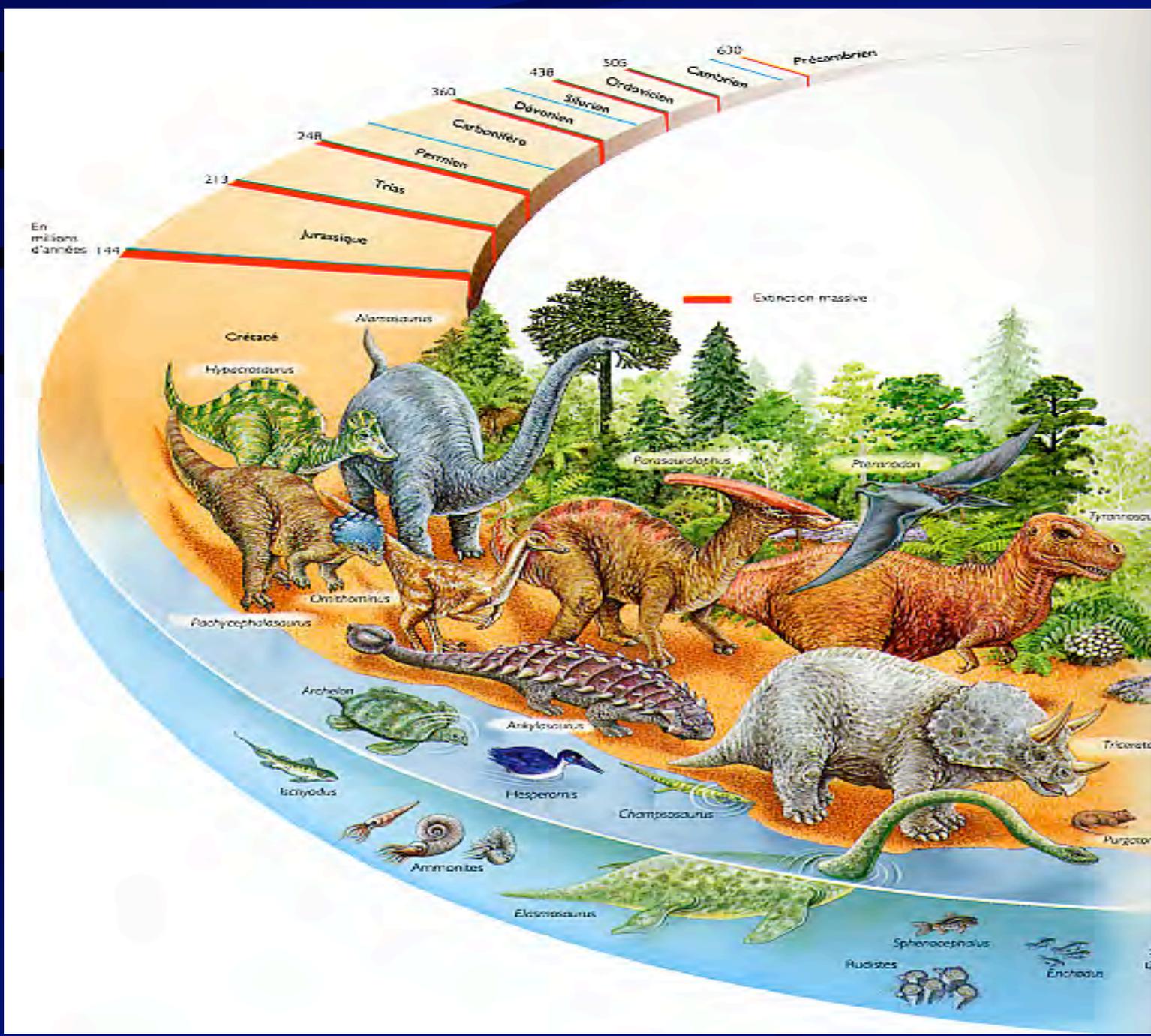


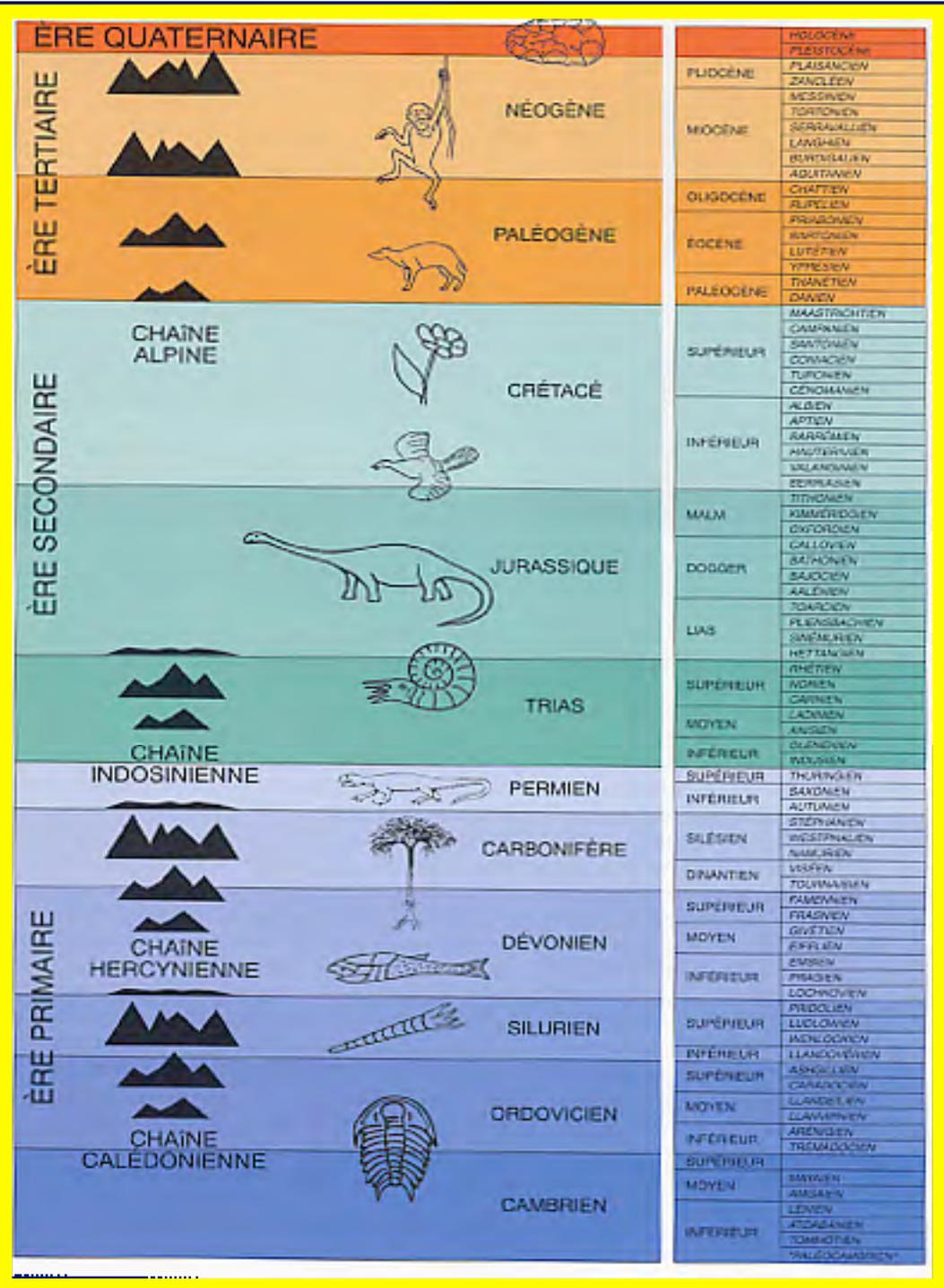
# LE TEMPS EN GÉOLOGIE...



GEOL-F-203: La notion du temps en géologie: concepts et applications  
-première partie-  
Prof. A. PREAT -ULB







1,85 m

0,23

0,10

K  
0,025



Phanérozoïque  
1/8

Précambrien  
7/8

# LE TEMPS EN GÉOLOGIE...

*... que de problèmes*

*OU*

*rien que des problèmes ...*



BUT

*établir une chronologie  
ou chronostratigraphie*

- ⇒ reconstituer la chronologie des événements ayant affecté la Terre
- ⇒ établir les synchronismes entre formations de même âge, mais non reliées géogr. et de caractères souvent différents

AFFLEUREMENTS  
= cahier plissé,  
dequette... = CARTO

# *établir une chronostratigraphie ...*

INITIALEMENT apparitions/disparitions  
successives de groupes d'organismes  
-----> terrains non métamorphisés et non  
magmatiques càd terrains sédimentaires



STRATIGRAPHIE = CHRONOLOGIE RELATIVE  
(XVIII<sup>e</sup> s.)

les âges des terrains sont exprimés les uns pr aux autres  
SANS UNITÉ DE TEMPS!!!

**PRINCIPE(S)  
DE  
BASE PPP**

PRINCIPE(S)  
DE BASE  
= INTUITI  
F

le dépôt d'une certaine quantité de matériau  
(càd l'ép. d'une couche)  certain laps de temps



- \*séries condensées/compréhensives... (Fr belge vs Coumiac)
- \*subsidence différentielle: séries rifts, bassins arrière-arc...
- \*joint/pas joint cfr cycles séries carbonatées
- \*compaction différentielle
- \*événements exceptionnels préservés (tempestites...)  
*Golfe Mexique: acc. côtière 10cm/1000ans (très élevé)  
chaque segment de côte à une probab. 95% d'être  
touché par un hurricane qui ERODE >30cm...*
- \*etc...



LA SÉDIMENTATION N'EST PAS CONTINUE  
ET IL Y A PLUS DE 'GAPS' QUE DE 'RECORDS'

## SEQUENCE OF EVENTS

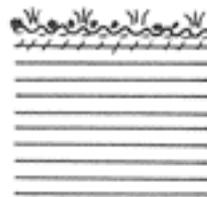
continuous  
deposition



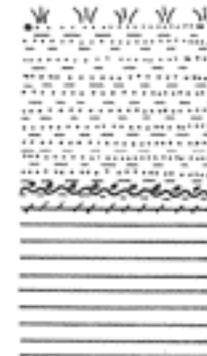
100 years  
worth

erosion  
for

50 years

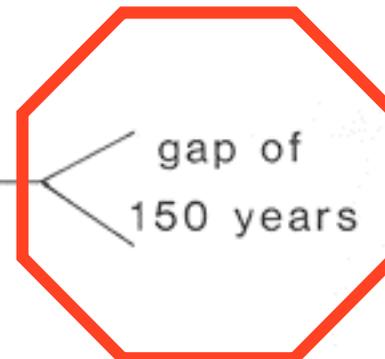
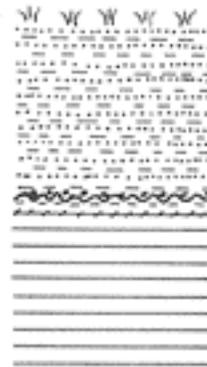


renewed  
deposition



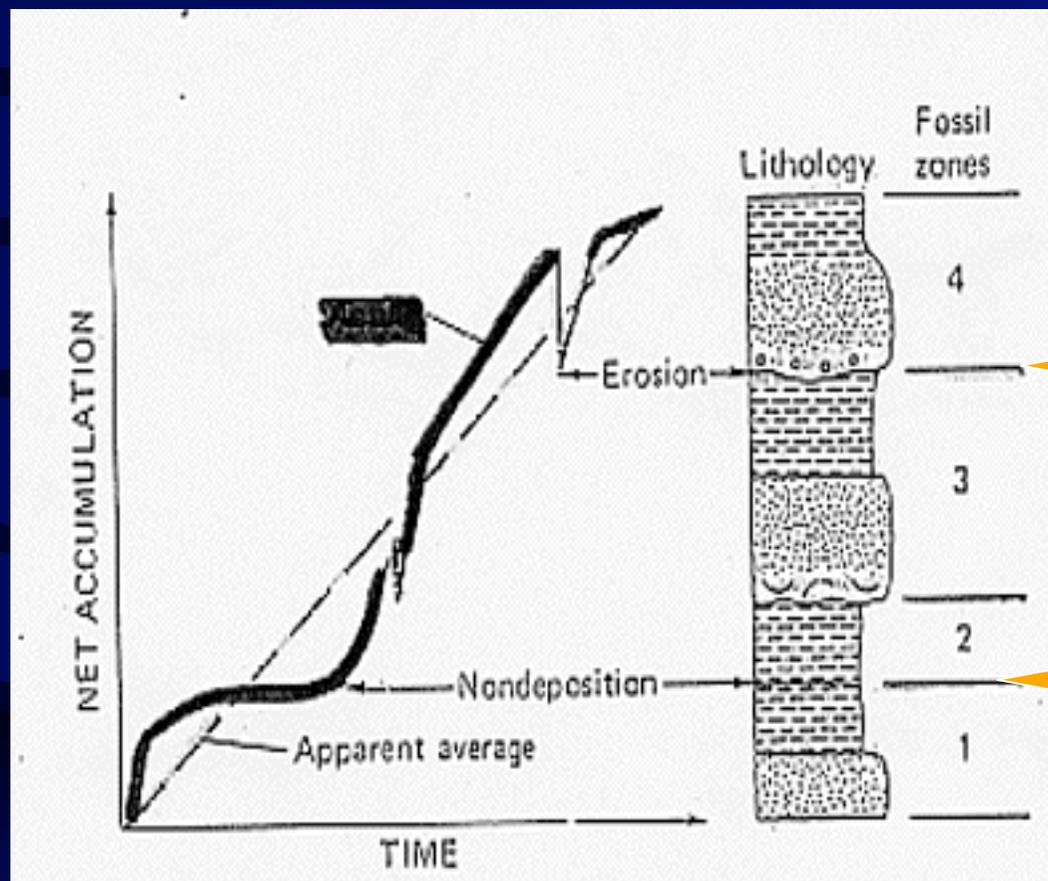
## RESULTING ROCK RECORD

unconformity



CAS  
SIMPLE

# INTUITION > < RÉALITÉ



'moins'  
difficile  
à voir

difficile  
à voir

⇒ difficile à interpréter ?

réalité non observée

observé

L3-4

L2

L1

F4

F3

F2

F1

†



L4

L3

L2

L1

GAP

GAP

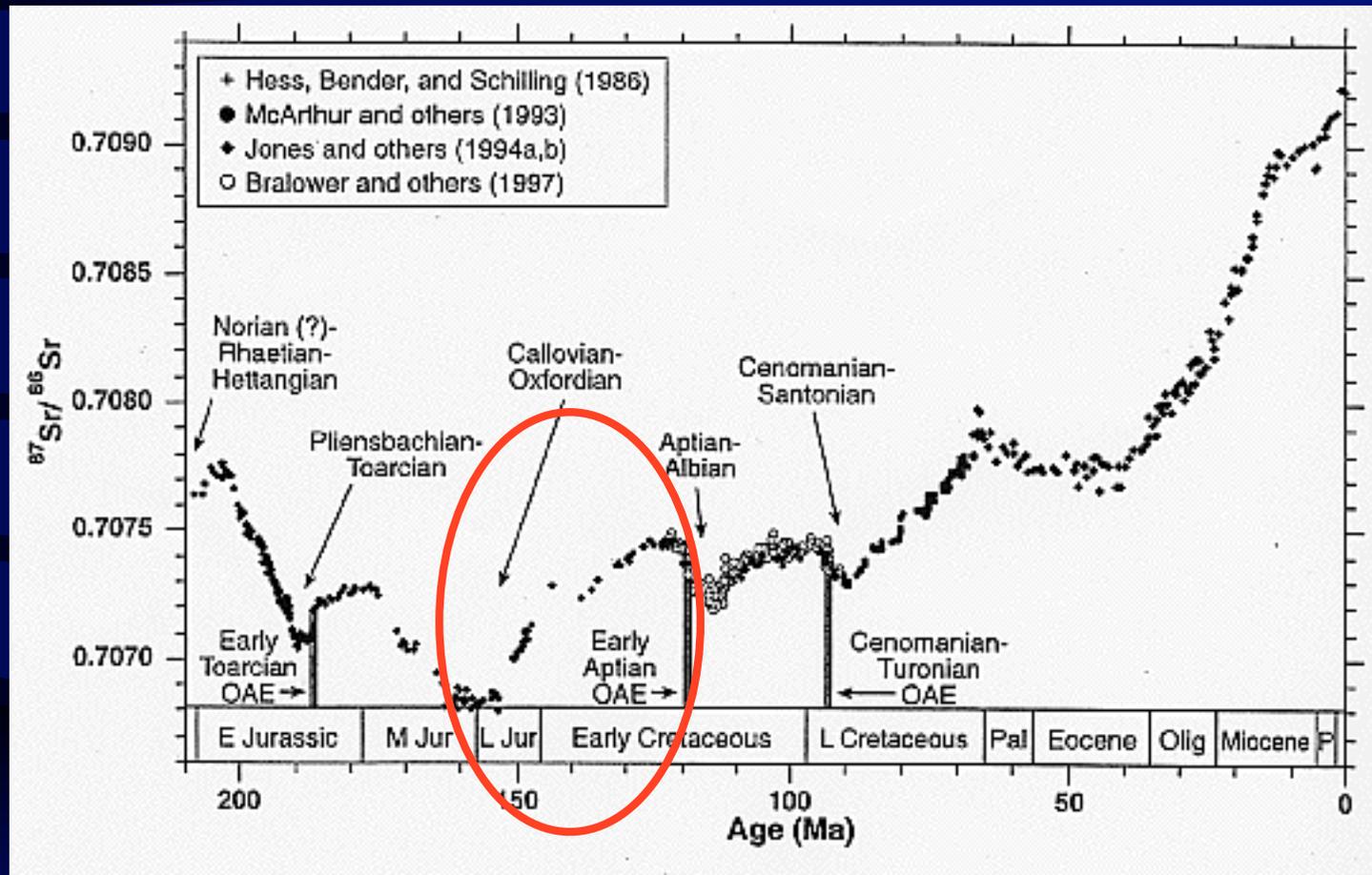
GAP

GAP

GAP

+ DÉCOMPACTION

# CRETACE INF D'ITALIE: PLATE-FORME INTERNE



25Ma

# une première conclusion (importante...)

les séries géologiques ne sont pas continues même si...

