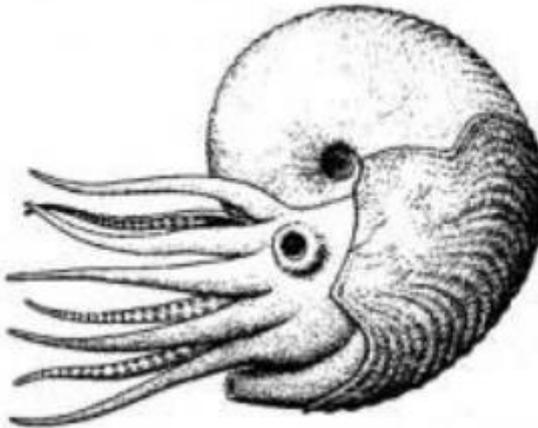
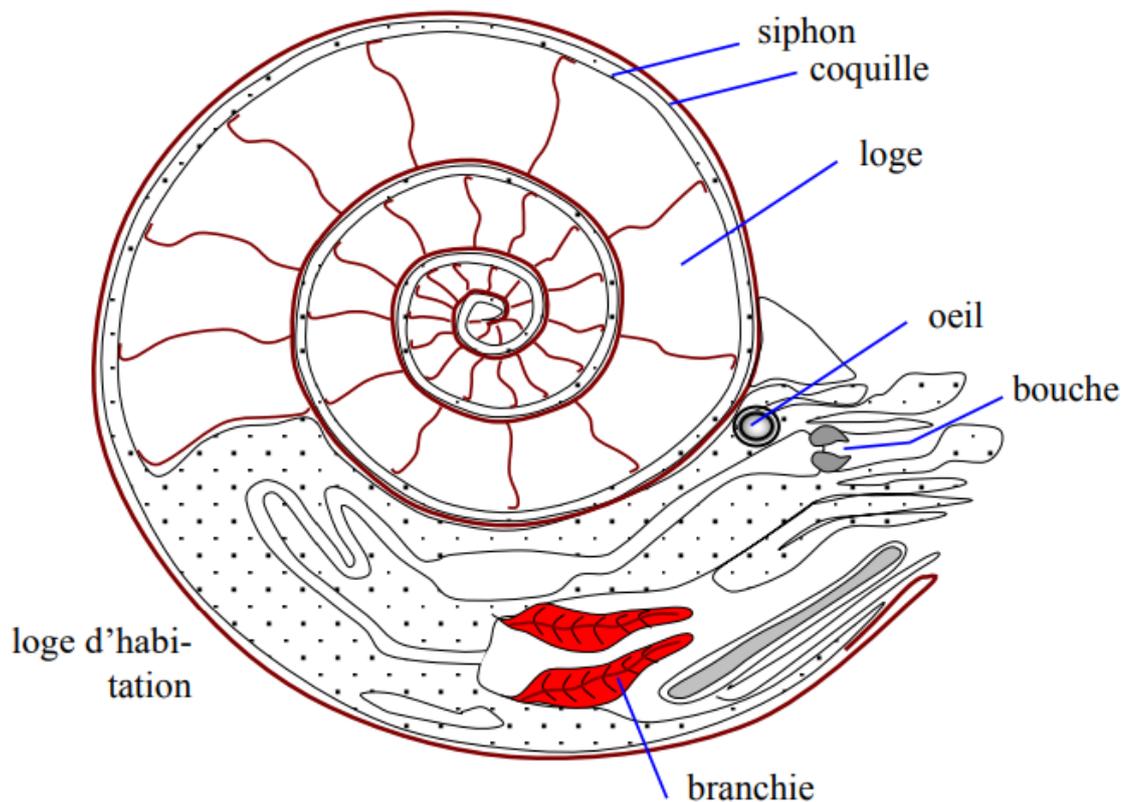


## EVOLUTION DES AMMONITES

Les ammonites sont des mollusques marins éteints qui appartiennent à la classe Cephalopoda et à la sous-classe Ammonoidea. C'étaient des créatures répandues et diverses qui vivaient dans les océans depuis la période du Dévonien, il y a environ 400 millions d'années, jusqu'à la fin du Crétacé, il y a environ 66 millions d'années, lorsqu'elles se sont éteintes avec les dinosaures. Les ammonites étaient parmi les organismes marins les plus abondants et les plus prospères de leur époque.



