

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

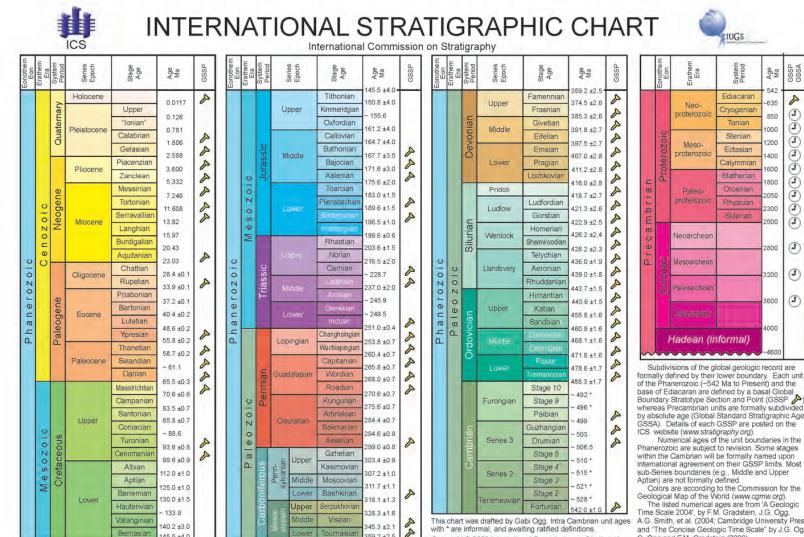
- Unités stratigraphiques
- Âges relatifs entre unités
- Limites entre unités
- Synchronisme des unités
- Âges absolus

Lithostratigraphie



Coupe théorique du bassin de Paris - Cuvier & Brongniart 1831

Chronostratigraphie



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
dissertationis prodromus*

1669

Premier traité de stratigraphie de l'histoire

Histoire géologique de la Toscane

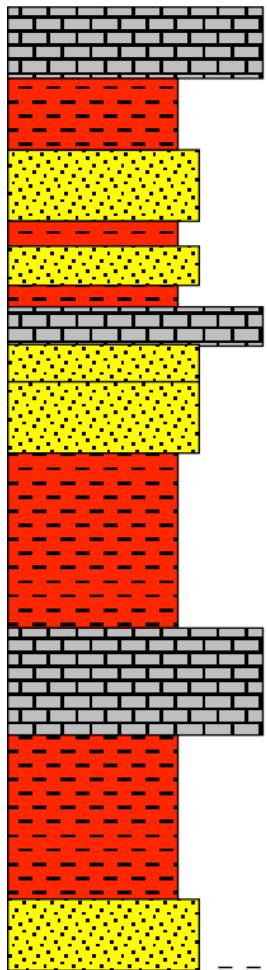


Niels Stensen
(1638-1686)

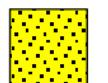
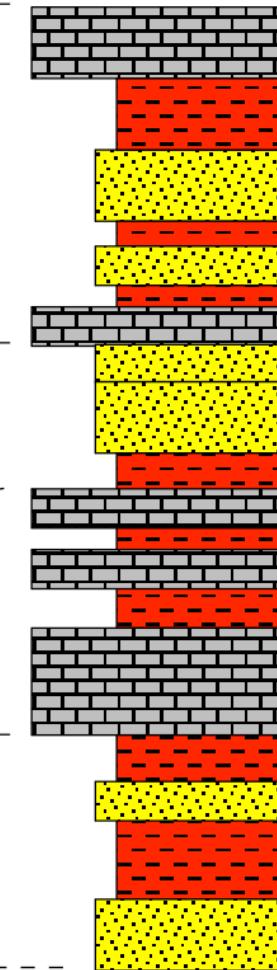
- **Principes de stratigraphie**
- **Corrélation stratigraphique**

Unités lithostratigraphiques et corrélations

Coupe 1



Coupe 2



Sandstone



Shale



Limestone

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

*Strata through Hampshire
and Wiltshire to Bath*

1819

➤ **Lithostratigraphie :**

Caractérisation des couches géologiques
selon leurs constituants minéralogiques

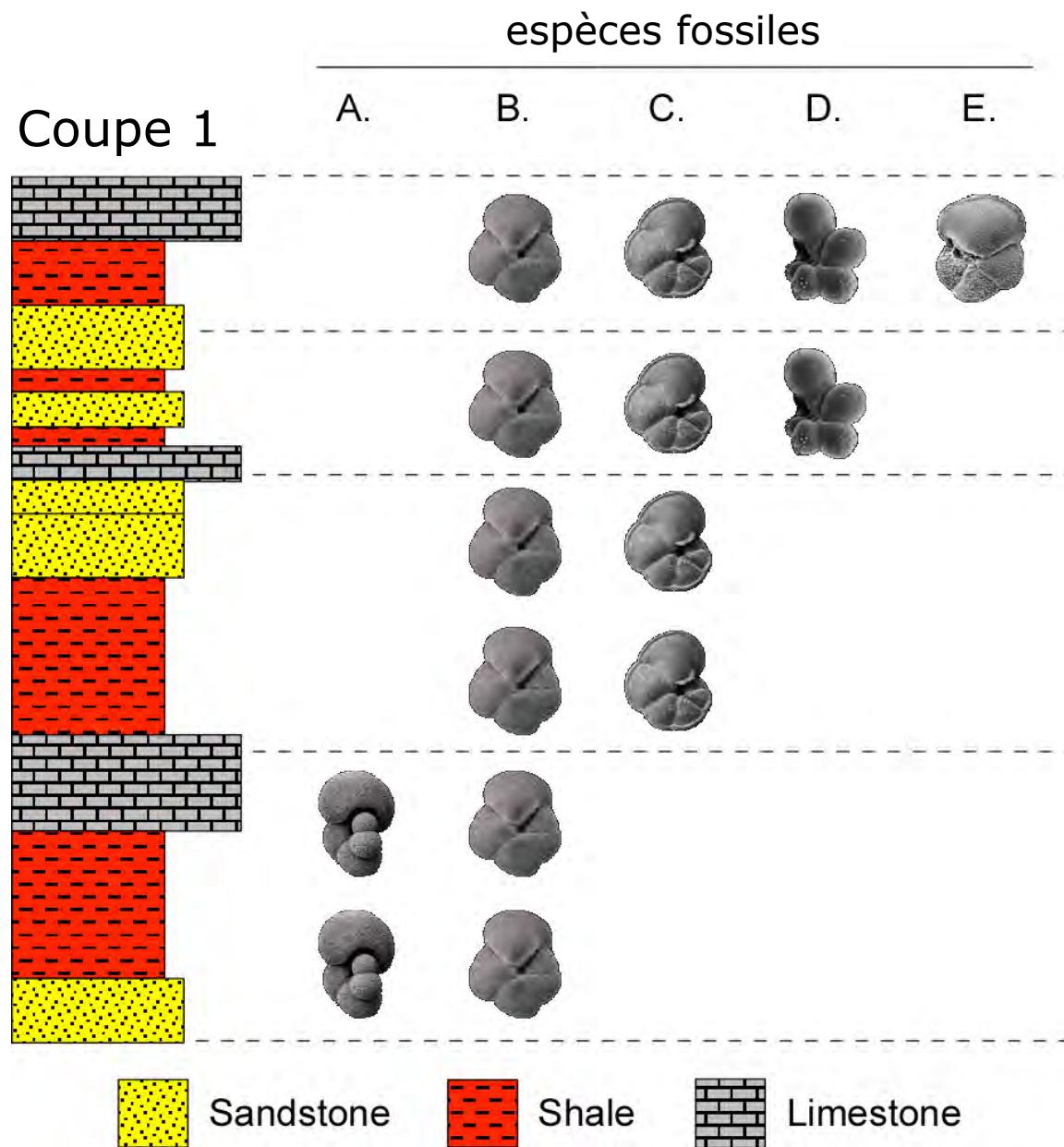
➤ **Biostratigraphie :**

Caractérisation des couches géologiques par leur contenu
biologique (fossiles)



William Smith
(1769-1839)

