

Biostratigraphie

Introduction

La **biostratigraphie** est une branche de la géologie qui utilise les fossiles pour dater et diviser les couches sédimentaires en fonction de leur âge et de leur contenu biologique. C'est une méthode fondamentale pour comprendre l'histoire de la Terre, notamment l'évolution des espèces au fil du temps.

Définition :

La biostratigraphie consiste à étudier la répartition des fossiles dans les couches géologiques afin de définir des intervalles de temps géologiques (périodes, époques) et de corréler ces couches à différents endroits du globe.

But :

Le principal objectif de la biostratigraphie est de :

- **Datation relative** des roches : en utilisant la présence de fossiles caractéristiques, il est possible de déterminer l'âge relatif des couches géologiques.
- **Corrélation** des strates : elle permet de relier des formations géologiques à différentes localités, même si elles sont éloignées géographiquement.
- **Évolution paléontologique** : elle aide à retracer l'évolution des espèces et à reconstituer les environnements passés.

Utilité :

La biostratigraphie est cruciale dans de nombreux domaines :

- **Exploration pétrolière et gazière** : elle permet de localiser des réservoirs potentiels en identifiant des couches géologiques favorables à la présence de pétrole ou de gaz.
- **Études environnementales et climatologiques** : elle aide à reconstituer les changements climatiques anciens, en analysant l'évolution des écosystèmes au travers des fossiles.
- **Chronostratigraphie** : elle fournit des repères pour déterminer l'ordre des événements géologiques, ce qui est essentiel pour comprendre l'histoire de la Terre

Les caractéristiques d'une espèce biostratigraphiquement utile sont les suivantes :

- Extension stratigraphique courte ;
- Dispersion géographique rapide et large ;
- Bonne préservation ;
- Reconnaissance relativement facile.

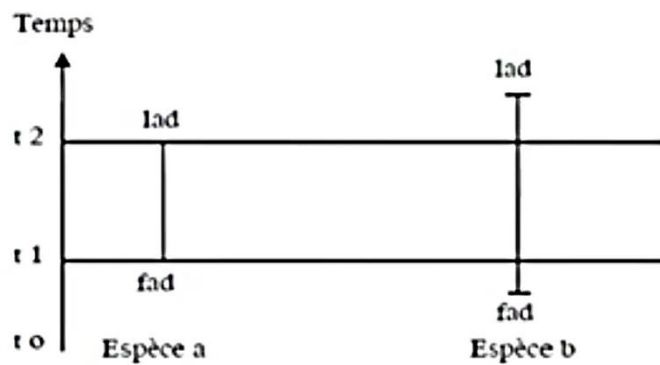
L'unité fondamentale en biostratigraphie est la **biozone**.

La **biozone** est un ensemble de couches (ou une couche) correspondant à l'extension verticale et horizontale (géographique) d'un **taxon** (espèce caractéristique).

Le **taxon** est un groupe d'organismes qui descendent d'un même ancêtre et qui ont certains caractères communs.

Exemple : Les embranchements, classes , ordres , familles , espèces sont des taxons .

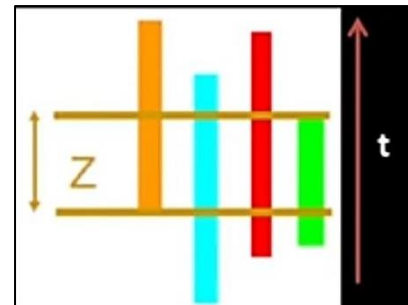
Les biozones sont fondée sur des apparitions ou disparitions d'espèces . Le moment d'apparition est le **FAD** = *First Appearance Datum* et le moment de disparition est le **LAD** = *Last Appearance Datum*.



On distingue plusieurs types de biozones :

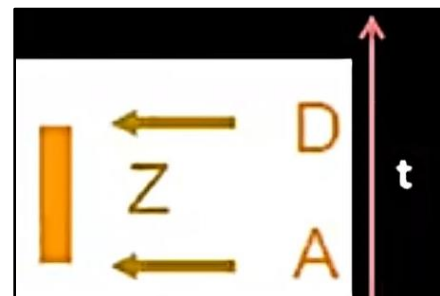
- 1- **Une zone d'association ou d'assemblage** est un ensemble de couches dont le contenu en fossiles, ou en un certain type de fossiles, pris dans sa totalité, constitue une association naturelle qui le distingue des couches adjacentes.

