



# La vie a une histoire

## La baleine à bosse

Nous nommons "baleines" plusieurs espèces différentes de cétacés. Les cétacés sont un groupe constitué de deux sous-groupes : les cétacés à fanons (les mysticètes) et les cétacés à dents (les Odontocètes), parmi lesquels les cachalots, les dauphins, les baleines à bec et les Orques.

**La Baleine à bosse** est un cétacé à fanons, c'est-à-dire qu'en lieu et place de dents, elle possède des "fanons", sortes de longs "balais" de kératine de 60 cm qui lui permettent de filtrer les organismes (coquillages, crustacés) qu'elle trouve en aspirant de la vase ou simplement dans l'eau qu'elle ingère. Les cétacés sont des espèces protégées. En particulier, l'importation de produits issus de cétacés destinés à des fins commerciales est interdite dans la Communauté européenne.

## La classification des êtres vivants retrace une histoire évolutive

La baleine est un mammifère, car elle allaite son petit !... La baleine est un mammifère car elle a des poils ! Pourquoi pas ?

Mais qui a décidé ? Comment sait-on que l'allaitement et la pilosité sont des critères pertinents et non pas la forme hydrodynamique ou les nageoires ? Comment effectue-t-on une classification des êtres vivants ?

D'un point de vue mathématique, une classification est un arbre, un graphe ramifié aux extrémités duquel on place les objets classés. Cette description est valable pour toute classification (y compris d'une collection de porte-clés). Or, cette notion d'arbre est particulièrement pertinente en biologie puisqu'elle fait écho à la notion d'évolution et de phylogenèse. Il n'y a même que l'évolution et la phylogenèse qui puissent justifier la classification des êtres vivants. Il n'y a pas d'autre arbre scientifiquement pertinent, qui ait scientifiquement un sens.

C'est pourquoi toute classification des êtres vivants cherche à retracer la phylogenèse. Pour cela, on utilise des méthodes dites cladistiques ou phénétiques pour construire les arbres les plus pertinents.

## Mammifères, cétacés et hippopotames : l'arbre phylogénétique, lien entre des histoires

Les méthodes de la cladistique permettent de construire les arbres les plus probables, compte tenu d'un certain nombre d'hypothèses, toutes reposant sur l'idée d'une évolution des espèces. C'est ainsi que l'existence de glandes mammaires et la présence de poils sur la peau sont au sein des vertébrés tétrapodes des caractères dérivés permettant de définir clairement le groupe des mammifères. D'autres caractères dérivés concernent par exemple les os du crâne.

De la même manière, les méthodes de la cladistique ont permis de définir que les plus proches parents des cétacés, au sein des mammifères sont les hippopotamidés, avec qui ils partagent certaines caractéristiques dans leur séquence d'ADN.

## Chronologie, fossiles et distance génétique : des repères de temps dans l'histoire

Les méthodes de la phénétique moléculaire aident également à la construction d'une classification. Il s'agit d'identifier les ressemblances et dissemblances moléculaires, génétiques, entre individus ou groupes d'individus. Les résultats sont consignés sous forme d'une "distance" génétique, qui exprime un pourcentage de dissemblance entre des séquences d'ADN.

Une telle approche repose sur l'idée que l'évolution fait varier et dériver les séquences d'ADN au cours du temps. Plus la différence est faible, plus la parenté est proche, c'est-à-dire que deux groupes qui se sont séparés il y a peu ont peu de différences génétiques entre eux.

Sous réserve de nombreuses hypothèses, et avec d'importantes corrections, cette approche permet également d'établir une chronologie et de placer des dates sur l'arbre phylogénétique. Cet arbre daté est cependant essentiellement construit grâce à la paléontologie, étude de formes passées de vie qui témoignent de la riche histoire du vivant et du foisonnement permanent de la biodiversité.



### 1. Sur quelles parties des programmes s'appuyer ?

#### Seconde

“Cellule, ADN et unité du vivant”.

#### Premières ES et L

“Place de l’homme dans l’évolution”.

#### Terminale S enseignement général

**Introduction (I.1)** : “approche du temps en biologie et géologie”.

**À propos de l’Homme (I.2)** : “On date l’émergence de cette espèce en la restituant dans l’histoire de la Terre” ainsi que “le caractère buissonnant de la lignée humaine”.

Dans la partie “**la mesure du temps dans l’histoire de la terre et de la vie**” (I.4) : “la mesure du temps au-delà des époques historiques se fait en interprétant des phénomènes géologiques et biologiques enregistrés dans les roches et les fossiles”. Enfin, dans la partie “**couplage des événements biologiques et géologiques au cours du temps**” (I.8) où l’on indique que « l’aspect continu ou discontinu des processus biologiques [...] dépend de l’échelle de temps à laquelle on les observe”.

