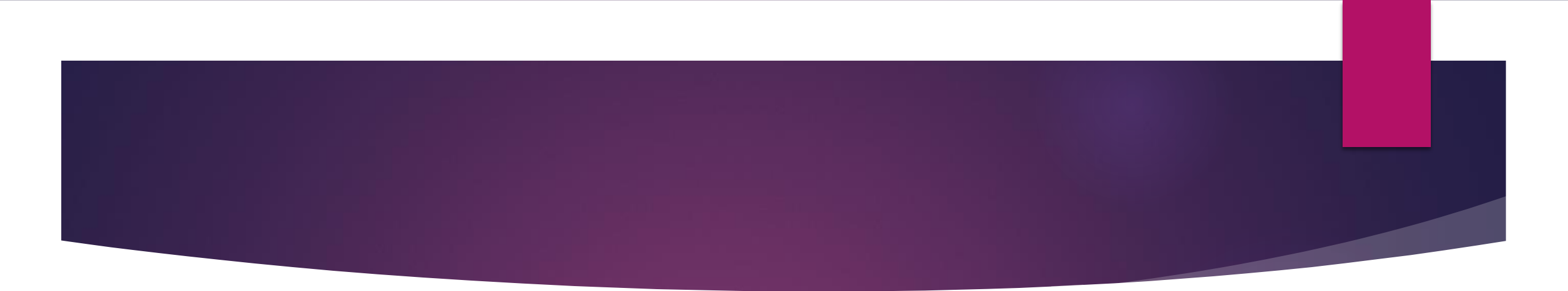


Stratotype

PR, BENMANSOUR SANA

Contenu de la matière

- ▶ **A- LE TEMPS EN GÉOLOGIE, LA DÉMARCHE STRATIGRAPHIQUE**
- ▶ **I- Les concepts fondamentaux du temps**
- ▶ 1-Succession : chronologie et dimension temps de la stratigraphie
- ▶ 2- Durée : un aspect quantitatif (laps de temps, intervalle de temps,...)
- ▶ 3-Simultanéité : synchronisme et corrélation
- ▶ **II- L'approche stratigraphique du temps**
- ▶ 1- Le document et sa signification
- ▶ 2- La représentation du temps
- ▶ a- Echelles et grilles stratigraphiques : représentation fondée sur une succession chronologique
- ▶ b-Second mode de représentation : une variable fonction du temps.
- ▶ 3-Situer un événement dans le temps : datation.
- ▶ **III-La démarche stratigraphique : de l'observation locale à l'échelle stratigraphique universelle, principes et méthodologie.**

- 
- ▶ 1-Datation relative de deux ou plusieurs entités géologiques
 - ▶ a) Superposition
 - ▶ b) Recoupement
 - ▶ c) Inclusion
 - ▶ 2. Etablissement d'une série stratigraphique locale,
 - ▶ 3. Etablissement de séries synthétiques
 - ▶ a) corrélation par continuité,
 - ▶ b) Corrélation à distance
 - ▶ c) séries synthétiques

- ▶ 4. Passage à des unités stratigraphique de valeur plus générale
- ▶ a) Difficulté pour établir une succession valable pour l'ensemble des temps géologiques et pour tous les lieux du globe.
- ▶ b) Nécessité de regroupements : unités chronostratigraphiques
- ▶ 5. Echelle stratigraphique universelle.
- ▶ **IV. La durée.**
- ▶ La durée et vitesse
- ▶ Comment évaluer la durée
- ▶ Mesure de la durée
- ▶ Finesse dans l'évaluation de la durée

▶ **B-LES UNITÉS STRATIGRAPHIQUES**

▶ **I. Principales unités stratigraphiques**

▶ 1. Stratotypes

- ▶ *Holostratotype
- ▶ *Parastratotype
- ▶ *Lectostratotype
- ▶ *Néostratotype
- ▶ *Hypostratotype (ou coupe de référence)