Zone pendant laquelle les 4 espèces considérées sont présentes.



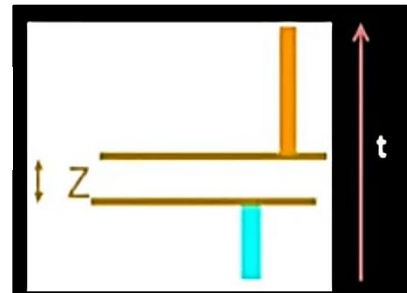
- 2- **Une zone d'extension** est l'ensemble des couches correspondant à l'extension totale de la présence d'une espèce. le mot extension s'entend à la fois horizontalement et verticalement.

Zone entre la première apparition (A) et la disparition (D) d'une espèce.

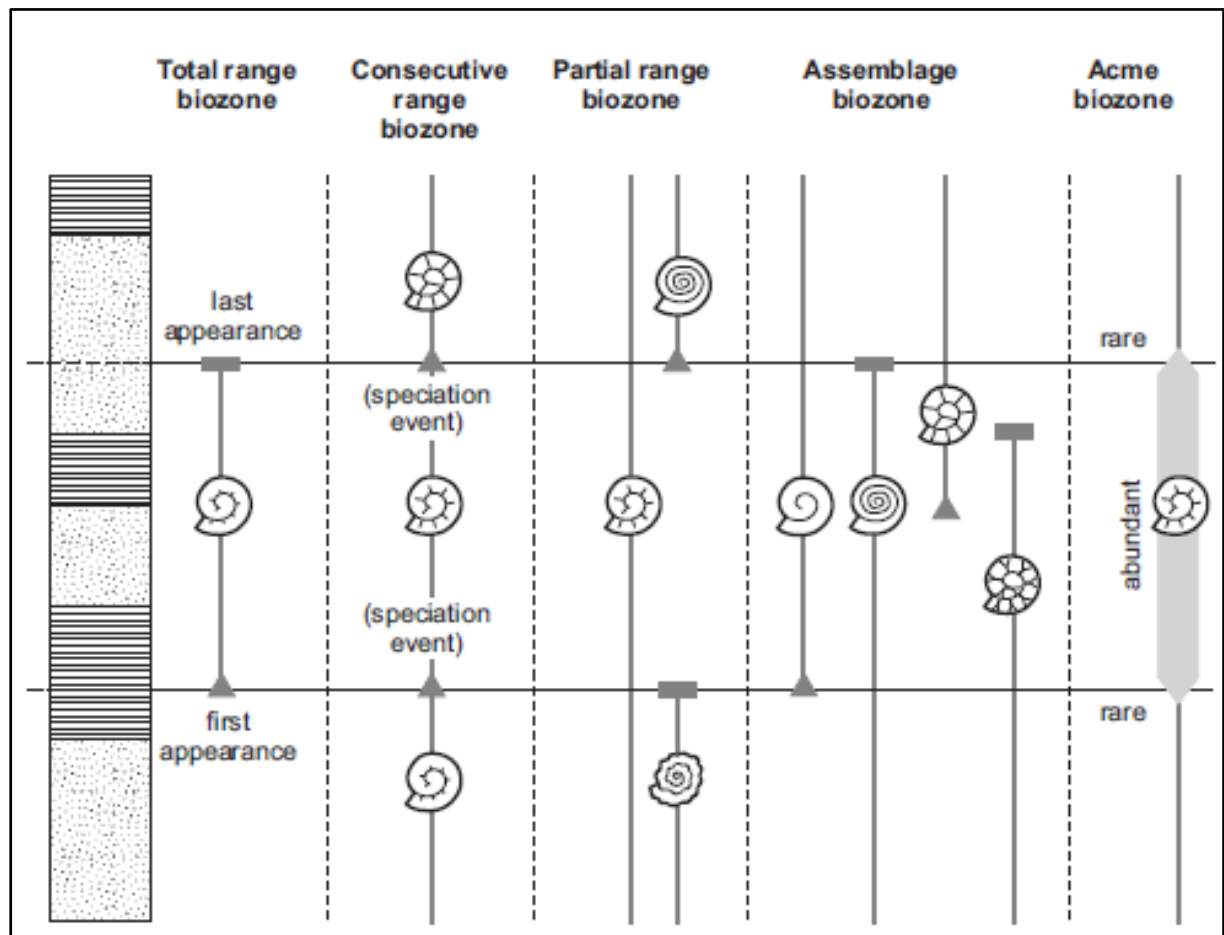


- 3- **Une zone d'intervalle** est l'intervalle entre deux horizons biostratigraphie donnés. La base ou le sommet d'une telle zone peut être marquée par la première apparition d'un taxon ou la dernière présence d'un autre taxon.

zone entre la disparition d'une espèce et l'apparition d'une autre.



- 4- **Une zone d'abondance:** est définie par la prédominance ou la concentration élevée d'une ou de plusieurs espèces de fossiles dans les couches géologiques. Cette concentration