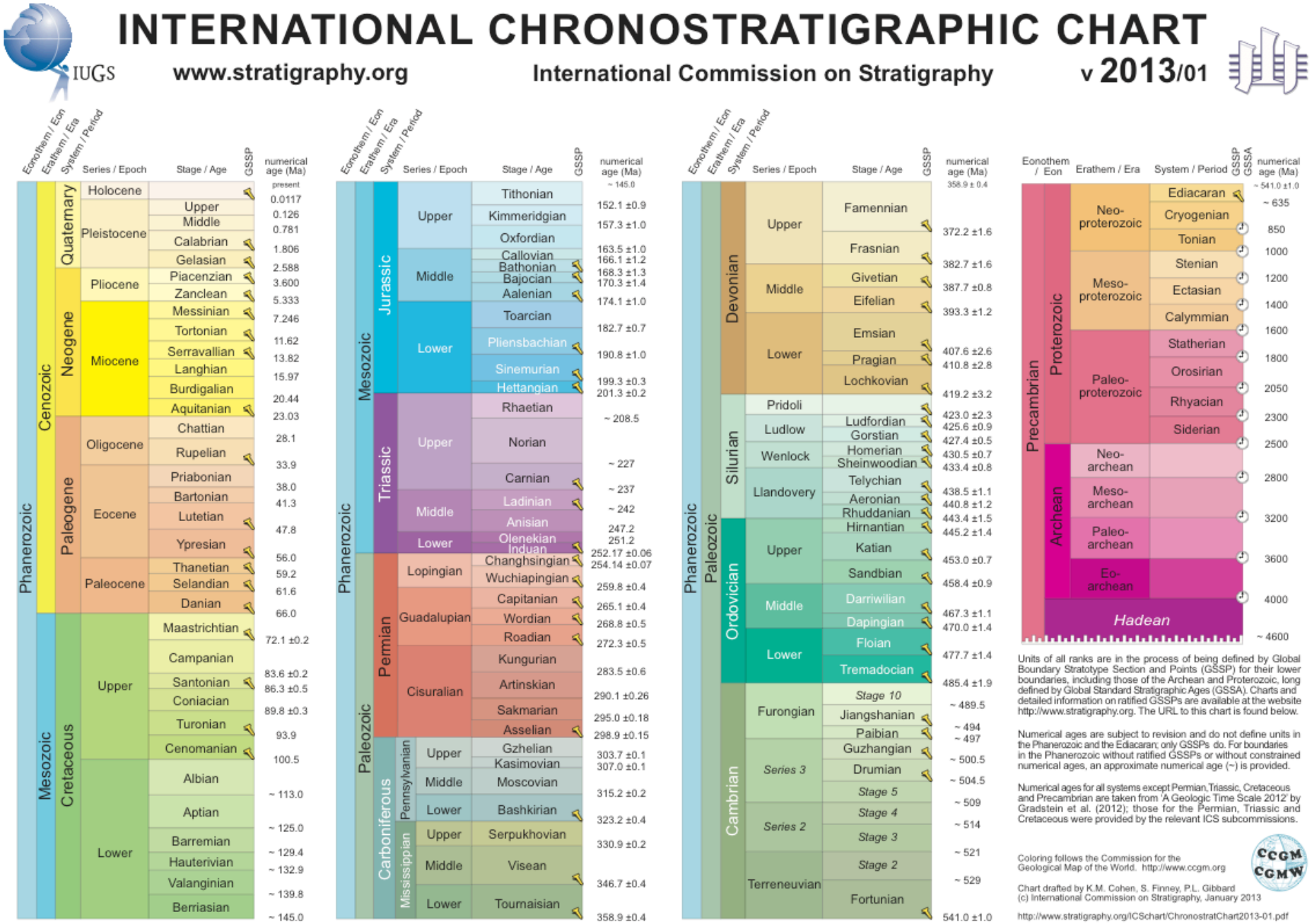
TP géologie :
Datation relative /Datation absolue



I. Datation relative

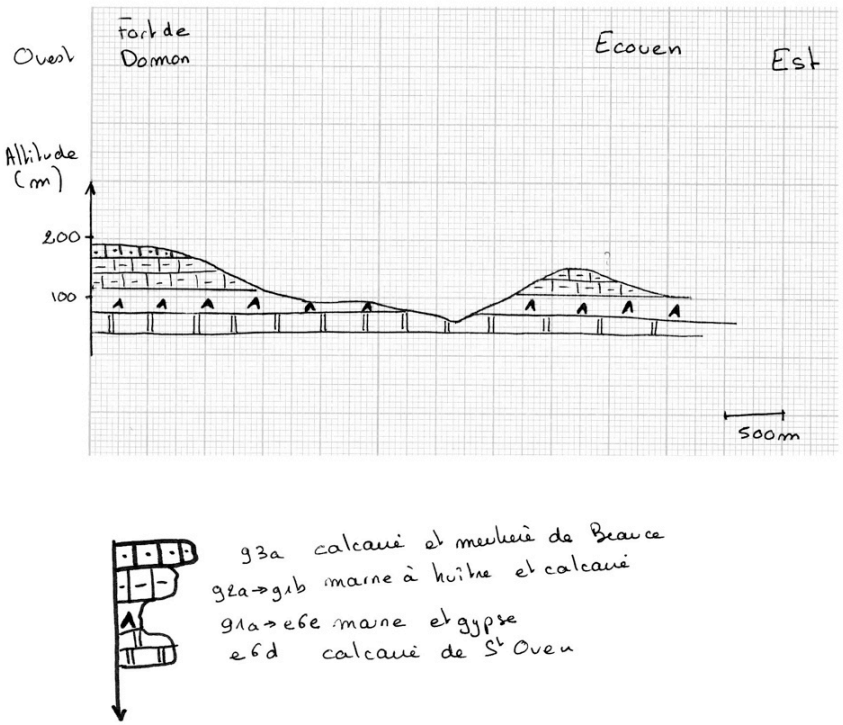
ou comment dater des éléments les uns par rapport aux autres

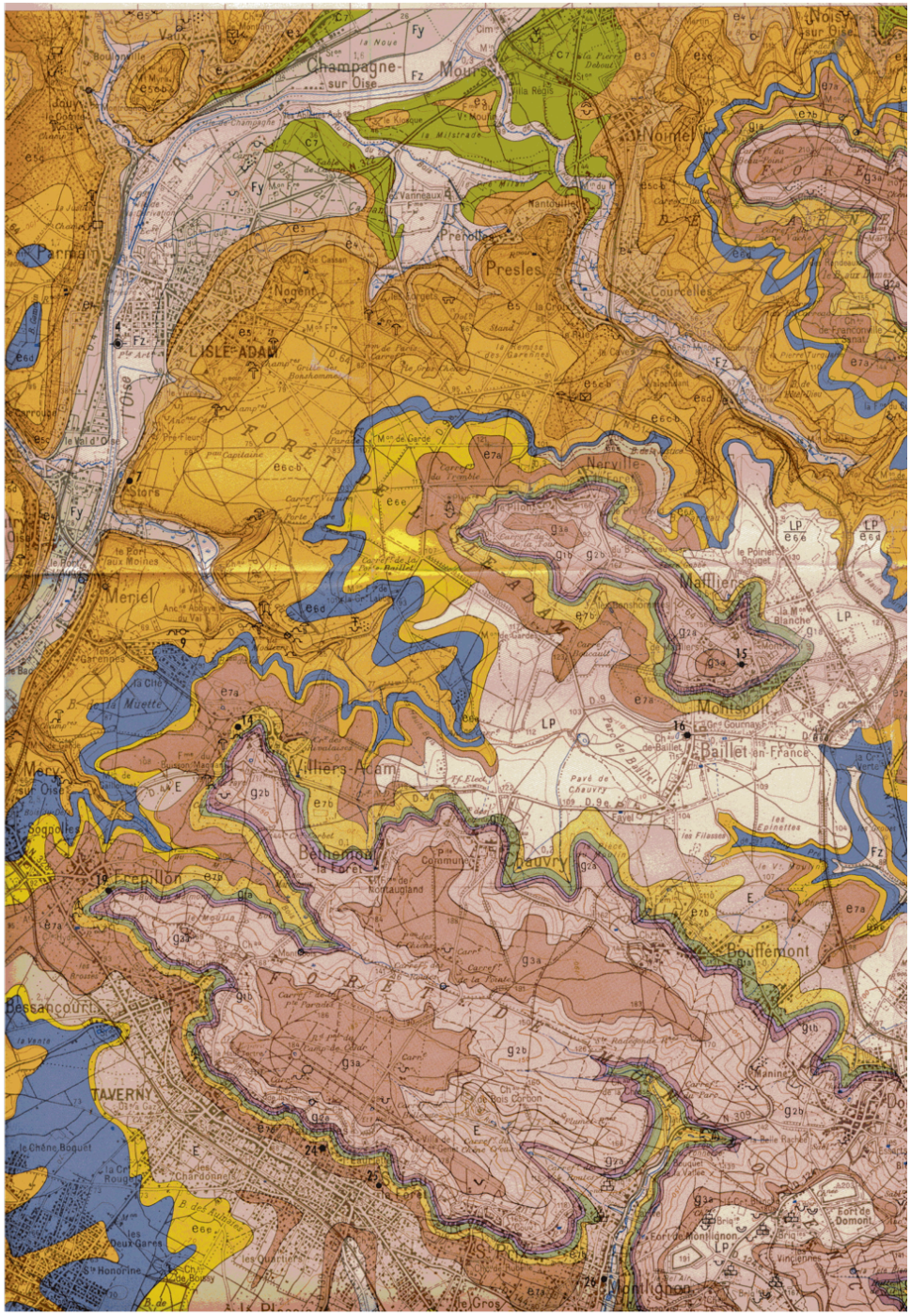
Clue de Verdaches
Alpes

A. Les 3 principes de la datation relative :

- Principe de superposition

Carte de L'Isle Adam





- Principe de superposition

Toute **couche sédimentaire** est **plus récente que celle qu'elle recouvre** et **plus ancienne que celle qui la recouvre**