Organisation de séquences stratigraphiques selon leur contenu fossile



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**

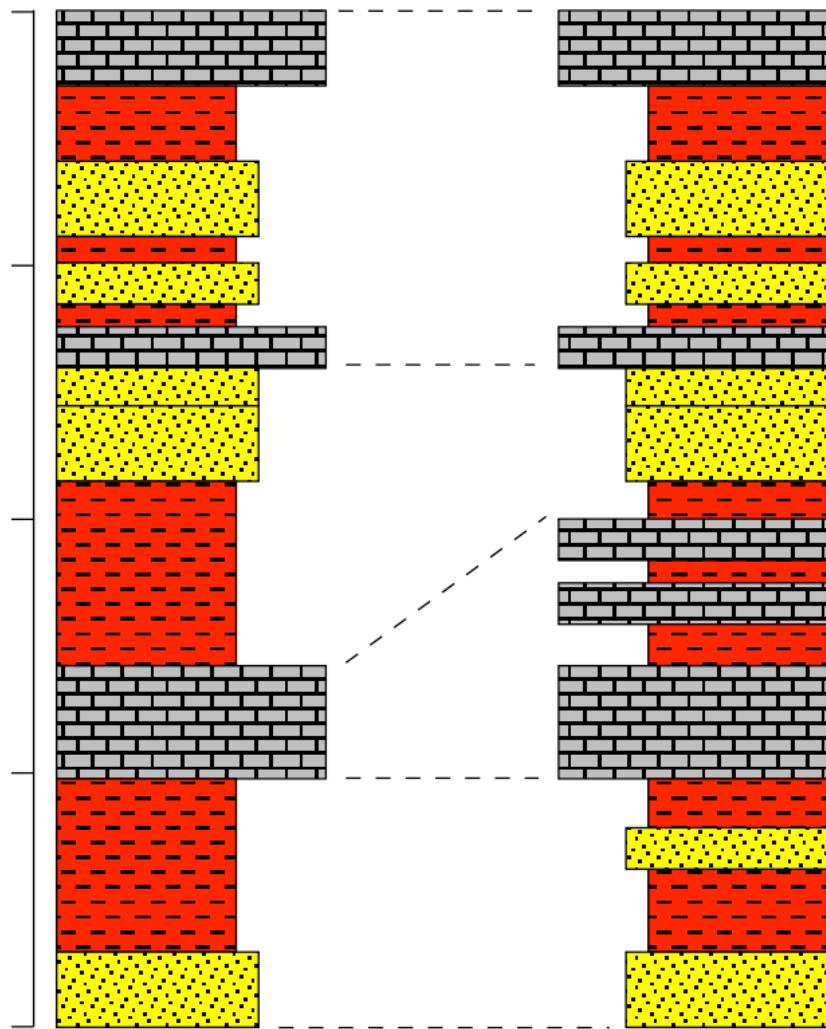
➤ **Chronostratigraphie** = caractérisation des couches géologiques par leur relations temporelles

unités lithostratigraphiques

Coupe 1

Coupe 2

Epaisseur stratigraphique

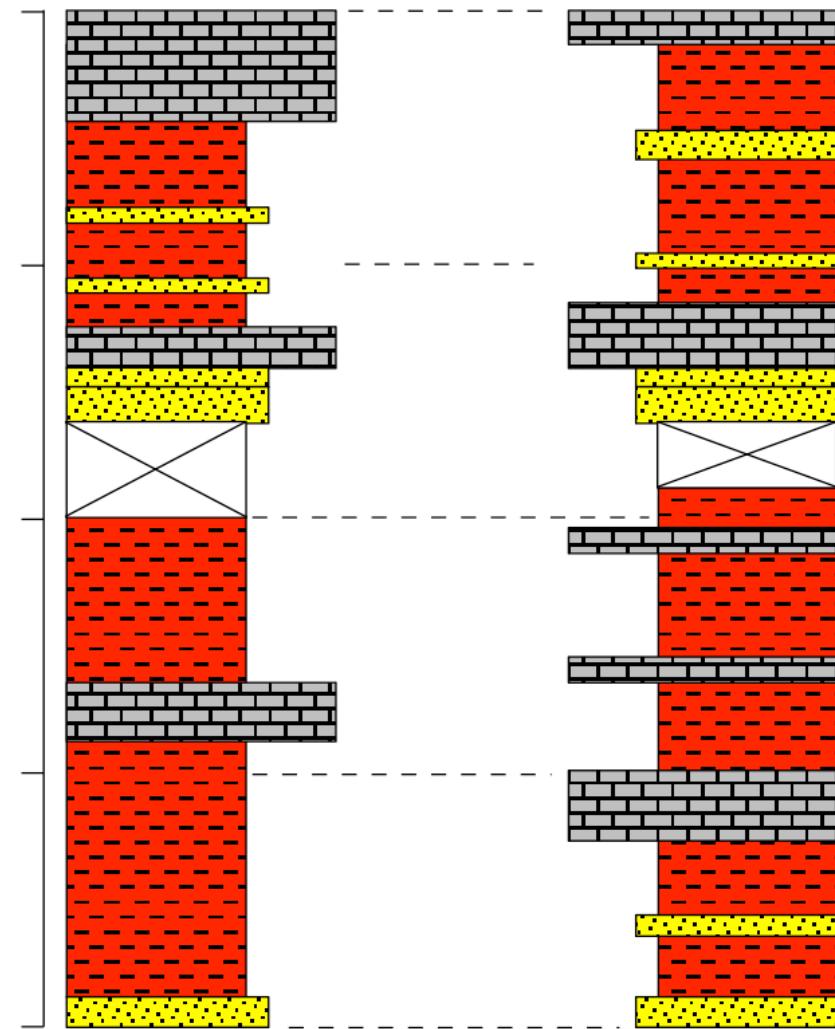


unités chronostratigraphiques

Coupe 1

Coupe 2

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
	<i>Hipsilophodon</i> Bed	
Wessex Formation		Sudmoor Point Sandstone Mbr.