élevée peut être le résultat de conditions environnementales favorables à la multiplication de ces espèces à une époque particulière.
- 5- **Une zone de distribution concomitante :** est caractérisée par la présence simultanée de plusieurs espèces de fossiles dans une séquence de roches sédimentaires sur une période donnée.



Les différents types de biozone

Les fossiles évoluent avec le temps à travers un processus appelé diagenèse, qui est le résultat de changements chimiques et physiques qui se produisent au sein des roches sédimentaires qui les entourent. La diagenèse permet de transformer les restes organiques en fossiles et est un élément clé de l'utilisation des fossiles pour dater les roches.

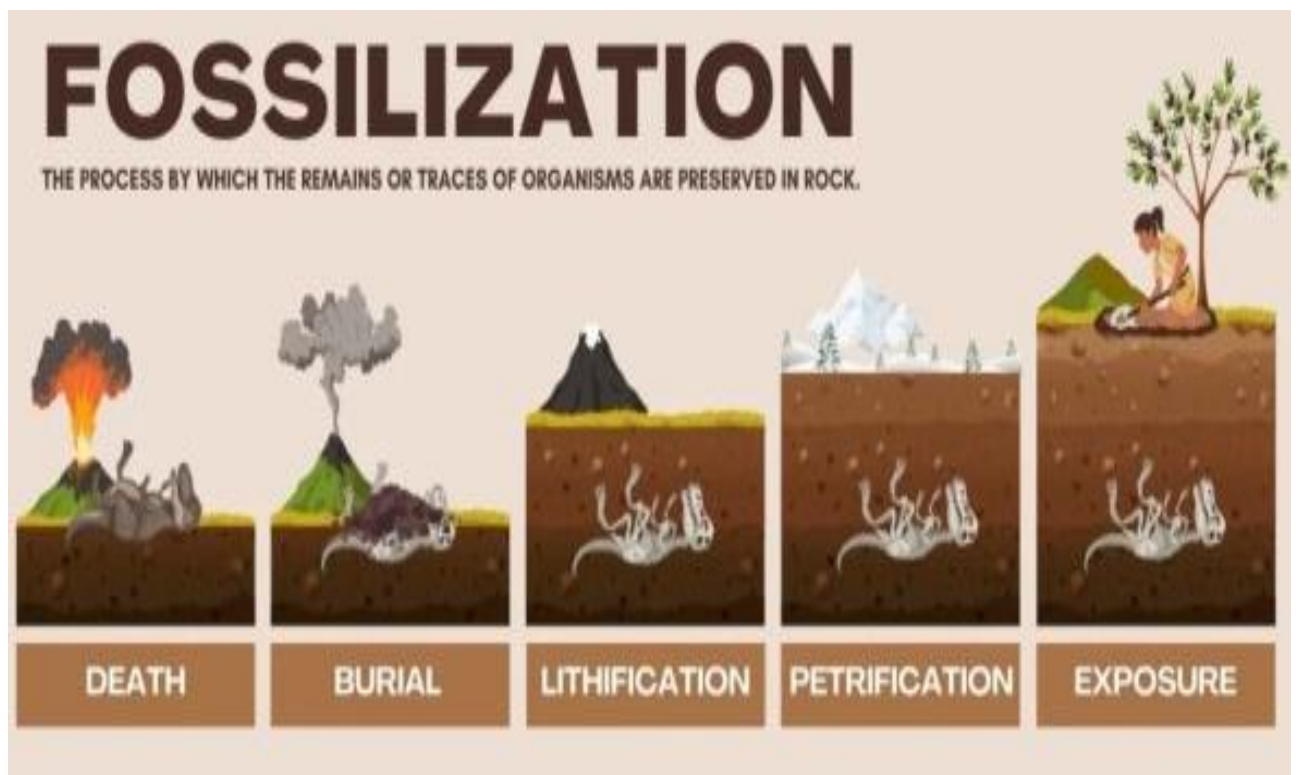
1- Décès:Le processus commence par la mort de l'organisme. Pour devenir un fossile, les restes ne doivent pas être récupérés ni détruits.