paikea.ru
© Paikea.Ru

- Principe de recoupement

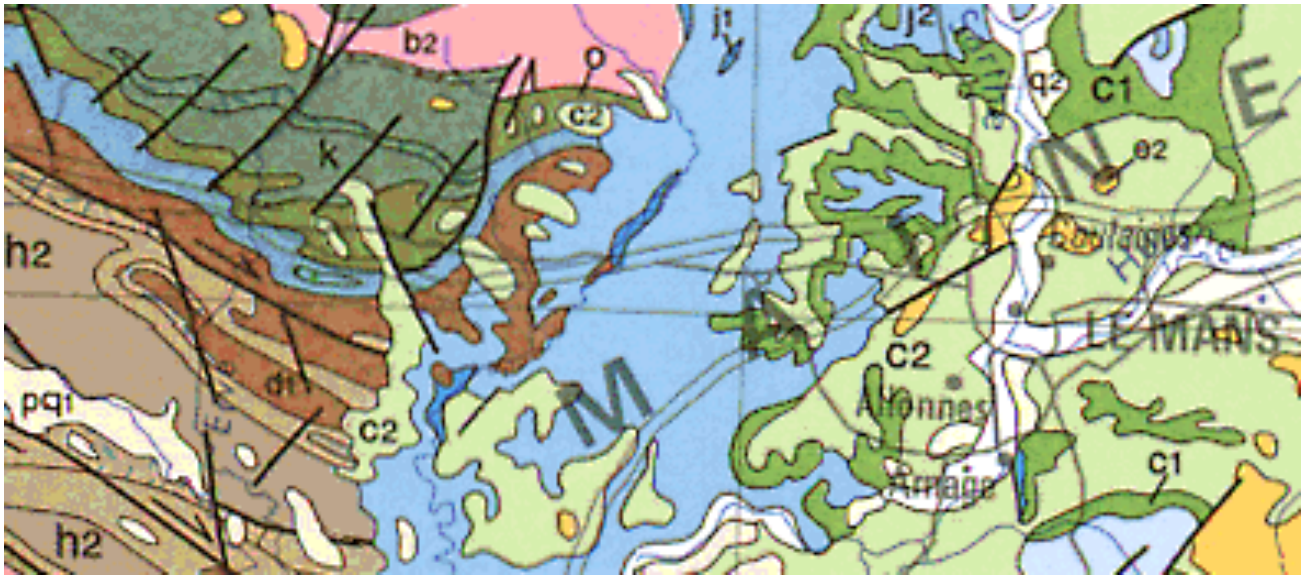
toute structure qui en recoupe
une autre lui est postérieure

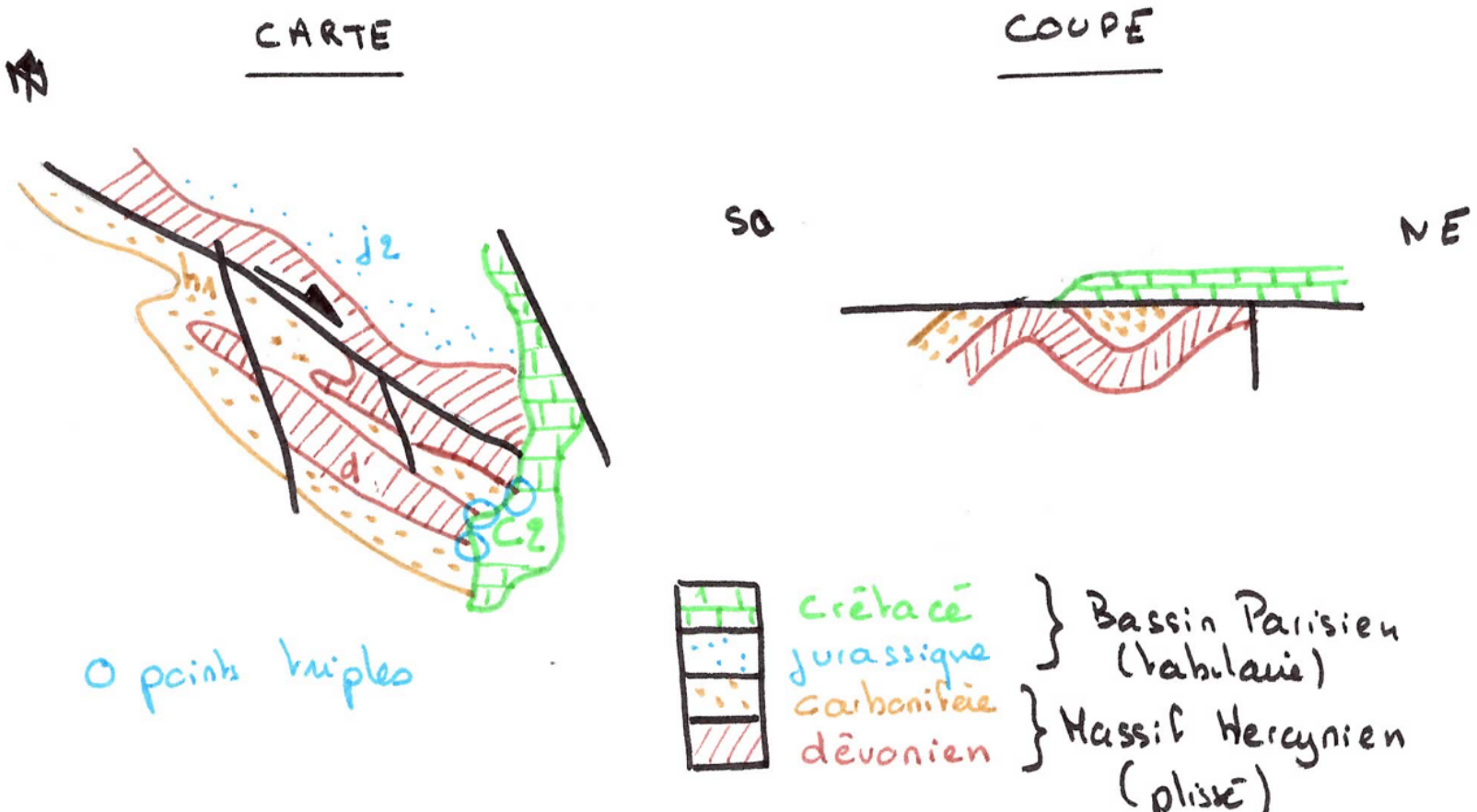
- Principe de recoupement : carte de Condé sur Noireau

- Principe de recoupement

Carte de France

• Principe de recoupement : discordance angulaire





• Principe de recoupement : discordance angulaire

Clue de Verdaches
Alpes

- Principe de recoupement : discordance angulaire

Photographie : Pierre Thomas
planet-terre.ens-lyon

Photographie : Pierre Thomas

Canon
ULTRASONIC

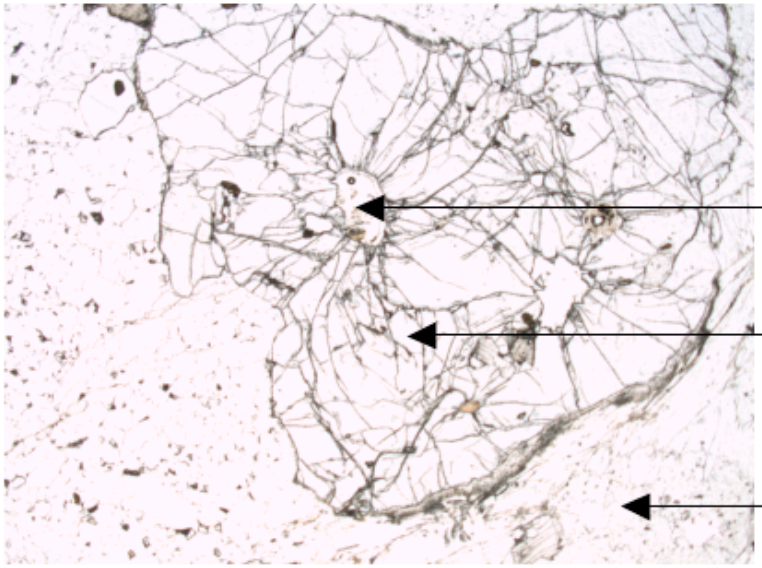
- Principe d'inclusion

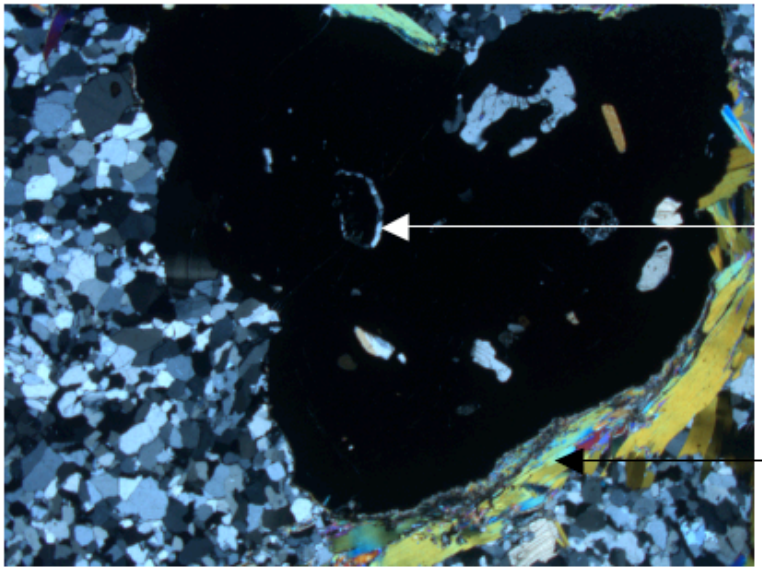
tout objet inclus est plus ancien
que ce qui le contient

• Principe d'inclusion

Basalte à enclaves (source : ens-lyon)