Ces créatures fascinantes sont connues pour leurs coquilles enroulées distinctives, qui affichent souvent des motifs et des dessins complexes. Les coquilles sont faites de carbonate de calcium et étaient divisées en chambres séparées par des parois minces appelées septa. L'animal habitait la dernière et la plus grande chambre de la coquille, tandis que les premières chambres servaient de contrôle de la flottabilité et assuraient une protection.



Les ammonites étaient de tailles variées, allant de quelques centimètres à plus de deux mètres de diamètre. Leurs formes variaient également considérablement, allant de formes étroitement enroulées à des formes plus ouvertes et plus lâches. Ces variations dans la morphologie de la coquille font de l'ammonite fossiles des outils importants pour les scientifiques pour étudier et comprendre les écosystèmes marins anciens et le temps géologique.

L'une des caractéristiques remarquables des ammonites est leur capacité à évoluer rapidement, conduisant à une grande diversité d'espèces tout au long de leur longue existence. Les paléontologues utilisent les différentes formes, tailles et motifs de leurs coquilles pour classer et identifier diverses espèces d'ammonites. L'étude des ammonites, connue sous le nom d'ammonitologie, fournit des informations précieuses sur l'évolution, la paléoécologie et la biostratigraphie des environnements marins anciens.

Les ammonites ont prospéré dans une variété d'habitats marins, des eaux côtières peu profondes aux environnements de haute mer. Ils étaient des prédateurs actifs, utilisant leurs tentacules pour attraper des proies telles que de petits poissons, des crustacés et d'autres invertébrés. Leurs plus proches parents vivants sont les céphalopodes que nous connaissons aujourd'hui, notamment les calmars, les poulpes et les nautilus.

Le nom "ammonite" provient de la forme en spirale de leurs coquilles, qui ressemblaient aux cornes du dieu égyptien Amon, souvent représenté comme un bélier aux cornes tordues. Le nom "ammonite" a depuis été utilisé pour décrire ce groupe de céphalopodes éteints.

L'extinction des ammonites, ainsi que de nombreux autres organismes marins et terrestres, s'est produite lors de l'événement d'extinction de masse du Crétacé-Paléogène (K-Pg). Cet événement a probablement été causé par une combinaison de facteurs, notamment un important impact d'astéroïde, une activité volcanique et le changement climatique.

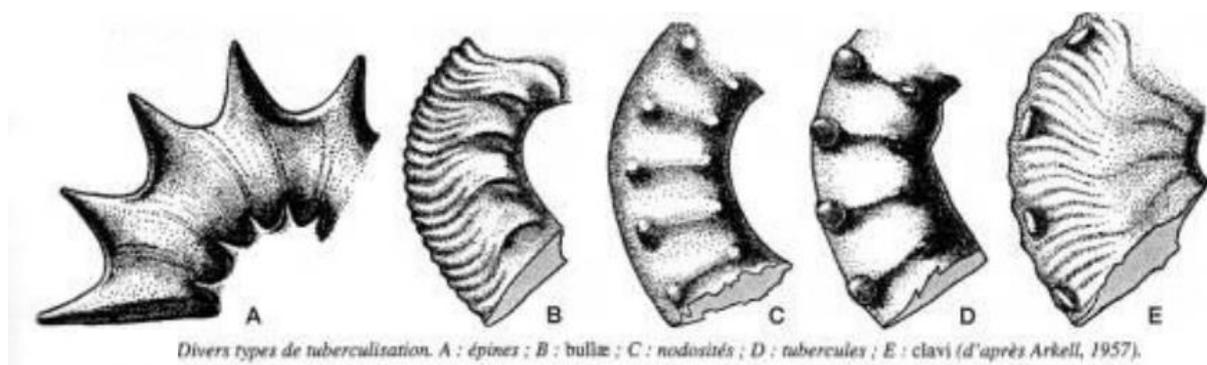
Aujourd'hui, les fossiles d'ammonites sont très prisés par les collectionneurs et les paléontologues. Ils servent d'indicateurs importants des âges géologiques passés et fournissent des indices précieux sur les écosystèmes anciens et l'histoire de l'évolution. L'étude des ammonites continue d'éclairer le passé profond de la Terre et contribue à notre compréhension de l'histoire de la vie sur notre planète.