Unités lithostratigraphiques

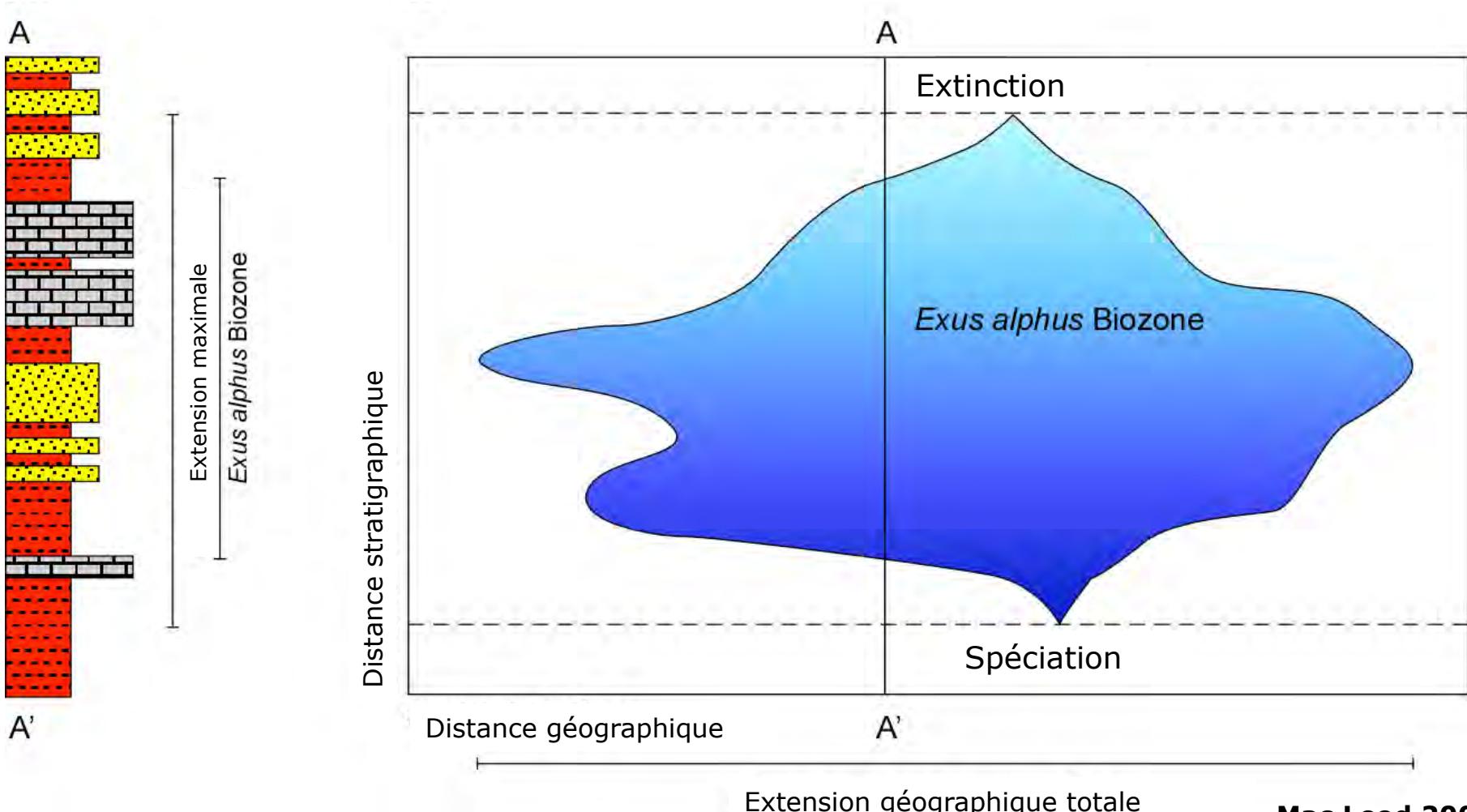
Unités biostratigraphiques

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>Globotruncana aegyptiaca</i> Zonule
	<i>Rugotruncana</i> <i>subcircumnodifer</i> Subzone	<i>Rugotruncana subpennyi</i> Zonule
		<i>Globotruncana lapparenti s.s</i> Zonule
		Mac Leod 2005

Unités lithostratigraphiques

Unités biostratigraphiques

Unités chronostratigraphiques

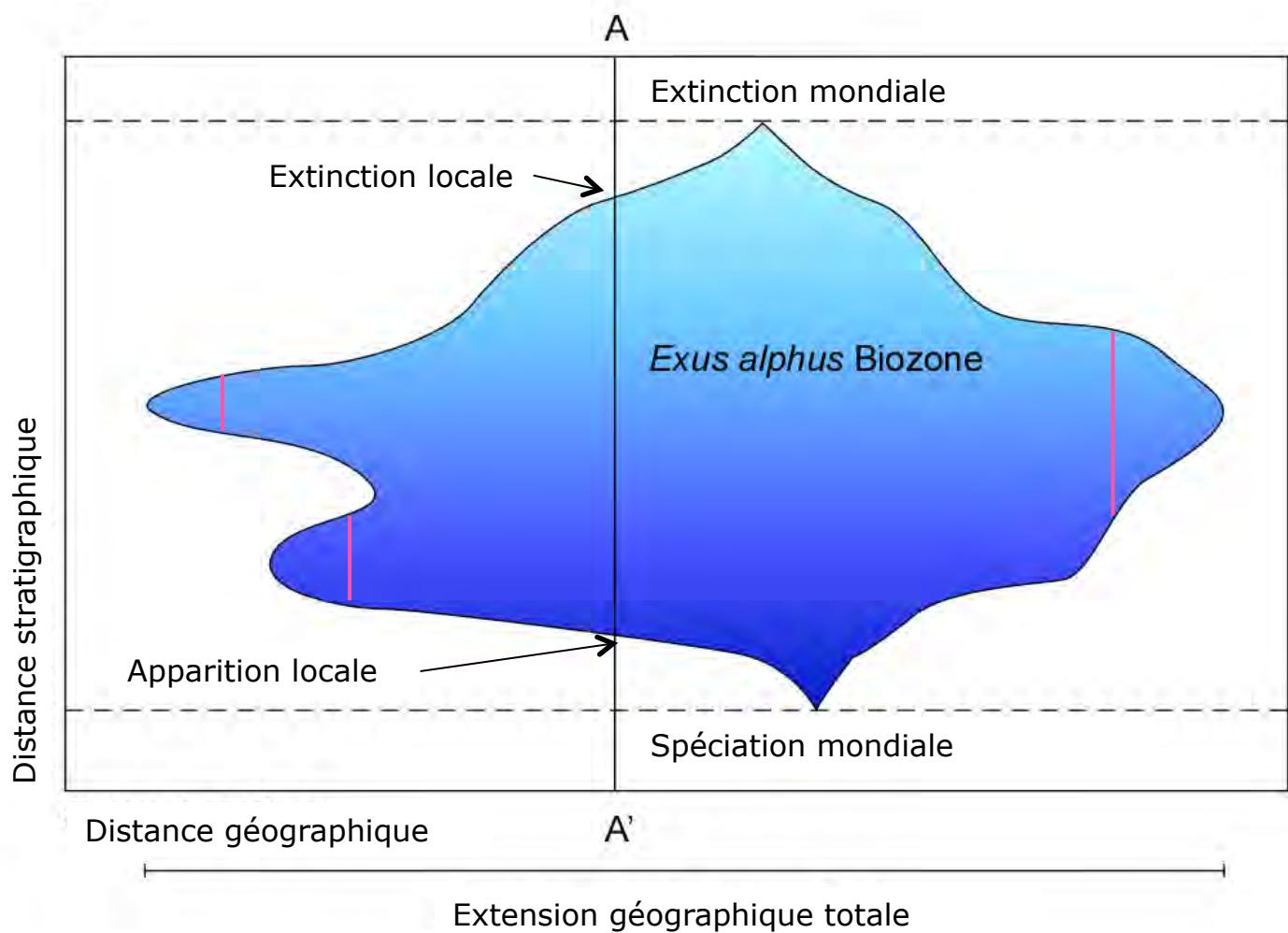
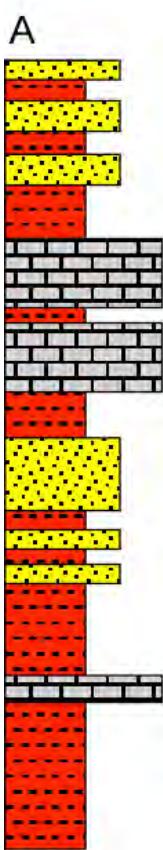
et géochronologiques