• Principe d'inclusion

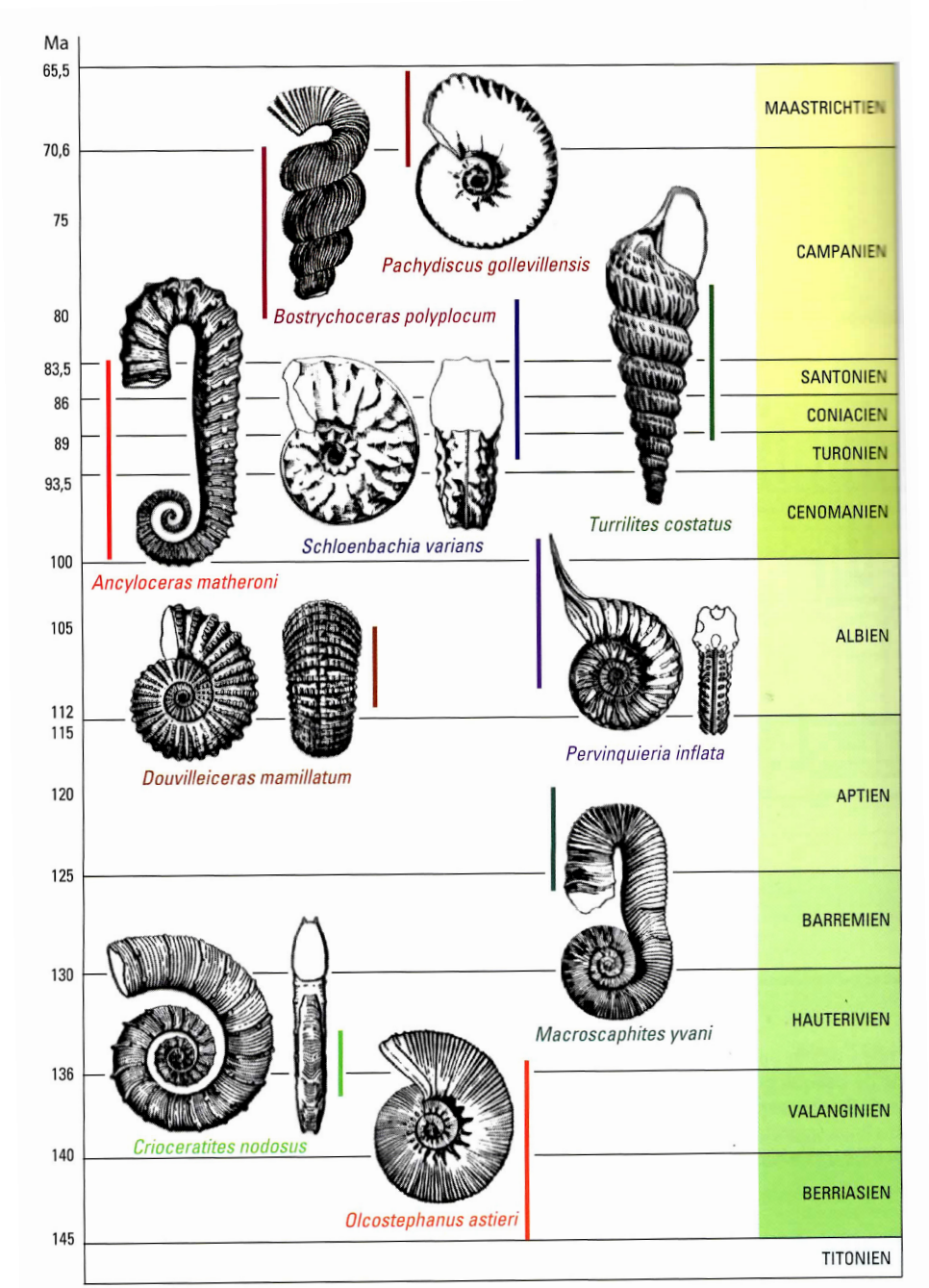




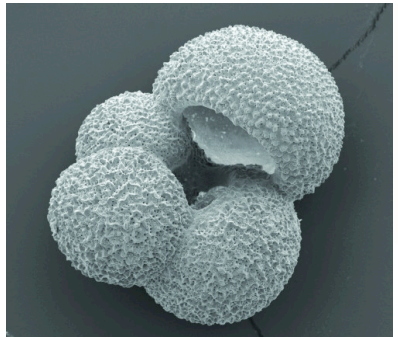
La croissance du grenat au pic métamorphique a piégé et préservé des inclusions de coésite de la rétromorphose.

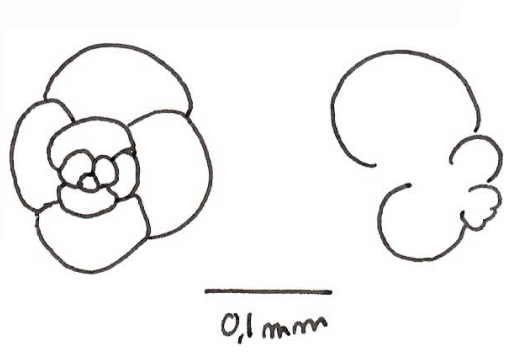
B. Utilisation des fossiles : biostratigraphie

