

# La Biostratigraphie

## **Introduction : la stratigraphie**

Principes de stratigraphie

Lithostratigraphie et Biostratigraphie

Géochronologie et Chronostratigraphie

## **Classifications stratigraphiques**

Unités stratigraphiques

Stratotypes

## **Biostratigraphie : les biozones**

# La Biostratigraphie

## **Introduction : la stratigraphie**

Principes de stratigraphie

Lithostratigraphie et Biostratigraphie

Géochronologie et Chronostratigraphie

## **Classifications stratigraphiques**

Unités stratigraphiques

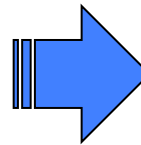
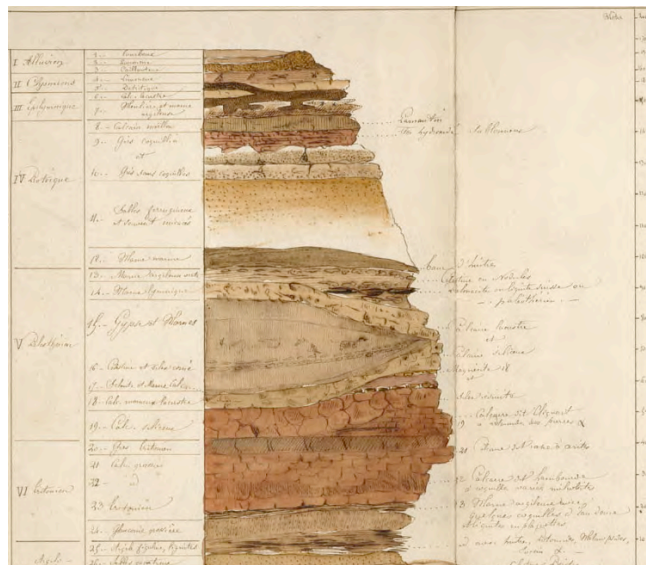
Stratotypes

## **Biostratigraphie : les biozones**

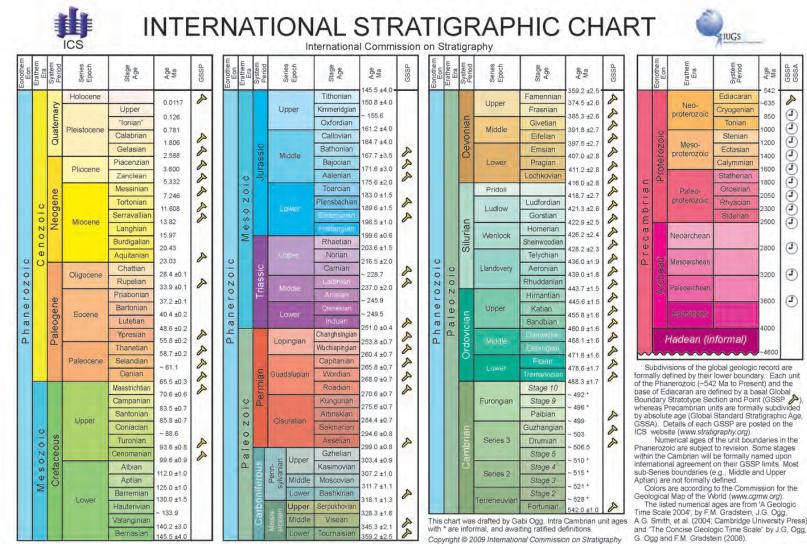
# Histoire de la Terre : établir la chronologie des événements

- Unités stratigraphiques
- Âges relatifs entre unités
- Limites entre unités
- Synchronisme des unités
- Âges absolus

## Lithostratigraphie



## Chronostratigraphie



Coupe théorique du bassin de Paris - Cuvier & Brongniart 1831

Charte Stratigraphique Internationale

# La Biostratigraphie

## **Introduction : la stratigraphie**

Principes de stratigraphie

Lithostratigraphie et Biostratigraphie

Géochronologie et Chronostratigraphie

## **Classifications stratigraphiques**

Unités stratigraphiques

Stratotypes

## **Biostratigraphie : les biozones**

*De solido intra solidum  
naturaliter contento  
disseratiinis prodomus*

**1669**

Premier traité de stratigraphie de l'histoire  
Histoire géologique de la Toscane

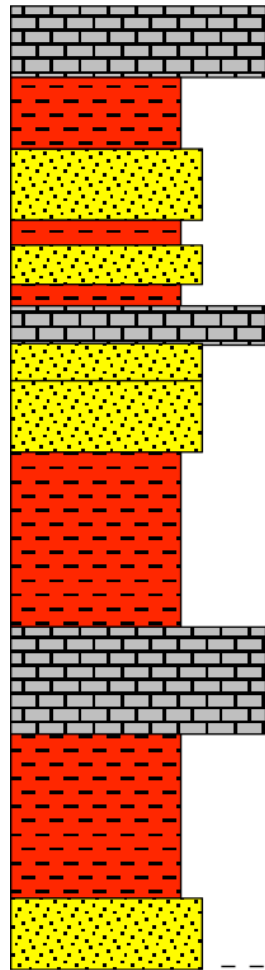


**Niels Stensen**  
(1638-1686)

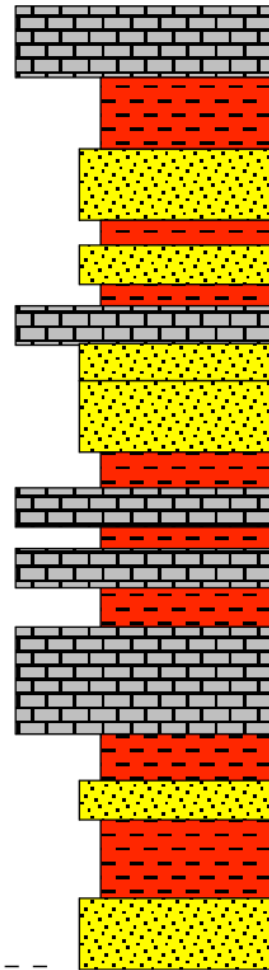
- **Principes de stratigraphie**
- **Corrélation stratigraphique**