**Exemple chiffré (isotopes du  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ )**

*Ki d'Italie Centrale et du Nord*

*Deux coupes distantes de >1000km!*

*= FSM 500m et VC 900m*

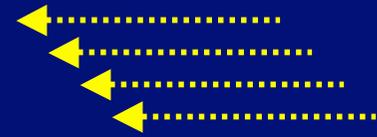
*Js à Aptien =  $\pm 25$  Ma cfr Sr*

*Tidal flats = 0,3-3 mm/an*

*FSM et VC: 4% à 0,4%*

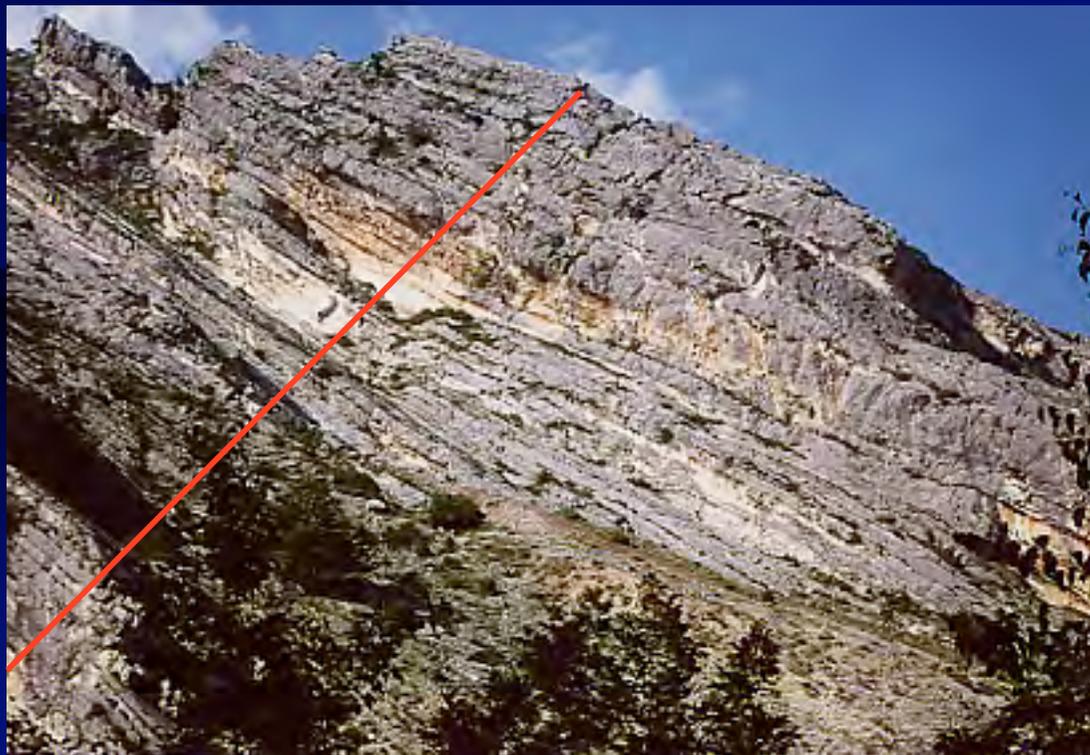
***= séries normales et continues de référence en Italie!***

*Crétacé  
Inf  
FSM*

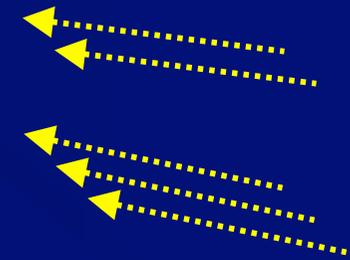


*joints de  
stratification*

*Maiella  
Abruzzes*



*+  
LOFERITES  
(tidal flats)  
0,3-3 mm/an*



# CRÉTACÉ INFÉRIEUR (FSM) Italie Centrale



1000 ans

LOFERITES (tidal flats)  
0,3-3 mm/an



100 ans

Une série géologique  
est  
donc  
UN GRUYÈRE TEMPORÉ!

*les 'gaps' l'emportent largement...*

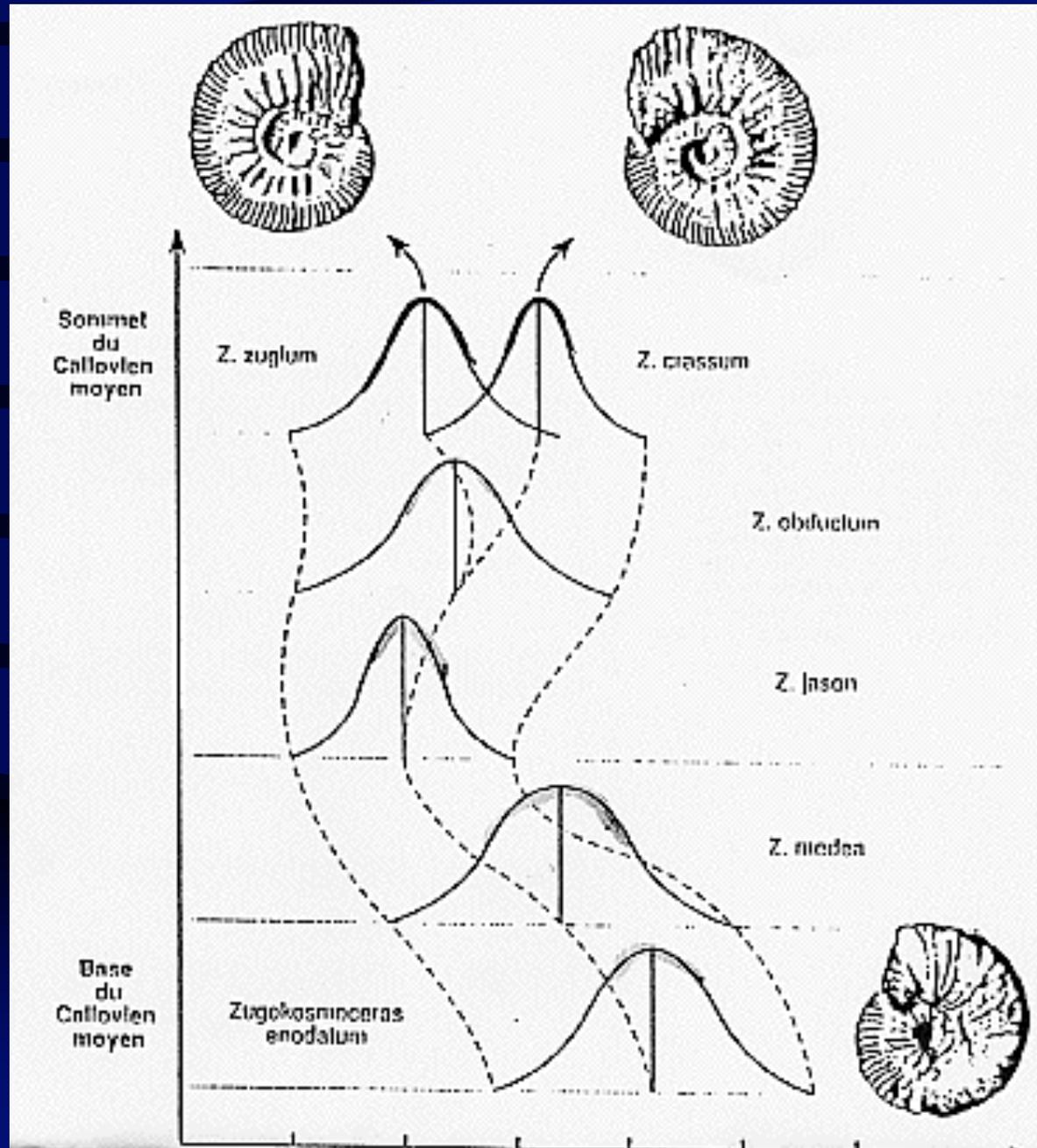
# LE TEMPS EN GÉOLOGIE...

*... que de problèmes*

*OU*

*rien que des problèmes ...*



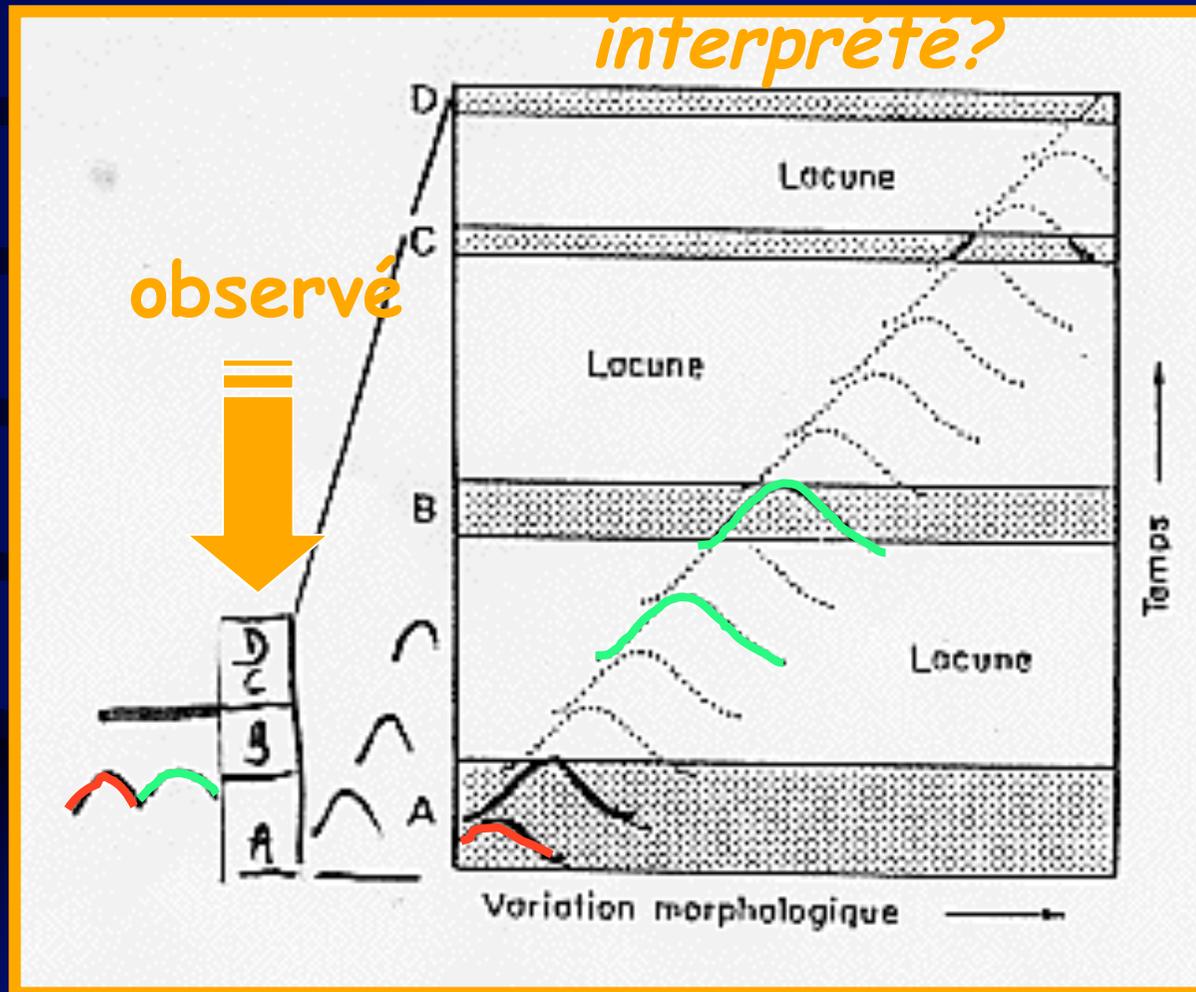


**ANAGENÈSE**

**VS**

**CLADOGÈNESE**

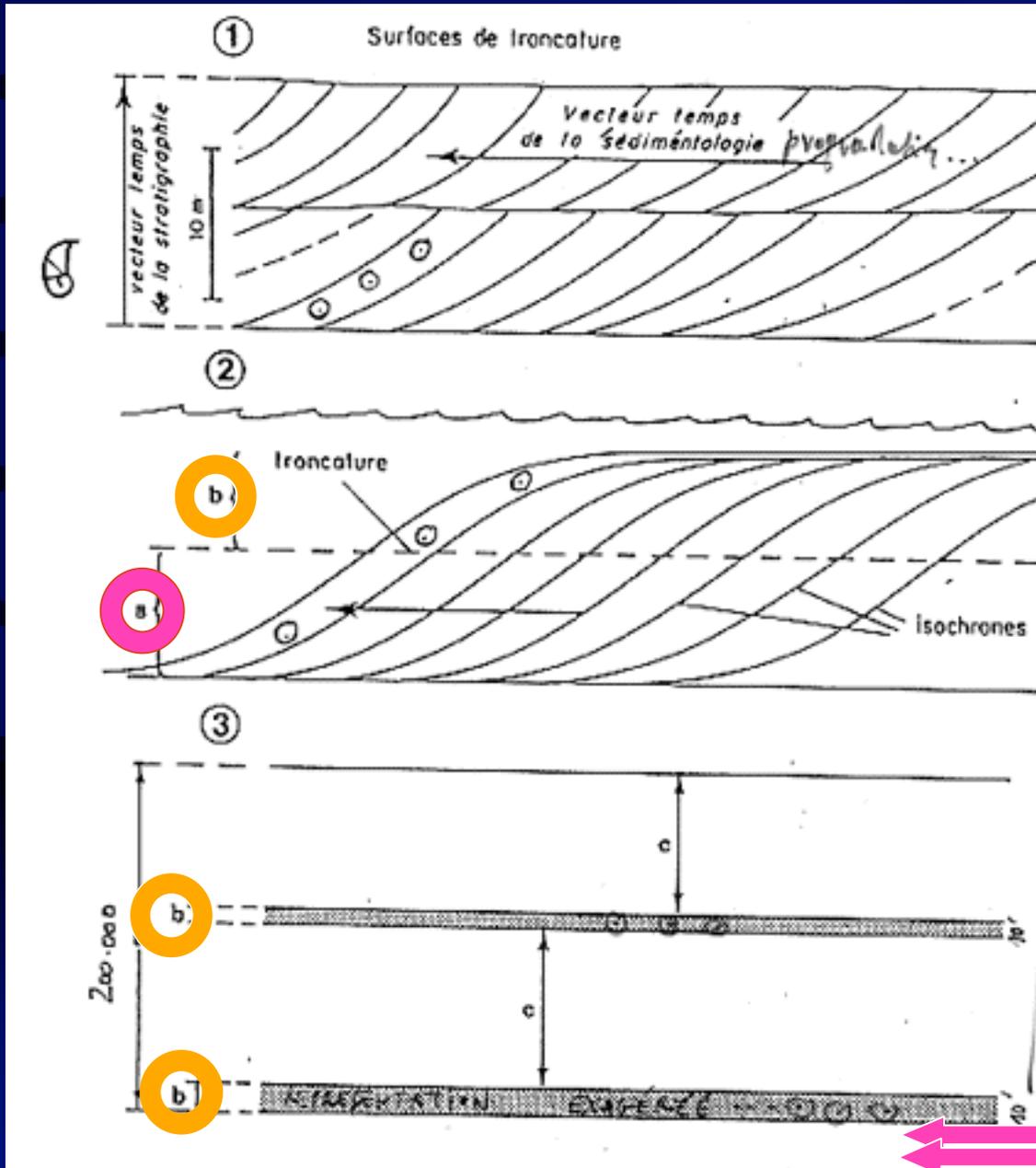
... peut dépendre de l'échantillonnage  
[ T E M P O R E L ]



# BAJOCIEN de BOURGOGNE

+100% roches

200.000 ans qq 1000'ans



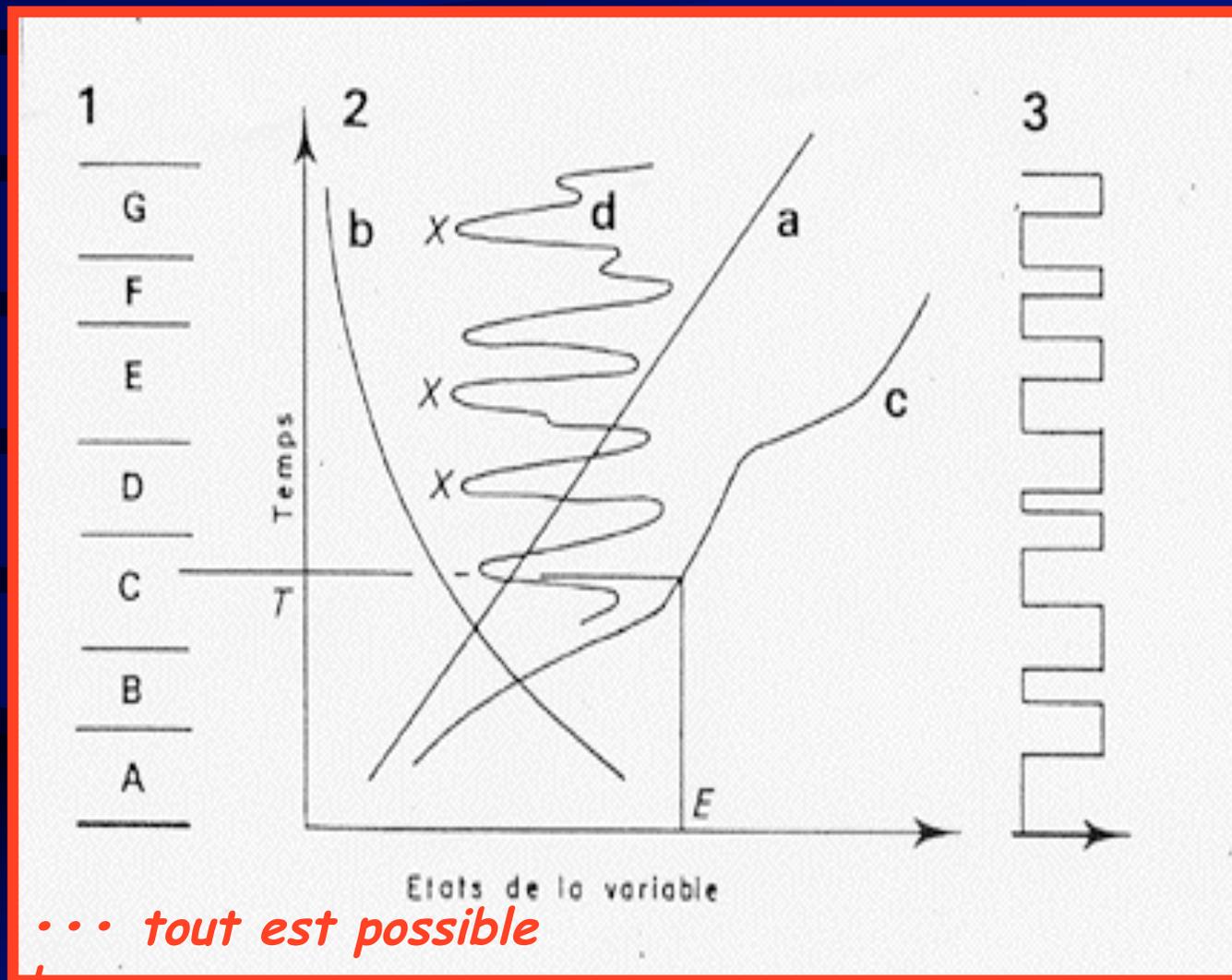
observation = carrière

systeme de depôt ou origine

représentation temporelle

nb pas de a!