### 2. Quelles problématiques aborder ?

L’histoire de la vie est abordée par différentes entrées dans les programmes de lycée : mécanismes de l’évolution (mutation, sélection), liens de parenté permettant de réfléchir à la notion d’ancêtre commun, périodes courtes de l’histoire d’un groupe (hominidés) ou de la biosphère dans son ensemble (crises de la biosphère). Il reste cependant difficile d’avoir une vision globale de l’histoire de la biosphère comme on peut avoir, au terme de l’enseignement de géologie de Première et Terminale S, une vision globale de l’histoire de la Terre.

Quid de la baleine dans ce contexte ? En quoi permet-elle d’illustrer “l’histoire de la vie” ? L’analyse en termes de caractère ancestral ou dérivé de la baleine permet de construire des éléments de l’histoire. C’est un exemple comme un autre. Pourtant, l’utilisation de cétacés (logiciel “phylogène”) est particulièrement riche car elle permet de bien différencier ce qui relève de la phylogénèse et de ce qui peut être relié à la convergence évolutive entre animaux aquatiques. Ce que l’on peut aborder, c’est donc l’histoire d’une espèce, mais aussi l’histoire d’une espèce **dans un milieu et avec un changement de milieu** dans l’histoire de la lignée. Cette histoire de la vie, dans l’interaction permanente entre l’innovation et la sélection, les modifications des organismes et le milieu, est ici particulièrement révélatrice des processus évolutifs.

D’une façon plus générale, on peut identifier des jalons permettant de construire la relation entre biodiversité et histoire de la vie.

## Appréhender l'histoire de la vie pour en comprendre la diversité

Aborder la biodiversité actuelle, ou celle d'une époque passée (fin du crétacé pour l'étude de la crise KT, début du pléistocène pour l'étude de la diversité des d'homininés), c'est s'intéresser à quelques rameaux d'un buisson dont les racines s'enfoncent dans la Terre d'il y a 3,8 milliards d'années.

Tous les programmes font référence aux notions d'ancêtre commun, de descendance, d'héritage, d'origine commune. Il est donc possible de replacer ces notions qui construisent la théorie explicative de l'Évolution dans le déroulement du "temps de la vie", en accordant une place importante au déroulement du temps (et donc des phénomènes évolutifs).

Des problématiques simples peuvent être développées à partir d'activités déjà "classiques".

- On peut discuter le sens à donner au terme "apparition" quand on place sur une frise du temps "l'apparition du premier vertébré" ou "l'apparition de la cellule eucaryote". Et s'interroger sur le temps nécessaire à cette émergence, dans les archives fossiles et dans la biosphère.
- La disparition d'un taxon est présentée comme un événement brutal utilisé pour découper le temps en périodes de l'histoire de la Terre. La brutalité de l'événement est exprimée par sa datation (65 millions d'années) et sa (ou ses) cause(s) (choc d'un astéroïde).

Aborder, dans ce cadre, l'histoire d'un groupe, et des étapes qui marquent cette histoire (radiation, extinctions ponctuelles, colonisation de nouveaux domaines géographiques) permet d'approfondir la réflexion sur le temps / les temps de la vie, mais aussi de discuter le sens que l'on doit donner au terme de "crise" en le replaçant au niveau du taxon, puis de la biosphère.

D'une manière générale, à tous les niveaux, le temps est appréhendé dans sa linéarité (modèle de la frise ou de l'échelle des temps géologiques). Or, l'histoire de la baleine (pas plus que celle de l'homme ou des ammonites) n'est pas linéaire. Aborder la biodiversité par son histoire permet de discuter sur la complexité d'événements qui ne se succèdent pas mais s'engendrent, se côtoient, se superposent. A la linéarité mesurée et schématisée se substitue alors une multitude d'histoires, et donc de temps, individuels

## Comprendre le passé pour interroger l'avenir, lien avec le développement durable

L'histoire de la biodiversité, la multitude d'étapes et les millions d'années qui ont engendré cette image à un instant T que nous en avons aujourd'hui, apporte les outils nécessaires à une réflexion complète et contradictoire sur l'impact de l'homme et de ses activités sur les organismes vivants. Dans cette réflexion, il importe d'avoir conscience de l'importance des ordres de grandeur de durées impliquées, allant de la dizaine d'année ( $10^1$ ) au milliard d'année ( $10^9$ ) en passant par "la génération".