# Unités lithostratigraphiques et corrélations

Coupe 1



Coupe 2



Formation D

Formation C

Formation B

Formation A



Sandstone



Shale



Limestone

# Distinction entre **lithostratigraphie** et **biostratigraphie**

*Strata through Hampshire  
and Wiltshire to Bath*

**1819**



**William Smith**  
(1769-1839)

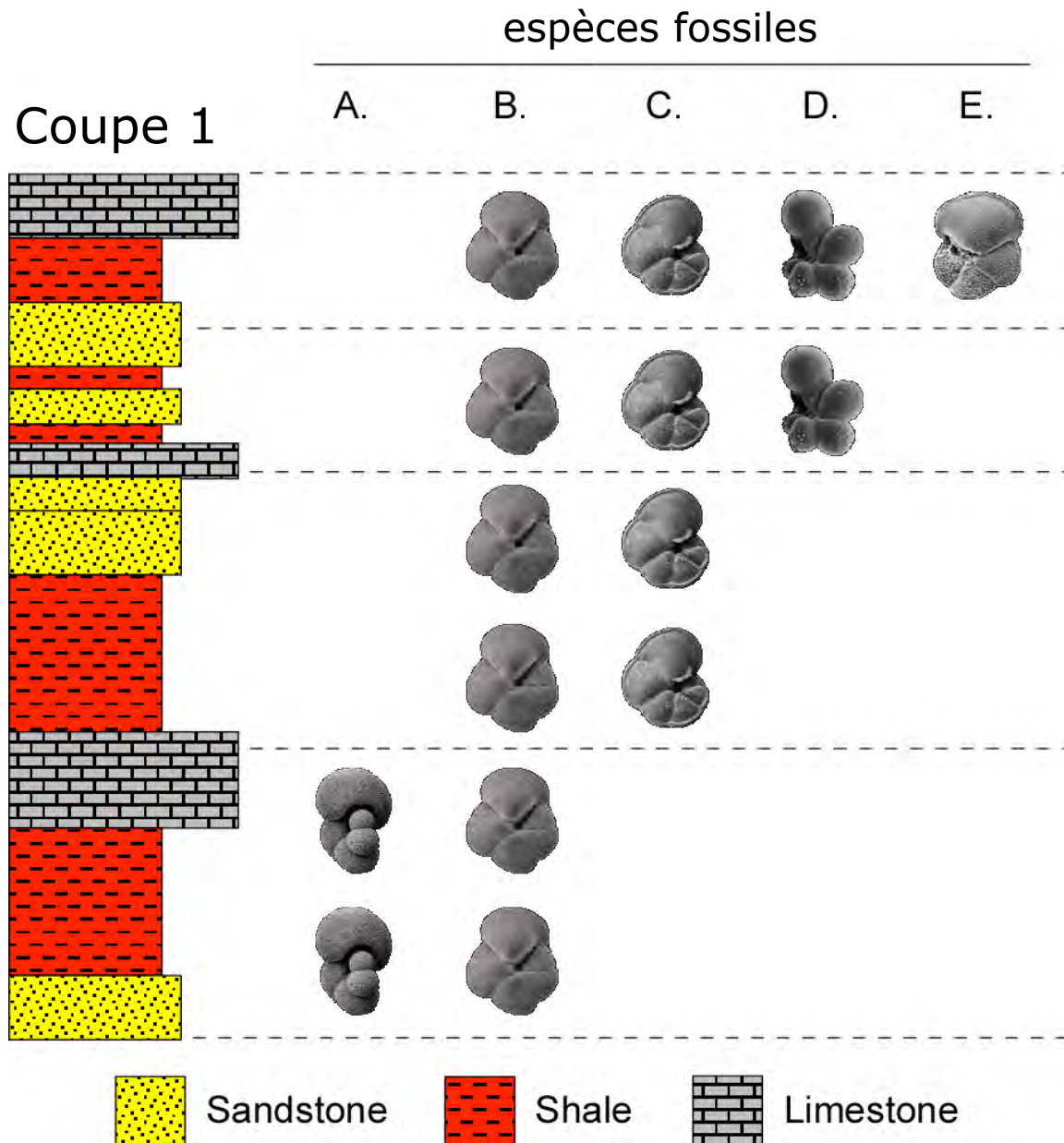
## ➤ **Lithostratigraphie :**

Caractérisation des couches géologiques selon leurs constituants minéralogiques

## ➤ **Biostratigraphie :**

Caractérisation des couches géologiques par leur contenu biologique (fossiles)

# Organisation de séquences stratigraphiques selon leur contenu fossilifère





# La Biostratigraphie

## **Introduction : la stratigraphie**

Principes de stratigraphie

Lithostratigraphie et Biostratigraphie

Géochronologie et Chronostratigraphie

## **Classifications stratigraphiques**

Unités stratigraphiques

Stratotypes

## **Biostratigraphie : les biozones**

**QUESTION** : successions fauniques sont-elles contemporaines ?

- Datation relative entre séquences au XIXème siècle
- Apports du XXème siècle : datations absolues et **géochronologie**
  - **Géochronologie** = étude géologique du temps absolu
  - Mise en évidence des véritables relations géométriques entre unités stratigraphiques
  - Place ces relations dans un cadre temporel conceptuel: la **chronostratigraphie**
  - **Chronostratigraphie** = caractérisation des couches géologiques par leur relations temporelles

# unités lithostratigraphiques

# unités chronostratigraphiques

Coupe 1

Coupe 2

Coupe 1

Coupe 2

Epaisseur stratigraphique

Temps géologique



Sandstone



Shale



Limestone



Hiatus

Mac Leod 2005

# La Biostratigraphie

## Introduction : la stratigraphie

Principes de stratigraphie

Lithostratigraphie et Biostratigraphie

Géochronologie et Chronostratigraphie

## Classifications stratigraphiques

Unités stratigraphiques

Stratotypes

## Biostratigraphie : les biozones

- **International Commission on Stratigraphy (ICS)**

→ <http://www.stratigraphy.org/>

Sous la responsabilité de :

- **Union International des Sciences Géologiques**

→ International Union of Geological Sciences (IUGS)

- **Objectifs :**

- Guide stratigraphique international
- Favoriser cohérence et accord international
- Principes et classification : charte stratigraphique internationale
- Terminologie et règles

**Unités lithostratigraphiques**

Unités biostratigraphiques

Unités chronostratigraphiques

et géochronologiques

## La Formation → unité lithostratigraphique fondamentale

- Plus petite unité cartographiable distinguable par ses caractéristiques lithologiques
- Hiérarchie : Groupe => Formation => Membre => Banc
- Exemple du Crétacé Inférieur du bassin de Wessex (Grande Bretagne)

Wealden Supergroup	Vectis Formation	Shepard's Chine Member
		Barnes High Sandstone Member
		Cowleze Chine Member
	Wessex Formation	<i>Hipsilophodon</i> Bed
		Sudmoor Point Sandstone Mbr.