## I. Morphologie des ammonites

La forme de la coquille de l'ammonite est habituellement en spirale, dite planispiralée. Il peut cependant exister toute sorte d'enroulements. Certaines sont droites, d'autres ancylocône, hamitocône, orthocône, etc. La coquille de l'ammonite peut être ornée de côtes et / ou de tubercules. Ces attributs donnent à l'ammonite une grande variété d'apparences et jouent un rôle capital dans la distinction des espèces.



La forme de la coquille de l'ammonite est habituellement en spirale, dite planispiralée. Il peut cependant exister toute sorte d'enroulements. Certaines sont droites, d'autres ancylocône, hamitocône, orthocône, etc. La coquille de l'ammonite peut être ornée de côtes et / ou de tubercules. Ces attributs donnent à l'ammonite une grande variété d'apparences et jouent un rôle capital dans la distinction des espèces.



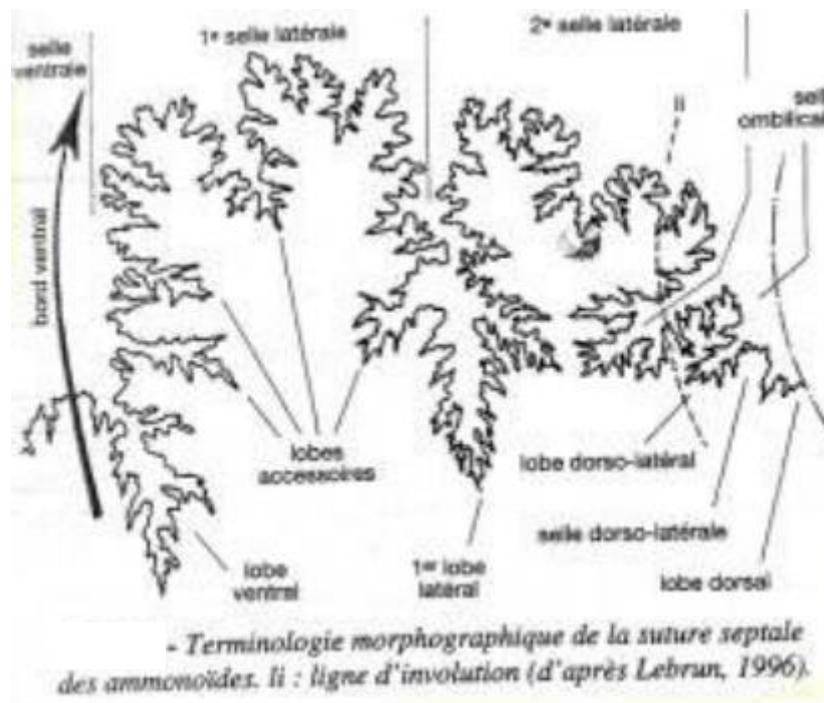
Voici quelques exemples de costulation (côtes) ou de tubercules chez les ammonites. Les deux premiers exemplaires provenant du Jura montrent bien différences de costulations. Celle de gauche représente de fortes côtes contrairement à celle du milieu. La troisième photo montre la présence de forts tubercules protectrices.