▶ 2. Lithostratigraphie

▶ 3. Biostratigraphie

▶ A. Zones d'association = cénozones

▶ B. Zones d'extension = acrozone

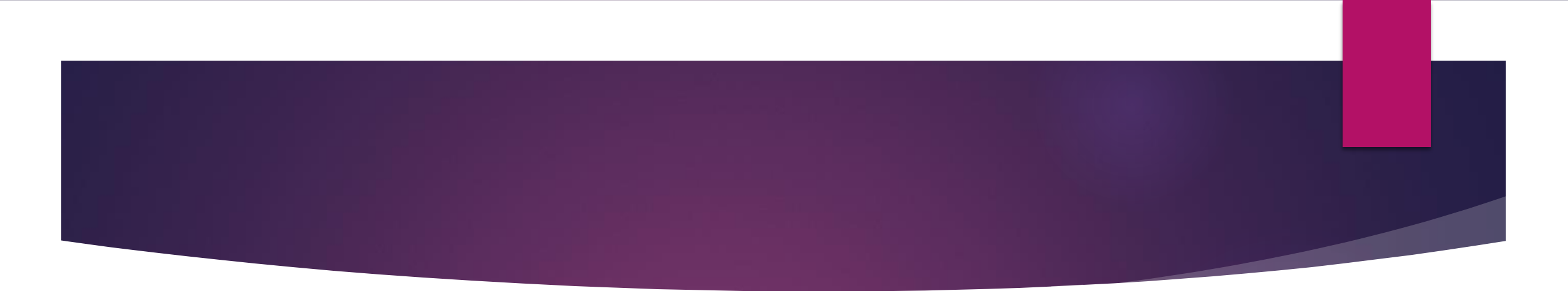
▶ a) Zone d'extension d'un taxon

▶ b) Zones d'extension concomitante (zones de concomitance, zones de coexistence, zones de chevauchement).

▶ C. Zones d'abondance ou zones d'apogée

▶ D. Zones d'intervalle.

- ▶ 4. Chronostratigraphie
 - ▶ * Chronozone
 - ▶ * Etage (étage tectonique, étages mammaliens)
 - ▶ * Séries et époques
 - ▶ * Systèmes et périodes
 - ▶ * Erathèmes et ères
 - ▶ * Eonothèmes et eons
 - ▶ * Echelle chronostratigraphique et échelle géochronologique
- ▶ 5. Relations entre lithostratigraphie, biostratigraphie et chronostratigraphie
- ▶ **II. Précision et fiabilité des biozones**
- ▶ La préparation des échantillons

- 
- ▶ La détermination des espèces
 - ▶ Influence des facteurs climatiques
 - ▶ Influence simultanée de facteurs géographiques, écologiques et climatiques
 - ▶ Influence du milieu
 - ▶ Hétérochronisme des empreintes par rapport aux pièces squelettiques appartenant à la même espèce
 - ▶ Remaniements
 - ▶ Influence de la sédimentation et de la diagénèse

Mode d'évaluation

Examen

Vocabulaire, étymologie

- ▶ le mot « stratotype » associe une **racine** latine **stratum** (couverture) et une **racine** **typos** (empreinte) qui a donné *tipus* (modèle, symbole).
- ▶ le nom d'un étage géologique est souvent composé en utilisant comme racine le lieu d'un site géographique où on a exploré et défini le stratotype, auquel on ajoute le suffixe -ien (exemples : Hettangien, Oxfordien, Bajocien, etc.).
- ▶ S'il est utilisé comme nom propre, le nom d'un stratotype commence par une majuscule, mais employé en tant qu'adjectif, il commence par une minuscule (exemple : « niveau hettangien » ou « fossile oxfordien »).

STRATOTYPE:

- ▶ Le **stratotype** est l'affleurement qui sert de référence pour définir un étage géologique, c'est-à-dire un étage de l'échelle stratigraphique.
- ▶ La tendance est d'établir, de situer et d'utiliser les stratotypes en référence à un standard « universel » : le point stratotypique mondial (PSM), ou **Global Boundary Stratotype Section and Point (GSSP)**, qui précise les limites existantes entre deux étages géologiques dans un travail coordonné par la Commission internationale de stratigraphie (ICS) et l'Union internationale des sciences géologiques (UISG).

