation entre différentes régions

- *Fossiles Absents :*

Dans de nombreuses régions, les fossiles peuvent être absents ou rares, ce qui rend difficile la datation relative basée sur les fossiles index. Les méthodes de datation alternative, telles que la datation radiométrique, sont alors nécessaires.

- *Conflits d'Interprétation :*

Les limites stratigraphiques peuvent être interprétées de différentes manières par différents chercheurs. Les conflits d'interprétation peuvent survenir, ce qui rend la datation relative sujette à des débats et à des révisions

- *Événements Rapides :*

La méthode chronostratigraphique est mieux adaptée pour dater des événements géologiques relativement lents, tels que les changements évolutifs dans la faune fossile. Elle peut être moins précise pour dater des événements géologiques rapides, tels que les éruptions volcaniques ou les impacts de météorites.

- *Dépendance aux Données de Terrain:*

La chronostratigraphie repose largement sur des données de terrain, et dans certaines régions, l'accès aux roches exposées peut être limité ou difficile, ce qui complique l'obtention de données pertinentes.