Unités lithostratigraphiques

**Unités biostratigraphiques**

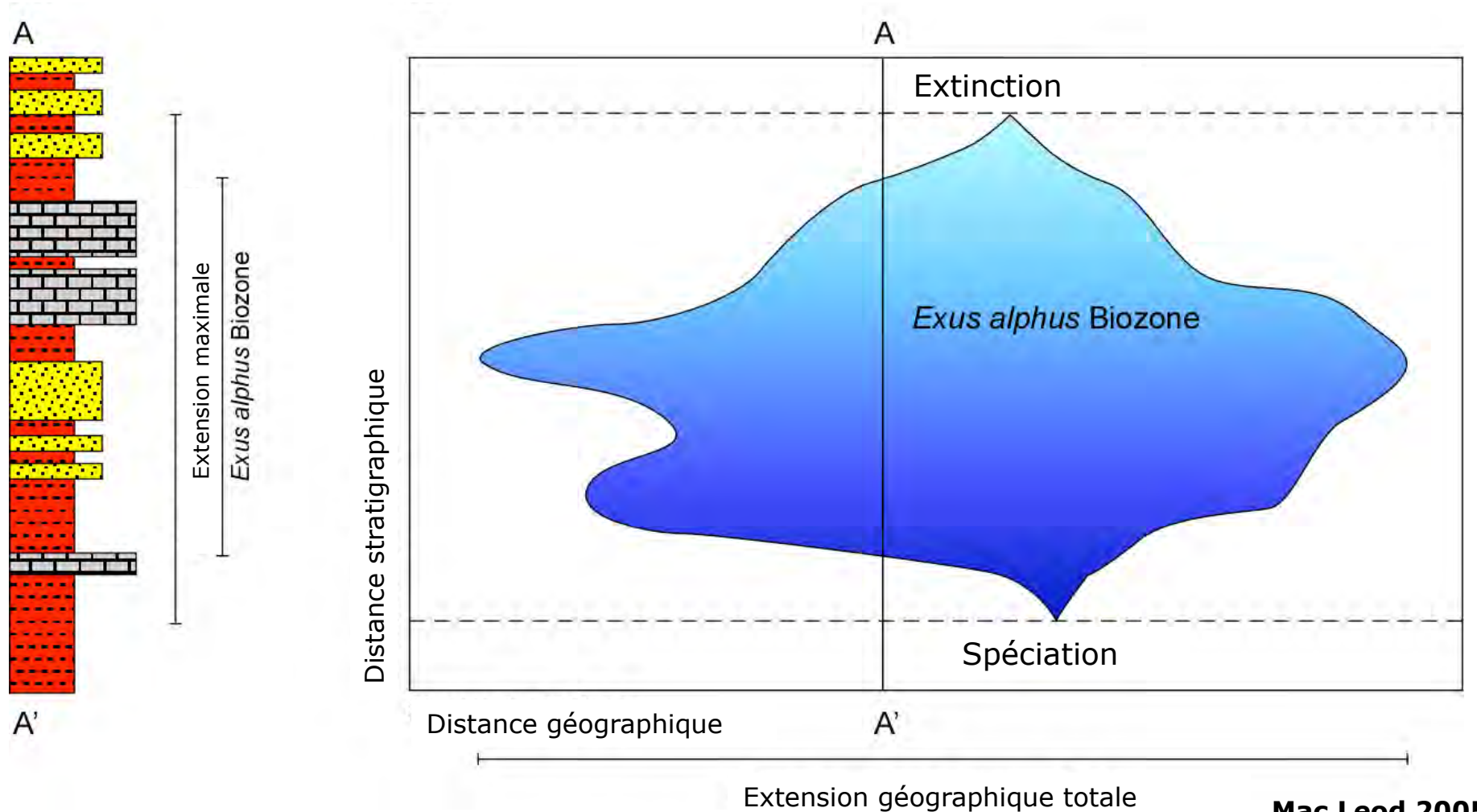
Unités chronostratigraphiques

et géochronologiques



# La Biozone → unité biostratigraphique fondamentale

- Toute unité de roche distinguée par son contenu fossilifère
- Cartographie pas nécessaire (≠ des Formations)
  - ➔ peut varier en épaisseur et extension géographique



# Hiérarchie entre unités biostratigraphiques :

- ➔ subordonnées à la biozone
- ➔ détail biostratigraphie et/ou régional

- Sous-(bio)zone
- Zonule
- (Bio)-horizon = unique surface stratigraphique

Maastrichtian	<i>Rosita contusa</i> - <i>Globotruncanita stuartiformis</i> Assemblage Zone	<i>Abathomphalus</i> <i>mayaroensis</i> Subzone	
		<i>Gansserina</i> <i>gansseri</i> Subzone	<i>Racemiguembelina fructicosa</i> Zonule
	<i>Rosita fornicata</i> - <i>Globotruncanita stuartiformis</i> Assemblage Zone	<i>Rugotruncana</i> <i>subcircumnodifer</i> Subzone	<i>Globotruncana aegyptiaca</i> Zonule
			<i>Rugotruncana subpennyi</i> Zonule
			<i>Globotruncana lapparenti s.s</i> Zonule

Unités lithostratigraphiques

Unités biostratigraphiques

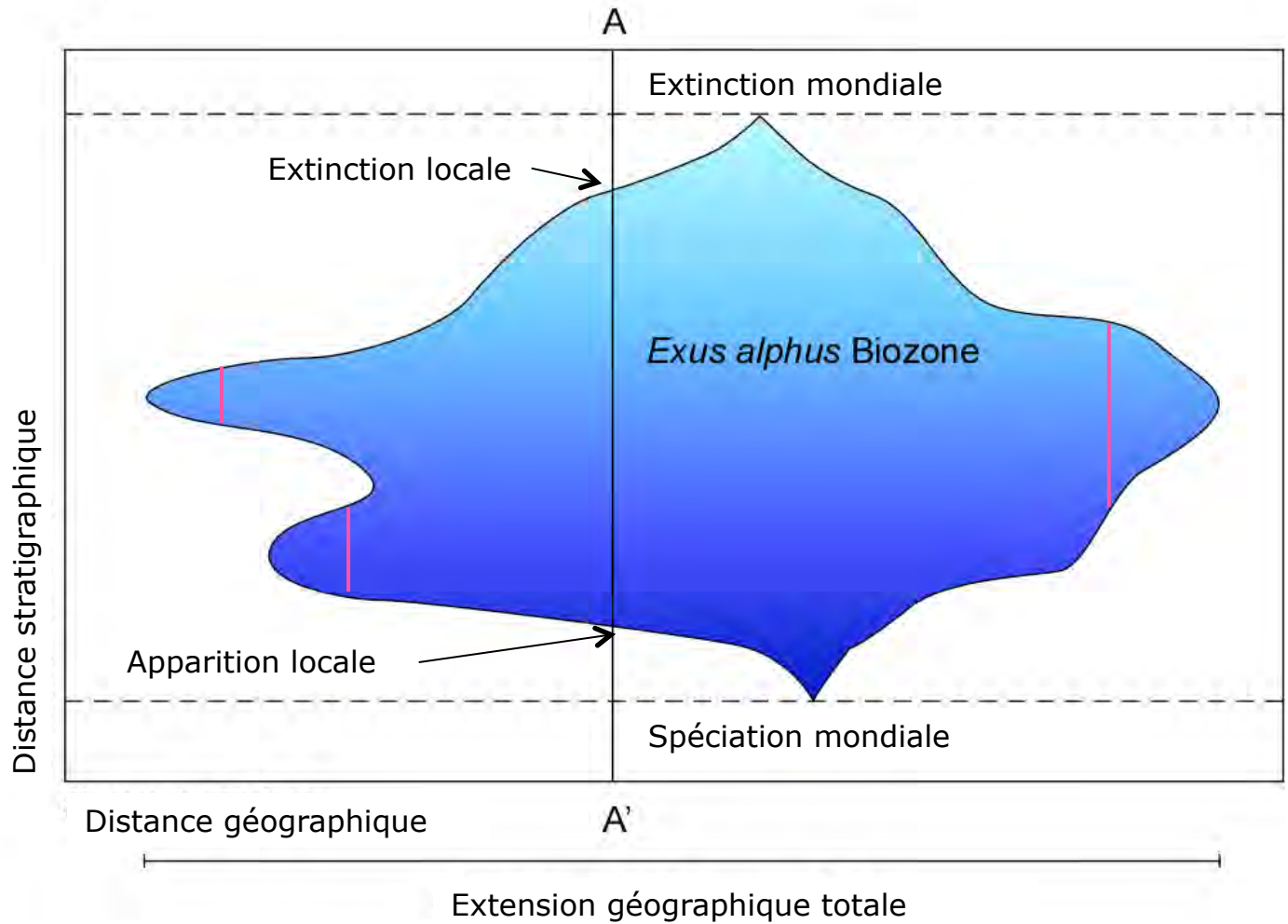
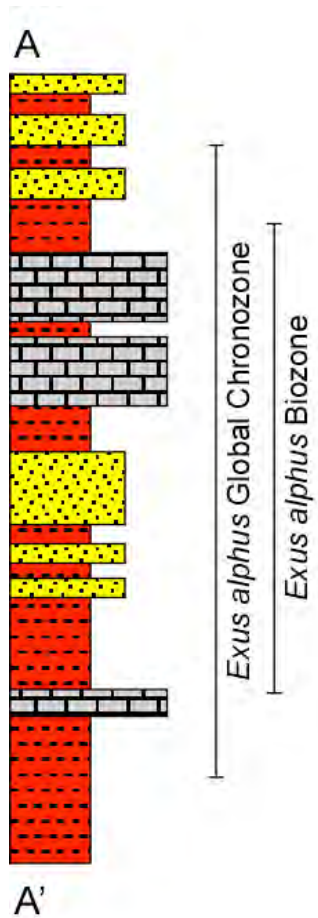
**Unités chronostratigraphiques  
et géochronologiques**