- Macrofossiles

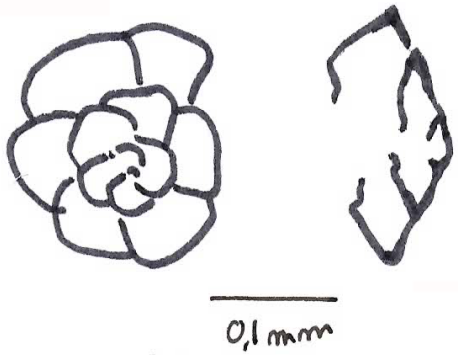


• Microfossiles

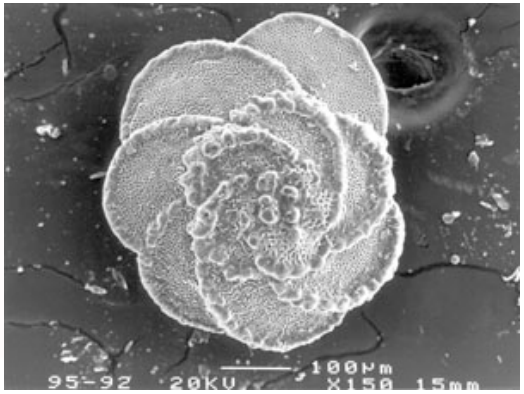


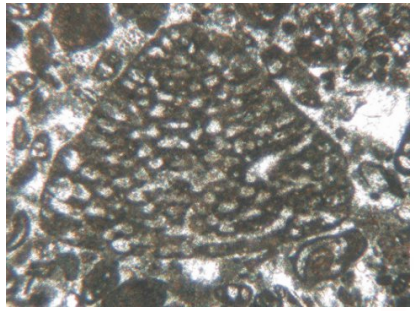


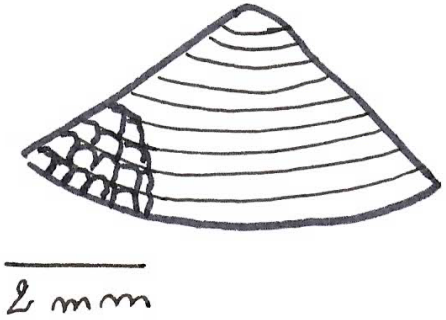
globigerine



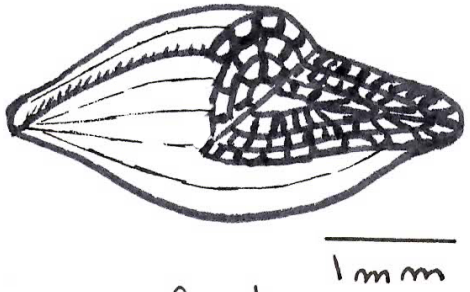
globotruncana



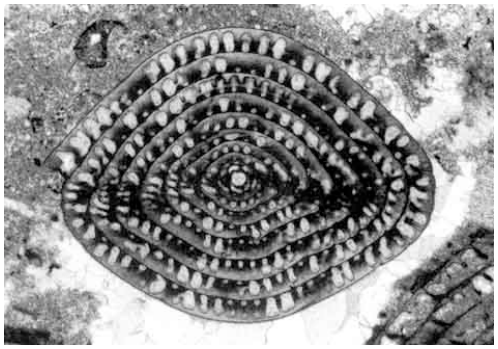


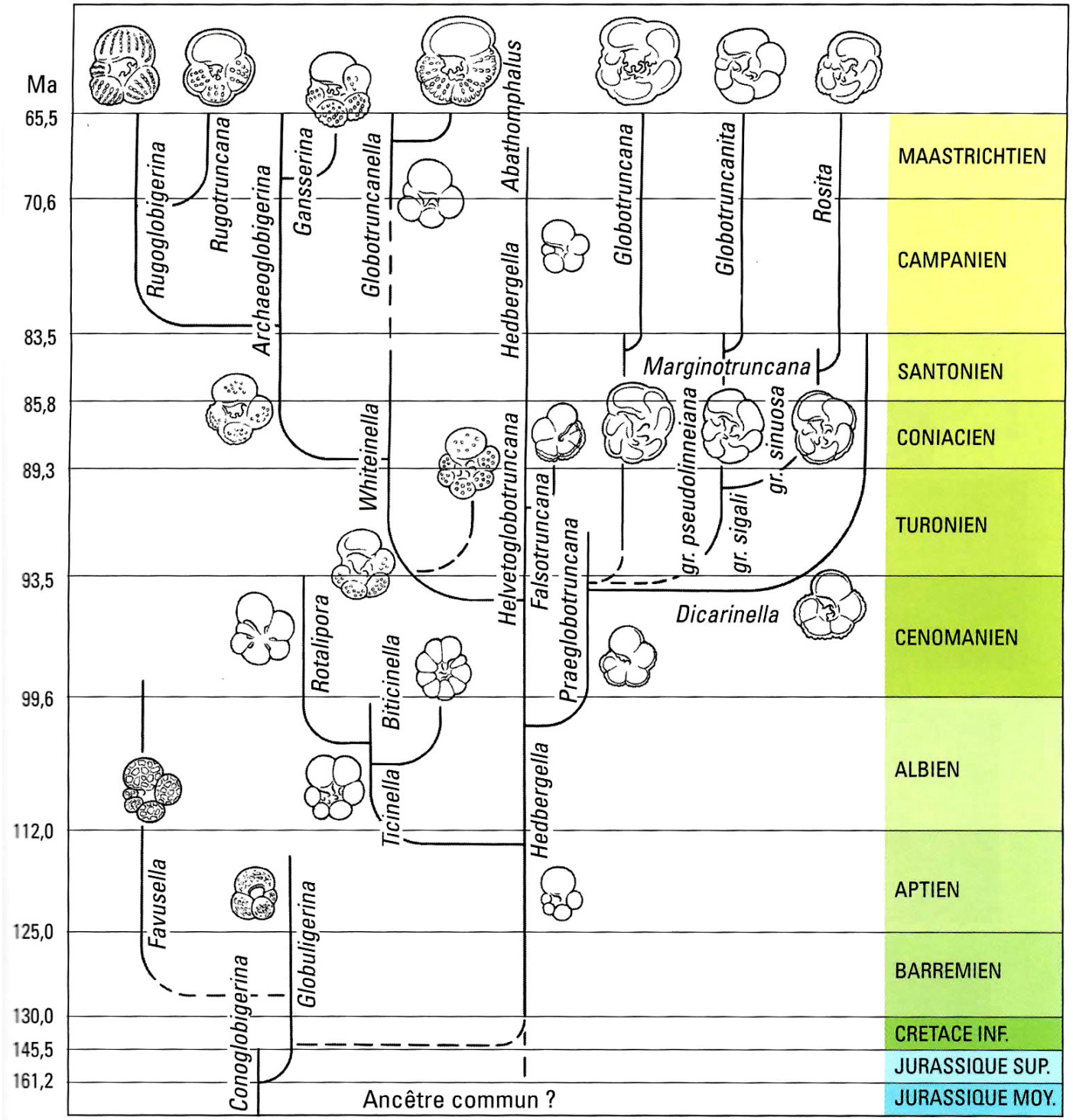


orbitoline



fusuline




Ma
65,5
70,6
83,5
85,8
89,3
93,5
99,6
112,0
125,0
130,0
145,5
161,2
Rugoglobigerina
Rugotruncana
Archaeoglobigerina
Gansserina
Globotruncanella
Abathomphalus
Hedbergella
Globotruncana
Globotruncanita
Rosita
Marginotruncana
Whiteinella
Helvetoglobotruncana
Falsotruncana
gr. pseudolinneiana
gr. sigali
gr. sinuosa
Rotalipora
Biticinella
Praeglobotruncana
Dicarinella
Ticinella
Hedbergella
Favusella
Globuligerina
Conoglobigerina
Ancêtre commun ?
MAASTRICHTIEN
CAMPANIEN
SANTONIEN
CONIACIEN
TURONIEN
CENOMANIEN
ALBIEN
APTIEN
BARREMIEN
CRETACE INF.
JURASSIQUE SUP.
JURASSIQUE MOY.

Bilan : notion de fossile stratigraphique

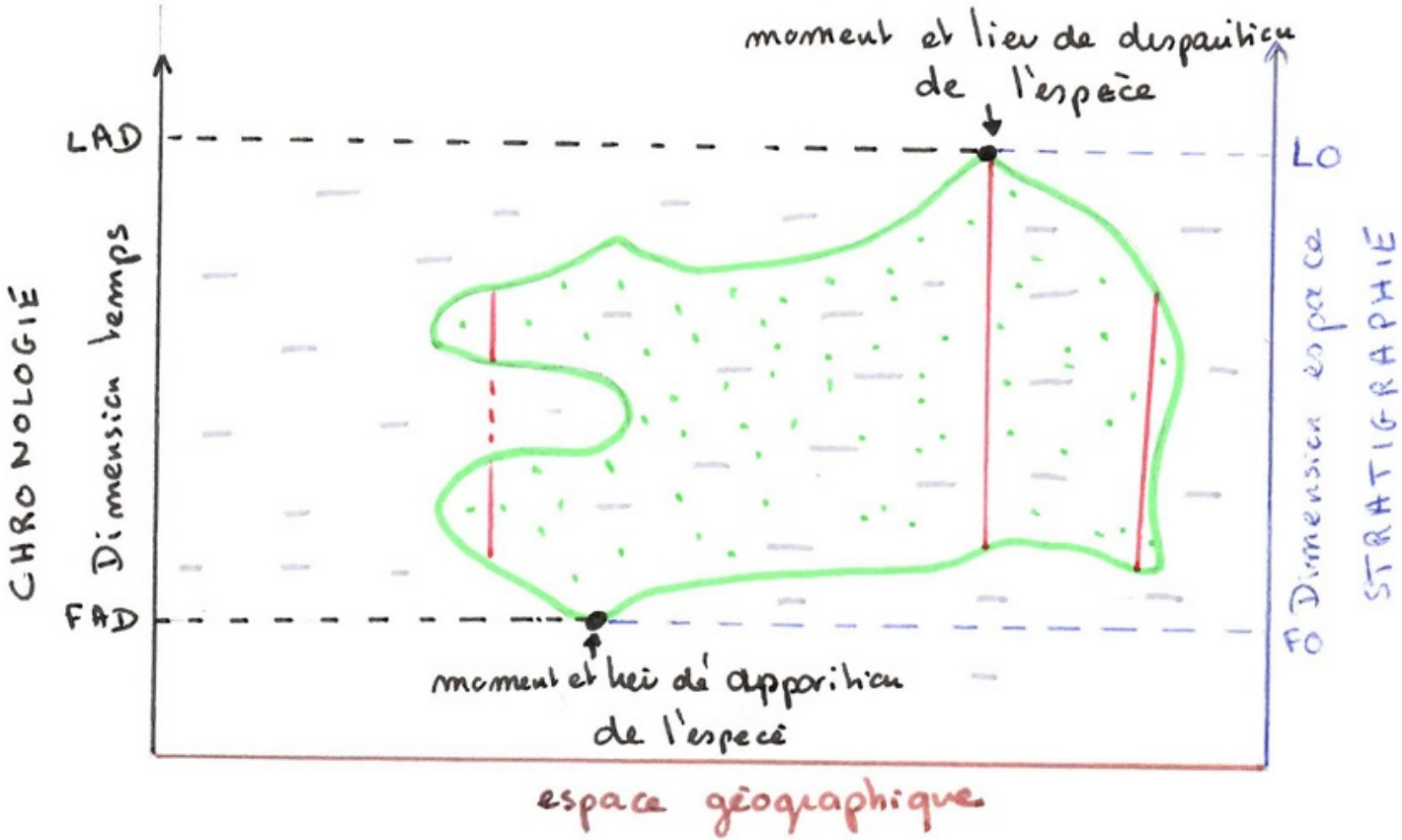
Un fossile, pour être utilisé en stratigraphie, doit présenter les 4 caractéristiques suivantes :

- une **existence courte** à l'échelle des temps géologiques (évolution rapide)
- une **grande extension géographique**
- une **grande abondance** dans le registre fossile
- une relative **indépendance** par rapport au **milieu** de sédimentation (ubiquité)

C. Etablir des corrélations entre couches éloignées dans l'espace

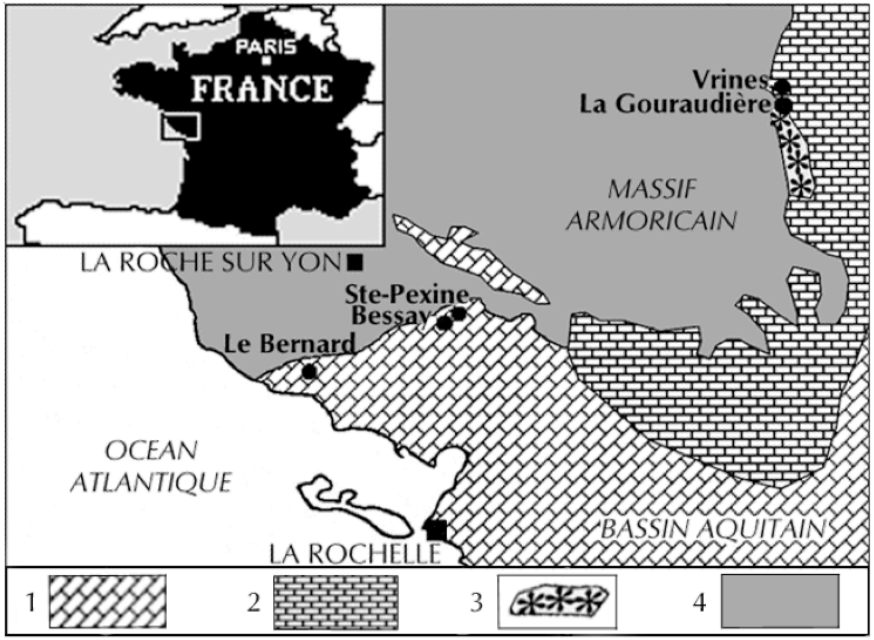
Notion de biozone

La biozone correspond, pour une **espèce** donnée, à l'ensemble des terrains qui la contiennent



— topozones : extension de l'espèce dans un site donné.