2- Enterrement:Les restes doivent être rapidement enfouis dans des sédiments pour les protéger de la décomposition. Un enfouissement rapide dans de la boue, du sable, des cendres volcaniques ou d'autres sédiments est essentiel.

3- Décomposition et sédimentation:À mesure que les tissus mous se décomposent, des parties dures restent tandis que des couches supplémentaires de sédiments s'accumulent, se compactant au fil du temps.

4- Minéralisation:Les minéraux présents dans les eaux souterraines s'infiltrent lentement dans les vestiges, remplaçant la matière organique par des minéraux. Cela peut créer une réplique pierreuse de la structure originale.

6- Érosion et Découverte:Au fil des millions d'années, l'activité géologique ou l'érosion peuvent exposer des fossiles à la surface. Ces fossiles exposés peuvent ensuite être découverts, étudiés et classés par les paléontologues.



Pourquoi les fossiles sont utiles pour dater les roches ?

Les fossiles sont utiles pour dater les roches en raison de leur relation avec la chronologie géologique. Voici comment cela fonctionne :

- **Succession des fossiles** : Les fossiles évoluent au fil du temps et sont caractéristiques de certaines périodes géologiques. En étudiant la succession des fossiles dans les couches sédimentaires, les géologues peuvent établir une chronologie relative des dépôts.
- **Principe de superposition** : Le principe de superposition stipule que les couches de sédiments plus anciennes se trouvent en bas, tandis que les couches plus récentes se trouvent en haut. En identifiant les fossiles caractéristiques dans ces couches, il est possible de déterminer l'âge relatif des roches.
- **Index fossiles** : Certains fossiles, appelés "index fossiles", sont particulièrement utiles pour dater les roches parce qu'ils étaient répandus et avaient une durée de vie géologiquement courte. Les couches contenant ces fossiles peuvent être datées de manière plus précise.

Caractéristiques des index fossiles :

Les index fossiles sont généralement des organismes qui répondent à plusieurs critères spécifiques :

- Ils doivent avoir existé sur Terre pendant une période relativement courte sur l'échelle géologique.
- Leur apparition (FAD) et leur disparition (LAD) dans le registre fossile doivent être bien définies.
- Ils doivent avoir une large distribution géographique, ce qui signifie qu'ils se trouvaient dans de nombreuses régions du monde à la même époque.
- Ils doivent être relativement faciles à identifier et à distinguer d'autres fossiles, ce qui facilite leur reconnaissance dans les roches.