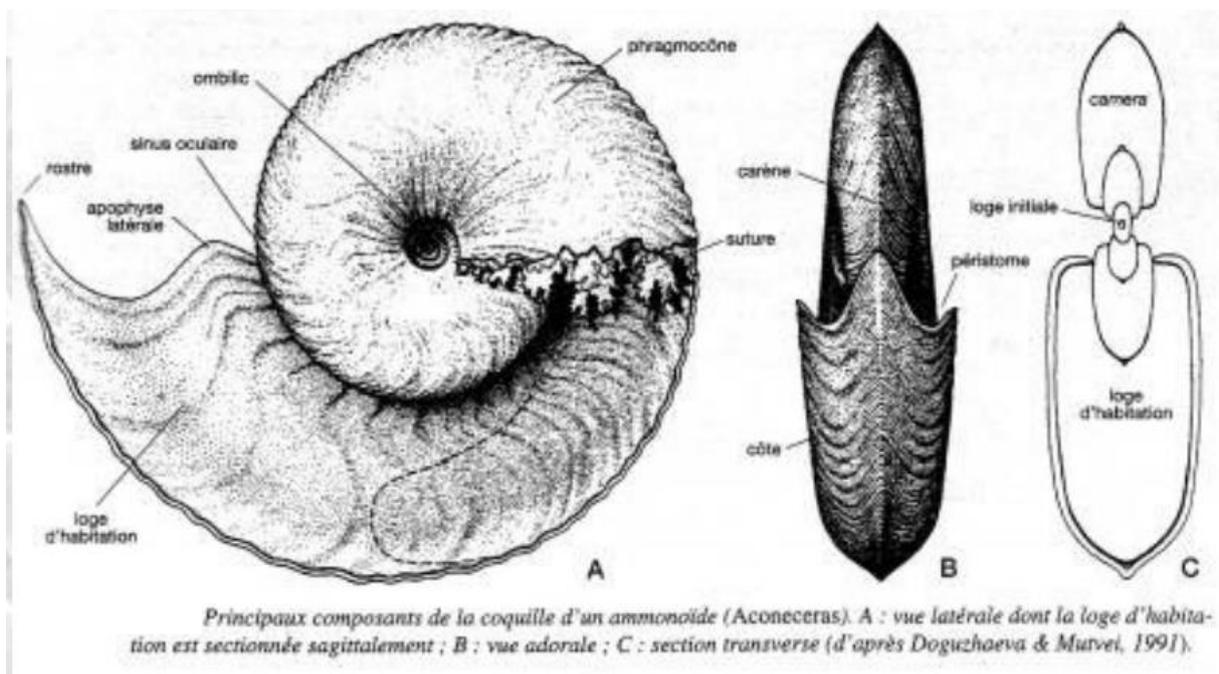
Environ 90%, des ammonites ne possèdent plus leur coquille d'origine. Celle-ci est dissoute lors de la fossilisation. Dans ce cas, il est alors possible d'observer les sutures qui sont des structures déterminantes dans la classification. Elles permettent d'établir les relations génétiques entre les diverses espèces. Celles-ci représentent l'intersection des cloisons des chambres de légendes et tous ces mythes qui se sont façonnés autour des ammonites, était bien avant de connaître leur vraie valeur. Aujourd'hui les géologues et les paléontologues sont extrêmement heureux d'avoir le meilleur instrument de datation des roches. A cela se sont joints des intérêts de beauté et de nombreux collectionneurs qui se les échangent ou en achètent. Qu'est-ce qu'une ammonite ? Généralités : Jadis, les ammonites occupaient un grand nombre d'océans. Elles étaient un groupe d'invertébrés très important de la vie du passé qui ont rapidement évolué. Aujourd'hui elles ne nous ont laissées que leurs fossiles, surtout leurs parties dures mais exceptionnellement on peut retrouver des fossiles ayant gardés leurs parties molles. Grâce à l'étude des paléontologues, on a interprété leur mode de vie, leurs habitats, leurs croissances et leur phylogénèse. La forme de la coquille de l'ammonite est habituellement en spirale, dite planispiralée. Il peut cependant exister toute sorte d'enroulements. Certaines sont droites, d'autres ancylocône, hamitocône, orthocône, etc. La coquille de l'ammonite peut être ornée de côtes et / ou de tubercules. Ces attributs donnent à l'ammonite une grande variété d'apparences et jouent un rôle capital dans la distinction des espèces.

Voici quelques exemples de costulation (côtes) ou de tubercules chez les ammonites. Les deux premiers exemplaires provenant du Jura montrent bien différences de costulations. Celle de gauche représente de fortes côtes contrairement à celle du milieu. La troisième photo montre la présence de forts tubercules protectrices. Environ 90%, des ammonites ne possèdent plus leur

coquille d'origine. Celle-ci est dissoute lors de la fossilisation. Dans ce cas, il est alors possible d'observer les sutures qui sont des structures déterminantes dans la classification. Elles permettent d'établir les relations génétiques entre les diverses espèces. Celles-ci représentent l'intersection des cloisons des chambres de l'ammonite avec la coquille.