FINALEMENT...



affleurements = cahier plissé, déchiqueté  
... cartographie en premier lieu = constat  
déjà TRÈS incomplet à ce premier stade



***métamorphisme  $\Leftrightarrow$  compression***  
***APPALACHES SUD (Caroline)***

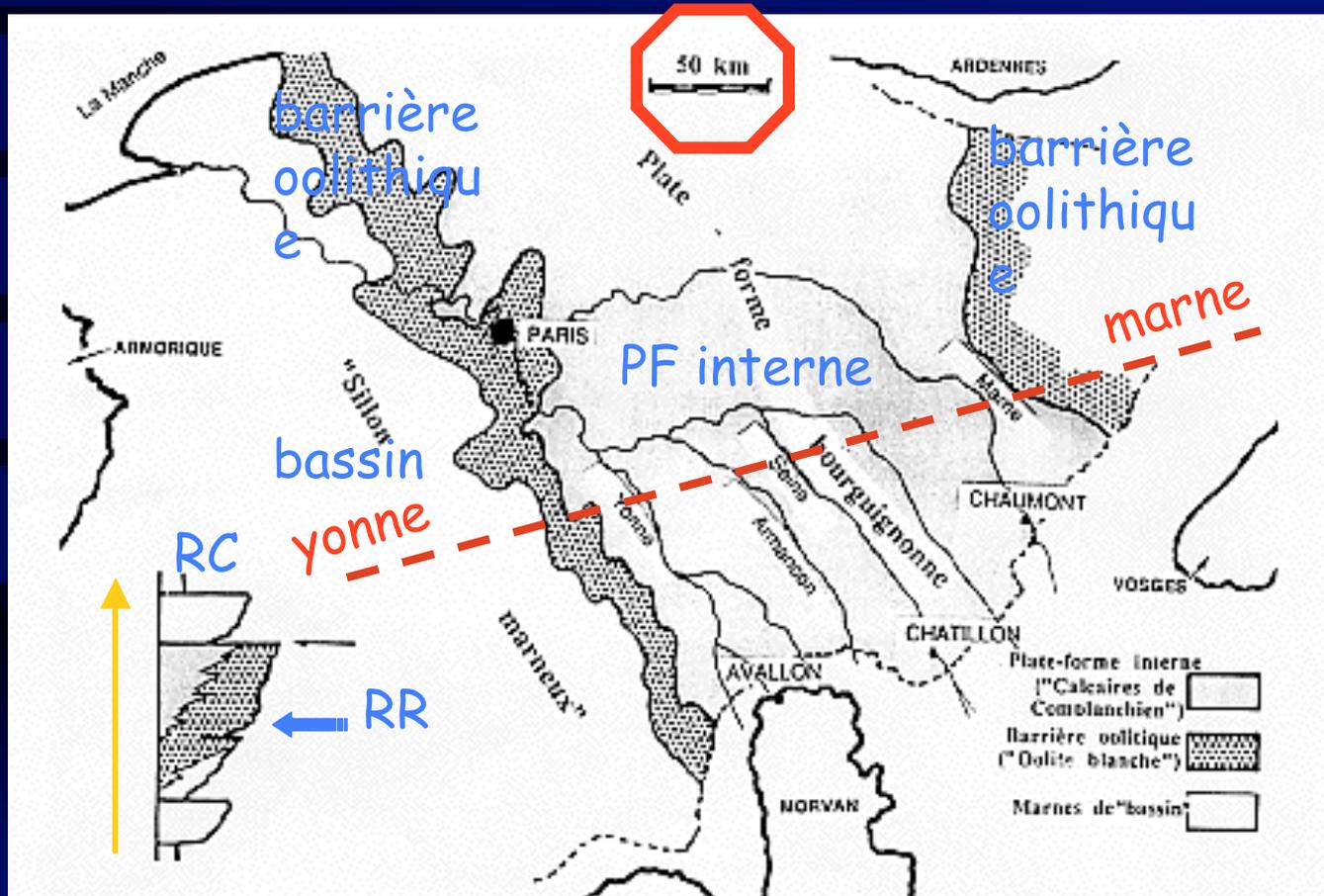
*nb les plissements sont si souvent complexes  
qu'il est difficile de les représenter  
même sous forme de diagrammes!*



et en plus!!!  
... VARIATIONS  
LATÉRALES  
DE FACIÈS

*déjà à l'échelle de quelques kilomètres ...  
exemples: mer du Nord, Famennien belge*

# BATHONIEN S-E BASSIN de PARIS (BOURGOGNE)

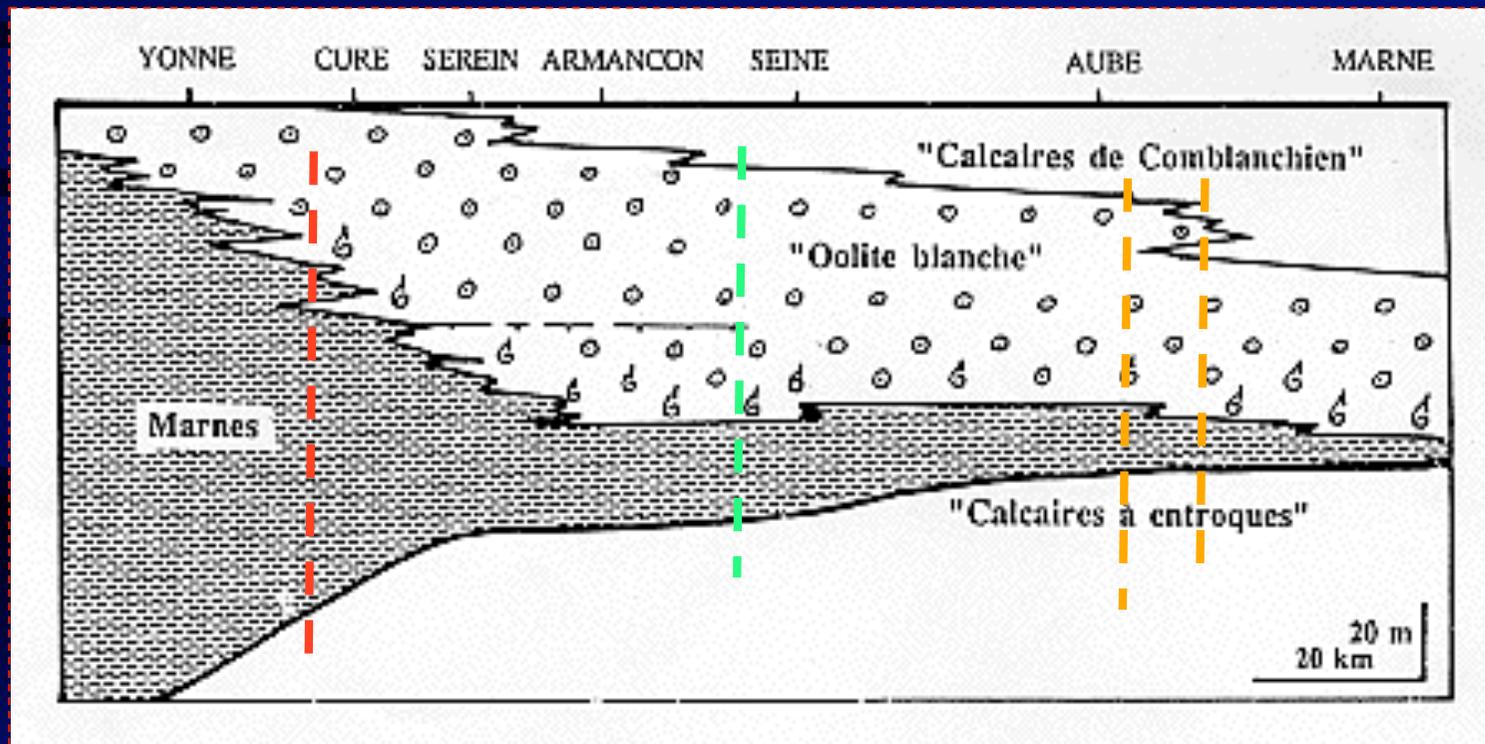


Affleurements tjrs discontinus  
<< quelques % de la surface cartée

1

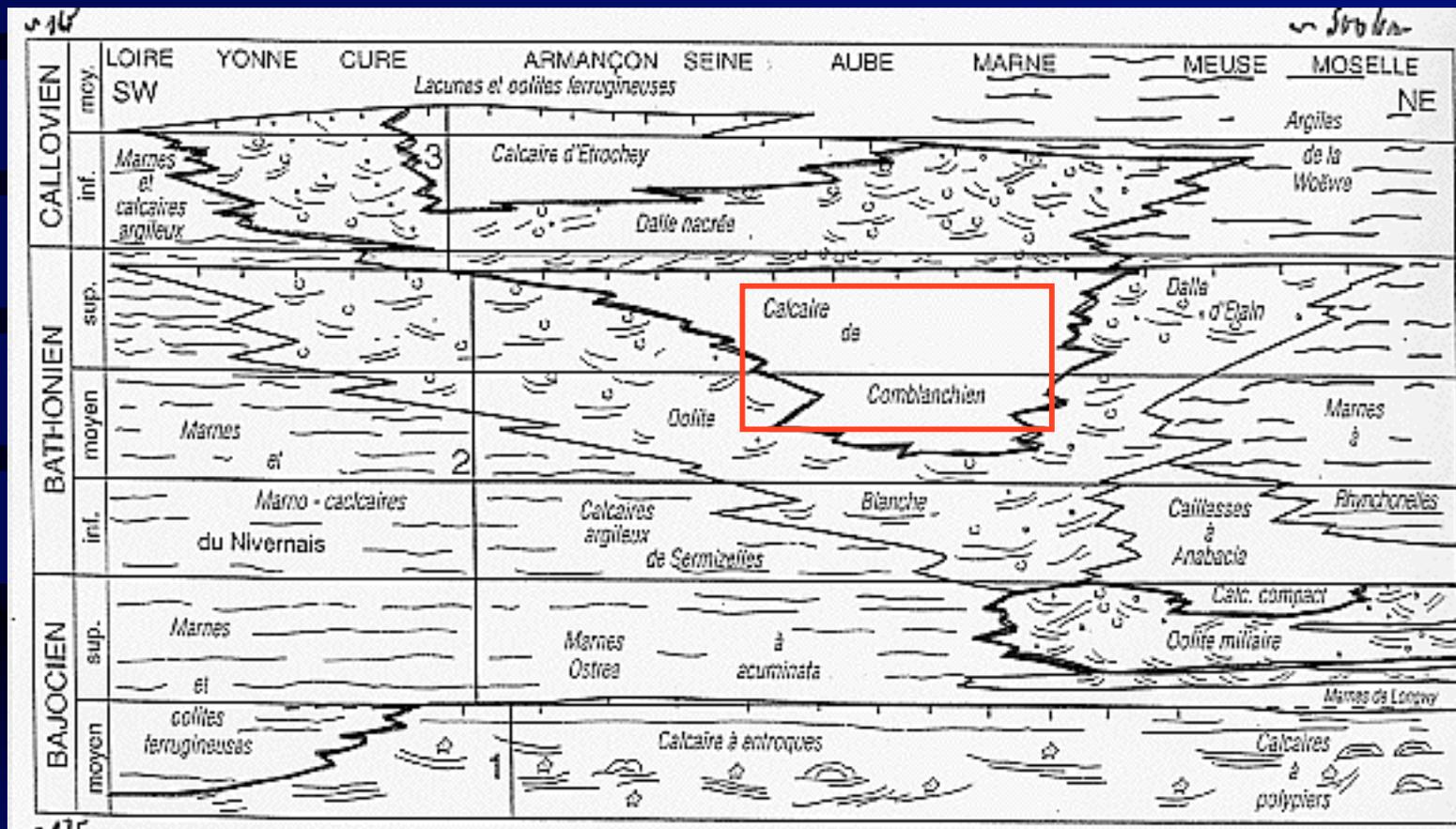
2

3



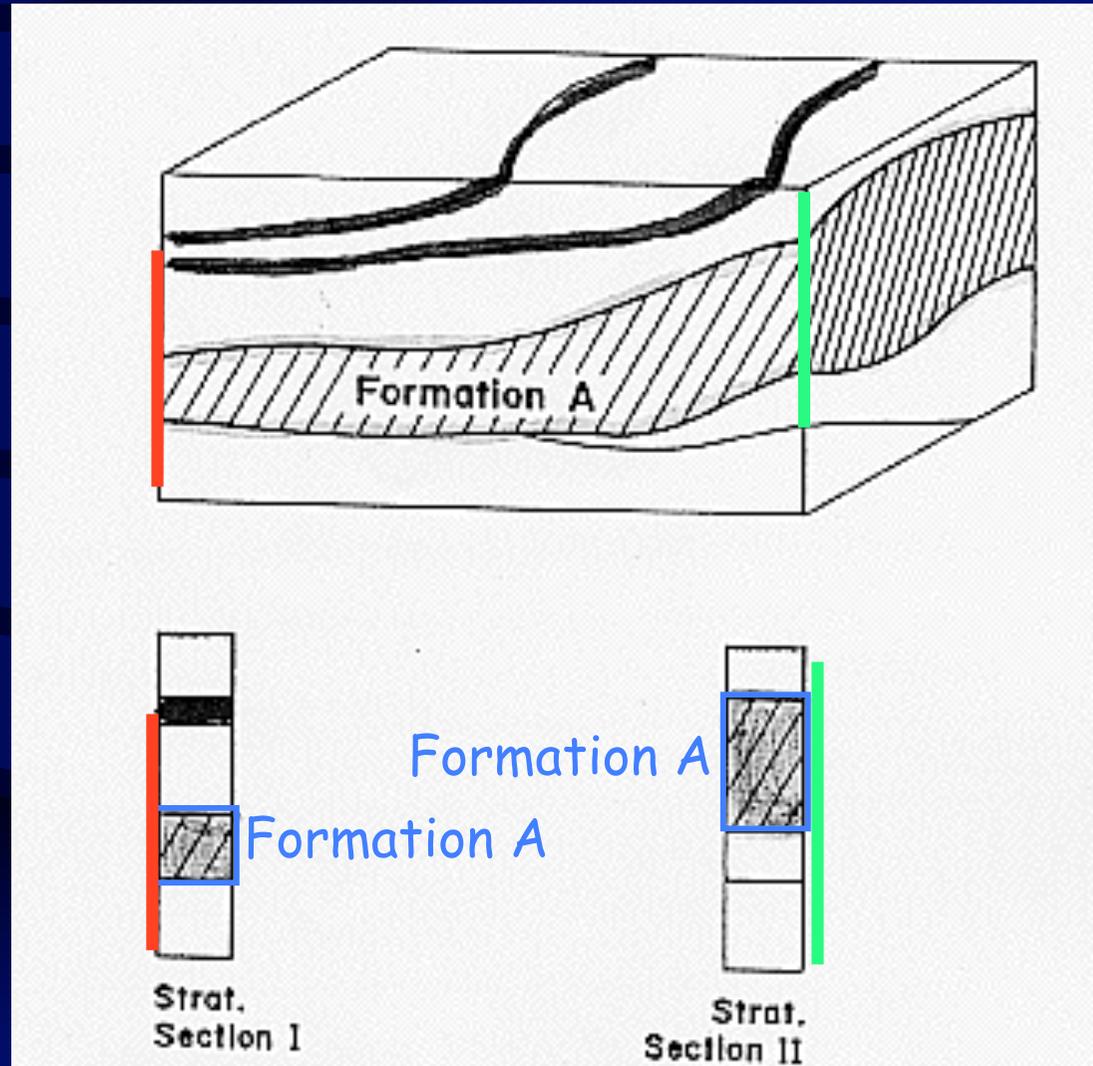
BATHONIEN S-E BASSIN de PARIS

# à plus grande ECHELLE



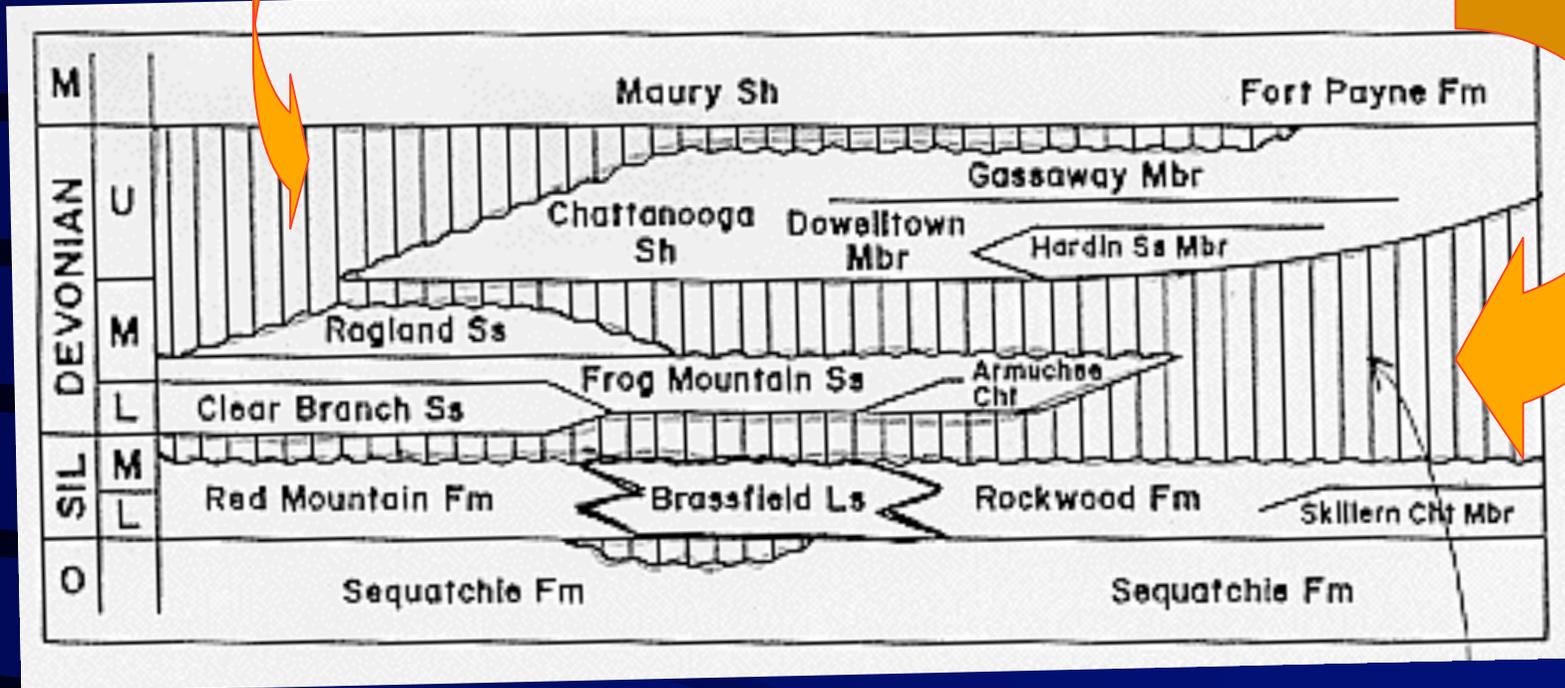
$\Delta RR$  (PHI, K)  $\Leftrightarrow$  variations latérales géométrie 3D  
(affleurements, sismique HR...)