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



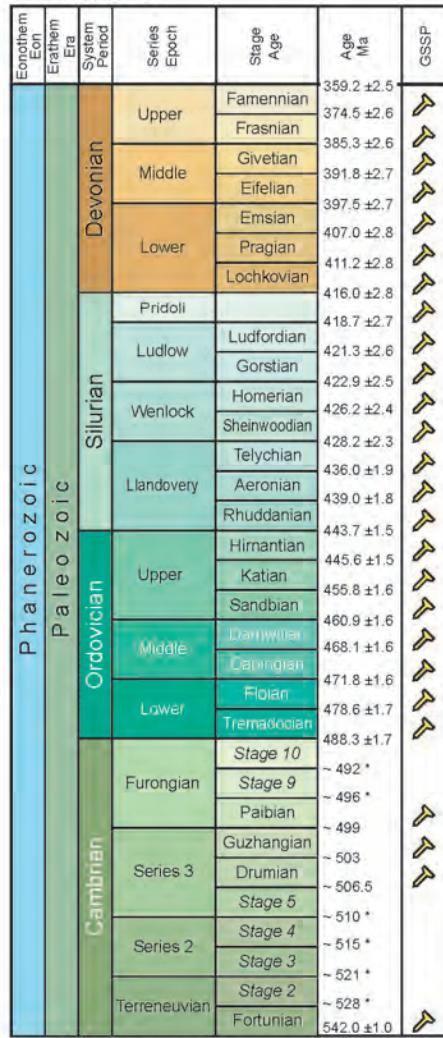
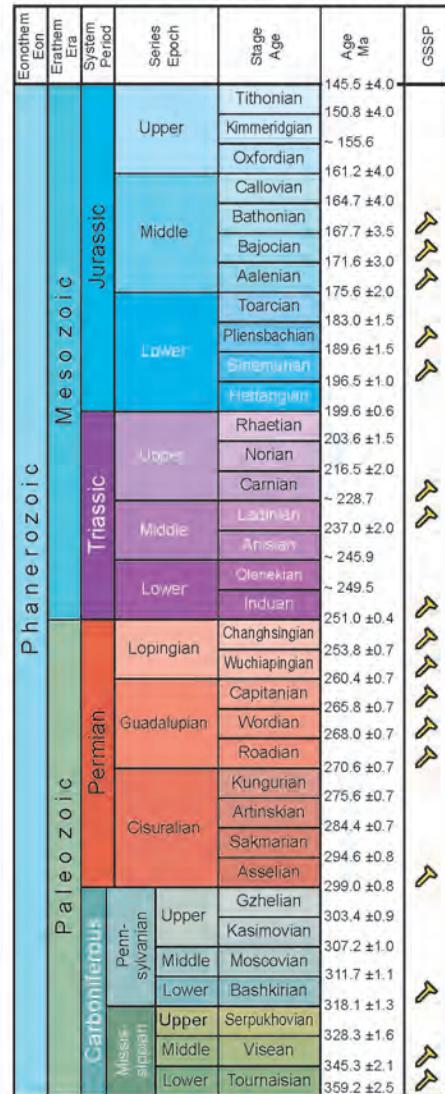
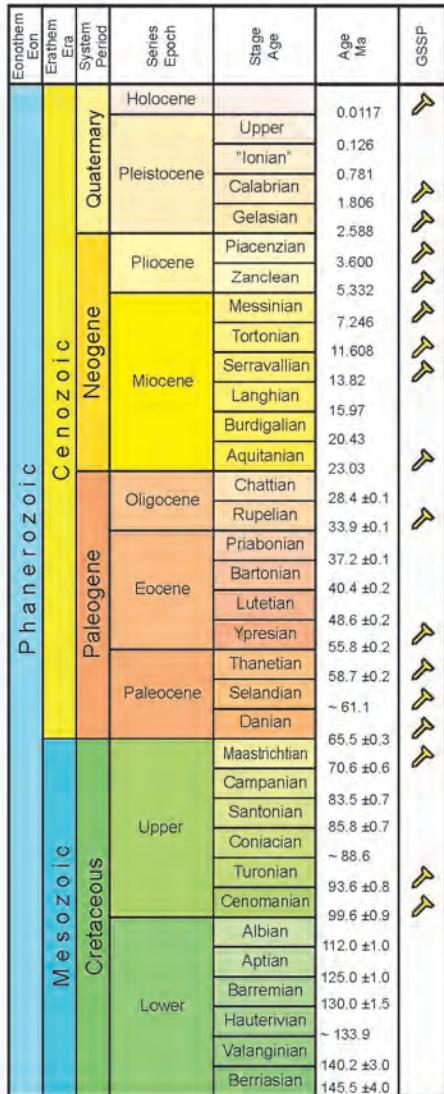
Correspondance entre unités **chronostratigraphiques** et **géochronologiques**

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>



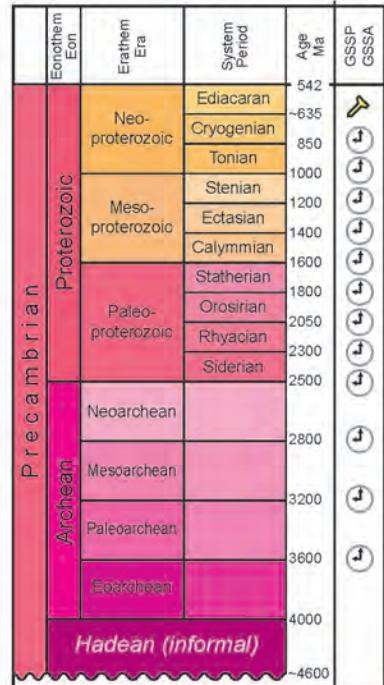
INTERNATIONAL STRATIGRAPHIC CHART

International Commission on Stratigraphy



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

Copyright © 2009 International Commission on Stratigraphy



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).

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).

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).

APPROCHE	UNICITE	QUATERNNAIRE	PRIMAIRE À TERTIAIRE	PRÉCAMBRIEN
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)
DOMINANTE		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**

➤ **Etage** : 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

- Subdivision une valeur **générale**
- Définition par rapport « aux **espèces** »
- 27 étages séparés par des discontinuités



Alcide d' Orbigny

(1802 – 1857)

- 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)

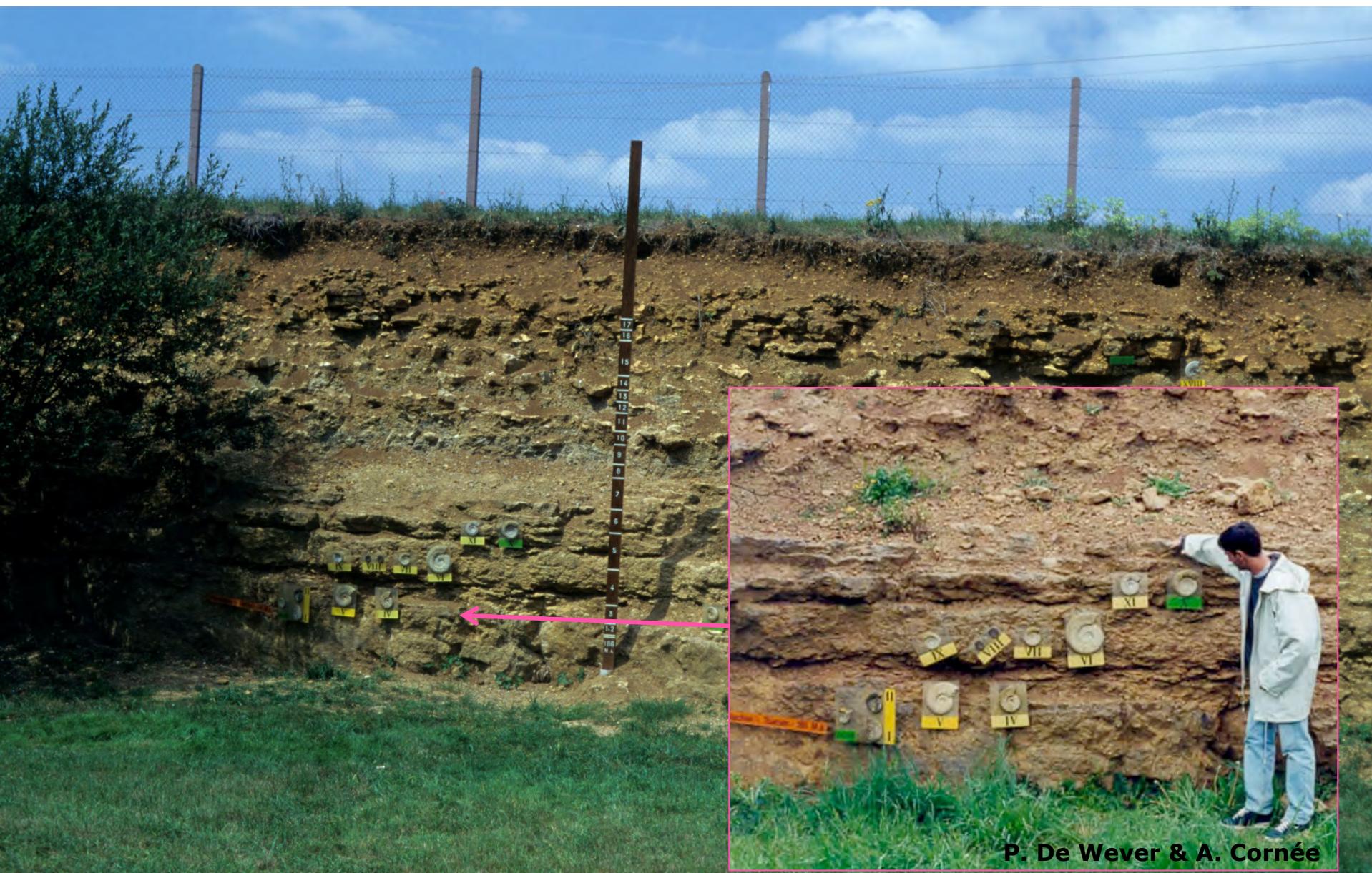
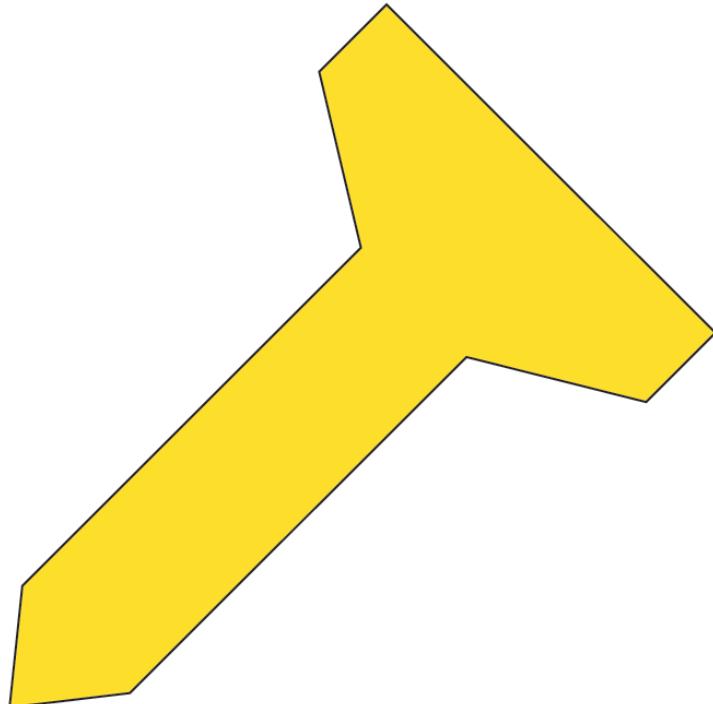