biozone



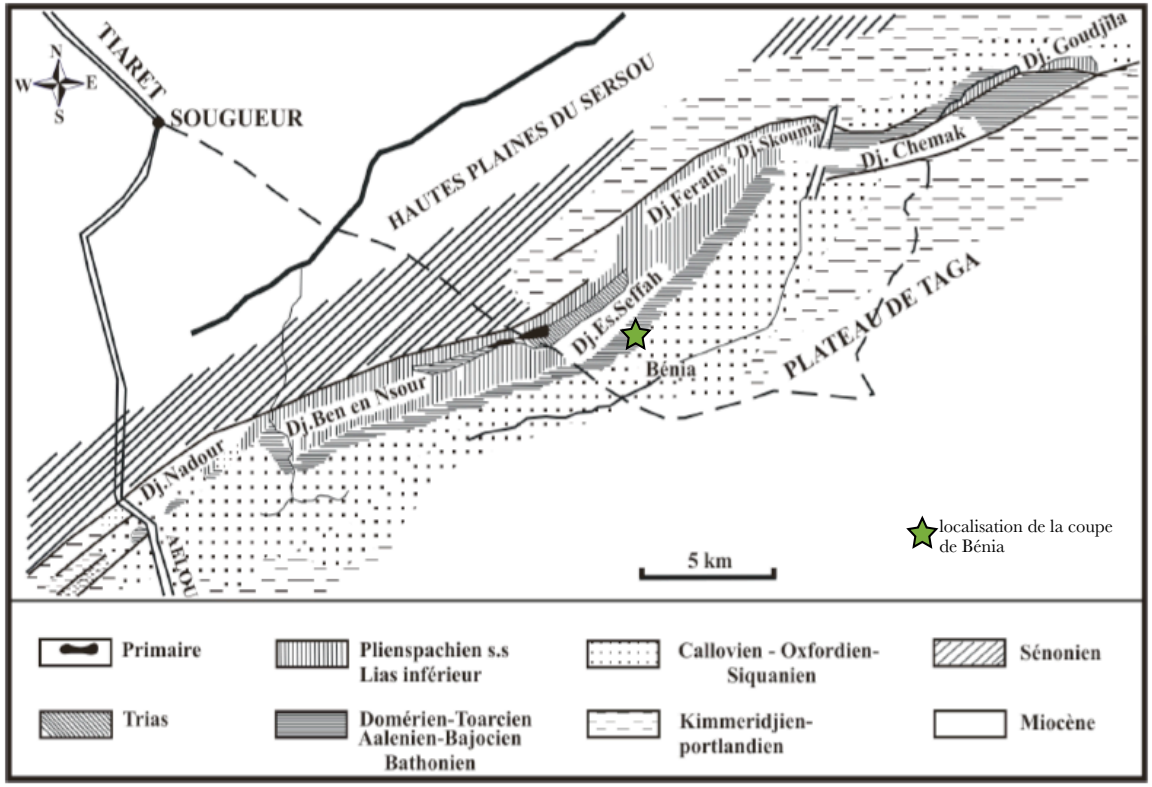
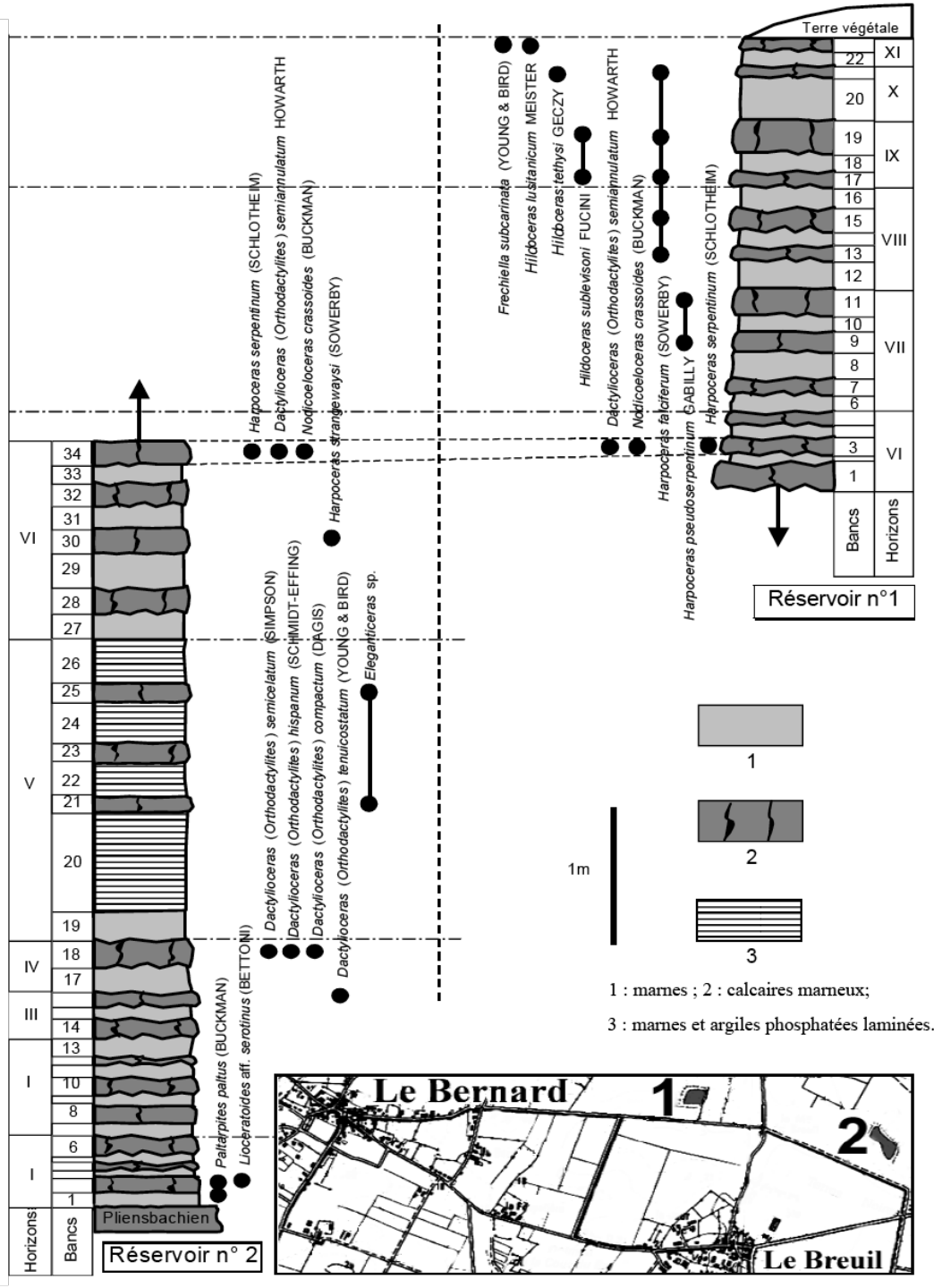


Fig.3 : Carte géologique du Djebel Nador d'après Deleau (1984) et Lucas (1952) *in* Sebane (1984).

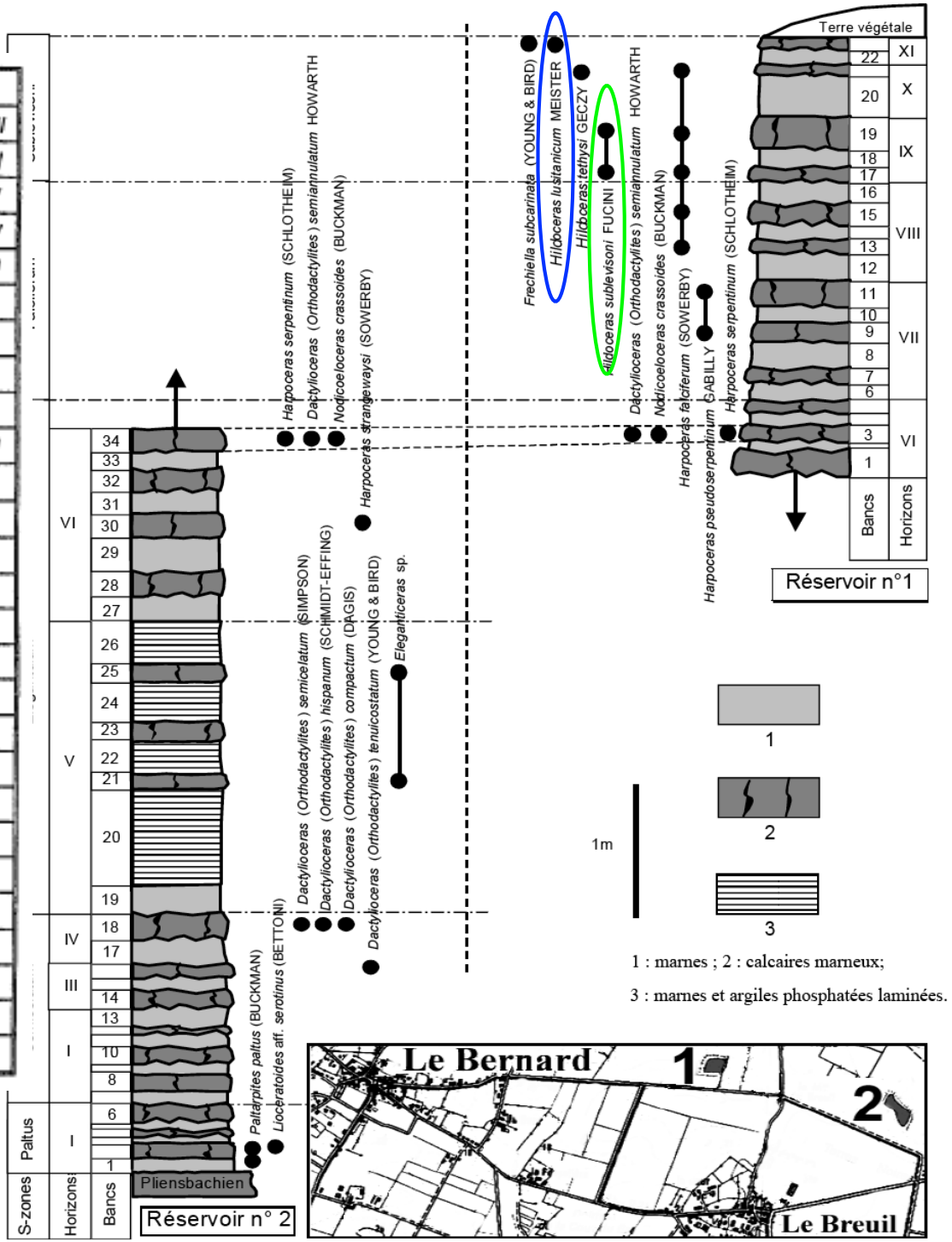
Toarcien

Zones	Sous-zones	Horizons	N°
Aalensis	Buckmani	Buckmani	XXVII
	Aalensis	Aalensis	XXVI
	Mactra	Subcompta	XXV
		Mactra	XXIV
Pseudoradiosa	Pseudoradiosa	Explanata	XXIII
	Levesqui	Levesqui	XXII
Insigne	Insigne	Gruneri	XXI
		Insigne	XX
	Fallaciosum	Fallaciosum	XIX
Thouarsense	Fascigerum	Fascigerum	XVIII
	Thouarsense	Thouarsense	XVII
		Doerntense	XVI
	Bingmanni	Bingmanni	XV
Variabilis	Vitiosa	Vitiosa	XIV
	Illustris	Illustris	XIII
	Variabilis	Variabilis	XII
Bifrons	Semipolitum	Semipolitum	XI
	Bifrons	Bifrons	X
	Sublevisoni	Lusitanicum	IX
		Commune	VIII
		Sublevisoni	VII
Serpentinus	Falciferum	Falciferum	VI
		Pseudoserpentinum	V
	Strangewaysi	Strangewaysi	IV
		Elegantulum	III
Tenuicostatum	Semicelatum	Semicelatum	II
	Costatum	Paltus	I