- La rapidité des disparitions constatées peut-elle être équilibrée par des "apparitions" que l'histoire nous montre si lentes, à l'échelle de la vie d'un humain, ou d'une société humaine ?
- Les mesures de conservation appliquées à des écosystèmes, des espèces, des taxons, permettent-elles de rétablir certains équilibres, certaines populations, à une échelle de temps qui permet au citoyen d'apprécier le résultat de son engagement et/ou de ses sacrifices ?
- Quel avenir pour des organismes dont l'histoire se mesure en millions d'années dans un environnement pris dans la tourmente de changements climatiques que l'on mesure en dizaines d'années ?

## 3. Quels contenus et notions mobiliser ?

### Seconde

“Les similitudes aux différents niveaux d’organisation conduisent à la notion d’origine commune des espèces.”

“Évolution historique de la composition de l’atmosphère : la courbe des teneurs en CO<sub>2</sub> et en O<sub>2</sub> de l’atmosphère terrestre depuis 4,5 milliards d’années.”

### Première ES

“Chaque espèce est issue d’une longue suite de générations au cours de laquelle les caractères qui la définissent sont apparus à différentes périodes dans l’histoire de la Terre.”

### Terminale S enseignement général

**I.1** : “Parmi les événements clés, on peut citer sans les développer : l’apparition de la vie, l’apparition de la cellule eucaryote, l’apparition du premier vertébré, l’apparition de la première plante ligneeuse...”

**I.2** : “plusieurs espèces d’Hominidés ont vécu entre 6 millions d’années et 100 000 ans, époque où apparaissent les homo sapiens”.

**I.8** : “au cours de l’histoire de la Terre, les phénomènes comme la crise KT ont un caractère exceptionnel. Ils ont une influence majeure sur l’évolution de la biosphère”.

## 4. Quelles pistes de travail envisager ?

La photographie de l’exposition propose un animal symbolique de la préservation de la biodiversité et qui occupe une place importante dans l’imaginaire du grand public.

Des travaux publiés ces dernières années et vulgarisés dans les revues scientifiques françaises fournissent les documents et informations nécessaires pour reconstituer l’histoire des baleines actuelles.

On peut ainsi montrer, sur une période assez courte (environ 50 millions d’années), l’histoire complexe d’un groupe de mammifères dont l’ancêtre est terrestre et qui conquiert le milieu aquatique pour y constituer le groupe actuel le plus diversifié de mammifères aquatiques (on notera que les travaux de phylogénie moléculaire qui identifient les hippopotames comme le groupe frère des cétacés permet de réinvestir l’exemple dans d’autres parties du programme).

À une échelle de temps plus importante et toujours dans un esprit de cohérence du programme le taxon des dinosaures offre un bon sujet d’étude.

Si l’on place les premiers dinosaures (Eoraptor, Herrerasaurus) sur une frise du temps, on les situe à la base du Trias supérieur (Carnien, 230-220 Ma).

Leur histoire se termine il y a 65 Ma avec les événements qui marquent la fin du Crétacé.

Entre temps, une très longue histoire largement documentée, qui accompagne celle des mammifères et des oiseaux, permet de prendre toute la mesure de l’histoire d’un groupe de vertébrés, dans tous ses aspects : radiations, migrations et colonisations, extinctions et développement des familles et des genres.

Une partie de ces événements qui peut être localisée dans le temps et l’histoire événementielle, point par point, devient un déroulement où se succèdent des

phases d'expansion, de diminution ou de stabilité de biodiversité, interrompues par des ruptures dont la dernière n'est qu'un avatar de plus (même s'il est le dernier !). Ainsi considérée, la fin du Crétacé est un événement brutal due à des phénomènes géologiques et climatologiques brutaux. Mais la crise elle-même semble couvrir, d'après certains auteurs. C'est vrai pour les dinosaures, c'est vrai pour les ammonites. Ainsi, même le temps de la crise KT peut-être discuté puisque cet événement semble avoir... une histoire !



# La vie a une histoire

## EN SAVOIR PLUS

### Livres

- Benton M.J. *Vertebrate paleontology*, 4<sup>e</sup> édition 2005, Blackwell Publishing
- Francine Brondex, *Évolution : synthèse des faits et théorie*, Dunod 1999
- Lecointre Guillaume, Hervé Le Guyader, *Classification phylogénétique du vivant*, Belin 2001
- Lecointre Guillaume (sous la direction de), *Comprendre et enseigner la classification du vivant*, Belin 2004
- Ridley Mark, *Évolution biologique*, De Boek-Université 1998

### Reuves

- Dossier Pour La Science, *L'évolution*, hors série, Janvier 1997
- Dossier Pour La Science, *La valse des espèces*, hors série, Juillet 2000
- Pour la Science, *Les mammifères à la conquête de la mer*, n° 297, juillet 2002
- Pour la Science, *Quand les baleines marchaient*, n° 291, janvier 2002