Le phragmocône, rassemble toutes les chambres de l'ammonite. Celui-ci pouvait avoir entre quarante et cents cinquante chambres délimitées par les cloisons. L'ammonite, vivaient dans la loge d'habitation, qui était la dernière loge, rarement préservée à cause de son extrême fragilité.



Cette dernière loge disposait d'un bord libre appelé péristome. Celui-ci, à partir de la fin du Lias, il y a 175 millions d'années, pouvait, chez certaines ammonites, développer des excroissances tels que une paire d'apophyses latérales ou un rostre, lequel prolongeait le dessus de la coquille. Ces excroissances sont signes de maturité chez le mâle. Malheureusement, il était extrêmement fragile donc difficiles à conserver. Beaucoup d'ammonites peuvent disposer d'une carène, laquelle servait simplement à l'esthétique ou à être plus hydrodynamique.

De rares fossiles d'ammonites gardaient la radula, celle-ci était une série de sept petites dents qui aidaient à l'ingurgitation des aliments. Les aptychi sont généralement en paire et forment la partie inférieure du bec. Ceux-ci servaient à déchiqueter des proies, mais ils permettaient également à l'animal de pouvoir s'emprisonner dans sa coquille en les plaçant à la sortie de la coquille tel *Aptychus* d'ammonite de Drôme. Collection R. Genoud. La coquille des ammonites leur servait de flotteur hydrostatique. Cela a été interprété en regardant les nautilus d'aujourd'hui. Dans l'ammonite, il y a un siphon qui passe par le phragmocône (toutes les loges) jusqu'au protoconque (première loge). Ce siphon a un rôle important dans la flottaison de l'ammonite. Il permet de transporter des liquides et des gaz d'une chambre à l'autre. L'ammonite enlevait ou ajoutait du liquide d'azote gazeux extrait de son corps. Elle jouait avec ça pour rendre la coquille plus lourde ou plus légère que l'eau, à la façon d'un sous-marin. Ce système hydraulique complexe permettait aussi à l'animal de s'en servir comme propulseur par jet violent d'eau, comme beaucoup de céphalopodes actuels. Cette propulsion se faisait à l'aide de l'hyponome, qui est un grand entonnoir musculeux.

## **II. Évolution et classification des ammonites**

L'évolution et la classification des ammonites révèlent une histoire fascinante de diversification et d'adaptation sur des millions d'années. Les ammonites appartiennent à la sous-classe Ammonoidea au sein de la classe Cephalopoda, qui comprend également des céphalopodes vivants comme les calmars, les poulpes et les nautilus. Explorons les aspects clés de leur évolution et de leur classification.

1. **Évolution précoce** : les ammonites ont évolué à partir de céphalopodes à coquille droite appelés orthocérides au cours de la période dévonienne, il y a environ 400 millions d'années. Ces premières ammonites avaient des coquilles simples et enroulées avec un petit nombre de chambres. Au fil du temps, ils ont développé des modèles d'enroulement plus complexes et augmenté le nombre de chambres.

2. **Morphologie de la coquille** : Les coquilles d'ammonites présentent une remarquable diversité de forme, de taille et d'ornementation. Ils peuvent être étroitement enroulés, lâchement enroulés, comprimés ou en forme de disque. La direction d'enroulement peut être soit dans le sens des aiguilles d'une montre (dextre) soit dans le sens inverse des aiguilles d'une montre (sinistre). La surface des coquilles présente souvent divers motifs, tels que des côtes, des épines, des nœuds et des sutures (les jonctions entre les chambres).

3. **Classification taxonomique** : Les ammonites sont classées en divers taxons en fonction des caractéristiques de leur coquille, notamment la forme de la coupe transversale, l'ornementation et les motifs de suture. Ces taxons comprennent les ordres, les sous-ordres, les superfamilles, les familles, les sous-familles et les genres. La classification des ammonites est principalement basée sur la structure interne des coquilles, en particulier la complexité des sutures.

4. **Modèles de suture** : Les sutures, qui sont les cloisons internes complexes divisant les chambres à l'intérieur de la coquille, sont cruciales pour la classification des ammonites. Les motifs de suture présentent des motifs complexes et peuvent varier considérablement d'une espèce à l'autre. Les modèles de suture courants comprennent des formes simples, lobées, cannelées, dentelées et complexes. Ces modèles servent de caractéristiques de diagnostic pour identifier et distinguer différents groupes d'ammonites.