*pour résumer ...*



*pour résumer ...*

*pas de dépôts*



a correlation chart, showing the APPROXIMATE temporal relations among the formal rock units of different regions

- pour résumer ... il y a 'deux versions' sur le terrain*
- la première (VUE) est lithostratigraphique*
  - la second (DÉDUITE) est chronostratigraphique*

SERIES	FORMATION	THICKNESS
Upper Cretaceous	Obscura Shale	400 m
	Perfecta Sandstone	150 m
Upper Jurassic	Horrorosa Formation	350 m

900 m  
800 m  
700 m  
600 m  
500 m  
400 m  
300 m  
200 m  
100 m  
0 m

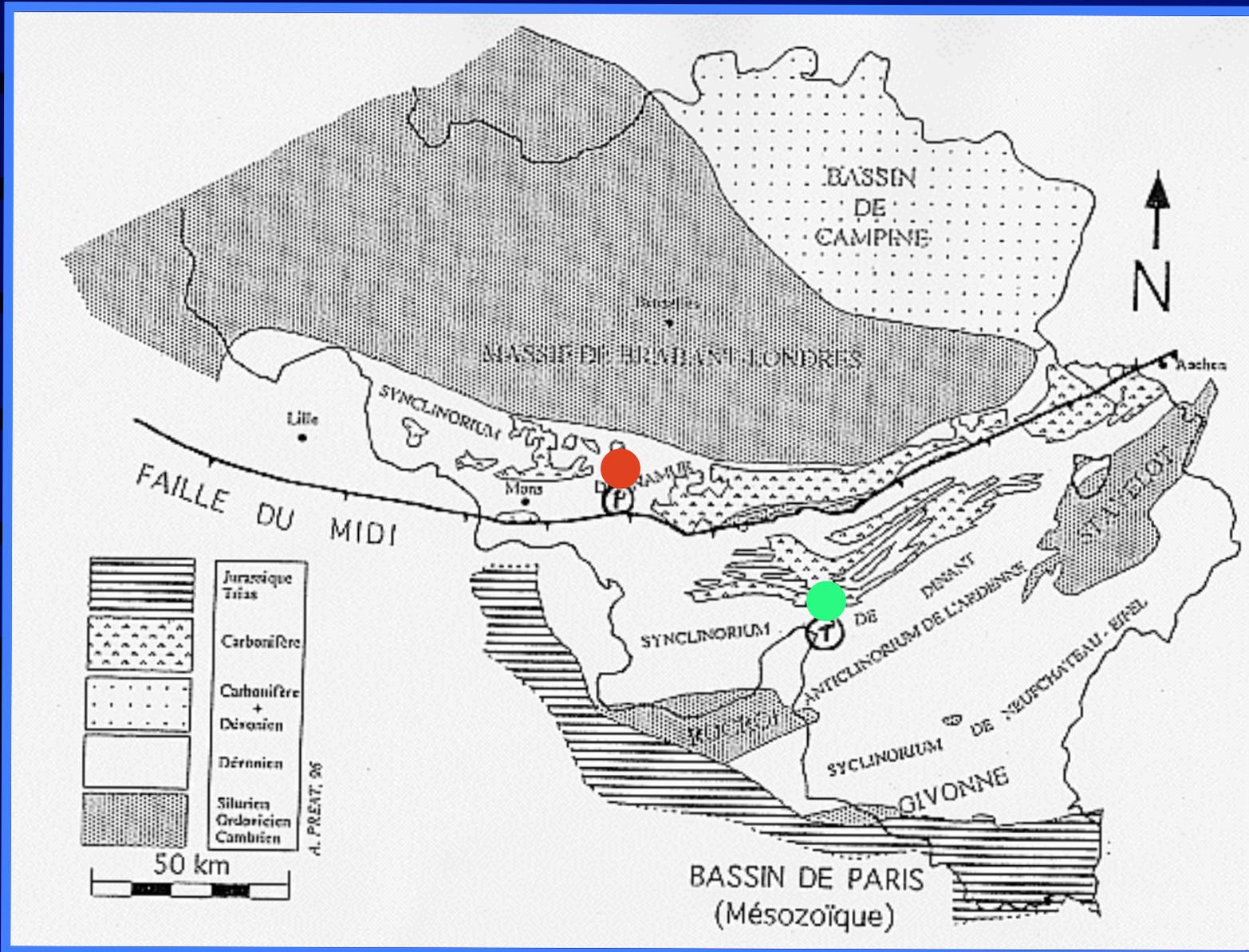
*disconformity*

FIG. 1.—Names and thicknesses of stratigraphic units in the Ficticia area, New Texico.

AGE	EPOCH	FORMATION
70 Ma	Late Cretaceous	Obscura Shale
		Perfecta Sandstone
100 Ma	Early Cretaceous	<i>hiatus</i>
140 Ma	Late Jurassic	Horrorosa Formation
180 Ma		

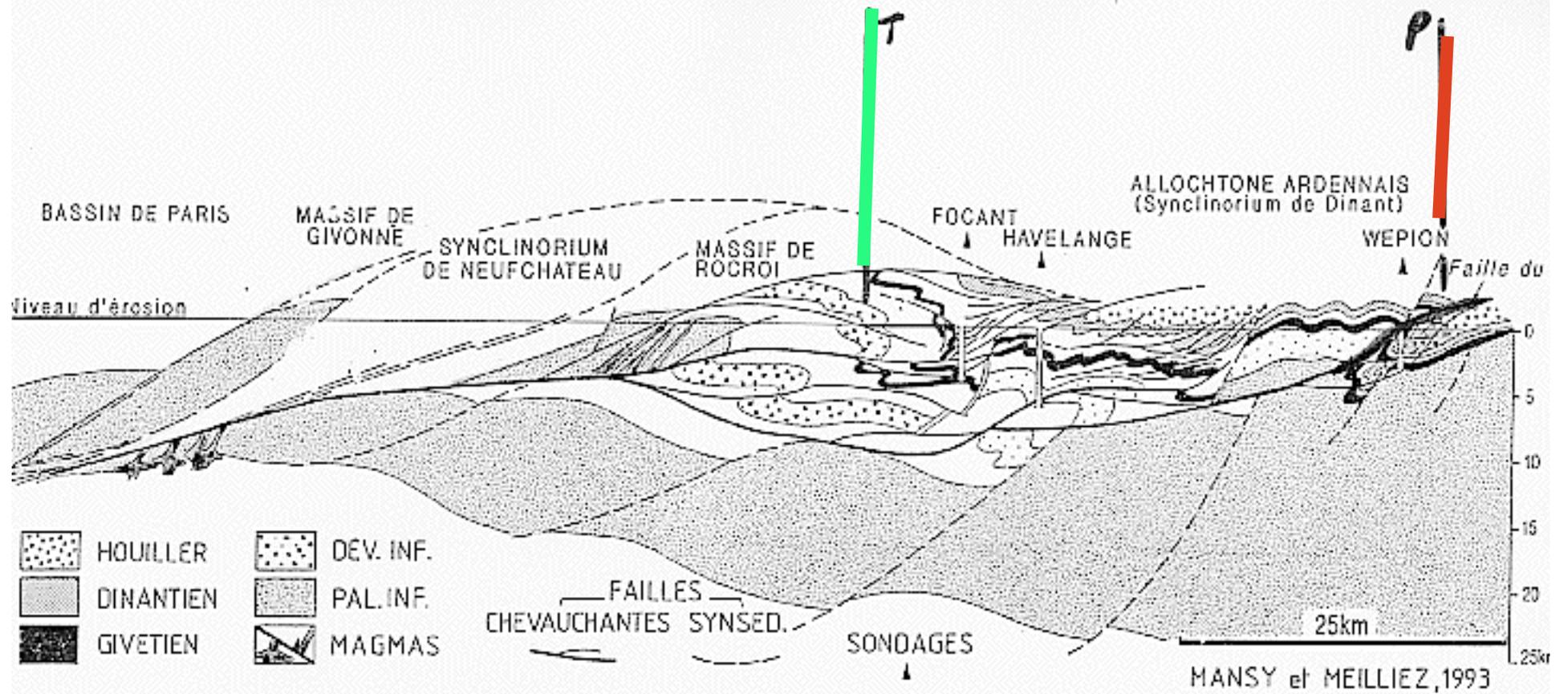
FIG. 2.—Names and ages of stratigraphic units in the Ficticia area, New Texico.



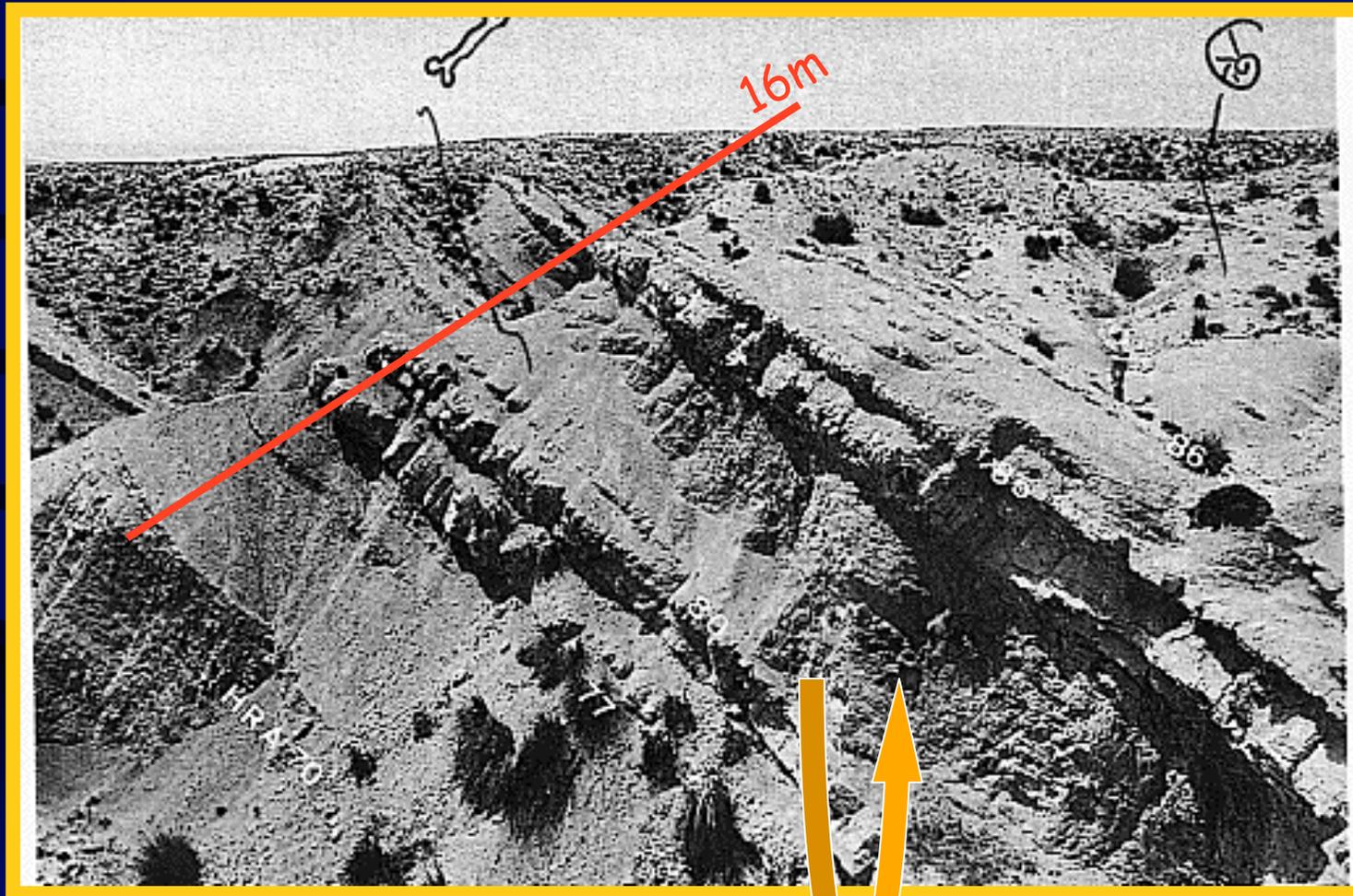


# TREIGNES

# PARENTVILLE



## CONIACIEN (Ks) TUNISIE CENTRALE [Kalaat Senan, Jugurtha]

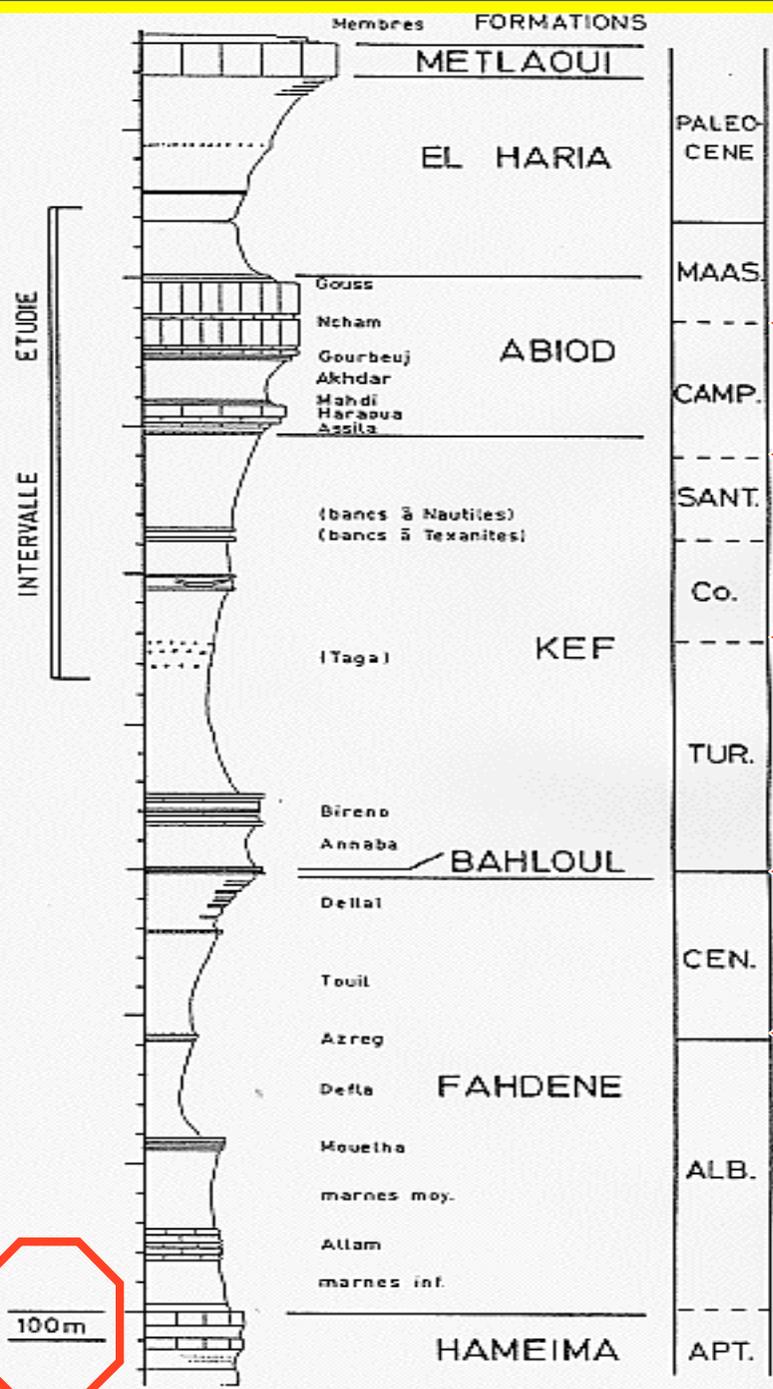
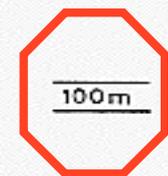


marnes grises entrecoupées de  
bancs calcaires chenalisés...