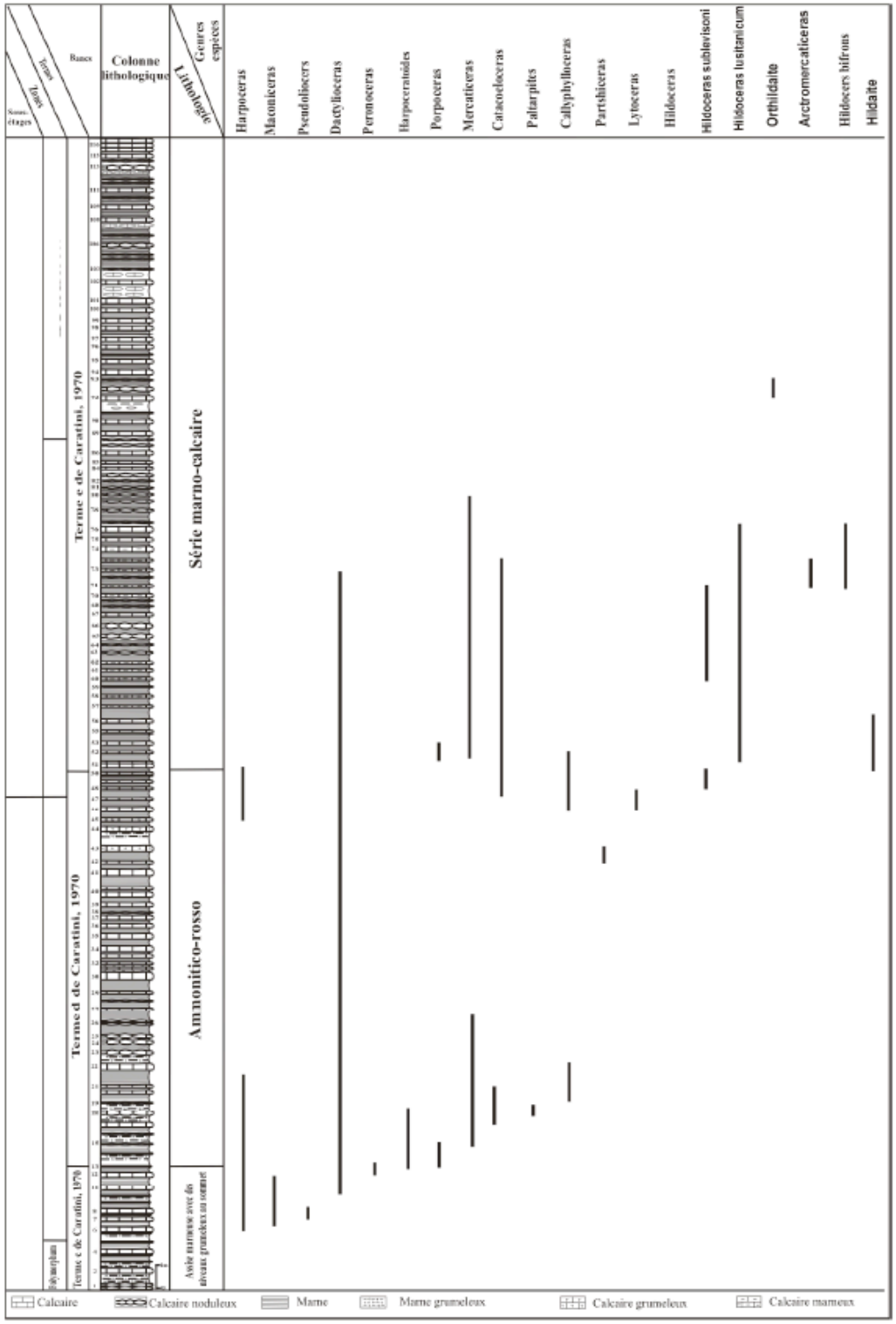
Toarcien

Zones	Sous-zones	Horizons	N°
Aalensis	Buckmani	Buckmani	XXVII
	Aalensis	Aalensis	XXVI
	Mactra	Subcompta	XXV
		Mactra	XXIV
Pseudoradiosa	Pseudoradiosa	Explanata	XXIII
	Levesqui	Levesqui	XXII
Insigne	Insigne	Gruneri	XXI
		Insigne	XX
	Fallaciosum	Fallaciosum	XIX
Thouarsense	Fascigerum	Fascigerum	XVIII
	Thouarsense	Thouarsense	XVII
		Doerntense	XVI
	Bingmanni	Bingmanni	XV
Variabilis	Vitiosa	Vitiosa	XIV
	Illustris	Illustris	XIII
	Variabilis	Variabilis	XII
Bifrons	Semipolitum	Semipolitum	XI
	Bifrons	Bifrons	X
	Sublevisoni	Lusitanicum	IX
		Commune	VIII
		Sublevisoni	VII
Serpentinus	Falciferum	Falciferum	VI
		Pseudoserpentinum	V
	Strangewaysi	Strangewaysi	IV
		Elegantulum	III
Tenuicostatum	Semicelatum	Semicelatum	II
	Costatum	Paltus	I



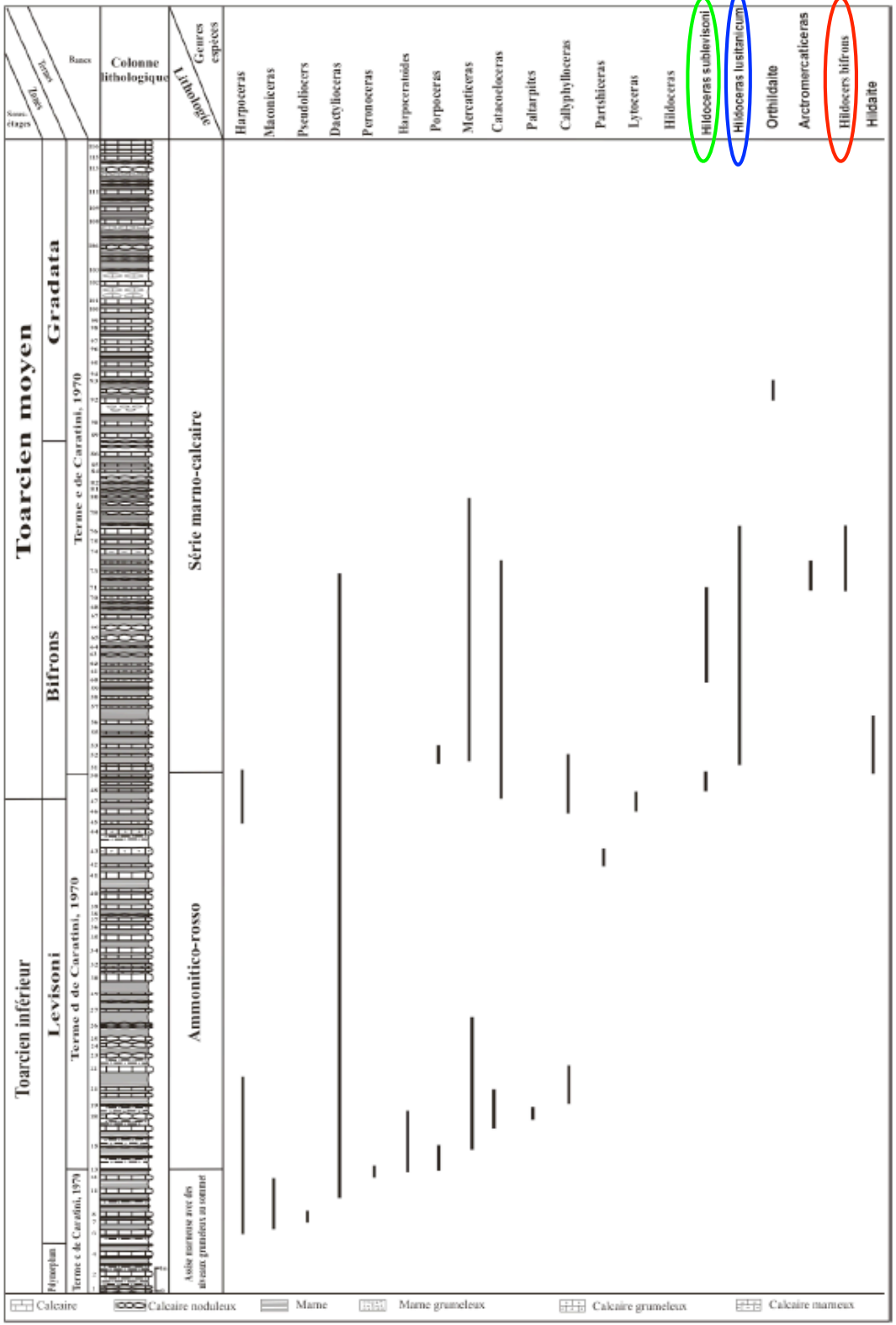
Toarcien

Zones	Sous-zones	Horizons	N°
Aalensis	*Buckmani*	*Buckmani*	*XXVII*
	Aalensis	*Aalensis*	*XXVI*
	Mactra	*Subcompta*	*XXV*
		Mactra	*XXIV*
Pseudoradiosa	*Pseudoradiosa*	*Explanata*	*XXIII*
	Levesqui	*Levesqui*	*XXII*
Insigne	*Insigne*	*Gruneri*	*XXI*
		Insigne	*XX*
	Fallaciosum	*Fallaciosum*	*XIX*
Thouarsense	*Fascigerum*	*Fascigerum*	*XVIII*
	Thouarsense	*Thouarsense*	*XVII*
		Doerntense	*XVI*
	Bingmanni	*Bingmanni*	*XV*
Variabilis	*Vitiosa*	*Vitiosa*	*XIV*
	Illustris	*Illustris*	*XIII*
	Variabilis	*Variabilis*	*XII*
Bifrons	*Semipolitum*	*Semipolitum*	*XI*
	Bifrons	*Bifrons*	*X*
	Sublevisoni	*Lusitanicum*	*IX*
		Commune	*VIII*
		Sublevisoni	*VII*
Serpentinus	*Falciferum*	*Falciferum*	*VI*
		Pseudoserpentinum	*V*
	Strangewaysi	*Strangewaysi*	*IV*
		Elegantulum	*III*
Tenuicostatum	*Semicelatum*	*Semicelatum*	*II*
	Costatum	*Paltus*	*I*