Unité chronostratigraphique : comprend un **ensemble de couches** formées durant un intervalle de temps géologique donné

- Unité stratigraphique théorique
- associée à une unité géochronologique : **unité de temps** géologique correspondante

**Etage** : unité chronostratigraphique la plus commune défini sur la base de **chronozones** = ensemble de **biozones** (diachrones)

- Valeur mondiale
- Tout intervalle stratigraphique appartient à une chronozone
- Représentée par un ensemble d'unités lithostratigraphiques et biostratigraphiques



# Correspondance entre unités **chronostratigraphiques** et **géochronologiques**

Unités chronostratigraphiques	Unités géochronologiques	Exemple
Eonothème	Eon	Phanérozoïque
Erathème	Ere	Mésozoïque
Système	Période	Jurassique
Série	Epoque	Jurassique Inférieur
Etage	Age	Toarcien
Chronozone	Chron	Zone à <i>Hildoceras bifrons</i>





# INTERNATIONAL STRATIGRAPHIC CHART

International Commission on Stratigraphy

















Eonothem Eon	Erathem Era	System Period	Series Epoch	Stage Age	Age Ma	GSSP
Phanerozoic	Cenozoic	Quaternary	Holocene		0.0117	↗
			Upper		0.126	
			"Ionian"		0.781	
			Pleistocene		1.806	↗
			Gelasian		2.588	↗
		Pliocene	Piacenzian		3.600	↗
			Zanclean		5.332	↗
			Messinian		7.246	↗
			Tortonian		11.608	↗
			Serravallian		13.82	↗
	Neogene	Miocene	Langhian		15.97	↗
			Burdigalian		20.43	↗
			Aquitania		23.03	↗
			Chattian		28.4 ± 0.1	↗
			Rupelian		33.9 ± 0.1	↗
		Oligocene	Priabonian		37.2 ± 0.1	↗
			Bartonian		40.4 ± 0.2	↗
			Lutetian		48.6 ± 0.2	↗
			Ypresian		55.8 ± 0.2	↗
			Thanetian		58.7 ± 0.2	↗
	Paleogene	Paleocene	Selandian		~ 61.1	↗
			Danian		65.5 ± 0.3	↗
			Maastichtian		70.6 ± 0.6	↗
			Campanian		83.5 ± 0.7	↗
			Santonian		85.8 ± 0.7	↗
		Upper	Coniacian		~ 88.6	↗
			Turonian		93.6 ± 0.8	↗
			Cenomanian		99.6 ± 0.9	↗
			Albian		112.0 ± 1.0	↗
			Aptian		125.0 ± 1.0	↗
Mesozoic	Cretaceous	Lower	Barremian		130.0 ± 1.5	↗
			Hauterivian		~ 133.9	↗
			Valanginian		140.2 ± 3.0	↗
			Berriasian		145.5 ± 4.0	↗
						↗
		Upper				↗
						↗
						↗
						↗
						↗
						↗

Eonothem Eon	Erathem Era	System Period	Series Epoch	Stage Age	Age Ma	GSSP
Phanerozoic	Mesozoic	Jurassic	Upper	Tithonian	145.5 ± 4.0	↗
				Kimmeridgian	150.8 ± 4.0	↗
				Oxfordian	~ 155.6	↗
				Callovian	161.2 ± 4.0	↗
				Bathonian	164.7 ± 4.0	↗
		Middle		Bajocian	167.7 ± 3.5	↗
				Aalenian	171.6 ± 3.0	↗
				Toarcian	175.6 ± 2.0	↗
				Pliensbachian	183.0 ± 1.5	↗
				Sinemurian	189.6 ± 1.5	↗
	Triassic	Lower		Hettangian	196.5 ± 1.0	↗
				Rhaetian	199.6 ± 0.6	↗
				Norian	203.6 ± 1.5	↗
				Carmanian	216.5 ± 2.0	↗
				Ladinian	~ 228.7	↗
		Middle		Anisian	237.0 ± 2.0	↗
				Olenekian	~ 245.9	↗
				Induan	~ 249.5	↗
				Changhsingian	251.0 ± 0.4	↗
				Wuchiapingian	253.8 ± 0.7	↗
Paleozoic	Permian	Lopingian		Wuchiapingian	260.4 ± 0.7	↗
				Capitanian	265.8 ± 0.7	↗
				Wordian	268.0 ± 0.7	↗
				Roadian	270.6 ± 0.7	↗
				Kungurian	275.6 ± 0.7	↗
		Guadalupian		Artinskian	284.4 ± 0.7	↗
				Sakmarian	294.6 ± 0.8	↗
				Asselien	299.0 ± 0.8	↗
				Gzhelian	303.4 ± 0.9	↗
				Kasimovian	307.2 ± 1.0	↗
Carboniferous	Pennsylvanian	Upper		Moscovian	311.7 ± 1.1	↗
				Bashkirian	318.1 ± 1.3	↗
				Serpukhovian	328.3 ± 1.6	↗
				Visean	345.3 ± 2.1	↗
				Tournaisian	359.2 ± 2.5	↗
		Middle				↗
						↗
						↗
						↗
						↗
						↗

Eonothem Eon	Erathem Era	System Period	Series Epoch	Stage Age	Age Ma	GSSP
Phanerozoic	Paleozoic	Devonian	Upper	Famennian	359.2 ± 2.5	↗
				Frasnian	374.5 ± 2.6	↗
				Givetian	385.3 ± 2.6	↗
				Eifelian	391.8 ± 2.7	↗
				Emsian	397.5 ± 2.7	↗
		Middle		Pragian	407.0 ± 2.8	↗
				Lochkovian	411.2 ± 2.8	↗
				Pridoli	416.0 ± 2.8	↗
				Ludfordian	418.7 ± 2.7	↗
				Gorstian	421.3 ± 2.6	↗
Paleozoic	Silurian	Wenlock		Homerian	422.9 ± 2.5	↗
				Sheinwoodian	426.2 ± 2.4	↗
				Telychian	428.2 ± 2.3	↗
				Aeronian	436.0 ± 1.9	↗
				Rhuddanian	439.0 ± 1.8	↗
	Llandovery	Upper		Hirnantian	443.7 ± 1.5	↗
				Katian	445.6 ± 1.5	↗
				Sandbian	455.8 ± 1.6	↗
				Daniwili	460.9 ± 1.6	↗
				Lopingian	468.1 ± 1.6	↗
Paleozoic	Ordovician	Middle		Floian	471.8 ± 1.6	↗
				Tremadocian	478.6 ± 1.7	↗
				Stage 10	488.3 ± 1.7	↗
				Stage 9	~ 492 *	↗
				Paibian	~ 496 *	↗
Paleozoic	Cambrian	Lower		Guzhangian	~ 499	↗
				Drumian	~ 503	↗
				Stage 5	~ 506.5	↗
				Stage 4	~ 510 *	↗
				Stage 3	~ 515 *	↗
	Series 3	Terreneuvian		Stage 2	~ 521 *	↗
				Stage 2	~ 528 *	↗
				Fortunian	542.0 ± 1.0	↗
						↗
						↗
						↗

This chart was drafted by Gabi Ogg. Intra Cambrian unit ages with \* are informal, and awaiting ratified definitions.