A-LE TEMPS EN GÉOLOGIE, LA DÉMARCHE STRATIGRAPHIQUE

I- Les concepts fondamentaux du temps

Le problème est de retrouver la date de l'évènement enregistré à cause des interférences. Il y a donc besoin de repérage dans le temps. Pour cela, on retrouve une base de chronologie dans les objets étudiés, Les concepts fondamentaux qu'englobe la notion du temps sont : succession- durée – simultanéité.

1) Succession : il s'agit de situer un événement par rapport à un autre dans le temps puis déterminer la succession chronologique (ex série, séquence).

2) Durée : la connaissance de la durée d'un événement est particulièrement importante. C'est la longueur du temps, l'intervalle, le laps de temps ou le temps écoulé entre 2 événements (ex : une phase de plissement a t elle été une phase rapide, brutale, catastrophique ou bien au contraire une réalisation progressive ?)

3) Simultanéité et corrélation : il importe également de déceler si 2 événements sont simultanés (synchrones). Le problème est relativement facile lorsqu'il s'agit de phénomènes qui se sont déroulés au même endroit , mais lorsqu'il s'agit d'événements qui se sont produit à des distances très grandes, on doit alors établir **des corrélations** alliant la notion du temps à celle de l'espace géographique.

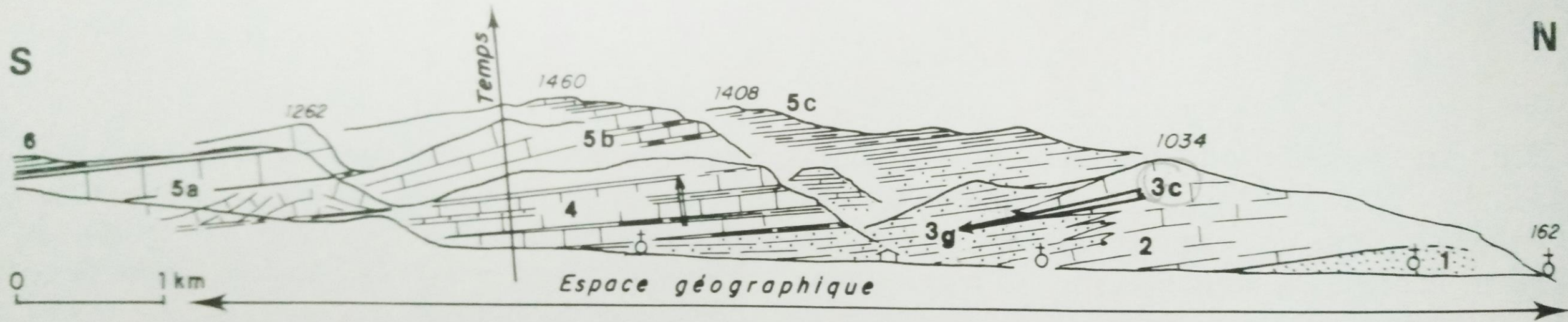


Figure 7. Les trois aspects du temps-espace de la stratigraphie (exemple pris dans le complexe urgonien — Aptien, Albien — au SE de Santander, Espagne).

- Succession (chronologie) : succession de formations sédimentaires (1, 2, 3, ...).
- Durée : une flèche symbolise la durée du dépôt de la formation 4.
- Corrélation (contemporanéité) : les calcaires 3c et les grès 3g sont de même âge (passage latéral de faciès). De même, les calcaires 5a, les alternances calcaréo-gréseuses 5b et l'ensemble détritique à minces lits calcaires 5c sont mis, par continuité, en

II-L'approche stratigraphique du temps

► 1- Le document et sa signification

a) *La « fossilisation » du temps*

Le temps géologique est un temps déjà passé. On ne peut donc pas le saisir directement, ni le mesurer comme le temps qui s'écoule en ce moment devant nous. On ne peut l'atteindre qu'à partir de traces laissées par divers processus qui ont eu un lien avec lui, soit dans leur déroulement, soit dans leur succession.

On peut dire que le temps géologique n'est accessible que dans la mesure où il a été « fossilisé », c'est-à-dire dans la mesure où une marque de quelque nature que ce soit (forme ou toute autre donnée géométrique, couleur, information d'ordre chimique ou biologique, signes physiques tels que ceux du magnétisme...), une marque qui puisse prendre une signification par rapport au temps, se trouve conservée dans une formation géologique. Comment cette fossilisation peut-elle se faire ?