5. **Zones d'ammonites** : Les ammonites ont joué un rôle important dans le développement de la biostratigraphie, qui est la subdivision du temps géologique basée sur les assemblages fossiles. En étudiant la répartition des ammonites dans les roches, les paléontologues ont établi un schéma zonal connu sous le nom de système de zone d'ammonite. Chaque zone représente un intervalle de temps spécifique caractérisé par la présence de certaines espèces d'ammonites. Ce système aide à dater et à corréliser les couches rocheuses dans différentes régions.

6. **Tendances évolutives** : Les ammonites ont subi d'importants changements évolutifs tout au long de leur existence. Ils se sont diversifiés en de nombreuses lignées et ont rayonné dans diverses niches écologiques. On pense que l'évolution de la forme de leur coquille, de leurs motifs d'enroulement et de leur ornementation est influencée par des facteurs environnementaux, les pressions de prédation et la concurrence pour les ressources. Les ammonites ont fait preuve d'une remarquable capacité d'adaptation et d'évolution rapide, résultant en une extraordinaire diversité de formes.

Il est important de noter que la classification et la taxonomie des ammonites continuent d'évoluer à mesure que de nouvelles découvertes sont faites et que les chercheurs affinent leur compréhension de ces organismes disparus. L'étude de l'évolution et de la classification des

ammonites fournit des informations précieuses sur la dynamique des anciens écosystèmes marins, la paléoécologie et l'histoire de la vie sur Terre.

### **III. Fossilisation et préservation**

La fossilisation est le processus par lequel des restes organiques ou des traces d'organismes sont conservés dans la croûte terrestre sous forme de fossiles. Il s'agit d'un phénomène complexe et relativement rare qui nécessite des conditions spécifiques pour réussir la conservation des organismes pendant des millions d'années. Voici les étapes clés et les facteurs impliqués dans la fossilisation et la préservation :

1. **Mort** : La première étape de la fossilisation est la mort d'un organisme. Qu'il s'agisse d'une plante, d'un animal ou d'un autre organisme, il doit mourir et être enterré assez rapidement pour avoir une chance d'être préservé.
2. **Enfouissement rapide** : pour que la préservation se produise, l'organisme doit être rapidement enterré par des sédiments, tels que de la boue, du sable ou des cendres volcaniques. Cela empêche la décomposition et protège les restes des charognards et des perturbations physiques.
3. **Accumulation de sédiments** : Au fil du temps, des couches supplémentaires de sédiments s'accumulent au-dessus de l'organisme enfoui. Le poids des sédiments sus-jacents crée une pression qui contribue au processus de préservation.
4. **Perminéralisation** : La perminéralisation, ou remplacement minéral, est l'une des formes les plus courantes de préservation des fossiles. Il se produit lorsque minéraux dissous dans les eaux souterraines s'infiltrent dans les restes organiques et remplissent les espaces poreux. Les minéraux remplacent progressivement la matière organique d'origine, en préservant sa structure.
5. **Recristallisation** : La recristallisation est un processus dans lequel les minéraux contenus dans le fossile changent et se réorganisent au fil du temps. Cela peut entraîner la préservation de détails fins et le renforcement du fossile.
6. **Remplacement** : Dans certains cas, la matière organique d'origine peut être entièrement remplacée par des minéraux différents. Cela peut entraîner la formation de fossiles qui conservent la forme et la structure de l'organisme mais qui sont constitués de matériaux entièrement différents.

7. **Compression** : La compression se produit lorsque le poids des sédiments sus-jacents compacte l'organisme enfoui. Ceci peut conduire à l'aplatissement des restes de l'organisme, tels que des feuilles ou des organismes à corps mou, dans les couches rocheuses.

8. **Empreintes et traces fossiles** : la fossilisation peut également impliquer la préservation d'empreintes ou de traces laissées par des organismes. Par exemple, les empreintes de pas, les terriers et les coprolites (excréments fossilisés) sont considérés comme des traces de fossiles qui fournissent des preuves d'activités de vie anciennes.