Photo P. Neige

Stratotypes de Limite (GSSP)

GSSP = Global Boundary Stratotype Section and Point



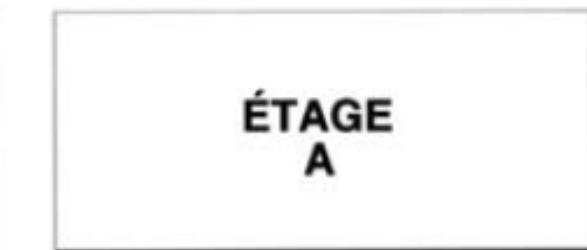
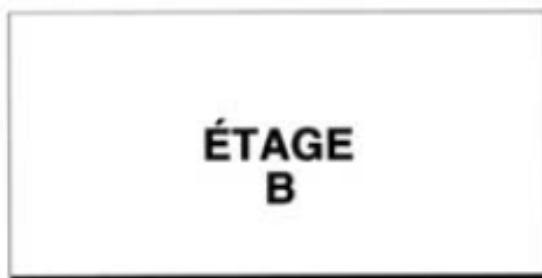
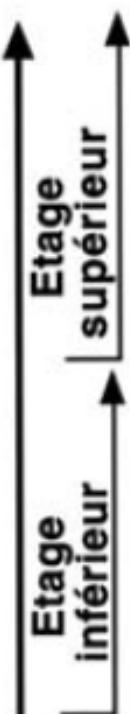
A spike !

TEMPS

ROCHE

Concept de

Stratotype historique
(Dépôt discontinu)

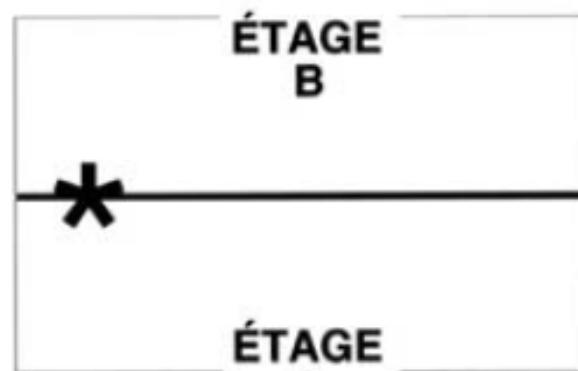


Les Stratotypes historiques
localisent le contenu de l'Étage
PUIS la base

Concept de

Point Stratotypique Mondial *

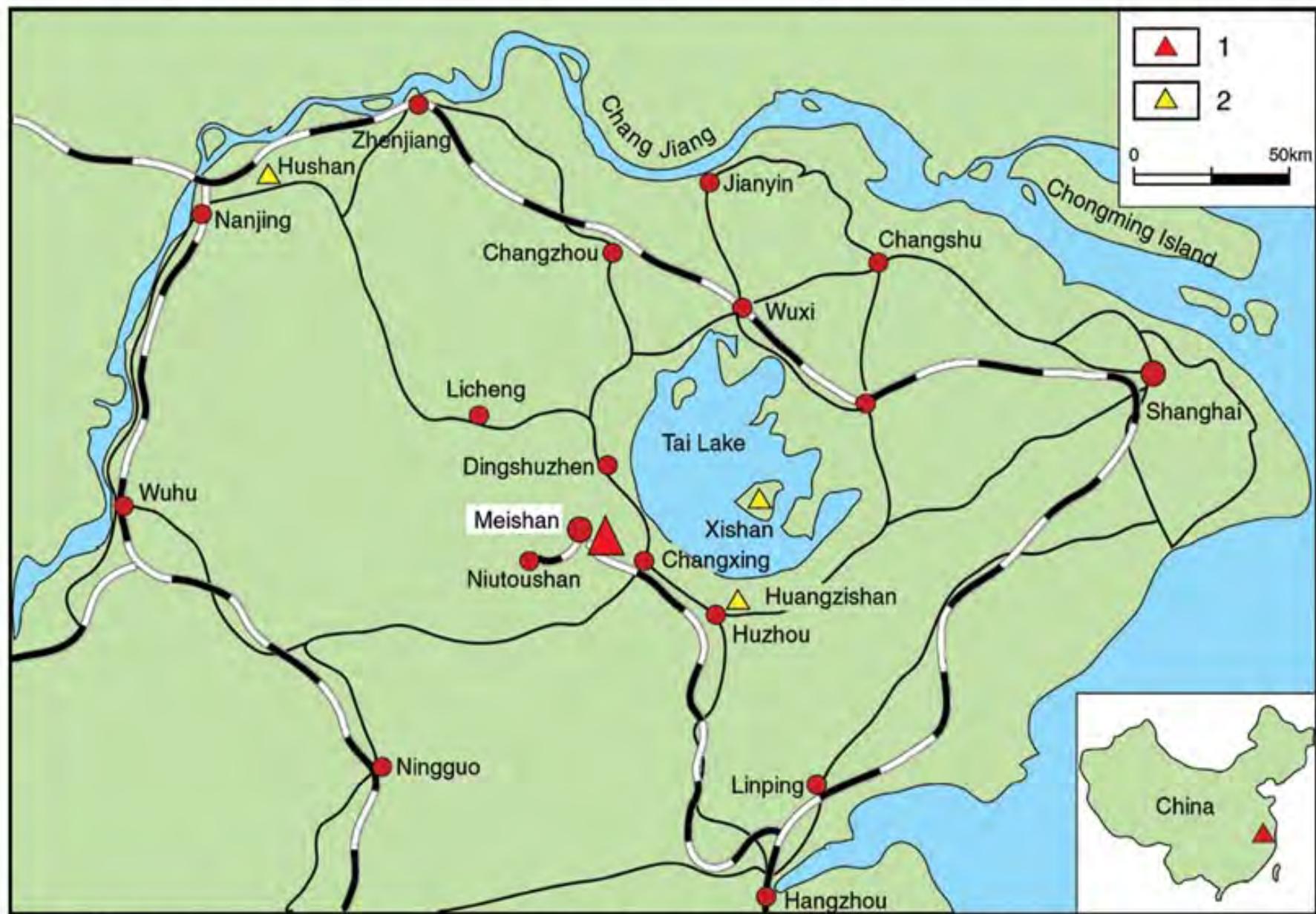
(Dépôt continu)