Nous venons de définir, par un certain nombre de propriétés, ce qu'est le temps tel qu'on le conçoit (le plus souvent de façon implicite, non consciente en géologie. La tâche demandée à la stratigraphie est d'ordonner dans ce temps les éléments les plus divers de l'écorce terrestre : matériaux de la pétrographie, échantillons de la paléontologie, environnements de la sédimentologie, structures de la tectonique, etc.). Ce classe-

Ce qui est conservé : une marque observable. Classiquement « on appelle fossiles les *restes* d'organismes, complets ou fragmentaires, trouvés dans les roches et aussi *toute trace* d'activité due à des êtres vivants conservée dans les formations géologiques ». En ce qui concerne le temps aucun « reste » ne peut exister. Seules sont gardées certaines traces de phénomènes pour une partie desquelles nous pouvons établir une relation avec le temps. Pour quelques-unes de ces marques la re-

lation est nette. Par exemple la désintégration d'un élément radioactif, $U\ 235 \rightarrow Pb\ 207$ (isotope radioactif de l'uranium transformé en isotope stable du plomb), se traduit par une évolution du rapport $U\ 235/Pb\ 207$. C'est par la mesure de ce rapport (qui est le fait d'observation, le fossile) qu'une connaissance du temps peut être acquise.

La plupart des marques n'ont pas de signification temporelle en elles-mêmes. Cependant elles peuvent en acquérir grâce à leur position par rapport à d'autres : relation spatiale qui implique par exemple un décalage chronologique (voir plus loin) ou bien relation génétique. Ainsi la pyrite de fer s'altère naturellement en oxyde de fer hydraté (limonite) alors que la réaction inverse ne se produit pas, grâce à quoi, dans un nodule de pyrite de la craie (marcasite), deux époques sont distinguables : la plus ancienne correspond à la genèse même de la pyrite, la plus récente au développement de la croûte ferrugineuse aux dépens de cette pyrite.

2-La représentation du temps

- ▶ A- représentation fondée sur une succession chronologique: Echelle et grilles stratigraphique,

Ce premier système de représentation, que l'on peut appeler historique, est fondé sur une succession chronologique déduite de l'observation, Il est exprimé par la suite **d'unités stratigraphiques** remplissent chacune une partie de la durée géologique,

- Chacune de ces est attribué un certain nombre de caractères qui les définissent, permettent de les identifier,
- Ce mode de représentation conduit donc à un découpage du temps, comme on le fait en histoire proprement dite, Le terme d'échelle stratigraphique, qui est employé, illustre bien ce mode de représentation,



▶ <https://youtu.be/J-gi6qOEw3s>

- ▶ On peut concevoir que chaque branche de la géologie construise son échelle propre (Echelle tectonique, échelle biostratigraphique, échelle géomagnétique, échelle paléoclimatique,,,,,,), indépendamment, ou en relation avec les autres disciplines,
- ▶ En fait, c'est cette dernière façon de faire, cherchant à intégrer les résultats des multiples spécialité actuelles des sciences de la terre, qu'il est souhaitable de faire progresser,
- ▶ **Ex d'échelle tectonique:** est représenté par les phase d'orogénèse successives:
- ▶ **3-alpine** (formation des Pyrénées, des alpes),
- ▶ **2- hercynienne** (plissement de la majeure partie du massifs central français
- ▶ **1- calédonienne** (en France, plissement des plus anciens terrains de l'Ardenne),
- ▶ A leur tour les différentes sections ainsi définies peuvent être divisées plus finement , pour l'ensemble hercynien: phase palatine, phase saalienne, phase asturienne, phase sudète, phase bretonne,

B-second mode de représentation: une variable fonction du temps

- ▶ Ce mode, récent, repose sur l'emploi d'une variable fonction du temps, dont suffisamment de traces soient conservées, Fondamentalement différent du précédent il conduit, en principe à une figuration continue du déroulement du temps,
- ▶ Malheureusement nous ne disposons, à l'heure actuelle, que de deux variables qui soient liées au temps de façon univoque:
- ▶ 1-la transformation d'un élément radioactif est liée uniquement au temps (Fig, 2) et la second, l'évolution biologique, dépend en outre d'autres facteurs, en particulier de l'environnement, cependant elle n'en possède pas moins l'une des propriétés fondamentales du temps, l'irriver:sibilité qui est indispensable pour situer sans ambiguïté un évènement sur la courbe de variation, En revanche sa vitesse n'est pas constante.
- ▶ La représentation discontinue du temps par zone successives pourrait être remplacée par le degré d'évolution d'une lignée ou de certains caractères dans une lignée: une courbe continue au lieu 'une échelle à barreaux plus ou moins espacés.