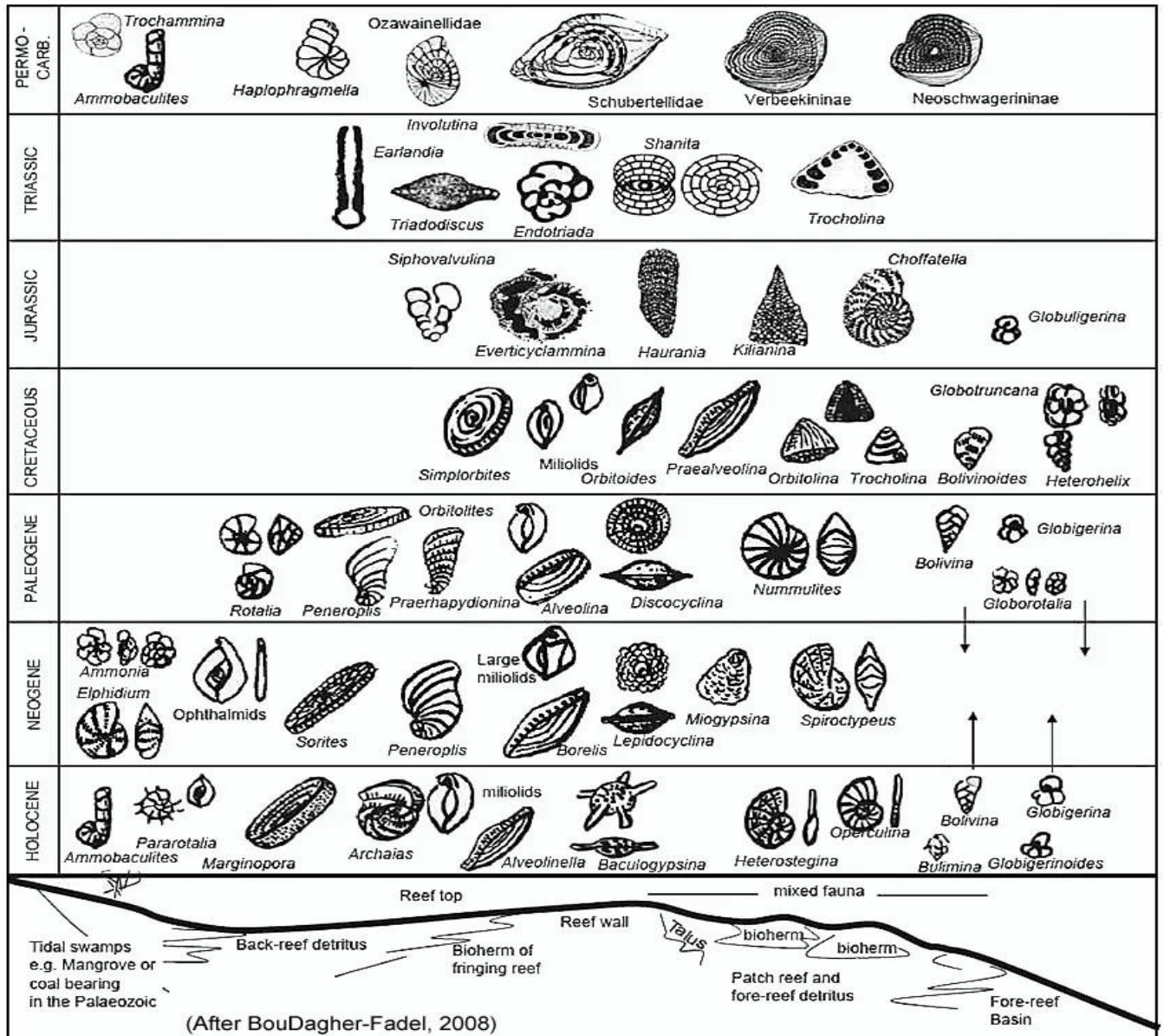
Utilité des index fossiles :