Copyright © 2009 International Commission on Stratigraphy

Precambrian	Eonothem Eon	Erathem Era	System Period	Age Ma	GSSP GSSA
	Proterozoic	Neo-proterozoic	Ediacaran	542	
			Cryogenian	~635	
			Tonian	850	
		Meso-proterozoic	Stenian	1000	
			Ectasian	1200	
			Calymmnian	1400	
		Paleo-proterozoic	Statherian	1600	
			Orosirian	1800	
			Rhyacian	2050	
Siderian			2300		
Archean	Neoarchean		2500		
	Mesoarchean		2800		
	Paleoarchean		3200		
	Eoarchean		3600		
	Hadean (informal)			4000	
				~4600	

Subdivisions of the global geologic record are formally defined by their lower boundary. Each unit of the Phanerozoic (~542 Ma to Present) and the base of Ediacaran are defined by a basal Global Boundary Stratotype Section and Point (GSSP), whereas Precambrian units are formally subdivided by absolute age (Global Standard Stratigraphic Age, GSSA). Details of each GSSP are posted on the ICS website ([www.stratigraphy.org](http://www.stratigraphy.org)).

Numerical ages of the unit boundaries in the Phanerozoic are subject to revision. Some stages within the Cambrian will be formally named upon international agreement on their GSSP limits. Most sub-Series boundaries (e.g., Middle and Upper Aptian) are not formally defined.

Colors are according to the Commission for the Geological Map of the World ([www.cgmw.org](http://www.cgmw.org)).

The listed numerical ages are from 'A Geologic Time Scale 2004', by F.M. Gradstein, J.G. Ogg, A.G. Smith, et al. (2004; Cambridge University Press) and 'The Concise Geologic Time Scale' by J.G. Ogg, G. Ogg and F.M. Gradstein (2008).

<b>APPROCHE</b>	<b>UNICITE</b>	<b>QUATERNAIRE</b>	<b>PRIMAIRE À TERTIAIRE</b>	<b>PRÉCAMBRIEN</b>
Lithologie (lithostratigraphie)	plurivoque	très utilisé (cycles astronomiques, séquences)	parfois utilisé	utilisé (régional)
Géochimie (chimiostratigraphie)	plurivoque	très utilisé (âge)	utilisé	utilisé mais signal déformé
Paléomagnétisme (magnétostratigraphie)	plurivoque	très utilisé (âge)	utilisé / rare (jusqu'à 150 Ma)	peu utilisé signal déformé
Paléontologie (biostratigraphie)	univoque (relatif)	très utilisé (climat)	outil cardinal (âge : omniprésent)	peu utilisé (outil svt absent)
Datation isotopique (géochronologie)	univoque (numérique)	très utilisé	peu utilisé (rare)	outil cardinal (quoique rare)
<b>DOMINANTE</b>		outils diversifiés	biostratigraphie	géochronologie



# La Biostratigraphie

## Introduction : la stratigraphie

Principes de stratigraphie

Lithostratigraphie et Biostratigraphie

Géochronologie et Chronostratigraphie

## Classifications stratigraphiques

Unités stratigraphiques

Stratotypes

## Biostratigraphie : les biozones

Nécessité de définir un standard de référence = **coupe type**

➤ **Étage** : l'unité chronostratigraphique fondamentale

### **Le stratotype :**

- bonne caractérisation de l'étage (fossiles)
- Permet de définir les limites
- Possibilités de corrélation (marqueurs biologiques, géochimiques, minéralogiques)

### **1. Stratotype d'unité**

Coupe unique = stratotype historique

ou ensemble de coupes = stratotype composite

### **2. Stratotype de limite : le GSSP**

Base d'étage (= sommet précédent)

Evite lacunes/recouvrements stratigraphiques potentiels

# Stratotypes d'unité

Notion d'étage

**1842**



**Alcide d'Orbigny**

(1802 – 1857)

- Subdivision une valeur **générale**
- Définition par rapport « aux **espèces** »
  - 27 étages séparés par des discontinuités
- Introduit une notion **géographique** :  
ville, région, département pris comme référence
  - ex : Cénomanien (1847)  
Le Mans (le plus complet et le mieux caractérisé)
- Introduit la notion de **stratotype** historique



# Exemple : stratotype historique du Toarcien (Thouars, Deux-Sèvres)





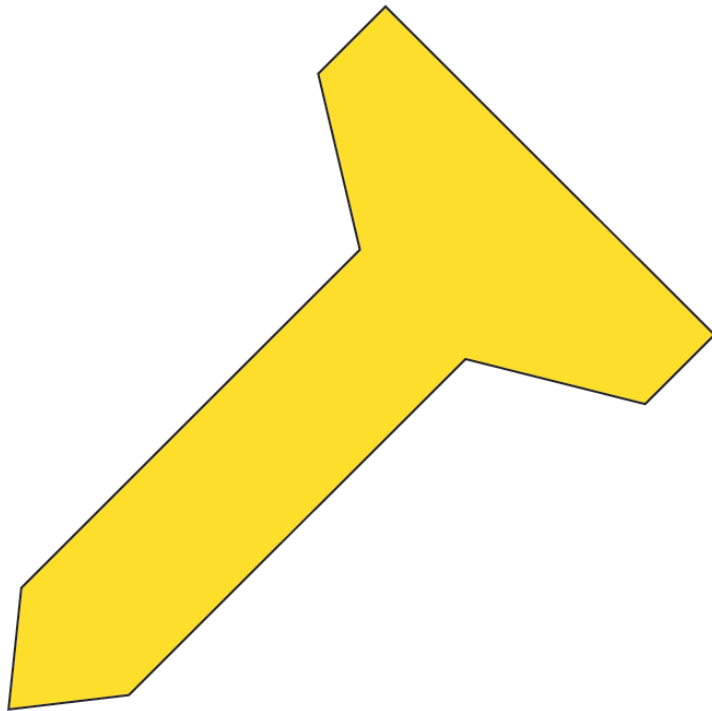


***Photo P. Neige***



# Stratotypes de Limite (GSSP)

**GSSP = Global Boundary Stratotype Section and Point**



**A spike !**

TEMPS	ROCHE	
	<p>Concept de</p> <p><b>Stratotype historique</b> (Dépôt discontinu)</p> <div data-bbox="299 521 850 1149"> </div> <p>Les Stratotypes historiques localisent le contenu de l'Étage PUIS la base</p>	<p>Concept de</p> <p><b>Point Stratotypique Mondial *</b> (Dépôt continu)</p> <div data-bbox="1197 649 1787 1049"> </div> <p>Le PSM localise la limite entre deux Étages</p>