Le PSM localise la limite
entre deux Étages

Odin et al 2007

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

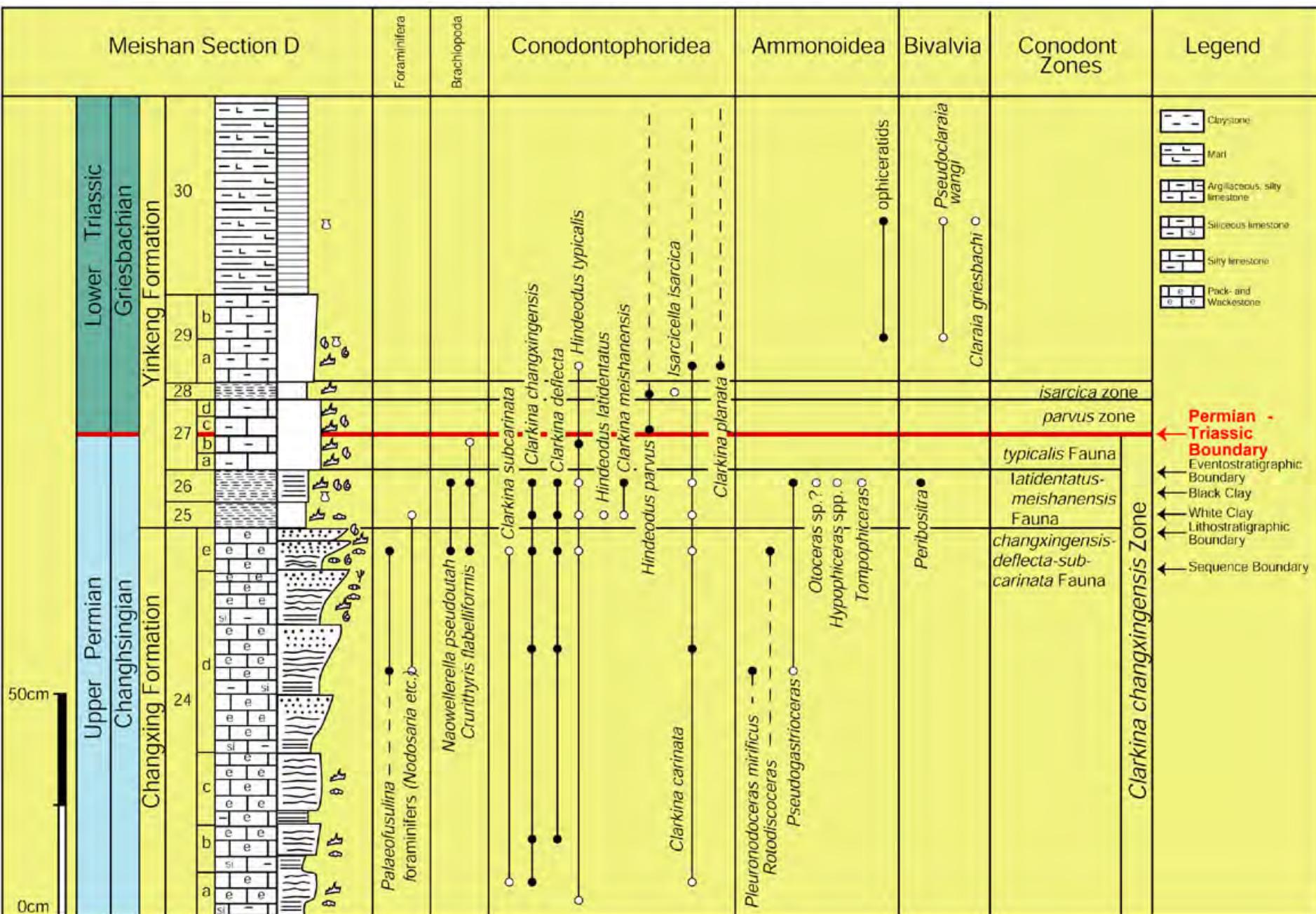


1 = Meishan section; 2 = Sections in different sedimentary facies, for comparison

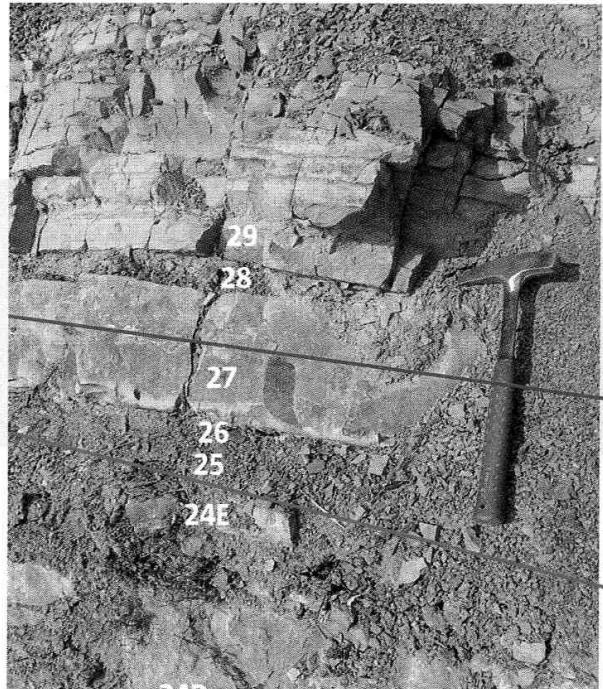


© PHOTOS S. CRASQUIN/CNRS

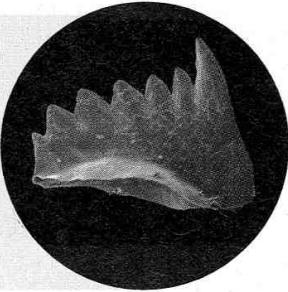
Litho- and Biostratigraphy of the Permian/Triassic Boundary Strata of Meishan Section D



La crise du **PERMIEN-TRIAS**•I



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.



Hindeodus lineage

by Yin Hongfu¹, Zhang Kexin¹, Tong Jinnan¹, Yang Zunyi² and Wu Shunbao¹

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

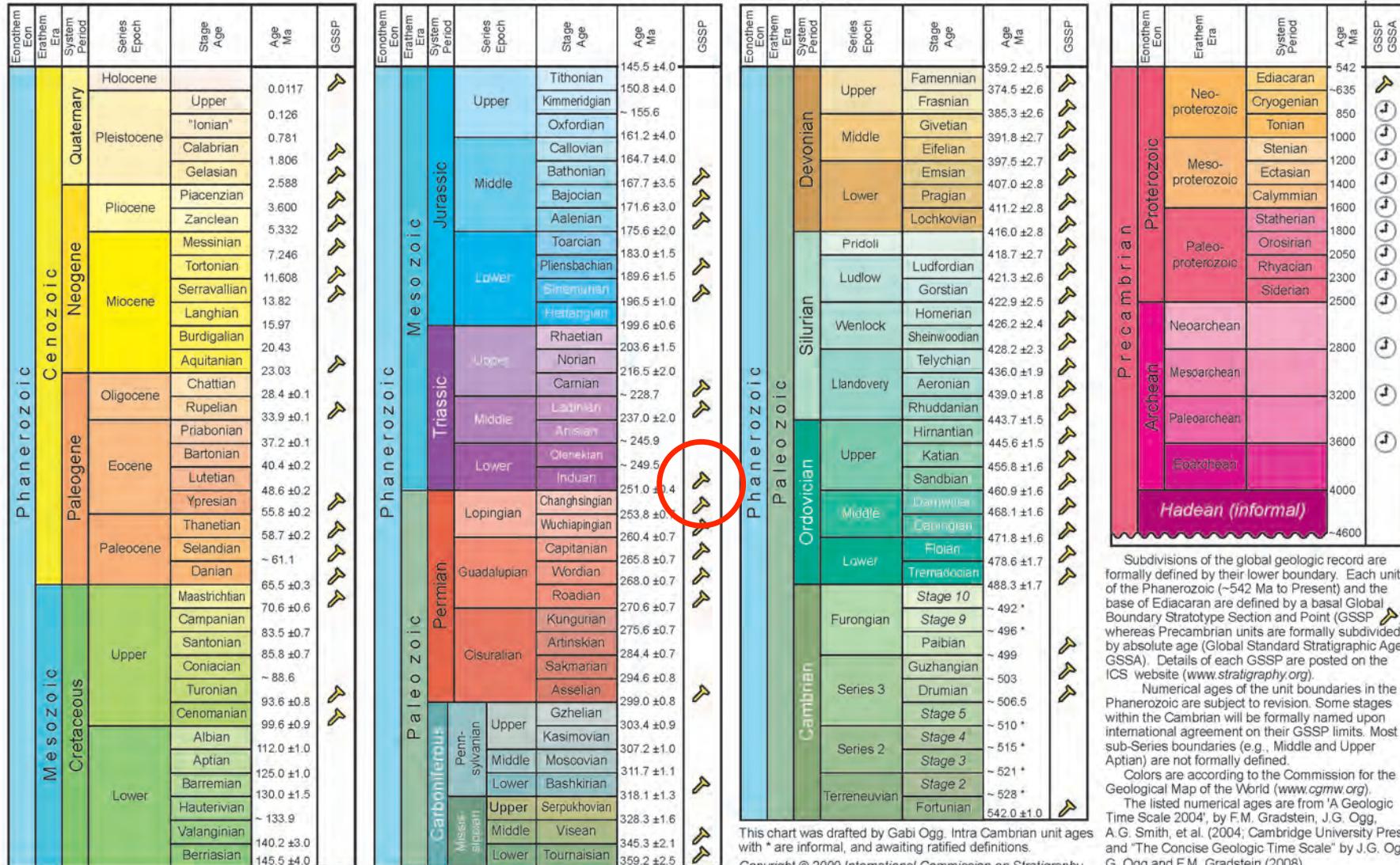
1. Faculty of Earth Science, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China.
2. Faculty of Earth Science, China University of Geosciences, Beijing 100083, China.