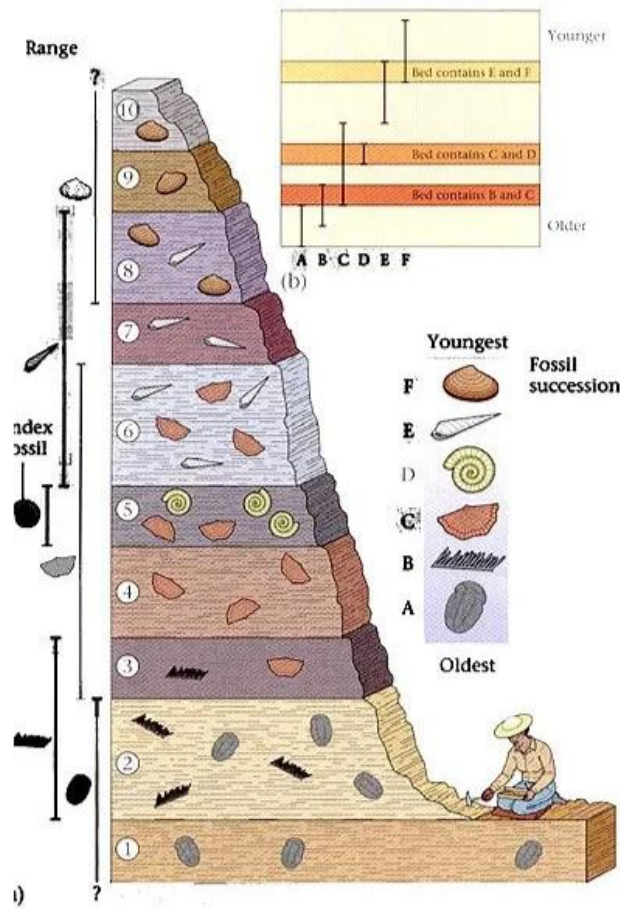
Les index fossiles sont utilisés pour plusieurs buts en biostratigraphie :

- Ils permettent de dater des couches géologiques relativement précisément, car leur FAD et leur LAD fournissent des limites temporelles.
- Ils servent de marqueurs pour identifier des intervalles de temps spécifiques, ce qui facilite la corrélation entre différentes régions géologiques.
- Ils aident à déterminer l'âge relatif des roches, c'est-à-dire à indiquer si une couche est plus ancienne ou plus récente qu'une autre.

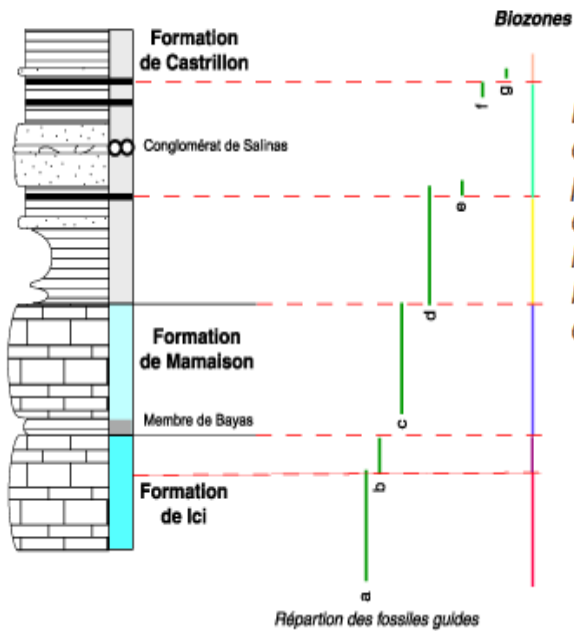
Exemples d'index fossiles : Il existe de nombreux exemples d'index fossiles, chacun associé à une période géologique spécifique.

Exemples de fossiles index





Lithostratigraphie → Biostratigraphie



En analysant la répartition de quelques fossiles présents dans les roches de la colonne lithostratigraphique, les biostratigraphes ont pu définir 7 biozones.

Répartition des fossiles guides

Les Fossiles en tant qu'indicateurs de Paléoenvironnement:

Les fossiles sont des indicateurs précieux de paléoenvironnements, c'est-à-dire des environnements passés de la Terre. Ils nous fournissent des informations cruciales sur les conditions environnementales qui prévalaient à l'époque où ces organismes vivaient et peuvent révéler des détails sur le climat, l'hydrologie, la géographie et l'évolution de la planète.

- **Associations fauniques et florales :** Les associations de fossiles d'animaux et de plantes dans une couche géologique donnée fournissent des informations sur l'écosystème de l'époque. Par exemple, la présence de fossiles de palmiers dans une couche peut indiquer un climat chaud et tropical, tandis que la présence de fossiles de conifères suggère un climat plus tempéré.