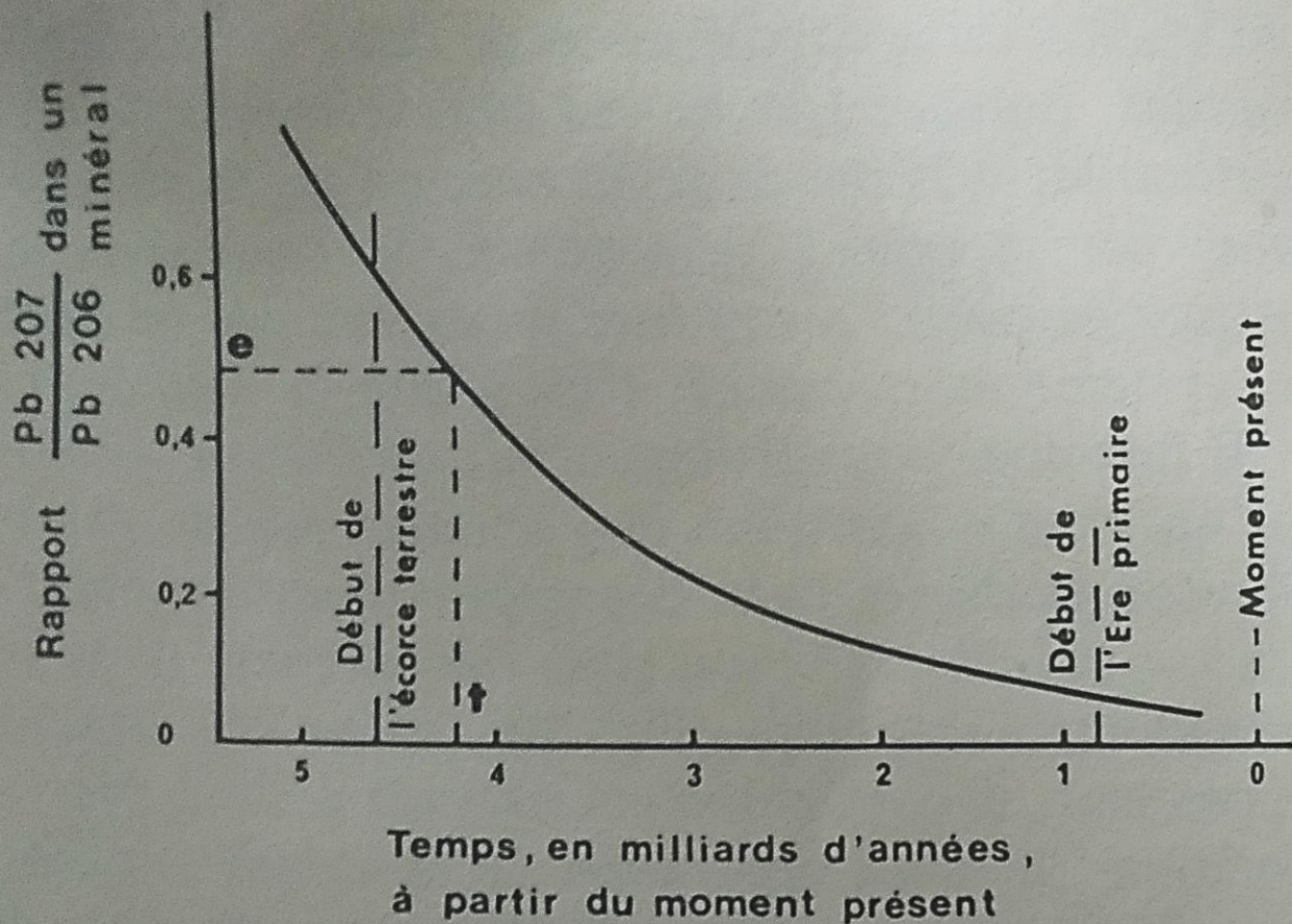


Figure 2. Exemple d'une courbe univoque donnée par un phénomène dont l'évolution est contrôlée uniquement par le temps : à un instant « t » du temps correspond un état « e » et un seul de la variable.