## Location of the GSSP for the Permian-Triassic Boundary at Meishan, Zhejiang Province, China



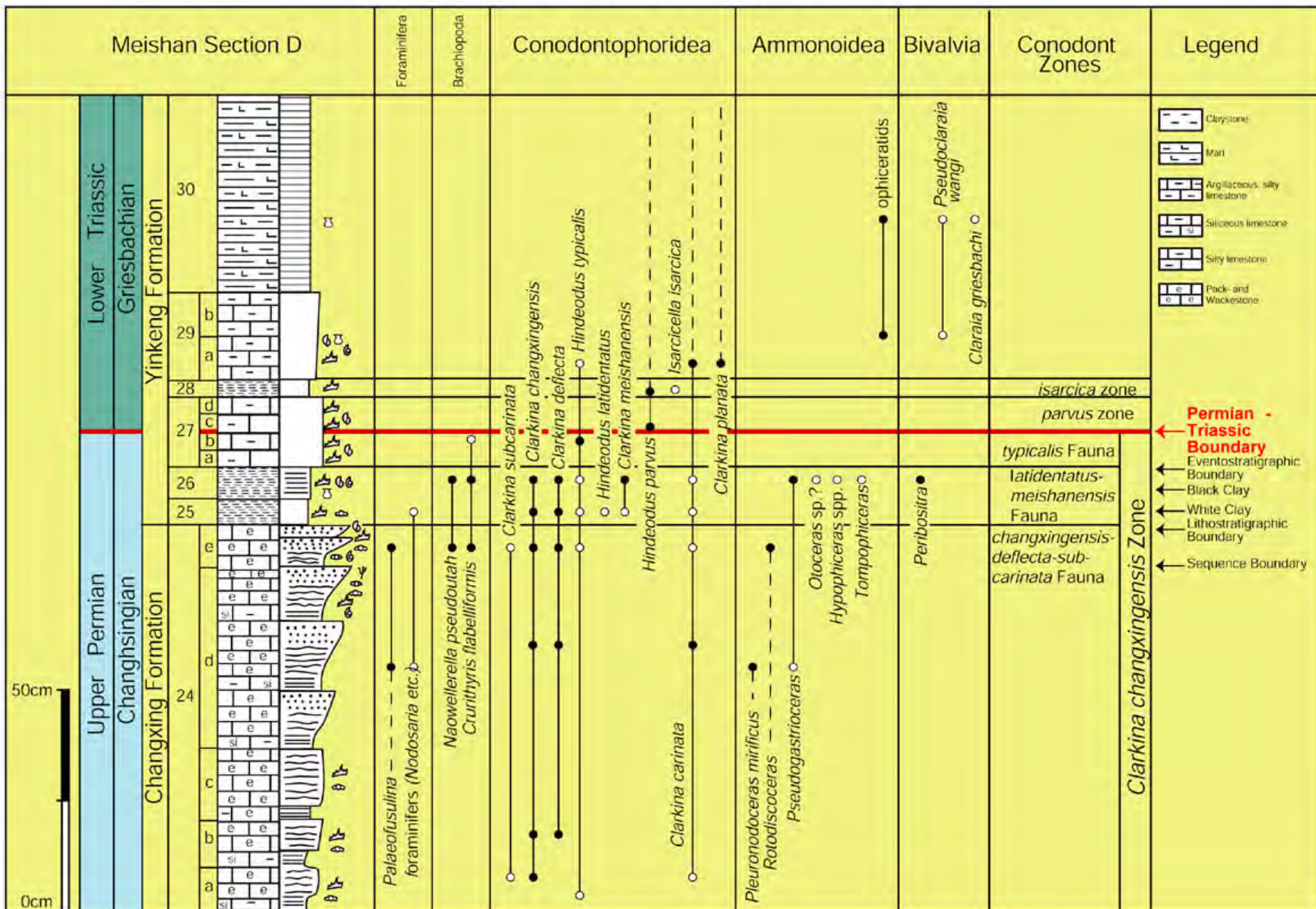
1 = Meishan section; 2 = Sections in different sedimentary facies, for comparison







# Litho- and Biostratigraphy of the Permian/Triassic Boundary Strata of Meishan Section D



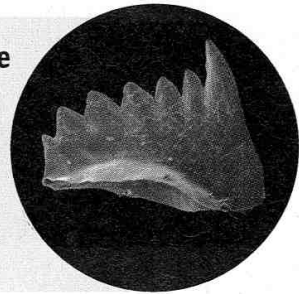
## La crise du PERMIEN-TRIAS·I



Limite  
Trias-  
Permien

Pic  
d'extinction

**LE BANC 25, VIDE DE FOSSILES**, témoigne du pic d'extinction. Mais il ne se situe pas à la limite Permien-Trias. Par convention, celle-ci se trouve au-dessus, au milieu du banc 27. En 1987, elle a été arbitrairement fixée là où apparaît le conodonte *Hindeodus parvus* (en fait le fossile de son appareil masticateur, sorte de peigne aux dents acérées, à droite). Ce vertébré primitif constitue un bon marqueur, car il est détectable en abondance dans toutes les couches de cet âge de la planète.



Permian					Triassic				Series	
24e	25	26	27a	27b	27c	27d	28	29a	bed number	thickness (m)
0.20	0.04	0.06	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.14		
<div> </div>										
Clarkina meishanensis Fauna					Hindeodus typicalis Fauna				Hindeodus lineage	
Ccy.	H. lati.-C. mei. Zone				H. parvus Zone		I. isarcica Zone		conodont zone	

---

by Yin Hongfu<sup>1</sup>, Zhang Kexin<sup>1</sup>, Tong Jinnan<sup>1</sup>, Yang Zunyi<sup>2</sup> and Wu Shunbao<sup>1</sup>

# **The Global Stratotype Section and Point (GSSP) of the Permian-Triassic Boundary**

1. Faculty of Earth Science, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China.
2. Faculty of Earth Science, China University of Geosciences, Beijing 100083, China.

*The Global Stratotype Section and Point (GSSP) of the Permian-Triassic boundary has been ratified by IUGS. The boundary is defined at the base of Hindeodus parvus horizon, i.e. the base of Bed 27c of Meishan section D, Changxing County, Zhejiang Province, South China.*





# INTERNATIONAL STRATIGRAPHIC CHART

International Commission on Stratigraphy



Eonothem Eon	Erathem Era	System Period	Series Epoch	Stage Age	Age Ma	GSSP
Phanerozoic	Cenozoic	Quaternary	Holocene		0.0117	↗
			Upper		0.126	
			"Ionian"		0.781	
			Pleistocene		1.806	↗
			Gelasian		2.588	↗
		Pliocene	Piacenzian		3.600	↗
			Zanclean		5.332	↗
			Messinian		7.246	↗
			Tortonian		11.608	↗
			Serravallian		13.82	↗
	Neogene	Miocene	Langhian		15.97	↗
			Burdigalian		20.43	↗
			Aquitania		23.03	↗
			Chattian		28.4 ± 0.1	↗
			Rupelian		33.9 ± 0.1	↗
		Oligocene	Priabonian		37.2 ± 0.1	↗
			Bartonian		40.4 ± 0.2	↗
			Lutetian		48.6 ± 0.2	↗
			Ypresian		55.8 ± 0.2	↗
			Thanetian		58.7 ± 0.2	↗
	Paleogene	Paleocene	Selandian		~ 61.1	↗
			Danian		65.5 ± 0.3	↗
			Maastichtian		70.6 ± 0.6	↗
			Campanian		83.5 ± 0.7	↗
			Santonian		85.8 ± 0.7	↗
		Upper	Coniacian		~ 88.6	↗
			Turonian		93.6 ± 0.8	↗
			Cenomanian		99.6 ± 0.9	↗
			Albian		112.0 ± 1.0	↗
			Aptian		125.0 ± 1.0	↗
Mesozoic	Cretaceous	Lower	Barremian		130.0 ± 1.5	↗
			Hauterivian		~ 133.9	↗
			Valanginian		140.2 ± 3.0	↗
			Berriasian		145.5 ± 4.0	↗
						↗
		Upper				↗
						↗
						↗
						↗
						↗
						↗