- **Fossiles de micro-organismes :** Les micro-organismes tels que les foraminifères, les diatomées et les pollens sont souvent utilisés pour reconstituer les conditions environnementales passées. Par exemple, les foraminifères benthiques et planctoniques dans les sédiments marins sont sensibles à la température de l'eau et à la salinité, ce qui permet de déduire des informations sur la composition de l'eau de mer ancienne.

- **Fossiles d'invertébrés marins :** Les fossiles d'invertébrés marins, tels que les coraux, les éponges et les coquillages, fournissent des indices sur la qualité de l'eau, la profondeur et la température de l'océan à l'époque de leur existence.

- **Fossiles de vertébrés terrestres :** Les fossiles de dinosaures, de mammifères anciens et d'autres vertébrés terrestres permettent de reconstituer les paléoenvironnements terrestres, y compris la végétation, le climat et les régimes alimentaires

- **Trace fossiles :** Les traces fossiles, telles que les empreintes de pas, les terriers et les excréments, donnent des informations sur les comportements et les interactions entre les organismes, ainsi que sur les conditions environnementales, telles que la texture du sol et le niveau de l'eau.

- **Isotopes stables :** L'analyse des isotopes stables dans les coquilles de fossiles marins et les dents d'organismes terrestres peut fournir des informations sur les conditions de température, de salinité, d'altitude et de régime alimentaire.

- **Fossiles de plantes :** Les fossiles de plantes, y compris les feuilles, les troncs, les pollens et les graines, sont essentiels pour la reconstitution des paléoenvironnements terrestres, tels que les forêts anciennes, les marécages, les prairies et les climats.

- **Fossiles de micro-organismes marins :** Les assemblages de nannofossiles calcaires et de radiolaires marins peuvent indiquer les conditions de l'eau de mer, notamment la température, la salinité et la productivité.

Les Limitations de la Biostratigraphie :

La biostratigraphie est une méthode précieuse pour dater les roches et reconstituer l'histoire géologique de la Terre en utilisant des fossiles. Cependant, elle présente certaines limitations et défis.

- **Présence de fossiles absents ou rares :** Dans certaines régions géologiques ou couches rocheuses, il peut être difficile de trouver des fossiles, car les conditions de préservation n'étaient pas favorables. Cela rend la biostratigraphie difficile à appliquer dans ces endroits.
- **Fossiles éphémères :** Certains fossiles, en particulier les micro-organismes, peuvent avoir des durées de vie très courtes à l'échelle géologique. Cela signifie qu'ils ne sont pas utiles pour dater des couches géologiques sur de longues périodes de temps.
- **Migrations géographiques :** Les populations d'organismes, en particulier les vertébrés, peuvent avoir migré géographiquement au fil du temps, ce qui rend difficile la corrélation des couches rocheuses entre différentes régions.
- **Perturbations géologiques :** Les mouvements tectoniques, les plissements, les failles et d'autres perturbations géologiques peuvent déplacer des couches rocheuses et perturber la succession des fossiles. Cela peut rendre difficile l'application du principe de superposition.
- **Erreurs de datation :** La datation relative basée sur la biostratigraphie peut souffrir d'erreurs si les fossiles utilisés comme indicateurs sont mal identifiés ou s'ils ont des durées de vie géologique plus longues ou plus courtes que prévu.
- **Événements de faune et flore majeurs :** Les extinctions de masse ou les événements de radiation évolutive peuvent perturber les associations de fossiles et compliquer la datation relative, car de nombreuses espèces peuvent apparaître ou disparaître simultanément.
- **Limitations de la datation absolue :** La biostratigraphie permet de dater les roches de manière relative, mais elle ne fournit pas de dates absolues. Pour obtenir des âges absolus, d'autres méthodes de datation, telles que la datation radiométrique, doivent être utilisées en conjonction avec la biostratigraphie.
- **Imperfection des enregistrements fossiles :** Les enregistrements fossiles ne sont pas complets, car de nombreux organismes n'ont pas été préservés sous forme de fossiles. Cela signifie que certaines périodes de temps ou certains environnements peuvent être sous-représentés.