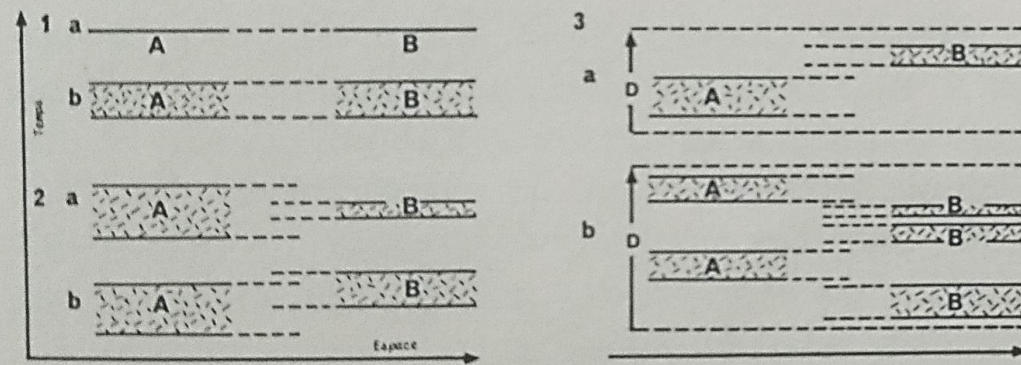


Figure 9. Diverses significations possibles d'une corrélation stratigraphique.

1 : *Corrélation parfaite* (coïncidence exacte de la durée des deux événements A et B considérés).

a : Durée très courte, pratiquement instantanée à l'échelle géologique (cas d'un « marqueur » par exemple un lit de cinérite).

b : Deux événements de durée non négligeable dont les débuts et les arrêts ont été simultanés.

2 : *Corrélation avec simultanéité partielle.*

a : La durée de B est contenue dans celle de A.

b : La durée de A et de B ne se superposent que partiellement.

3 : *Corrélation sans simultanéité.*

a : A et B, bien que ne s'étant pas produits simultanément, sont corrélés stratigraphiquement car ils se sont déroulés dans la même tranche de temps. D représente par exemple la durée minimale que l'on puisse apprécier. Les durées de chacun des deux événements se situent à l'intérieur de la durée D, sans cependant se superposer. A et B ne sont pas réellement synchrones mais, compte tenu des moyens disponibles, nous ne pouvons pas les séparer dans le temps.

b : Il en est de même pour les divers éléments de l'ensemble A et ceux de l'ensemble B. A est corrélé avec B bien qu'à aucun moment le déroulement de A n'ait coïncidé avec celui de B.

3-situer un évènement dans le temps: datation

Disposant des représentations concrètes du temps — grilles ou courbes —, comment situer un évènement par rapport à ces systèmes ? La réponse repose sur l'établissement de corrélations. Le mot **corrélation** aujourd'hui très employé en géologie, l'est dans un sens parfois très large im-