Toarcien

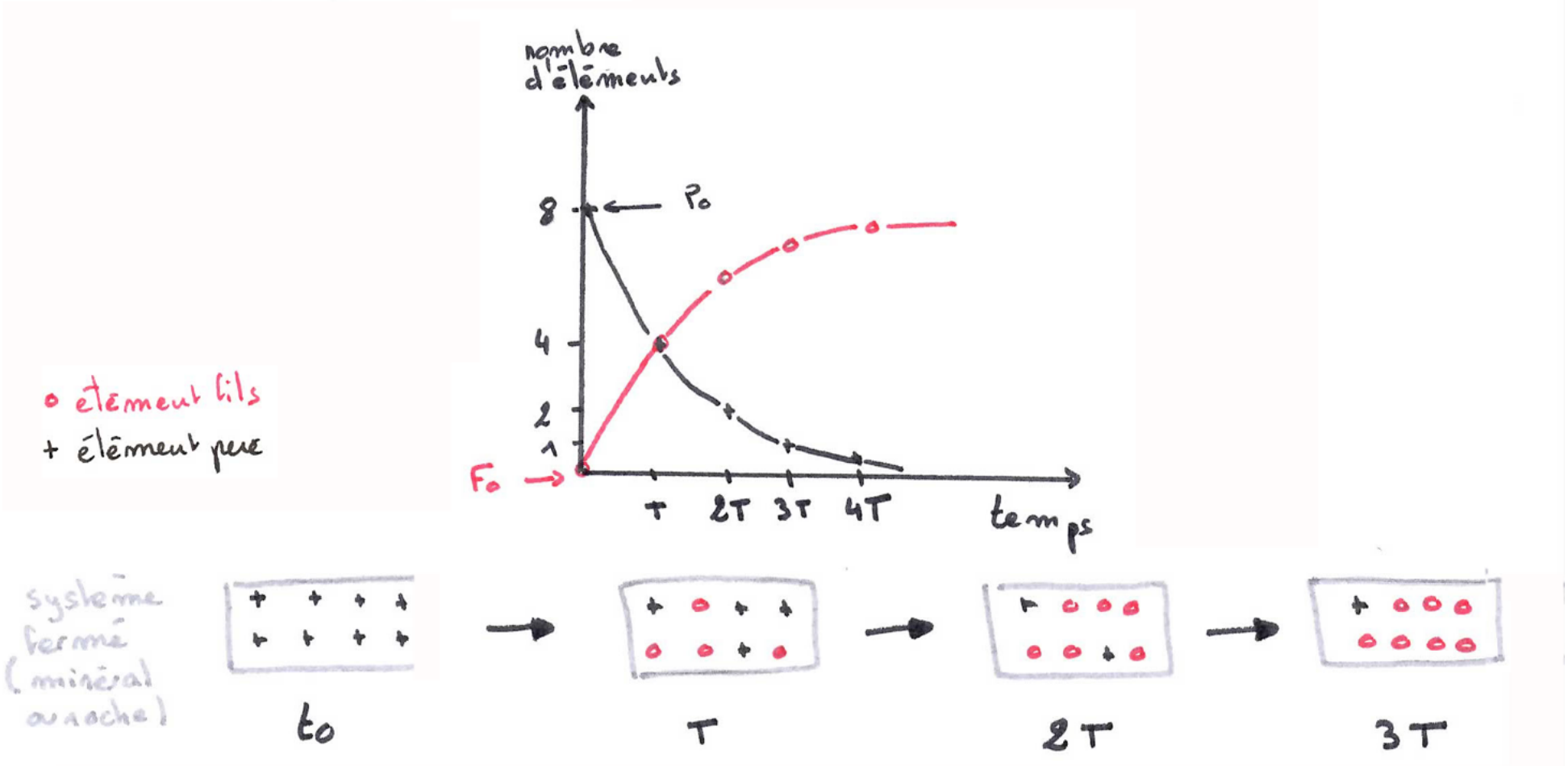
Zones	Sous-zones	Horizons	N°
Aalensis	Buckmani	Buckmani	XXVII
	Aalensis	Aalensis	XXVI
	Mactra	Subcompta	XXV
		Mactra	XXIV
Pseudoradiosa	Pseudoradiosa	Explanata	XXIII
	Levesqui	Levesqui	XXII
Insigne	Insigne	Gruneri	XXI
		Insigne	XX
	Fallaciosum	Fallaciosum	XIX
Thouarsense	Fascigerum	Fascigerum	XVIII
	Thouarsense	Thouarsense	XVII
		Doerntense	XVI
	Bingmanni	Bingmanni	XV
Variabilis	Vitiosa	Vitiosa	XIV
	Illustris	Illustris	XIII
	Variabilis	Variabilis	XII
Bifrons	Semipolitum	Semipolitum	XI
	Bifrons	Bifrons	X
	Sublevisoni	Lusitanicum	IX
		Commune	VIII
		Sublevisoni	VII
Serpentinus	Falciferum	Falciferum	VI
		Pseudoserpentinum	V
	Strangewaysi	Strangewaysi	IV
		Elegantulum	III
Tenuicostatum	Semicelatum	Semicelatum	II
	Costatum	Paltus	I



II. Datation absolue

A. Datation au rubidium/strontium

$$N = N_0 \, e^{-\lambda t}$$



La datation d'une roche peut ainsi se faire soit :

- <u>en mesurant la quantité d'éléments père</u> : cette méthode est délicate dans la mesure où la quantité diminue au cours du temps.
- <u>en mesurant la quantité d'élément fils F</u> : cette quantité dépend de la quantité d'élément fils formé par désintégration de l'élément père (F*) ainsi que de la quantité initiale d'élément fils F_0.

On a : $F = F^* + F_0$

avec $F^* = N_0 - N$

comme $N = N_0 e^{-\lambda t}$ ou $N_0 = N e^{\lambda t}$

on a donc : $F^* = N e^{\lambda t} - N$ donc $F^* = N (e^{\lambda t} - 1)$

On en déduit : $\mathbf{F = F_0 + N (e^{\lambda t} - 1)}$

$$F = F_0 + N (e^{\lambda t} - 1)$$

$$\mathbf{^{87}Sr = {}^{87}Sr_0 + {}^{87}Rb (e^{\lambda t} - 1)}$$

En normalisant par ^{86}Sr, on a :

$$(^{87}Sr/^{86}Sr) = (^{87}Sr_0/^{86}Sr) + (^{87}Rb/\ ^{86}Sr)\,(e^{\lambda t} - 1)$$

$$\mathbf{(^{87}Sr/^{86}Sr) = (^{87}Sr/^{86}Sr)_0 + (^{87}Rb/\ ^{86}Sr)\ (e^{\lambda t} - 1)} \quad (5)$$

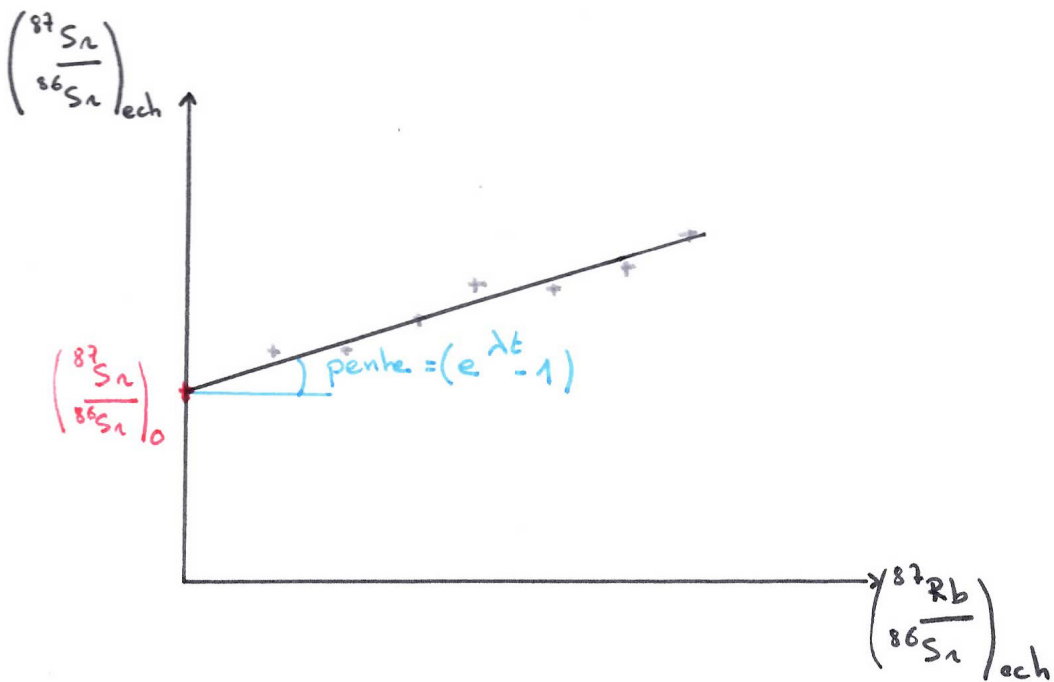
en vert : valeurs mesurées par spectroscopie

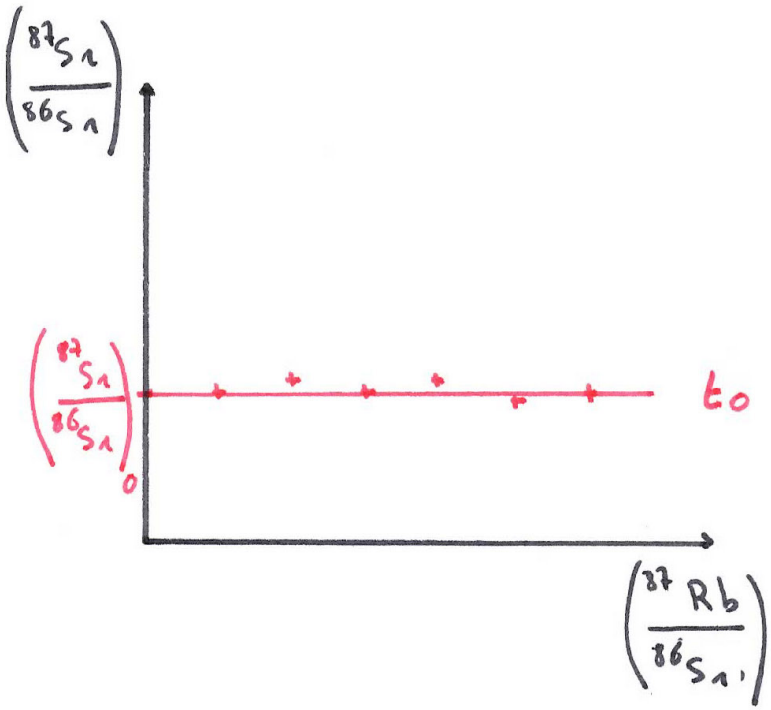
en noir : les deux inconnues

(5) est une équation du type : y = b + xa

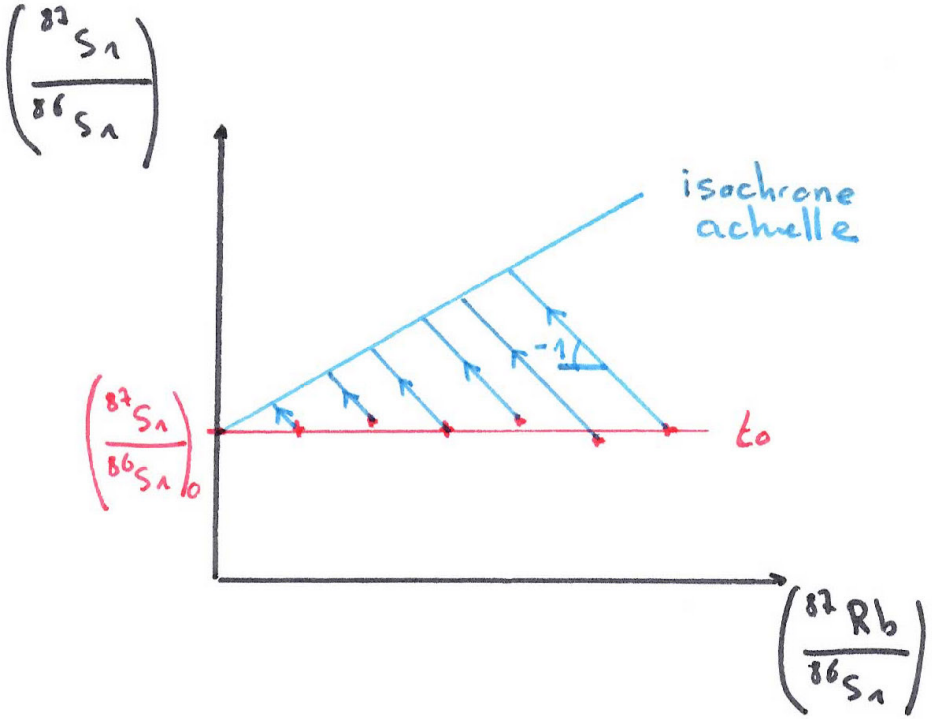
avec :