9. **Taphonomie** : La taphonomie est l'étude des processus et des facteurs qui affectent la préservation des organismes et de leurs restes. Il s'agit de comprendre les différents facteurs tels que l'environnement, les taux de sédimentation et les processus biologiques qui peuvent influencer la fossilisation.

10. **Processus géologiques** : Les fossiles peuvent être exposés à des processus géologiques tels que l'érosion, le soulèvement et érosion. Une fois exposés, ils peuvent être découverts par des paléontologues et étudiés pour en savoir plus sur les organismes et les environnements anciens.

Il est important de noter que la fossilisation est un phénomène rare et que la majorité des organismes ne se fossilisent pas. La préservation des fossiles nécessite des conditions spécifiques, telles qu'un enfouissement rapide et une protection contre la décomposition, pour assurer leur survie à long terme dans les archives fossiles. Les fossiles fournissent des preuves précieuses pour reconstruire les formes de vie passées et comprendre l'histoire de la Terre.

#### **IV. Fossiles d'ammonites et découvertes paléontologiques**

Les fossiles d'ammonites ont joué un rôle crucial dans les découvertes paléontologiques et dans notre compréhension des anciens écosystèmes marins et des temps géologiques. Voici quelques aspects notables des fossiles d'ammonites et les informations qu'ils ont fournies :

1. **Biostratigraphie** : Les fossiles d'ammonites ont joué un rôle déterminant dans le développement de la biostratigraphie, qui est la subdivision du temps géologique basée sur les assemblages de fossiles. Différentes espèces d'ammonites ont vécu pendant des intervalles de temps spécifiques, permettant aux paléontologues d'établir un schéma zonal connu sous le nom de système de zone d'ammonite. En étudiant la distribution des ammonites dans les roches, les scientifiques peuvent corréler et dater les couches sédimentaires dans différentes régions, contribuant ainsi à la reconstruction de l'histoire géologique de la Terre.

2. **Index des fossiles** : Certaines espèces d'ammonites, appelées fossiles index, sont particulièrement utiles pour dater les roches et établir des âges relatifs. Ces ammonites avaient une large répartition géographique et une existence relativement courte, ce qui en faisait des marqueurs précieux pour des périodes spécifiques. La présence d'une espèce d'ammonite index dans une couche rocheuse peut indiquer son âge approximatif.

3. **Études évolutives** : Les fossiles d'ammonites fournissent une mine d'informations sur l'histoire évolutive des céphalopodes. Le large éventail de formes de coquilles, de motifs enroulés et d'ornements affichés par les ammonites permet aux scientifiques de retracer les changements évolutifs et la diversification de ces organismes sur des millions d'années. En étudiant différentes espèces d'ammonites et leurs formes de transition, les chercheurs ont pu mieux comprendre les schémas de spéciation, d'adaptation et d'extinction.

4. **Paléobiogéographie** : Les fossiles d'ammonites ont aidé à comprendre les schémas anciens de distribution et de migration des organismes marins. En comparant les faunes d'ammonites de différentes régions et périodes géologiques, les scientifiques peuvent déduire des liens entre les anciens environnements marins et la façon dont les organismes se sont dispersés à travers les océans.

5. **Reconstructions paléoenvironnementales** : les fossiles d'ammonites fournissent des indices sur les environnements marins passés, y compris la profondeur de l'eau, la température, la salinité et les interactions écologiques. La présence d'espèces ou d'assemblages d'ammonites spécifiques peut indiquer des conditions environnementales particulières, telles que des eaux côtières peu profondes ou des habitats en eau profonde. En examinant l'association des ammonites avec d'autres organismes fossilisés, les paléontologues peuvent reconstituer les anciens écosystèmes et réseaux trophiques.

6. **Ontogénie et histoire de vie** : L'étude des fossiles d'ammonites a mis en lumière l'ontogénie (croissance et développement) et l'histoire de vie de ces anciens céphalopodes. La forme et l'ornementation changeantes des coquilles d'ammonite tout au long de leurs stades de croissance révèlent des informations sur leurs cycles de vie, leurs stratégies de reproduction et leurs modèles de croissance.