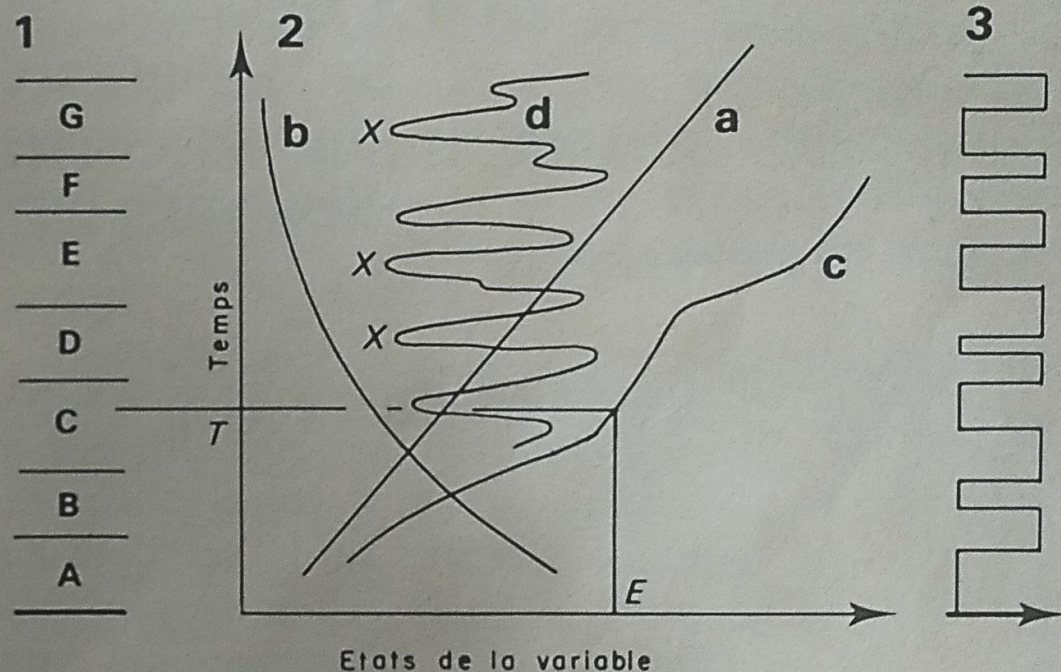


Figure 10. Divers systèmes de représentation du temps et de datation. Datation : il s'agit de situer un évènement par rapport à un système de représentation du temps qui peut être :

1 : Une échelle stratigraphique : succession d'unités-temps, qui ne sont pas rigoureusement de même durée.

2 : Une courbe établie à partir d'une variable fonction du temps.

a et b : Variables liées de façon univoque au temps :

a : Cas fictif où la variable serait rigoureusement proportionnelle au temps.

b : Cas de la transformation d'un élément radioactif.

c et d : Variables soumises à un contrôle de l'environnement.

c : Phénomène dont l'évolution serait unidirectionnelle, continue, irréversible, mais de vitesse non constante (anagenèse dans le cas de l'évolution biologique). Comme dans les cas précédents les conditions nécessaires à une datation sans équivoque sont réunies : à un moment « T » du temps ne correspond qu'un état « E » de la variable.

d : Phénomène imparfaitement satisfaisant (variations du climat par exemple). Il existe bien une évolution en fonction du temps, mais un même état « x » de la variable peut se retrouver à plusieurs moments.

3 : Cas extrême où la variable ne présente que deux états (inversion du champ magnétique terrestre par exemple) : un état de la variable ne suffit pas à définir un point du temps.

Le temps en géologie. La démarche stratigraphique

pliquant seulement certaines correspondances (dont les significations peuvent être très différentes) entre les objets (formations ou autres) mis en corrélation.

Dans un sens spatio-temporel strict : deux événements sont corrélés si l'on a établi (par l'intermédiaire de leurs « fossiles ») qu'ils ont été contemporains. En langage stratigraphique : deux unités stratigraphiques sont corrélées lorsqu'on a établi qu'elles sont contemporaines, autrement dit qu'elles sont de même âge. En fait, compte tenu des moyens dont nous disposons, c'est dire que nous ne pouvons les séparer dans le temps (Fig. 9).

Nous avons jusqu'ici considéré la corrélation

qui résulte de la comparaison de deux événements fossiles. Lorsque l'un de ces deux événements appartient au système de référence, ou qu'il est déjà situé par rapport à ce système, la comparaison permet de placer à son tour le second par rapport au système de référence, c'est-à-dire de le dater.

Il faut ainsi bien distinguer la *corrélation simple* — qui peut aujourd'hui être obtenue par de nombreuses méthodes avec des approximations diverses —, et la *datation* qui situe l'événement dans le déroulement du temps (Fig. 10). Dans la pratique cependant, la corrélation est souvent établie par la datation : la contemporanéité de deux événements est déduite par leur position identique par rapport à l'échelle de référence.