- a : pente de la droite = $(e^{\lambda t} - 1)$
- b : ordonnée à l'origine : $(^{87}Sr/^{86}Sr)_0$

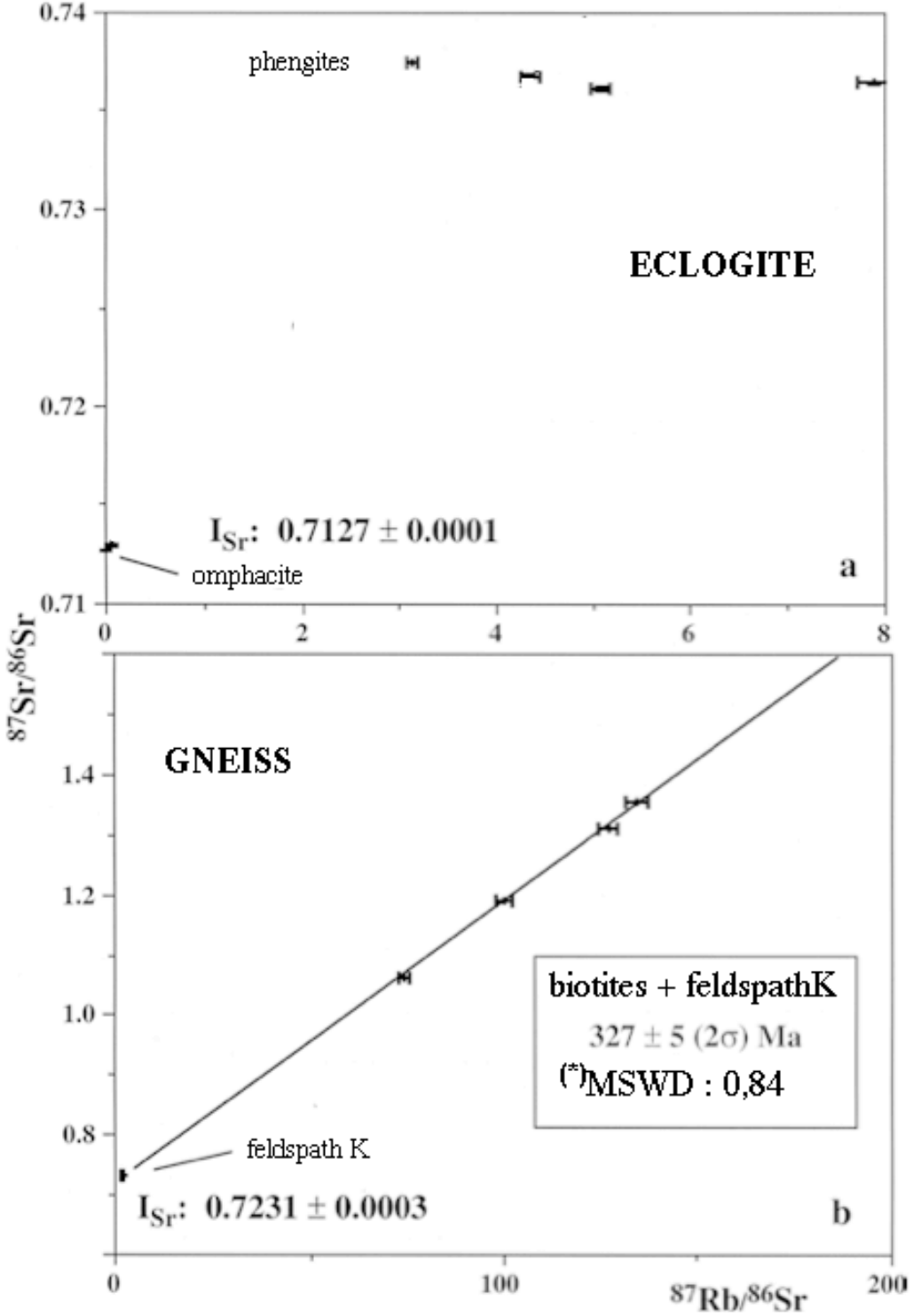




isochrone à t_0



isochrone actuelle



Dans le cas du gneiss, le diagramme montre que les valeurs s'alignent sur une droite (isochrone). Ceci permet de conclure que les différents minéraux se sont fermés en même temps, il y a 327 Ma.

Dans le cas de l'éclogite, on ne peut pas tracer une droite passant par l'ensemble des points : cela signifie que les phengites ont été perturbées après leur cristallisation et que leur teneur en Rb et Sr ne reflètent plus leur âge.

Datation du granite d'Athis

$(^{87}Sr/^{86}Sr) = (^{87}Sr/^{86}Sr)_{initial} + (^{87}Rb/^{86}Sr)\ (e^{\lambda t}-1)$
avec λ constante de désintégration radioactive et t temps

Tracer l'isochrone correspondante dans un diagramme $^{87}Sr/^{86}Sr = f(^{87}Rb/^{86}Sr)$.
On utilise l'approximation $e^{\lambda t}-1 = \lambda t$ et $\lambda = 1{,}42\ 10^{-11}\ a^{-1}$
On obtient -590 Ma (orogenèse cadomienne)

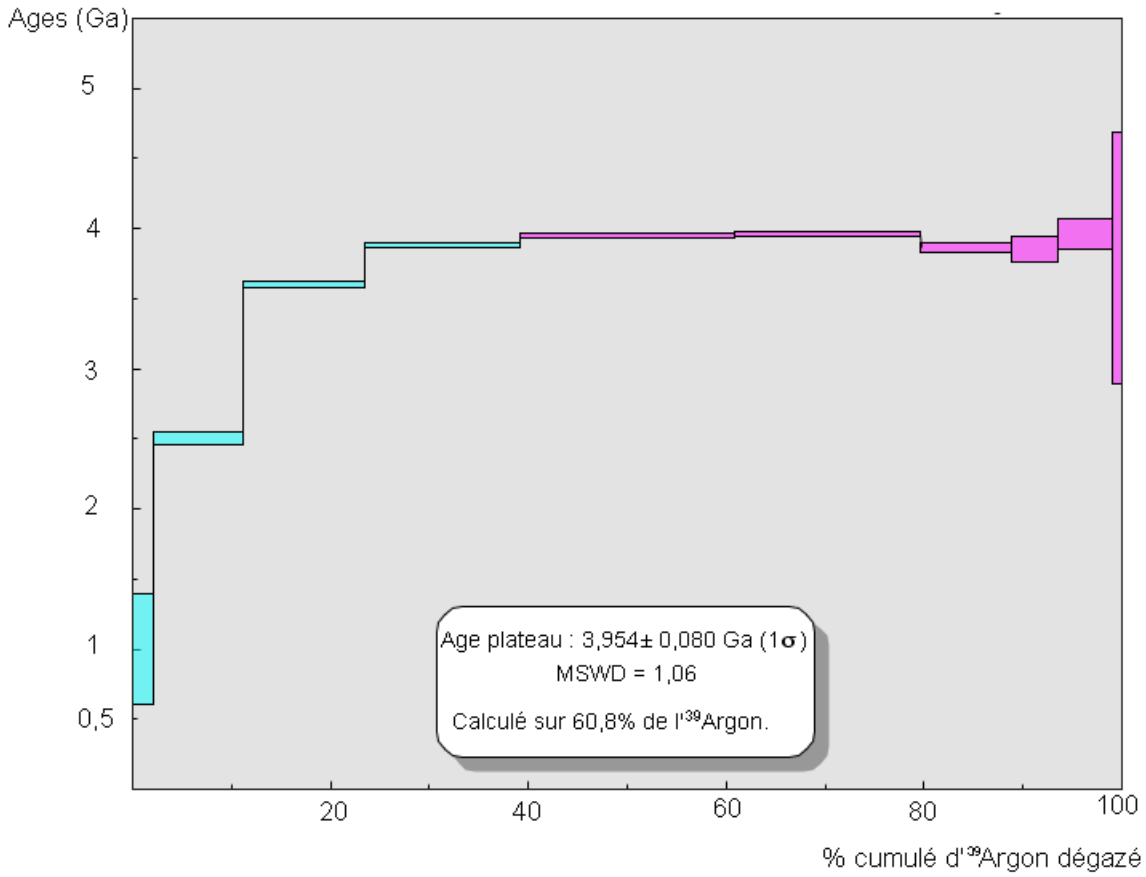
B. Datation au Potassium / Argon

$$\mathbf{N = N_0}\, e^{-\lambda t}$$

$$^{40}\mathbf{Ar} = {}^{40}\mathbf{Ar_0} + {}^{40}\mathbf{K}\,(e^{\lambda t} - 1)$$

Avec $^{40}Ar_0 = 0$

$$^{40}\mathbf{Ar} = {}^{40}\mathbf{K}\,(e^{\lambda t} - 1)$$



Ces résultats montrent l'intérêt de la méthode de chauffage par paliers:
- en calculant un âge moyen, toutes les données sont prises en compte
- lorsqu'on calcule un âge plateau, seules les paliers consécutifs donnant des âges dans les mêmes barres d'erreur sont retenus (en violet sur le graphique). Cette méthode permet d'éliminer les âges issus des premiers et quelque fois derniers plateaux qui dégazent des parties des minéraux altérées ou polluées.