*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 sec-
tion D, Changxing County, Zhejiang Province, South
China.*



INTERNATIONAL STRATIGRAPHIC CHART

International Commission on Stratigraphy



Copyright © 2000 International Commission on Stratigraphy

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).

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).

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.

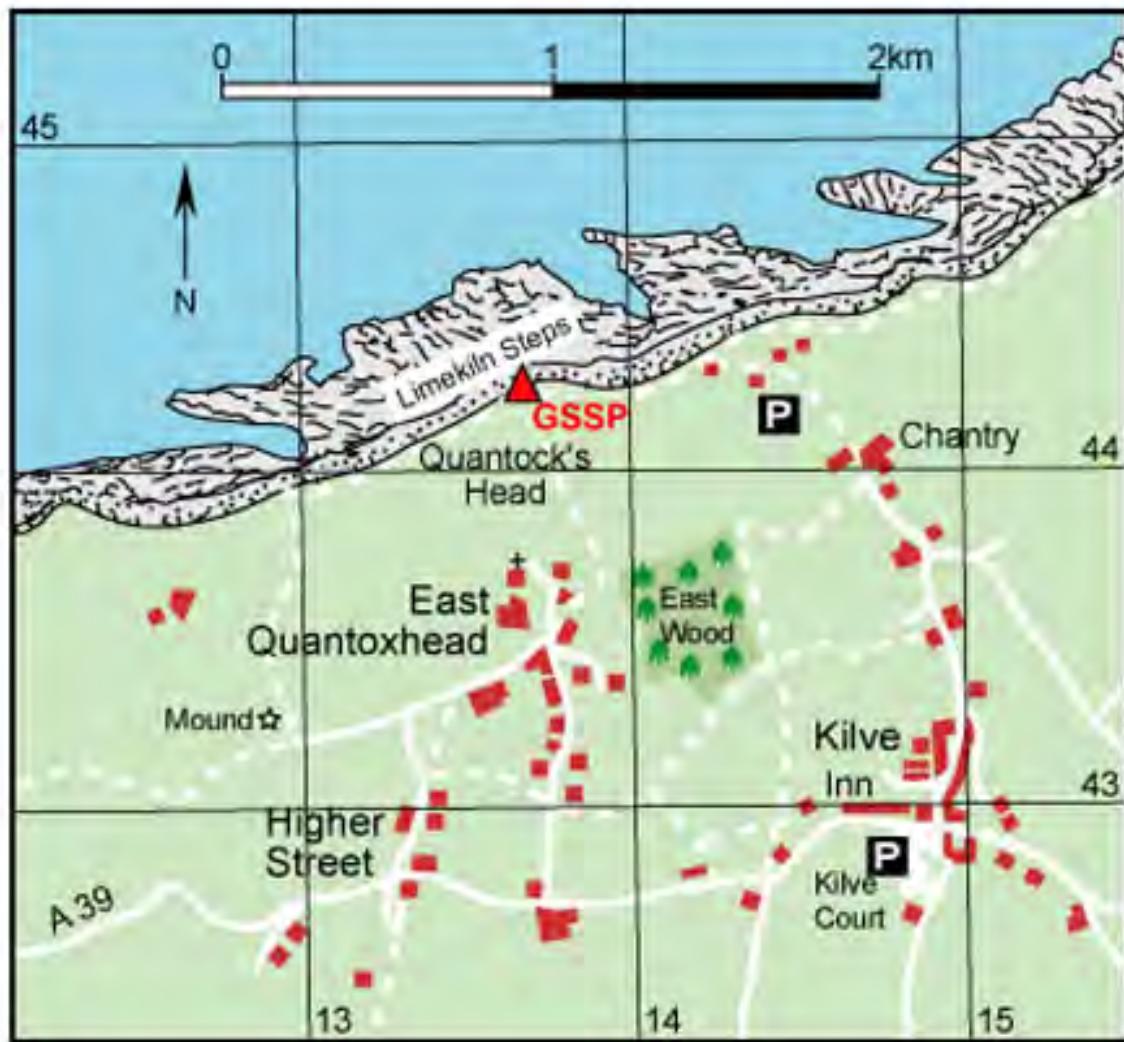
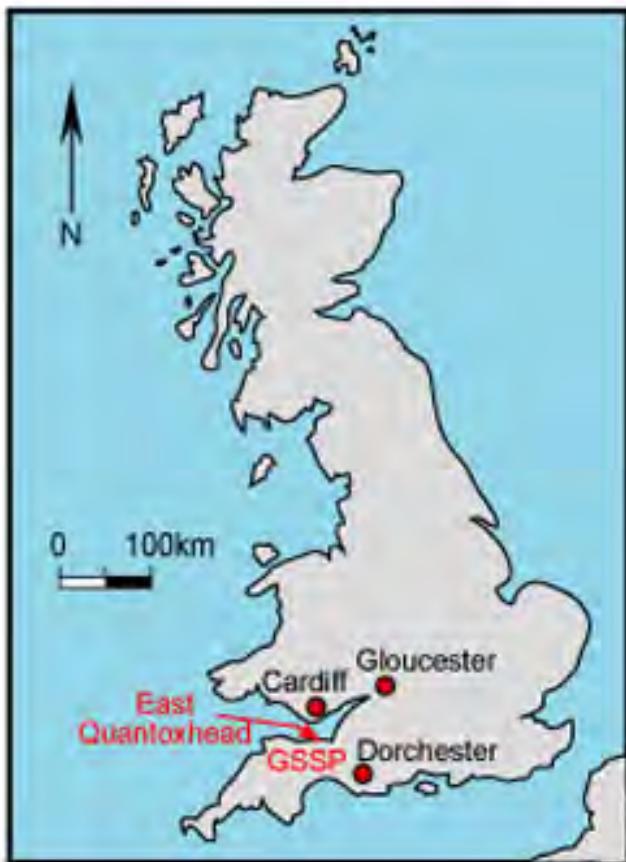
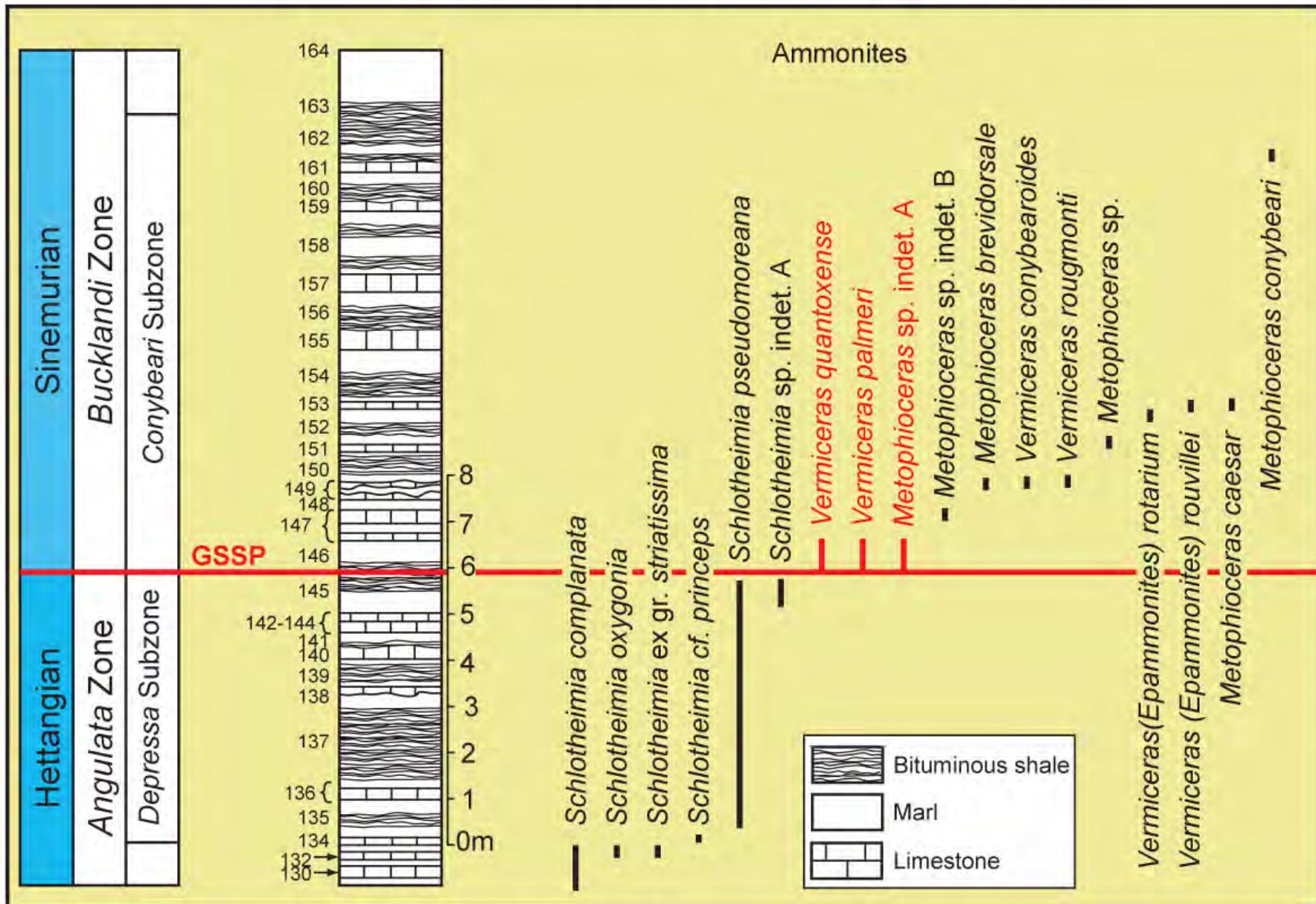