1300m  
 PF distale  
 Ammonites  
 Foraminifères  
 nanofossiles

50Ma



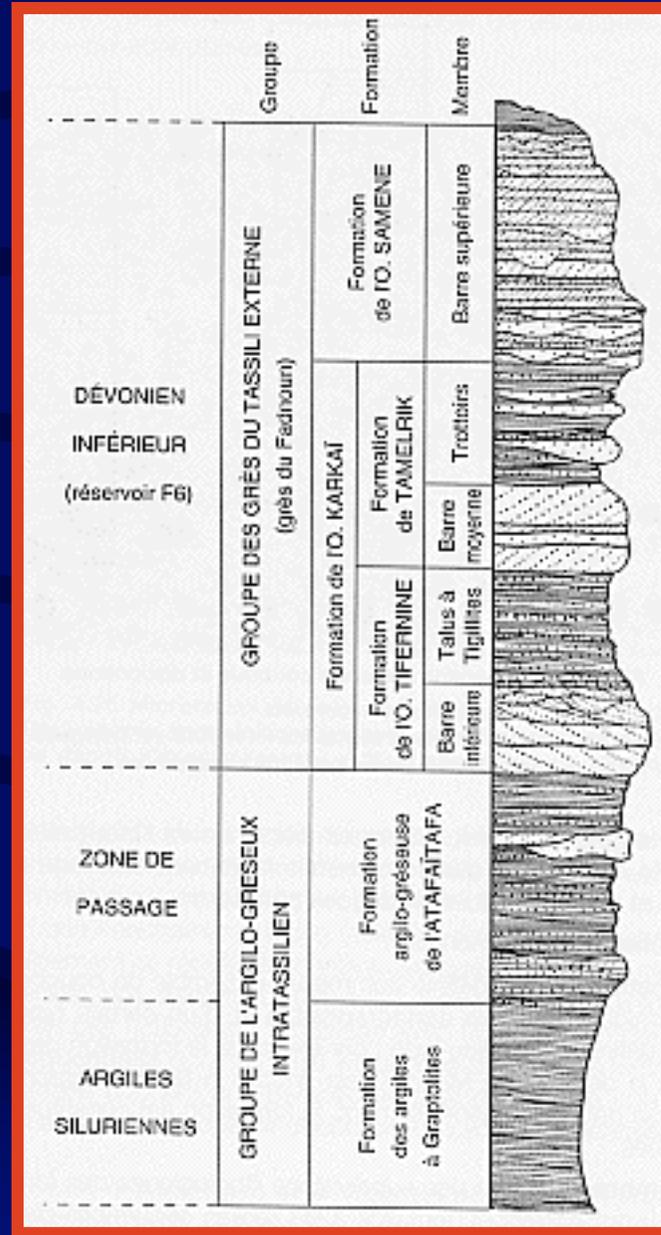
T  
 Danien  
 K

# lithostratigraphie

↓  
GROUPE

↓  
FORMATION

↓  
MEMBRE

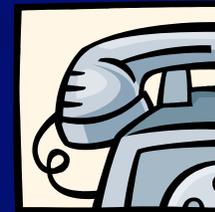


cela  
représente  
TJRS  
peu de temps

↻  
*stratigraphie  
événementielle  
ou dynamique*

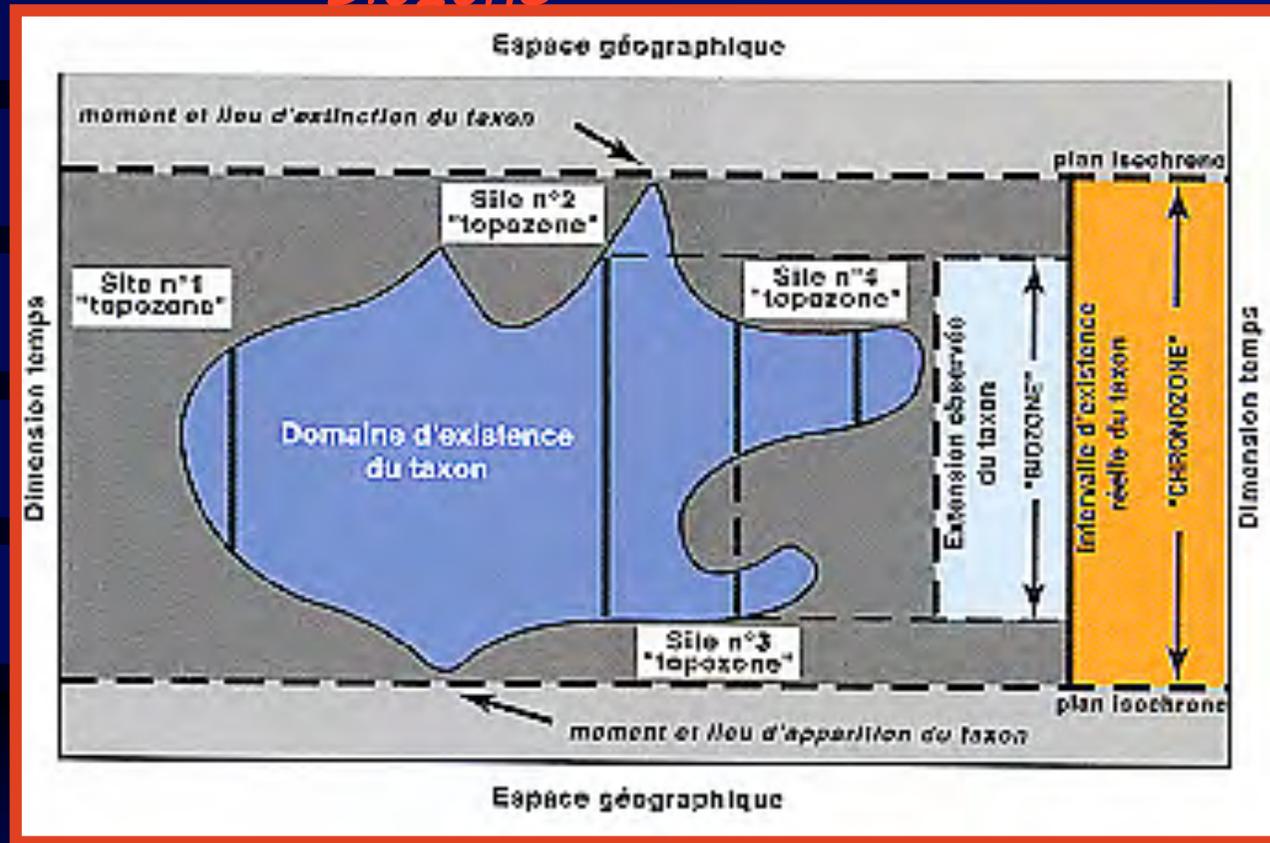
*Dév sup, Sahara*

la lithostratigraphie  
est donc limitée



*il faut alors faire appel à la biostratigraphie*

*Chronozone ≠  
Biozone*

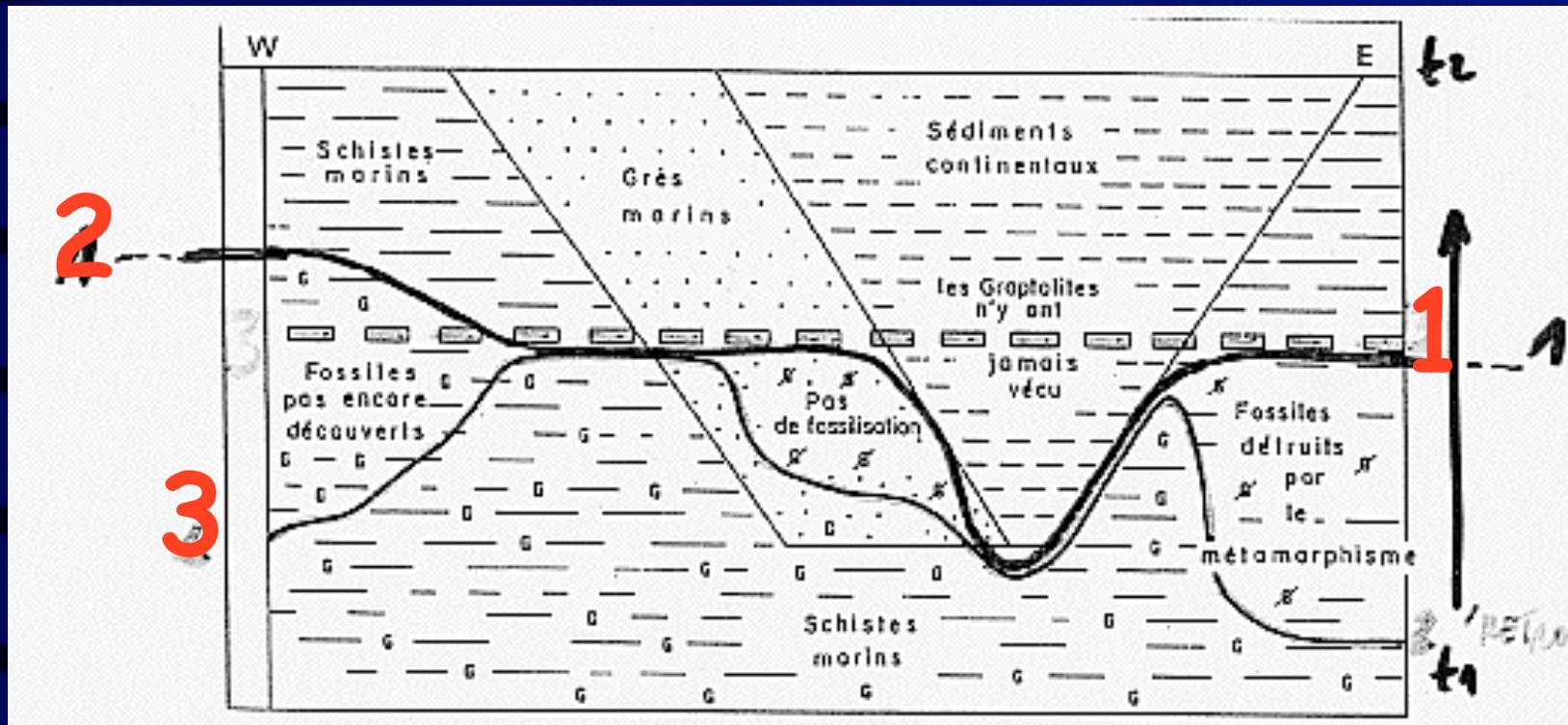


+2 'LAD'



+1 'FAD'





Graptolites: qq Ma 5-6!



1 surface isochrone idéale 2 formation où les G ont vécu  
3 formation où les G ont vécu et ont été retrouvés

# TROISIEME PRINCIPE

1800-1850 biostratigraphie basée sur

## PRINCIPE D'IDENTITE PALEONTOLOGIQUE

qui consiste à admettre qu'un ensemble de couches de même contenu paléontologique ('fossiles stratigraphiques') est de même âge

*nb début XIX<sup>e</sup> s. BROGNIART, puis LYELL...*

il faut donc distinguer entre

**FOSSILES STRATIGRAPHIQUES**

(indépendant du milieu)

**FOSSILES DE FACIES**

(liés au milieu 'VGR-NGR')

# (MICRO)FOSSILES STRATIGRAPHIQUES = fossiles 'marqueurs'

- gde répartition (paléo)géographique ----> corrélations sur gdes distances ==> seuls les organismes pélagiques correspondent à cette définition > < les autres sont liés à des biotopes trop étroits (=benthiques)

 FOSSILES PÉLAGIQUES (PLANCTONIQUES)  
car relative indépendance pr au milieu de vie

- gde rapidité de changement (d'évolution) dans le temps

# MACROFAUNES

## PRIMAIRE

Trilobites (Cm), Graptolites (Sil), Goniatites (Dév)

## SECONDAIRE

Ammonites: 10.000 sp fossiles pour 400 céphal. Act.

## TERTIAIRE

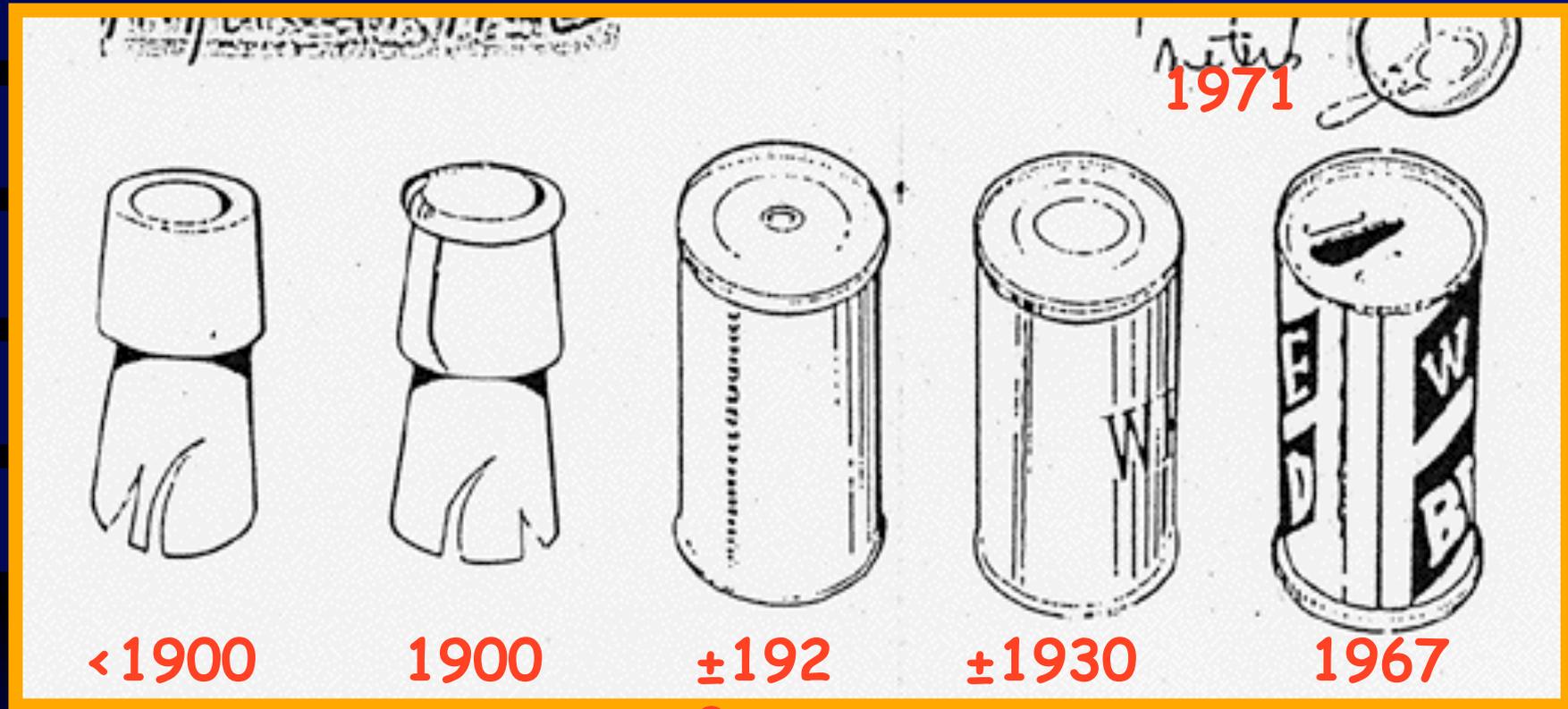
rare

*nb meilleur objet actuel=  
??? CC...*

# BAIE de CALIFORNIE

INDEX-FOSSIL?

*D-shaped*



<1900

1900

±192

±1930

1967

0

*beer bottles =====> beer cans ....  
considered as STRATIGRAPHICAL PALAEOLOGY?*

# ambiguïté???

## datation des sédiments actuels de la Baie de Californie

### = FOSSILES DE FACIES?

=> tab ds déserts du SW des USA

==> rares ds plaines abyssales

### = FOSSILES ECOLOGIQUES?

=> peu ab ds régions vinicoles

==> inconnus régions islamiques strictes

### = FOSSILES 'DIACHRONIQUES'

=> 1920-1930 = US (erratiques en Europe)

==> >WWII: présents en Europe, puis...

# ambiguïté???

datation des sédiments actuels de la Baie de Californie

= FOSSILES EVOLUANT?

=>compétition avec bouteilles plastiques  
(à gd potentiel de préservation)

'POUBELLIEN SUP' (avec plastique)

'POUBELLIEN INF' (sans plastique)

= FOSSILES TECHNIQUES?

=>'D'-shaped...

QUID?

?fossiles stratigraphiques

VS

?? fossiles faciès

*FINALEMENT ...*

que représenterait la sédimentation  
la PLUS CONTINUE (càd la moins discontinue!)

et

la PLUS RAPIDE (càd maximale)  
à une échelle géologique censée???



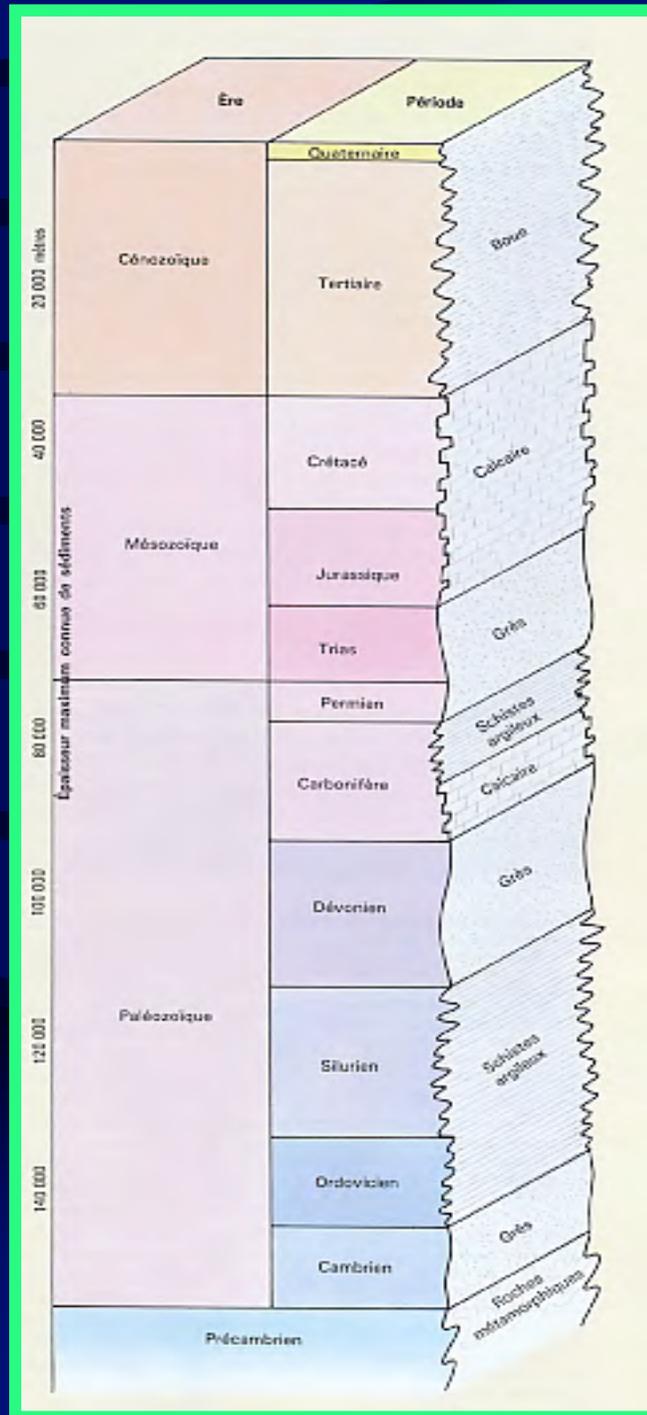
raisonnement par l'absurde  
càd géo-pas-logique