Eonothem Eon	Erathem Era	System Period	Series Epoch	Stage Age	Age Ma	GSSP
Phanerozoic	Mesozoic	Jurassic	Upper	Tithonian	145.5 ± 4.0	↗
				Kimmeridgian	150.8 ± 4.0	↗
				Oxfordian	~ 155.6	↗
				Callovian	161.2 ± 4.0	↗
				Bathonian	164.7 ± 4.0	↗
		Middle		Bajocian	167.7 ± 3.5	↗
				Aalenian	171.6 ± 3.0	↗
				Toarcian	175.6 ± 2.0	↗
				Pliensbachian	183.0 ± 1.5	↗
				Sinemurian	189.6 ± 1.5	↗
	Triassic	Lower		Hettangian	196.5 ± 1.0	↗
				Rhaetian	199.6 ± 0.6	↗
				Norian	203.6 ± 1.5	↗
				Carmanian	216.5 ± 2.0	↗
				Ladinian	~ 228.7	↗
		Middle		Anisian	237.0 ± 2.0	↗
				Olenekian	~ 245.9	↗
				Induan	~ 249.5	↗
				Changhsingian	251.0 ± 0.4	↗
				Wuchiapingian	253.8 ± 0.7	↗
Paleozoic	Permian	Lopingian		Capitanian	260.4 ± 0.7	↗
				Wordian	265.8 ± 0.7	↗
				Roadian	268.0 ± 0.7	↗
				Kungurian	270.6 ± 0.7	↗
				Artinskian	275.6 ± 0.7	↗
	Guadalupian	Cisuralian		Sakmarian	284.4 ± 0.7	↗
				Asselian	294.6 ± 0.8	↗
				Gzhelian	299.0 ± 0.8	↗
				Kasimovian	303.4 ± 0.9	↗
				Moscovian	307.2 ± 1.0	↗
Carboniferous	Pennsylvanian	Upper		Bashkirian	311.7 ± 1.1	↗
				Serpukhovian	318.1 ± 1.3	↗
				Visean	328.3 ± 1.6	↗
						↗
						↗
		Middle				↗
						↗
						↗
						↗
						↗
		Lower				↗
						↗
						↗
						↗
						↗

Eonothem Eon	Erathem Era	System Period	Series Epoch	Stage Age	Age Ma	GSSP
Phanerozoic	Paleozoic	Devonian	Upper	Famennian	359.2 ± 2.5	↗
				Frasnian	374.5 ± 2.6	↗
				Givetian	385.3 ± 2.6	↗
				Eifelian	391.8 ± 2.7	↗
				Emsian	397.5 ± 2.7	↗
	Middle	Silurian		Pragian	407.0 ± 2.8	↗
				Lochkovian	411.2 ± 2.8	↗
				Pridoli	416.0 ± 2.8	↗
				Ludfordian	418.7 ± 2.7	↗
				Gorstian	421.3 ± 2.6	↗
	Lower	Ordovician		Homertian	422.9 ± 2.5	↗
				Sheinwoodian	426.2 ± 2.4	↗
				Telychian	428.2 ± 2.3	↗
				Aeronian	436.0 ± 1.9	↗
				Rhuddanian	439.0 ± 1.8	↗
Phanerozoic	Paleozoic	Upper		Hirnantian	443.7 ± 1.5	↗
				Katian	445.6 ± 1.5	↗
				Sandbian	455.8 ± 1.6	↗
				Daniwulian	460.9 ± 1.6	↗
				Lopingian	468.1 ± 1.6	↗
	Middle	Cambrian		Floian	471.8 ± 1.6	↗
				Tremadocian	478.6 ± 1.7	↗
				Stage 10	488.3 ± 1.7	↗
				Stage 9	~ 492 *	↗
				Paibian	~ 496 *	↗
Phanerozoic	Paleozoic	Lower		Guzhangian	~ 499	↗
				Drumian	~ 503	↗
				Stage 5	~ 506.5	↗
				Stage 4	~ 510 *	↗
				Stage 3	~ 515 *	↗
	Series 3	Terreneuvian		Stage 2	~ 521 *	↗
				Stage 2	~ 528 *	↗
				Fortunian	542.0 ± 1.0	↗
						↗
						↗
						↗

This chart was drafted by Gabi Ogg. Intra Cambrian unit ages with \* are informal, and awaiting ratified definitions.

Copyright © 2009 International Commission on Stratigraphy

Eonothem Eon	Erathem Era	System Period	Age Ma	GSSP GSSA
Precambrian	Proterozoic	Neo-proterozoic	Ediacaran	542
			Cryogenian	~635
			Tonian	850
			Stenian	1000
			Ectasian	1200
	Meso-proterozoic	Paleo-proterozoic	Calymmanian	1400
			Statherian	1600
			Orosirian	1800
			Rhyacian	2050
			Siderian	2300
Archean	Archean	Archean	Neoproterozoic	2500
			Mesoproterozoic	2800
			Paleoproterozoic	3200
			Eoarchean	3600
			Hadean (informal)	4000
				~4600

Subdivisions of the global geologic record are formally defined by their lower boundary. Each unit of the Phanerozoic (~542 Ma to Present) and the base of Ediacaran are defined by a basal Global Boundary Stratotype Section and Point (GSSP), whereas Precambrian units are formally subdivided by absolute age (Global Standard Stratigraphic Age, GSSA). Details of each GSSP are posted on the ICS website ([www.stratigraphy.org](http://www.stratigraphy.org)).

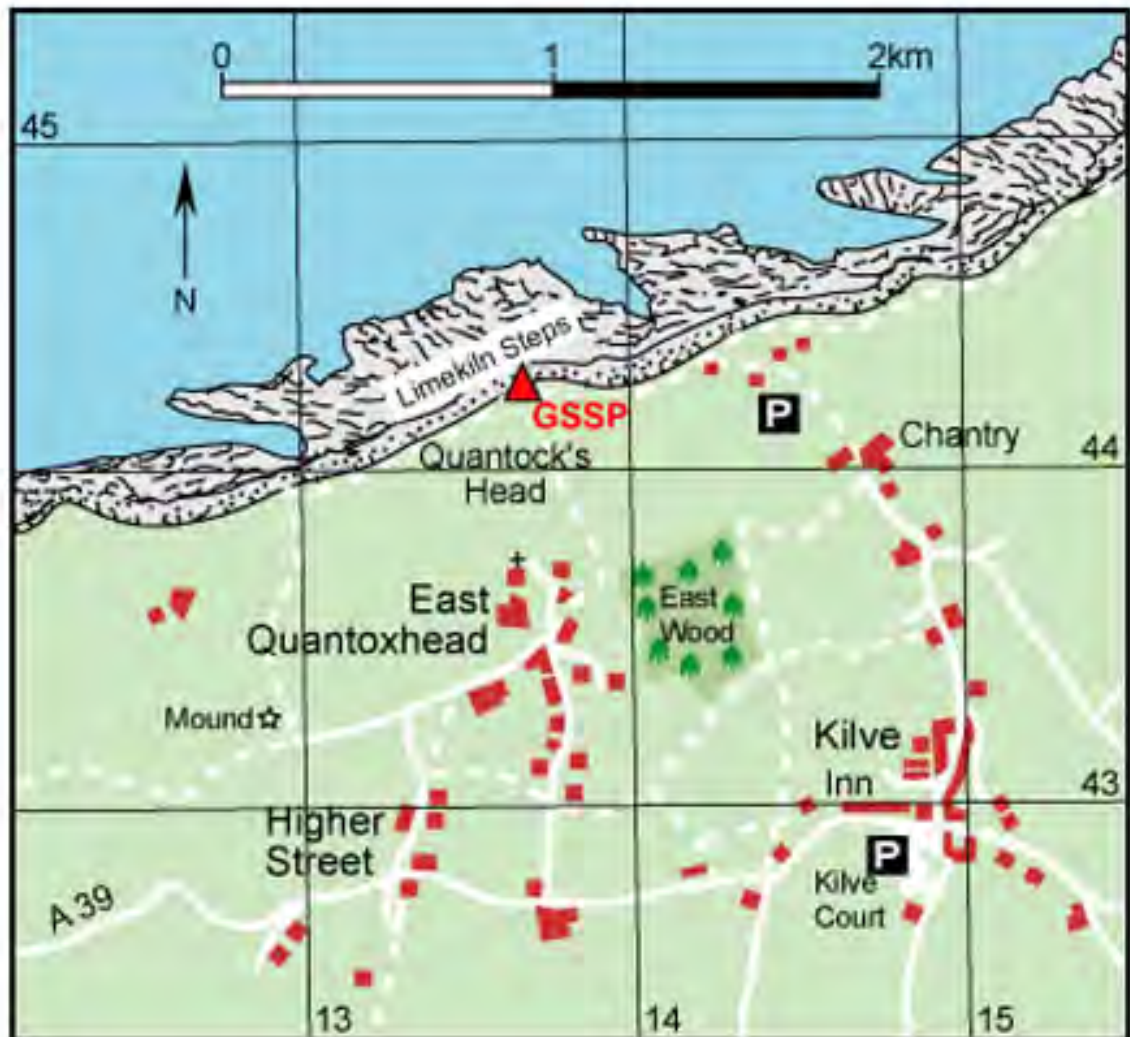
Numerical ages of the unit boundaries in the Phanerozoic are subject to revision. Some stages within the Cambrian will be formally named upon international agreement on their GSSP limits. Most sub-Series boundaries (e.g., Middle and Upper Aptian) are not formally defined.