Photo P. Neige

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 :

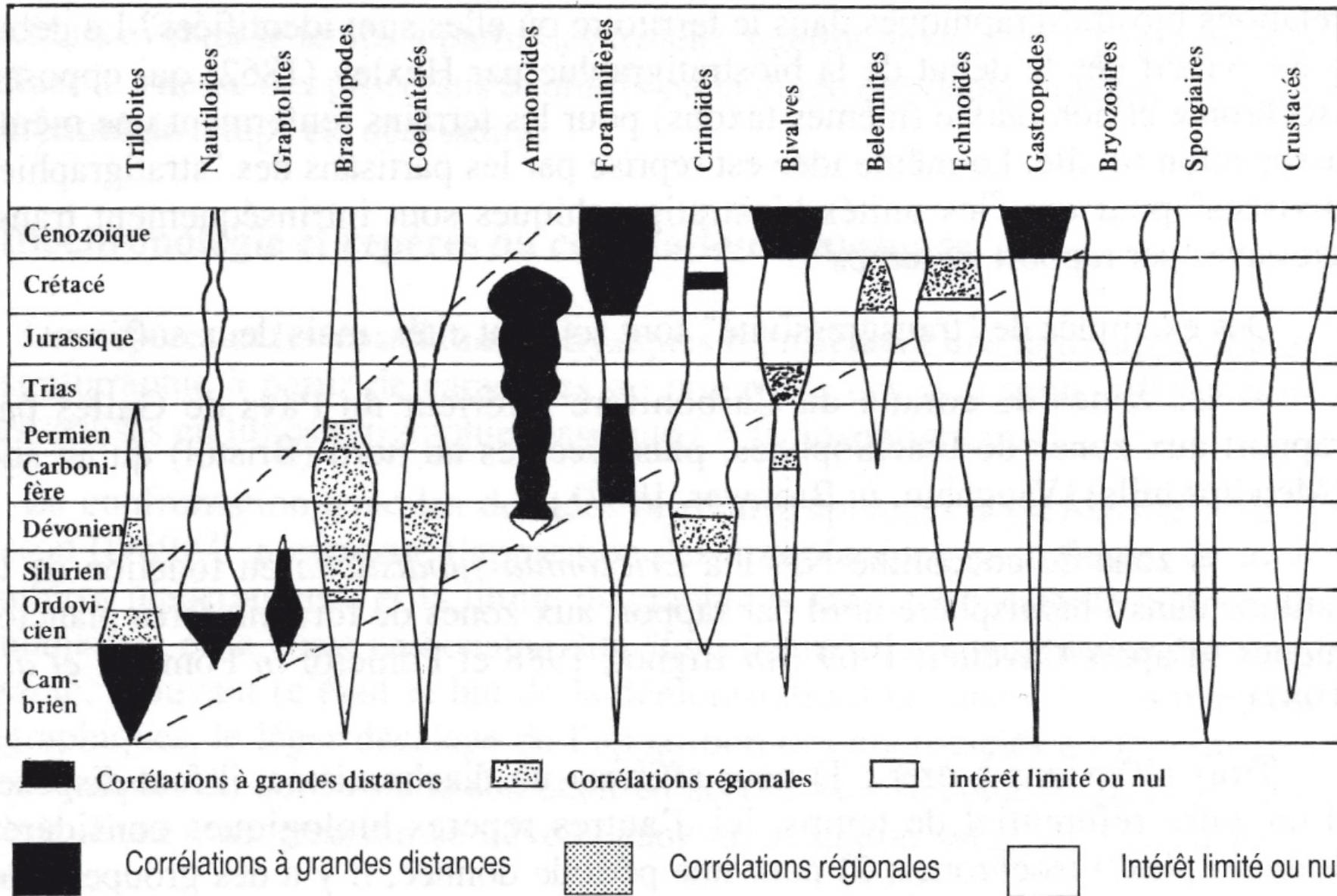
- (1) **Fiabilité** du découpage (reproductibilité) => méthodes
- (2) **Finesse** du découpage => groupe fossile guide (conservation, abondance, vitesse d' évolution, provincialisme) => **résolution ou pouvoir séparateur**

MACROFOSSILES

- Ammonites (Trias - Crétacé)
- Bélemnites (Jurassique - Crétacé)
- Brachiopodes (Jurassique)
- Inocérames (Crétacé supérieur)
- Rudistes (Crétacé)

MICROFOSSILES

- Algues calcaires (Méso-Cénozoïque)
- Calpionelles (Jurassique terminal - Crétacé basal)
- Charophytes (Méso-Cénozoïque)
- Conodontes (Trias)
- Dinoflagellés (Jurassique, Crétacé - Cénozoïque)
- Ostracodes (Méso-Cénozoïque)
- Foraminifères (Trias - Cénozoïque)
- Nannoplancton calcaire (Jurassique - Cénozoïque)
- Radiolaires (Jurassique moyen - Cénozoïque)
- Spores et pollens (Méso-Cénozoïque)



9.10. Extension des principaux groupes d'Invertébrés et leur importance relative au cours du Phanérozoïque, classés selon la période où ils sont les plus significatifs et utilisés en biostratigraphie (D'après Babin, *in* Pomerol *et al.*, 1987).