T 10, J 15, K 17,  
 Paléoc 4, Eoc 10,  
 Olig 9, Mioc 7,  
 Plio 5km

# colonne stratigr FICTIVE



Cm 10km, Ord 13,  
 Sil 13, Dév 13,  
 Cfère 19, Pm 6km

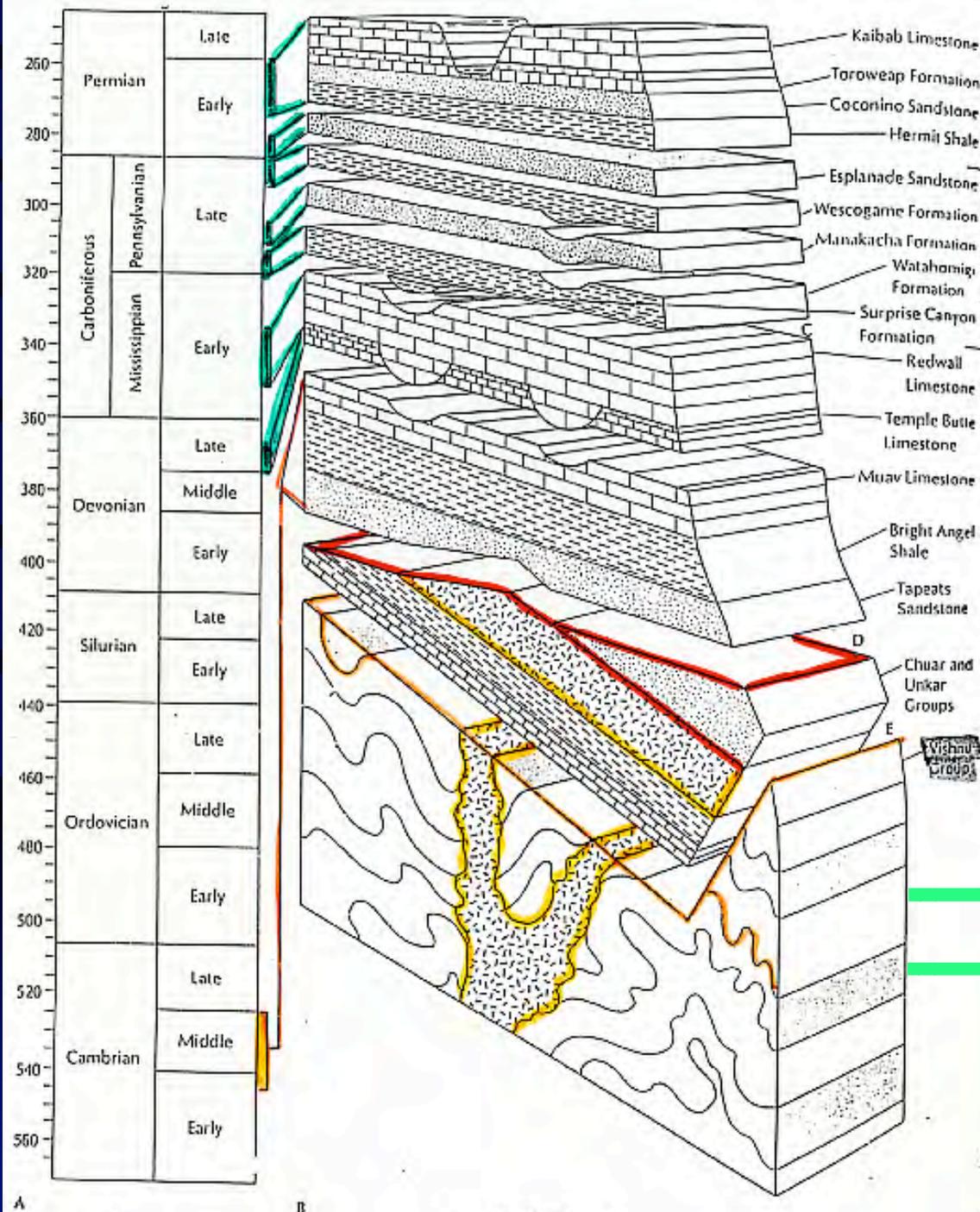


154 KM  
 =  
 MAX

=0,3mm/an



question:  
série continue??  
quid pr  
0,3mm/an???



1,6km  
 dont  
 1,2km Paléoz.  
 + >10km Pcm  
 [métamorphisme,  
 plissements,  
 intrusions  
 de plutons  
 -granodiorites...]

PALÉOZ  
 PROTÉROZ  
 ARCHÉEN

quid pr  
 0,3mm/an???

M  
A  
X

PHANEROZOIQUE

154Km = 0,3 mm/an

y compris 'gaps' et discontinuités

situation la plus réaliste

GD CANYON (USA)

1,2Km = 500 Ma

1an = 0,0024 mm

>100X  
MOINS!

A photograph of a mountain range with distinct horizontal geological layers. The foreground shows a rugged, rocky slope with sparse vegetation. The middle ground features a prominent, flat-topped mountain peak with a series of horizontal strata. The background shows more distant, hazy mountain ranges under a clear sky. The text "réponse = non série continue??" is overlaid in green on the left side of the image.

réponse = non  
série continue??

	MAX (km)	durée	km/Ma ou mm/an
Néogène + IVR	13.0	26	0,50
Paléogène	20.9	39	0.54
K	15.8	71	0,22
J	13.1	54	0,24
T	8.8	35	0,25
Pm	6,2	55	0,11
Cfère	13.8	65	0,21
Dév	11.7	50	0,23
Sil	8,9	35	0,25
Ord	13.8	70	0,20
Cm	11.8	70	0,17
Phanéroz	137.8	570	0,24



pas de compaction  
pas d'érosion  
moins d'orogènes  
....

moyenne du long terme  
(MAX)?





# PRINCIPE(S) DE BASE = INTUITIF

le dépôt d'une certaine quantité de matériau  
(càd l'ép. d'une couche)  $\longleftrightarrow$  certain laps de temps



FAUX

finalement cela fonctionne  
 comme cela pdt 2 à 3 siècles

18<sup>e</sup> s. Age de la Terre = qq  $10^3$  années [-6006, 23oct, 9h...]

19<sup>e</sup> s. = qq Ma: évaluation des stocks salifères

= une 100' Ma: bilan thermique du Globe (Lord Kelvin)

## 1905 RUTHERFORD

liaison radioactivité et désintégration radioactive des éléments instables ==> CHRONOMETRE INTERNE

==> ==> GEOCHRONOLOGIE (RADIOMETRIE) ABSOLUE

*Avantage: SUCCESSION ESPACES TEMPS HIERARCHISES DE DUREES INDEPENDANTES DU CONTENU càd des dépôts et des phénomènes*

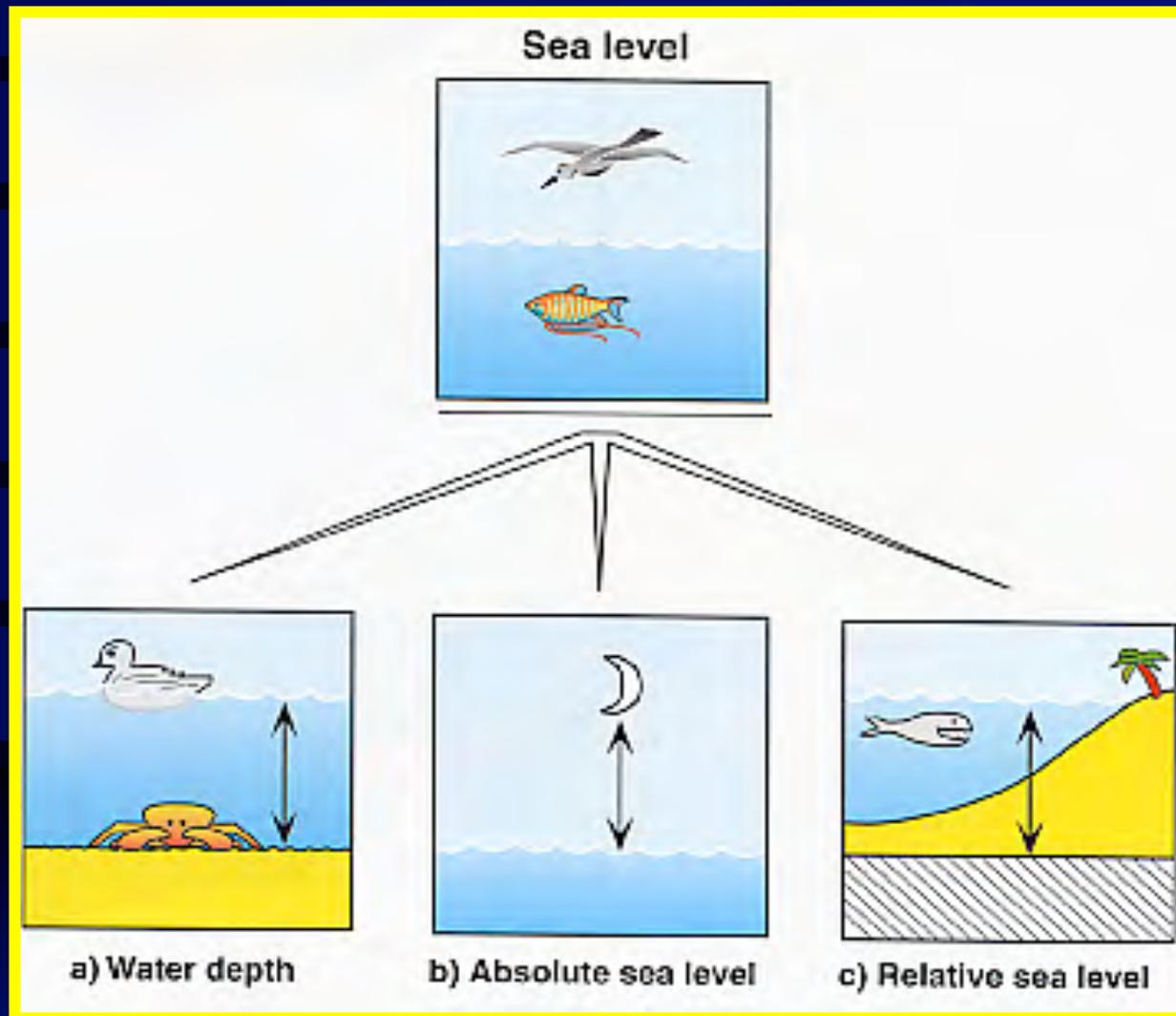


PRECISION INSUFFISANTE (qq Ma! très vite en reculant dans le temps) > < chronologie relative: ex du Gv: durée  $\pm 4$ Ma à 2,5Ma près!

CHRONOLOGIE  
ABS + REL  
=  
DYNAMIQUE DES BASSINS

...

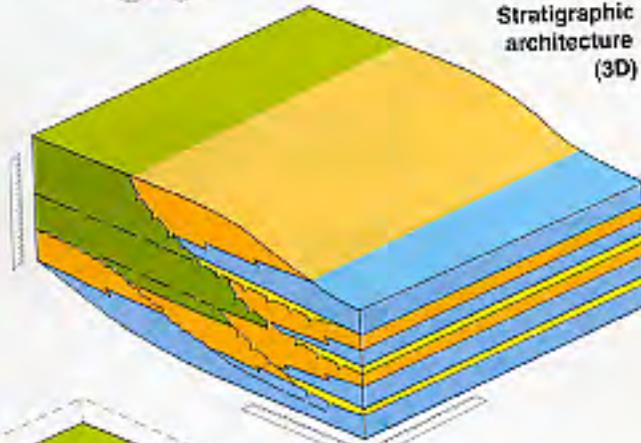
les  $\Delta NM$  sont relatives et plus rarement absolues



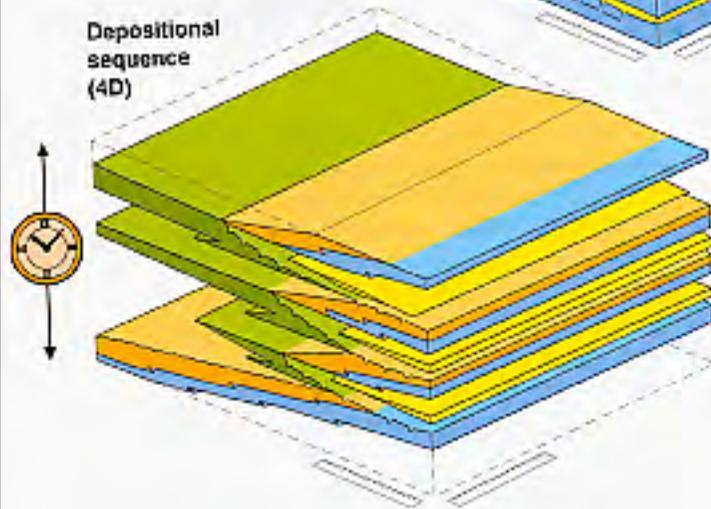
Sedimentary landscape (2D)



Stratigraphic architecture (3D)



Depositional sequence (4D)



*stratigraphie séquentielle de 3è ordre*

# CHRONOLOGIE ABS ou ISOTOPIQUE

$^{87}\text{Rb} \implies ^{87}\text{Sr}$  [5.10<sup>10</sup> années]

$^{232}\text{Th} \implies ^{208}\text{Pb}$  [13,9.10<sup>9</sup> années]

$^{40}\text{K} \implies ^{40}\text{Ar}$  [11,9.10<sup>9</sup> années]

$^{238}\text{U} \implies ^{206}\text{Pb}$  [4,6.10<sup>9</sup> années]

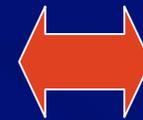
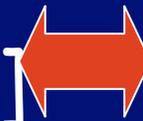
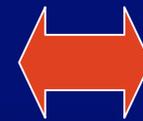
$^{235}\text{U} \implies ^{207}\text{Pb}$  [7.10<sup>8</sup> années]

$^{234}\text{Th} \implies ^{230}\text{Th}$  [250.000 années]

$^{230}\text{Th} \implies ^{226}\text{Ra}$  [75.200 années]

$^{14}\text{C} \implies ^{14}\text{N}$  [5.568 années]

$^3\text{T} \implies ^2\text{H}$  [12,26 années]

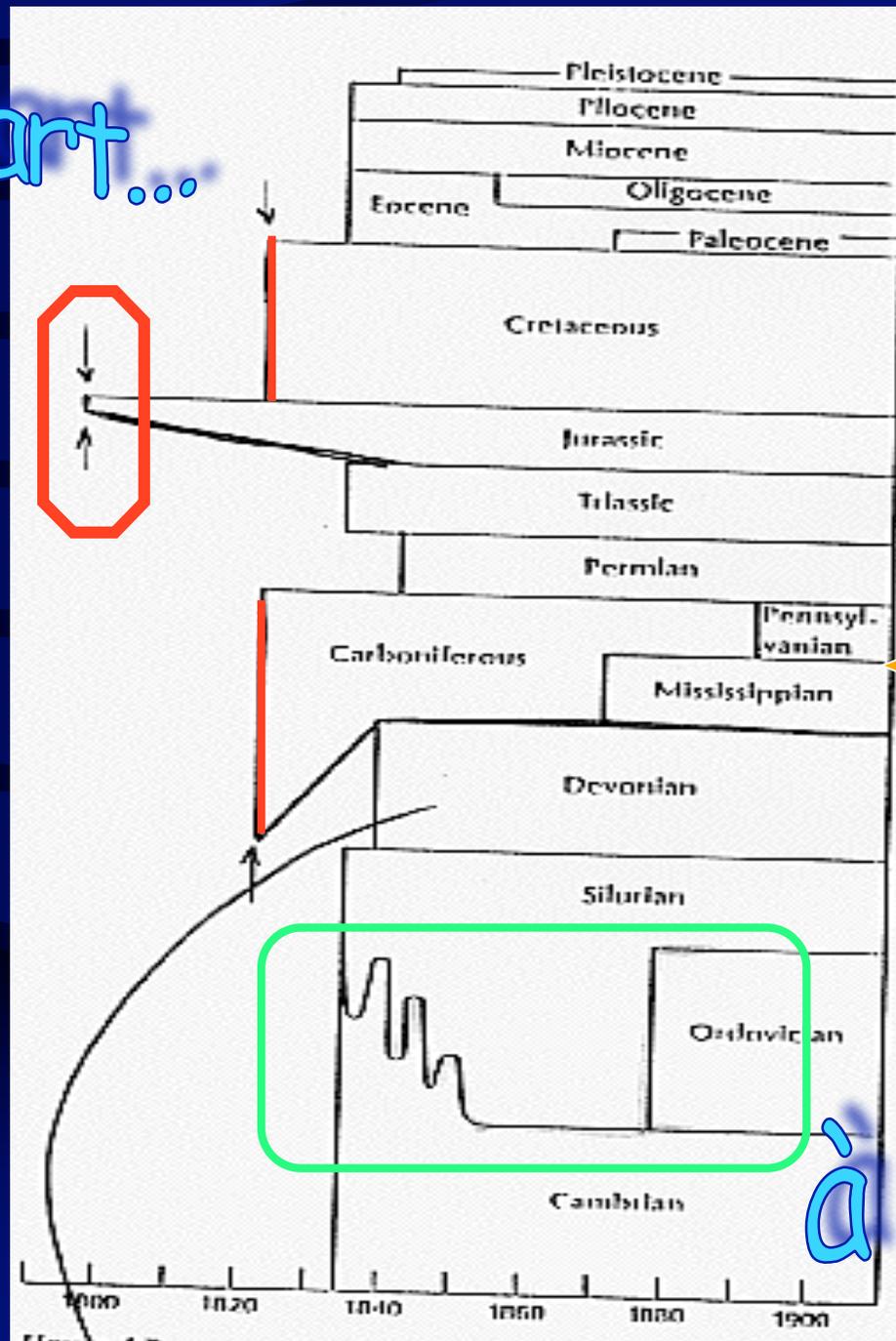


C  
I  
R  
R  
U  
L



MALGRÉ TOUT  
bcp d'incertitudes  
demeurent!

au départ...