7. **Préservation exceptionnelle des fossiles** : certains sites de fossiles d'ammonites ont fourni des spécimens exceptionnellement préservés, notamment des tissus mous, des contours corporels et même des motifs de couleur. Ces fossiles rares et exceptionnels offrent un aperçu sans précédent de l'anatomie, du comportement et de la physiologie des ammonites, enrichissant notre compréhension de ces organismes disparus.

Dans l'ensemble, l'étude des fossiles d'ammonites a considérablement contribué à notre connaissance de l'histoire de la Terre, de l'évolution de la vie marine et des processus qui ont façonné les écosystèmes anciens. Ces fossiles continuent d'être des outils précieux pour les paléontologues et sont appréciés des collectionneurs et des passionnés pour leur beauté et leur importance scientifique.

## V. Extinction des ammonites

Les ammonites, qui ont prospéré pendant des millions d'années, ont finalement fait face à l'extinction avec de nombreux autres organismes à la fin du Crétacé. L'événement d'extinction qui a marqué la disparition des ammonites est connu sous le nom d'événement d'extinction du Crétacé-Paléogène (K-Pg). Voici quelques points clés concernant l'extinction des ammonites :

1. **Calendrier** : L'événement d'extinction de K-Pg s'est produit il y a environ 66 millions d'années, marquant la frontière entre les périodes du Crétacé et du Paléogène. Cet événement est célèbre pour avoir également provoqué l'extinction de dinosaures non aviaires.
2. **Événement d'impact** : L'une des principales théories expliquant l'extinction de K-Pg est l'hypothèse d'impact, qui suggère qu'un impact massif d'astéroïde ou de comète a joué un rôle important. L'impact à le cratère Chicxulub dans ce qui est aujourd'hui la péninsule du Yucatán au Mexique, en serait la principale cause. L'impact aurait généré une série d'événements catastrophiques, notamment des incendies de forêt massifs, des changements climatiques et de la poussière et des débris à l'échelle mondiale, entraînant une perturbation environnementale généralisée.
3. **Changements environnementaux** : L'impact et les événements subséquents ont provoqué des changements drastiques dans l'environnement. La poussière et les débris dans l'atmosphère auraient bloqué la lumière du soleil, entraînant une baisse significative des températures mondiales et une réduction de la photosynthèse, perturbant ainsi les chaînes alimentaires. L'impact peut également avoir déclenché tremblements de terre, les tsunamis et l'activité volcanique, contribuant davantage au bouleversement environnemental.
4. **Extinction marine** : Les ammonites étaient principalement des organismes marins, et l'événement d'extinction de K-Pg a eu un impact profond sur les océans. La perturbation de la chaîne alimentaire, les changements de température et de salinité et la perte de lumière solaire auraient provoqué un effondrement généralisé de l'écosystème marin. De nombreux

organismes marins, dont les ammonites, ont subi une extinction massive au cours de cet événement.

**5. Extinction sélective :** Alors que l'événement d'extinction de K-Pg a provoqué l'extinction de la majorité des espèces d'ammonites, certaines lignées d'ammonites ont réussi à survivre jusqu'à la fin du Crétacé. Ces espèces survivantes ont fait face à :

1. une extinction ultérieure au lendemain de l'événement ou au cours des millions d'années qui ont suivi en raison de changements environnementaux, de la concurrence ou d'autres facteurs.
2. Autres facteurs contributifs : Bien que l'événement d'impact soit considéré comme l'une des principales causes de l'extinction du K-Pg, d'autres facteurs ont probablement également contribué. Ceux-ci incluent les changements climatiques à long terme, l'activité volcanique et la libération de gaz à effet de serre. Le déclin progressif des ammonites jusqu'à l'extinction suggère que les changements environnementaux avaient déjà des conséquences néfastes sur ces organismes avant l'événement catastrophique.

Il est important de noter que l'extinction des ammonites, comme d'autres organismes, était un processus complexe influencé par une combinaison de facteurs. L'événement d'extinction de K-Pg a entraîné des changements importants dans les écosystèmes de la Terre et a ouvert la voie à l'essor de nouveaux organismes au Paléogène. L'extinction des ammonites a marqué la fin d'une longue et fructueuse lignée de céphalopodes qui avaient prospéré pendant des millions d'années dans les océans.