Colors are according to the Commission for the Geological Map of the World ([www.cgmw.org](http://www.cgmw.org)).

The listed numerical ages are from 'A Geologic Time Scale 2004', by F.M. Gradstein, J.G. Ogg, A.G. Smith, et al. (2004; Cambridge University Press) and 'The Concise Geologic Time Scale' by J.G. Ogg, G. Ogg and F.M. Gradstein (2008).



# Location of the Hettangian-Sinemurian Boundary Section at East Quantoxhead, West Somerset, SW England.



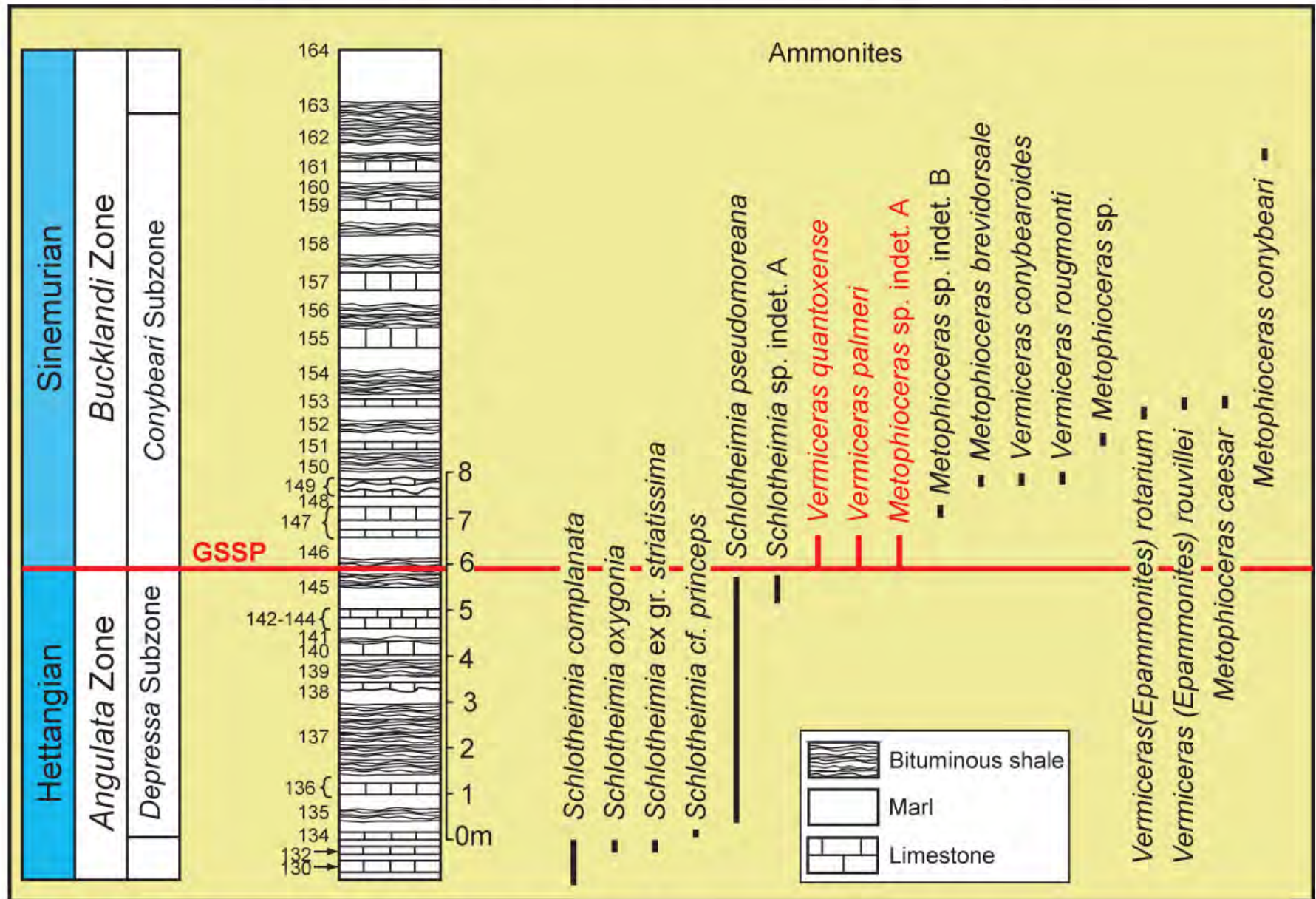




***Photo P. Neige***



# Base of the Sinemurian Stage of the Jurassic System at East Quantoxhead, West Somerset, SW England.



Bed numbers are according to Whittaker & Green (1983).



***Vermiceras  
quantoxense***  
(Fig. 4)

***Vermiceras  
palmeri***  
(Fig. 5)

# La Biostratigraphie

## Introduction : la stratigraphie

Principes de stratigraphie

Lithostratigraphie et Biostratigraphie

Géochronologie et Chronostratigraphie

## Classifications stratigraphiques

Unités stratigraphiques

Stratotypes

## Biostratigraphie : les biozones

Précision :

(1) **Fiabilité** du découpage (reproductibilité) => méthodes

(2) **Finesse** du découpage => groupe fossile guide (conservation, abondance, vitesse d' évolution, provincialisme) => **résolution** ou **pouvoir séparateur**

## MACROFOSSILES

Ammonites (Trias - Crétacé)

Bélemnites (Jurassique - Crétacé)

Brachiopodes (Jurassique)

Inocérames (Crétacé supérieur)

Rudistes (Crétacé)

## MICROFOSSILES

Algues calcaires (Mésocène - Cénozoïque)

Calpionelles (Jurassique terminal - Crétacé basal)

Charophytes (Mésocène - Cénozoïque)

Conodontes (Trias)

Dinoflagellés (Jurassique, Crétacé - Cénozoïque)

Ostracodes (Mésocène - Cénozoïque)

Foraminifères (Trias - Cénozoïque)

Nannoplancton calcaire (Jurassique - Cénozoïque)

Radiolaires (Jurassique moyen - Cénozoïque)

Spores et pollens (Mésocène - Cénozoïque)