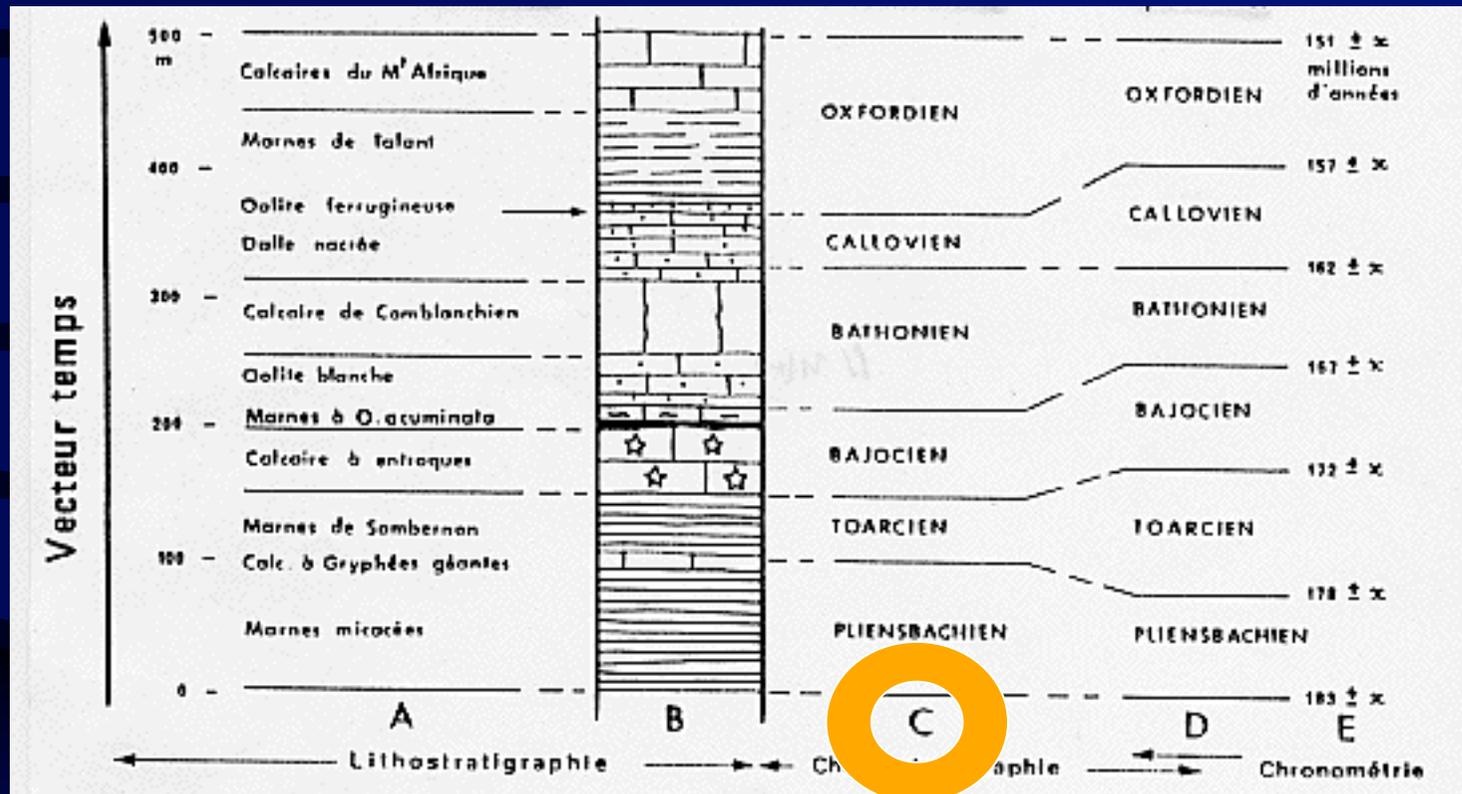
à l'arrivée

Formations  
[chacune représente  
un épisode de la sédi-  
mentation régionale]

Colonne  
stratigr.  
=  
LOG

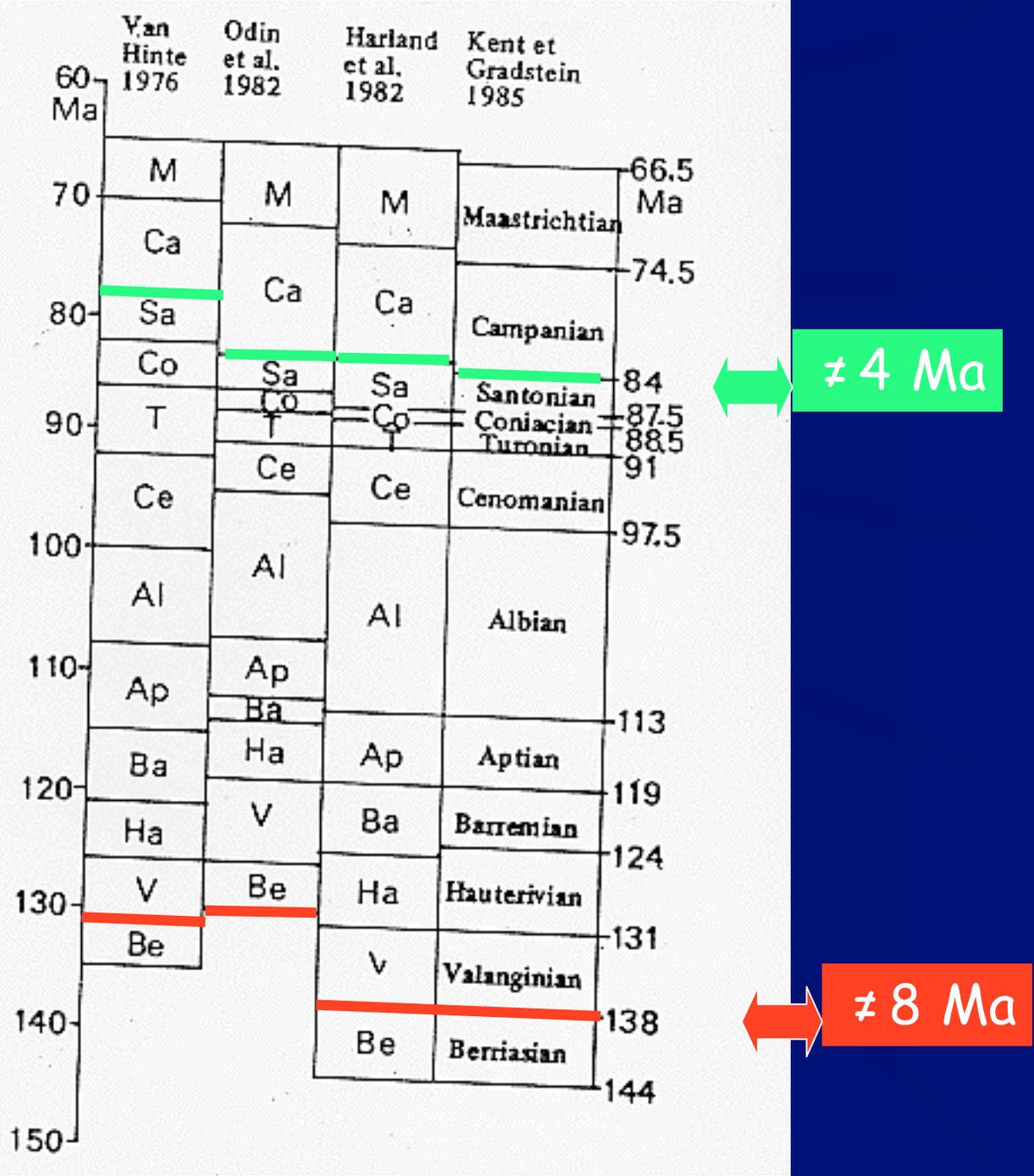
ETAGES  
selon l'ép. selon leurs  
des dépôts durées  
probables

Âges  
radio-  
métriques



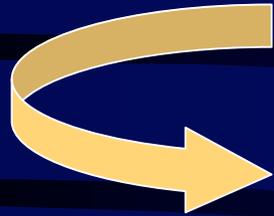
*C: 'calage' (corrélations) de la série locale pr à l'échelle stratigraphique générale... (échelle de chronologie relative...)*

1990'



*ECHELLE CHRONOSTR. càd SUBDIV  
DES DUREES GEOLOGIQUES  
(=succession des terrains séd.)  
EN UNITES HIERARCHISEES*

**BUT**



*ECHELLE CHRONOLOGIQUE: pour les DUREES  
ECHELLE STRATIGRAPHIQUE: pour les COUCHES*

*échelle chronologique ==> unités chronostratigr.  
ou STRATOMERES (ou unités GEOCHRONOLOG.)*

# EON

Pcm

Phanér.

# ERE

IR, ...?IVR

Pal 700/670

Més 245

Cén 65

Pléist 1,6?

Hol 10000

# PERIODE

Cfère

Crét

Quat?

=2,41???

(Gauss)

# EPOQUE

Eoc 55-36

Malm 135

Dogger

Lias 195



# EONOTHEME

idem



# SYSTEME

25-75Ma

T/J/K ...

+sous-SYST

Cfère=Miss+Penn

+super-SYST

Karoo Cfère==>J



# ERATHEME

idem

# GROUPE ='SERIES'

±15Ma

inf/moy/sup

Ex Ks

+ noms particul.

Dn = Tn+Vn

+Lias/D/Malm

AGE\*\*\*\*



ETAGE\*\*\*\*

6-7 Ma [2-10]  
+ Super-ETAGE  
+ sous-ETAGE

CHRON



CHRONOZONE  
± biozone

(HEMERA)



EPIBOLE  
= apogée sp.



de + en + spécialisé

*l' ETAGE représente donc en moyenne 5 Ma càd environ*

- 1 % temps Phanérozoïque*
- 1/1000 histoire Terre*
- 0 m [le plus souvent!]*  
*à qq 100'm [stratotype]*  
*[il existe entre 80 et 120 étages...]*  
*chacun comprenant 4 à 5 biozones]*

nb

- le IVR est lié à l'évolution humaine et aux gdes glaciations arctiques (déjà commencées aux IIIR, Eoc/Olig, 35Ma)
- certains Systèmes (Cm=70Ma)
  - > qu'une Ere (IIIR, 65 Ma)

POSTAPOCALYPSE STRATIGRAPHY: SOME CONSIDERATIONS AND PROPOSALS, *Geology*, 1985, 13:4-5

## EONS

- Archéen
- Protéroz
- Phanéroz
- HYSTEROZOIQUE  
(hysteros=après)

## PERIODES

- ...
- QUINTINAIRE???

## ERES

- Paléoz
- Mésoz
- Cénoz
- TELOZOIQUE  
(télos='fin de la vie')

## EPOQUES

- Paléocène-----Holoc
- KEROCENE  
(kéros='mort')



*NEW PRECAMBRIAN TIME SCALE: COMMENTS*  
*Episodes 1992, 15/2:122-125*

*A PROPOSAL FOR THE REVISION OF*  
*CHRONOSTRATIGRAPHIC NOMENCLATURE*  
*Episodes 1994, 17/3:57-59*

...

...

# OF CLOCKS AND ROCKS -THE FOUR AEONS OF EARTH

Episodes 1991 14/4:327-329

- 0,7 → PHANEROZOIQUE 'visible'=multicellulaires
- PROTEROZOIQUE période 'moyenne' de la vie
- 2,5 → ARCHEEN 'jeunesse' = 'early life history'
- 4Ga → HADEEN naissance Terre = prébiotique

SUP → 1,1Ga  
MOY →  
INF → 1,6Ga

PROTEROZOIQUE =cyanobactéries

1995

	<i>durée</i> Dév Ma	<i>durée</i> Giv Ma	% Giv/ Dév
Harland et al. 1972	40	6	12.5
Palmer 1983	48	6	12.5
Odin 1985	40	5	12.5
McKerrow et al. 1985	58	11	18.96
Snelling 1985	50	10?	20?
Harland et al. 1989	46	3.4	7.39
Menning 1989	46	-	-
Odin & Odin 1990	50	5	10.0
Fordham 1992	44	8.7	19.8



problème  
des extinctions  
'MASSIVES'  
=  
?  
résolution

conclusion  
(provisoire)

° ETAGE  $\Rightarrow$  CHRONOZONE

peut varier de qq mètres (pfs/svt=0!)  
à plusieurs 100'-1000'm

°  $\Delta$  ECHELLE TEMPS =  $10^{17}$   
( $10^9$  à  $10^{-7}$  càd 3 sec)

*SÉDIMENTS ou SÉRIES SÉDIMENTAIRES*  
*= 'POUPEES RUSSES' EMBOÎTÉES*  
*5 ORDRES.....cfr PHÉNOMÈNES*

## BIOZONATIONS, RESOLUTION TEMPORELLE

CÉNOZOÏQUE: 500.000 ans

MÉSOZOÏQUE: 750.000-500.000 ans

PALÉOZOÏQUE: 1-8 Ma

Dévonien franco-belge 1,8-2 km

16 Z. à conodontes/23 Ma

une zone = 1,5 Ma/ 100-200 m

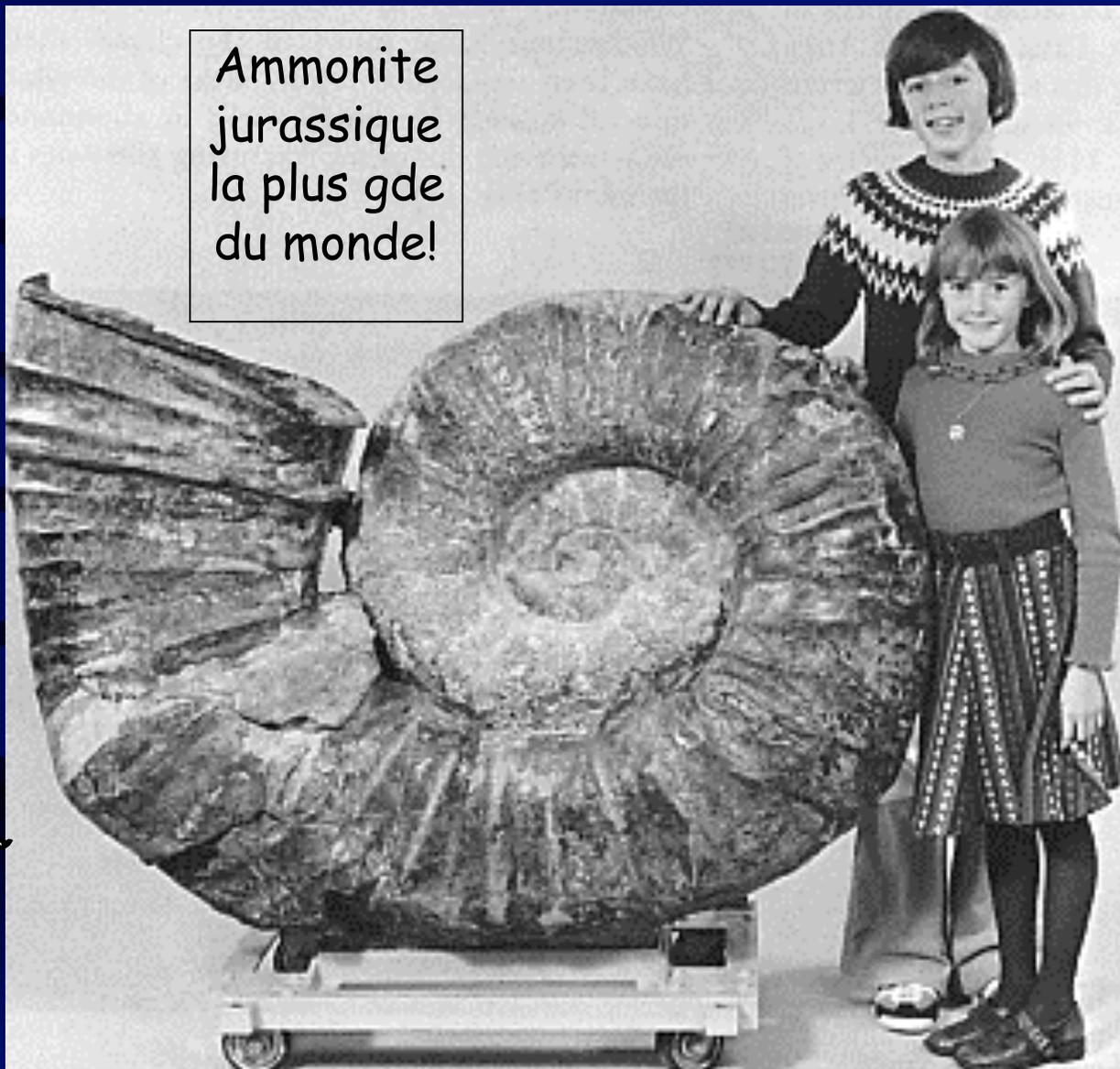
(1 an = 0,05-0,1mm) !CYCLES...

Gd Canyon 1,2 km = 500/600 Ma

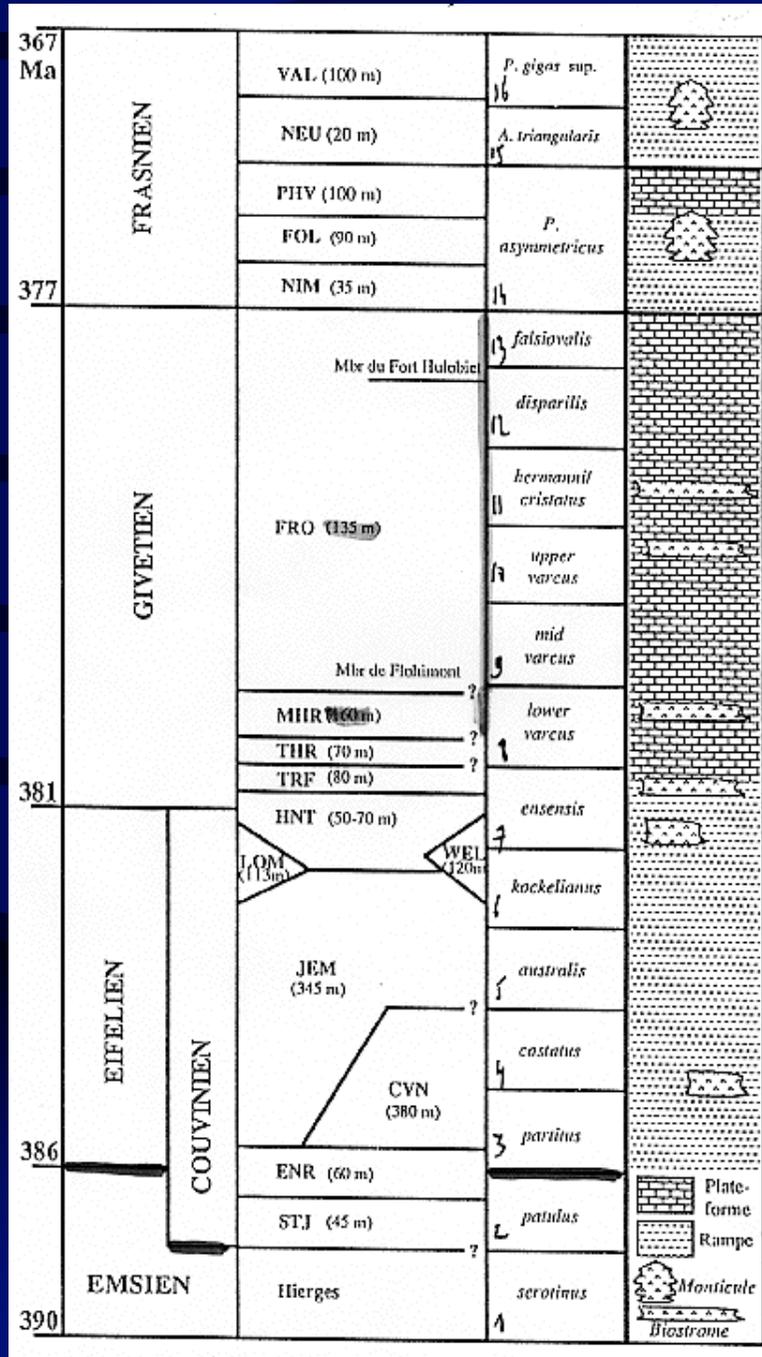
1 an = 0,0024 mm

Jurassique: Ammonites <100.000 ans!

Ammonite  
jurassique  
la plus gde  
du monde!



*Lytoceras, Nvle Zélande*



*bord sud  
du bassin  
ou  
synclinorium  
de Dinant*

*avec nombreux  
stratotypes  
historiques*



⇒ nouvelle difficulté !!!

SÉRIES PÉLAGIQUES  
(=de 'bassin')



fossiles stratigraphiques  
taux de sédimentation  
= mm/1000ans

SÉRIES  
De  
PLATES-FORMES



fossiles de faciès  
taux de sédimentation  
= dm-m-Dm/1000ans

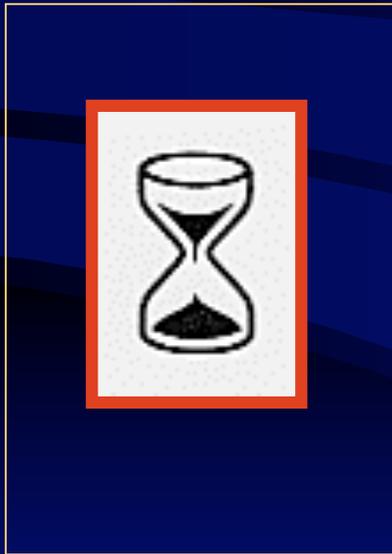
•••stratotypes ET  
parastratotypes  
et/ou limitotypes

TEMPS



pas  
de réf  
mat  
pour  
le PCm...  
[85%tgéol!]

un stratotype???



TEMPS

durée déterminée vs qtité dét...

NOMBREUSES  
échelles  
stratigraphiques  
en couleur  
...

*malgré cela ...*



# 'WK + GSSP...'

1990'



31. 'La subdivision du 'super étage' Viséen en 5 étages est raisonnable si l'on considère le facteur durée. Aucun âge n'est actuellement cité pour leurs limites: ces 5 subdivisions 'anglaises' correspondent aux 3 subdivisions 'belges' Molinacien, Livien, Warnantien'

34. 'Le Frasnien semble plus long que le Famennien'

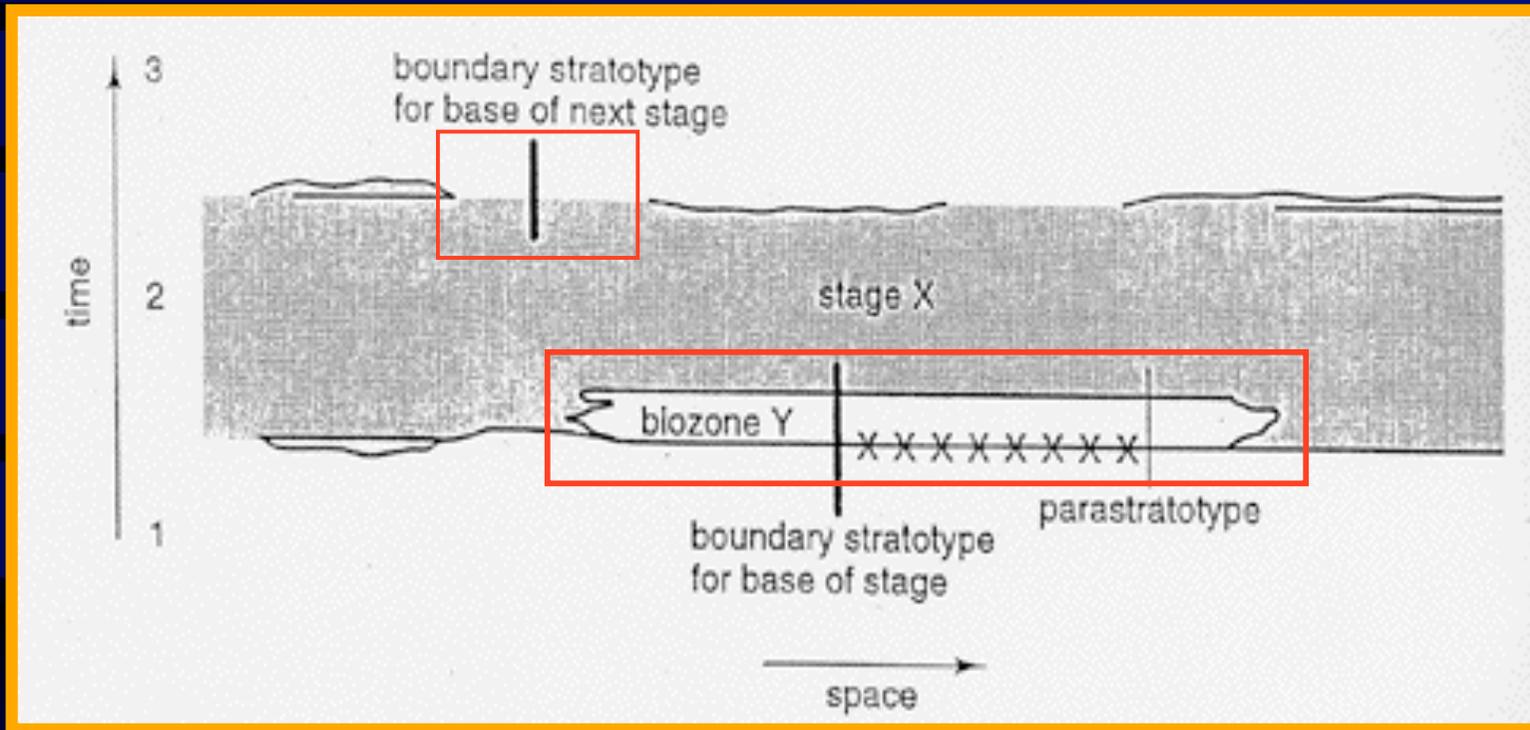
35. 'Au Dévonien moyen, les durées égales à 5 Ma (ou à 10) indiquent seulement que l'on a peu d'assurance: ces estimations de durées arrondies sont indicatives et peut-être erronées'

37. 'Pour la limite Silurien-Dévonien, un âge de 395 Ma est parfois retenu, mais un âge proche de 410 Ma semble plus probable. La marge d'incertitude sur l'âge proposé ici est de l'ordre de 8 Ma'

2000' *limitotype E/G (1995)*

## LIMITOTYPE

*la base de l'étage X est défini par la base d'une biozone Y*

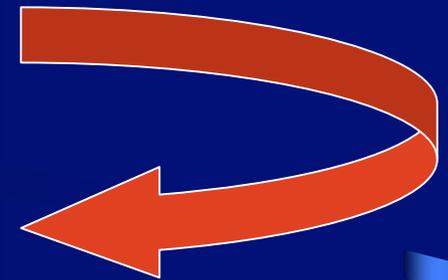


*... le parastratotype est dans un faciès différent et EGALEMENT défini par rapport la biozone Y*

# BIOZONES

CHOIX DES ESPECES: idéalement

- très court temps/durée évolutive
- très large distribution géographique
- 'indépendance' du faciès
- spécimens ABONDANTS!



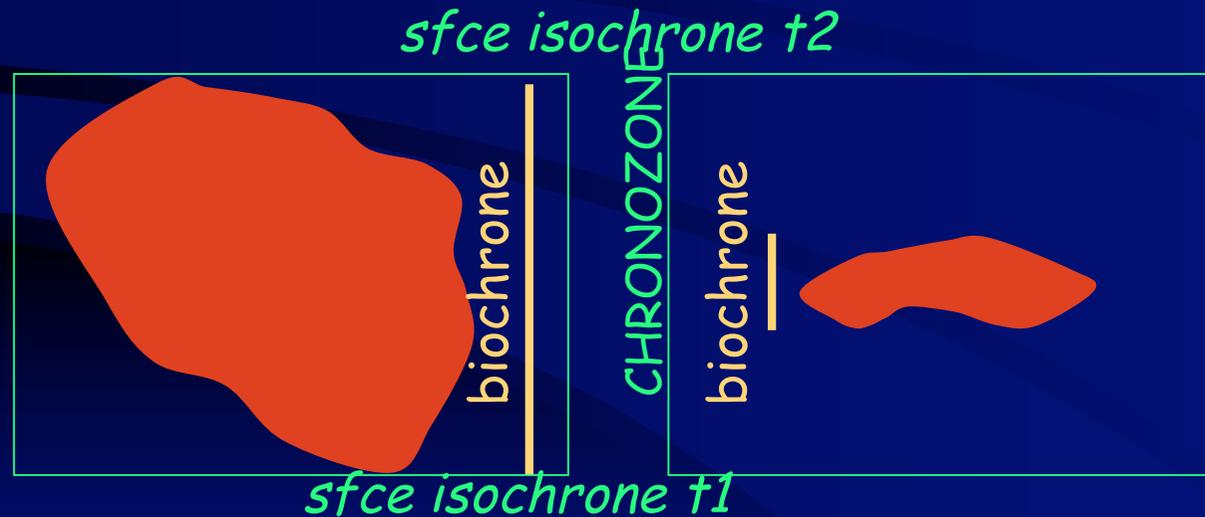
*EN PRATIQUE...*  
*les biozones varient*  
*considérablement en ép.,*  
*en extension géographique*

*couche tout à fait locale <--> unité puissante 10<sup>3</sup>m! et globale*

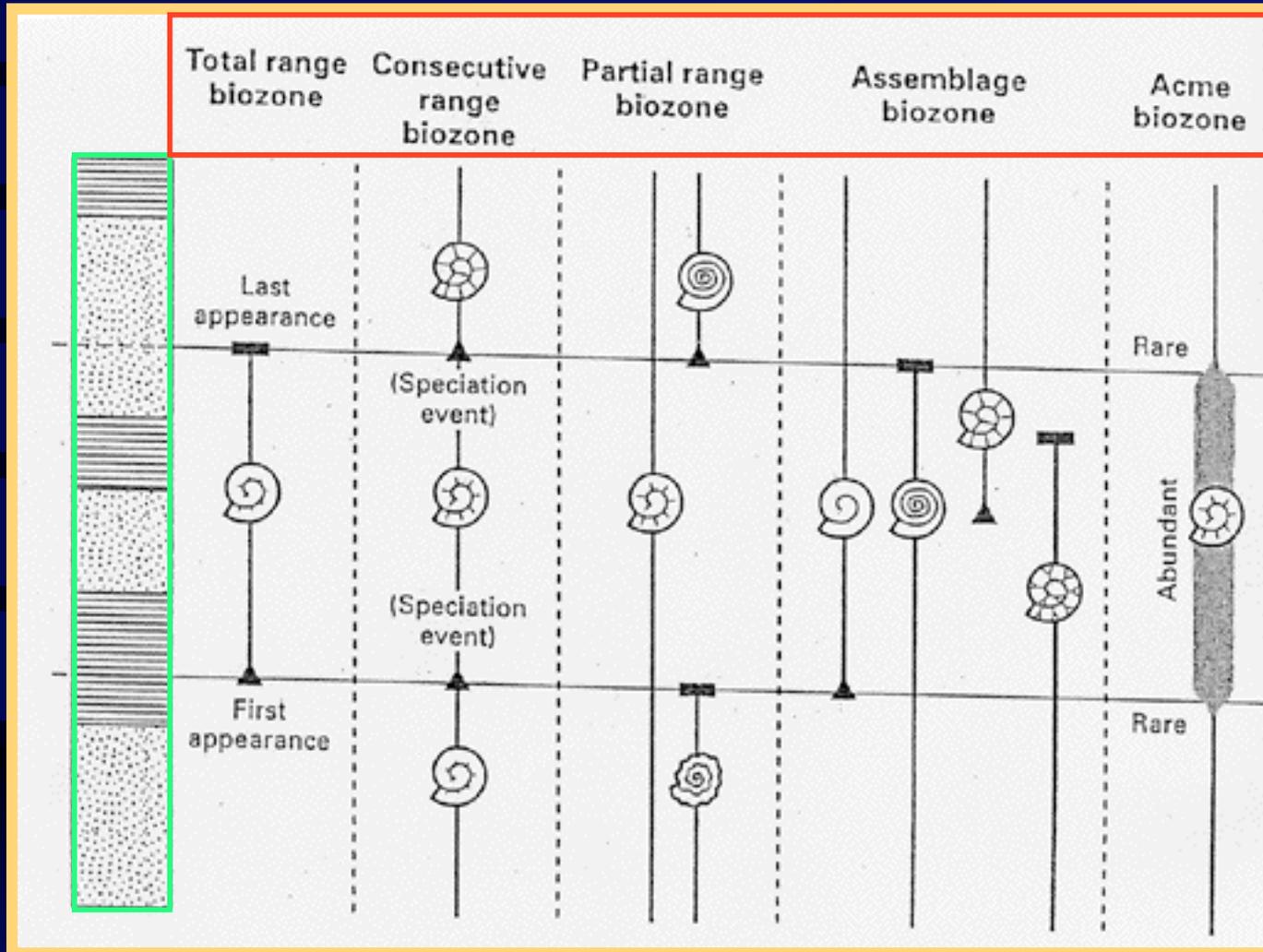
# LE TEMPS REPRESENTÉ PAR UNE BIOZONE

= SA DURÉE == BIOCHRONE

- à ne pas confondre avec la CHRONOZONE
- = la + petite subdiv. CHRONOstratigraphique
- elle correspond souvent à la durée d'une BIOZONE, mais est différente de la bioz elle-même



Biozone à *Zigzagiceras zigzag* [Bath inf, Jm]



il existe 4 types principaux de BIOZONES

1. ZONE D'ASSOCIATION = D'ASSEMBLAGE ou cénozones
2. ZONE D'EXTENSION ou de distribution = 'RANGE ZONE',  
= acrozone
3. ZONE D'ABONDANCE ou apogée ou épanouissement
4. ZONE D'INTERVALLE



*Les données biostratigraphiques sont difficiles à traiter  
**OBJECTIVEMENT***

- *car souvent incomplètes <--> cfr échantillonnage*
- *absence de coupes suffisamment nbres (ex Eif/Gv)*
- *représentativité d'observation (Massif Brabant...)*
- *changements latéraux de faciès*
- *....*
- *traitements mathématiques, logiciels d'analyse...*



# néanmoins...

ELLES RESTENT, À DÉFAUT DE MIEUX,  
À LA BASE DE L'ÉCHELLE DES TEMPS  
GÉOLOGIQUES... toutes les autres  
méthodes venant en complément...



# St-Honorine-des-Pertes



S  
T  
R  
A  
T  
O  
T  
Y  
P  
E

J inf/moyen [Aal/Baj, Normandie]

# St-Honorine-des-Pertes

S  
T  
R  
A  
T  
O  
T  
Y  
P  
E



# St-Honorine-des-Pertes



STRATOTYPE

J inf/moyen [Aal/Baj, Normandie]

# Port-en-Bessin, Est



J moyen [Dogger, Normandie]

# roches noires



J sup, Normandie



Anseremme  
limite D/C?



*ancien  
stratotype*

# Anseremme limite D/C?



Tn2a/Tn2b

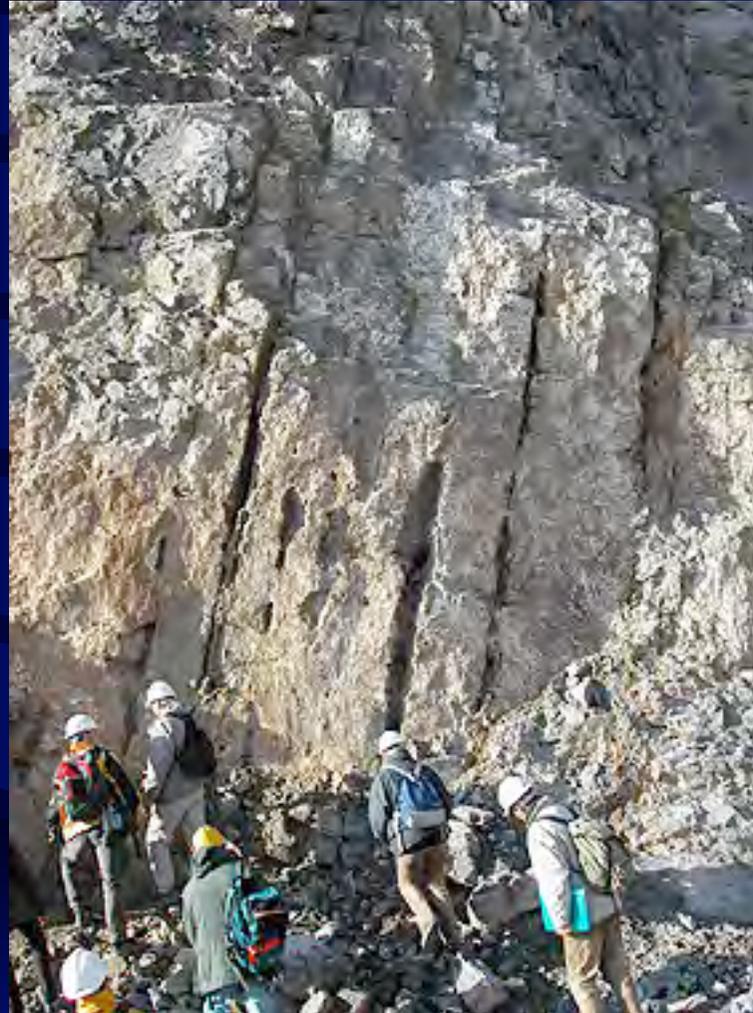
# Avesnes-sur-Helpe

S  
Y  
N  
C  
L  
I  
N  
A  
L



Carbonifère inférieur

# Avesnes-sur-Helpe



Godin/Terwagne (Vn inf)

# Avesnes-sur-Helpe



Grives, Tn

# CHAPTER

# 9



## The Fossil Record: A Biased but Rich Record of the History of Life



**U**nlike the other planets in our solar system, the earth is teeming with life. Wherever and however it may have arisen, life has been successful on this planet. For more than 4 billion years, different organisms have flourished, first in the oceans and then on land. The history of life is, in itself, an absorbing story. A record of this history is given to geologists through the fossils contained in sedimentary rocks.

# LE TEMPS EN GÉOLOGIE...

*... que de problèmes*

*OU*

*rien que des problèmes ...*



# LE TEMPS EN GÉOLOGIE...

*c'est fini  
pour aujourd'hui ...*

