



TP15
Crise biologique

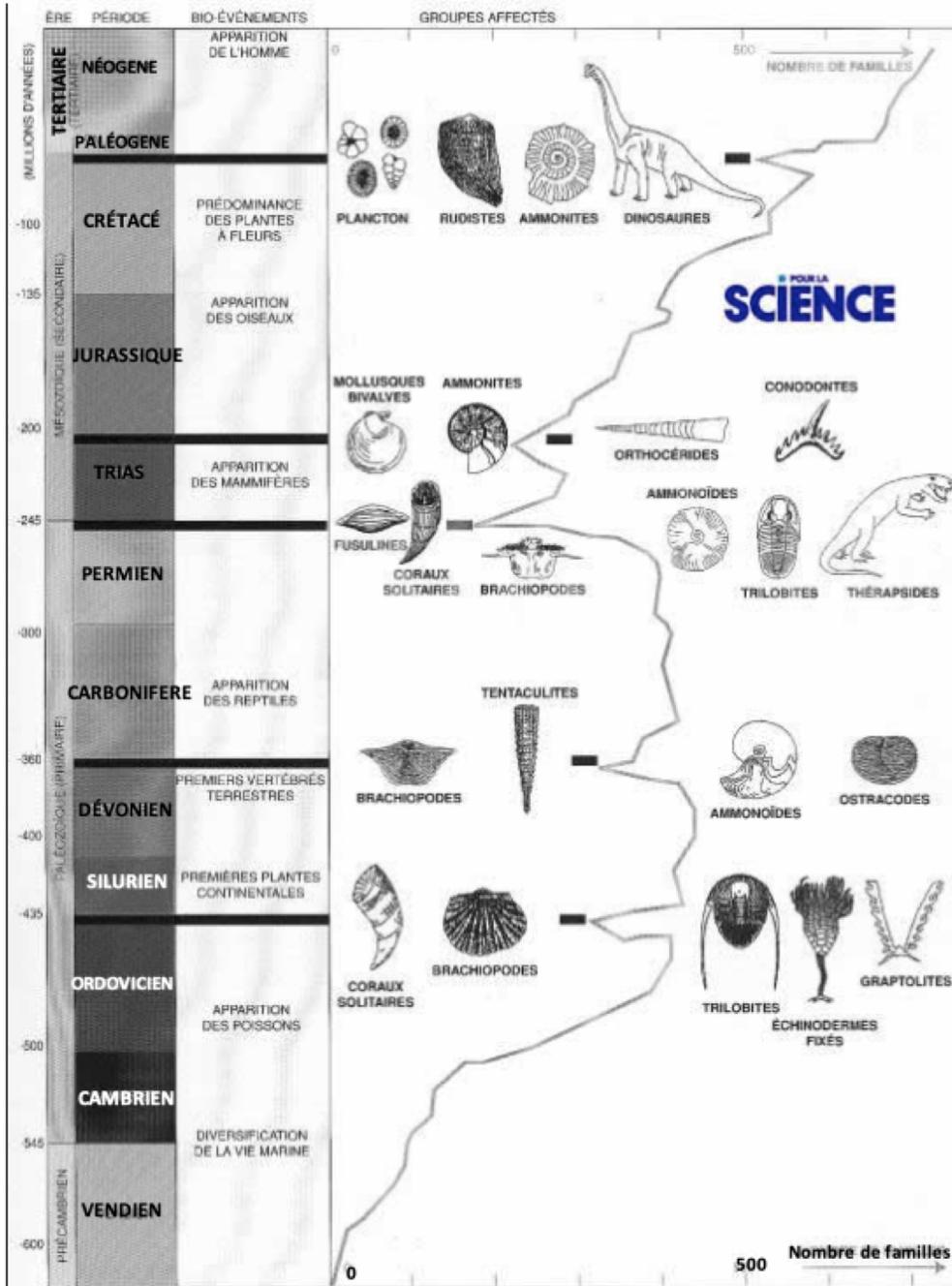
Modification de la faune de Foraminifères de part et d'autre de la limite Crétacé-Tertiaire

Depuis l'apparition de la vie, un grand nombre d'espèces se sont succédées à la surface de la Terre. On peut, grâce à une étude détaillée des faunes et des flores fossiles, repérer des périodes de grande stabilité dans l'histoire de la vie, séparées par des discontinuités majeures : les crises biologiques (disparition brutale d'un grand nombre d'espèces, et ce à grande échelle spatiale, apparition de nouvelles espèces, et enfin survie d'autres espèces). Dans l'échelle des temps géologiques, cette variation brutale de la biosphère a conduit les géologues à créer deux « ères » dont la limite est fixée à -65 millions d'années : le passage du Crétacé au Tertiaire.

La crise Crétacé-Tertiaire est marquée, dans les sédiments océaniques, par la disparition, à la fin du Crétacé, d'un groupe de Foraminifères (les Globotruncana et les Hétérohélicidés) et le développement, au Tertiaire, d'un autre groupe de Foraminifères (les Globigérines). Au cours d'une expédition à Bidart dans le pays basque, vous récoltez un échantillon de roche sédimentaire situé sous une couche argileuse noire.

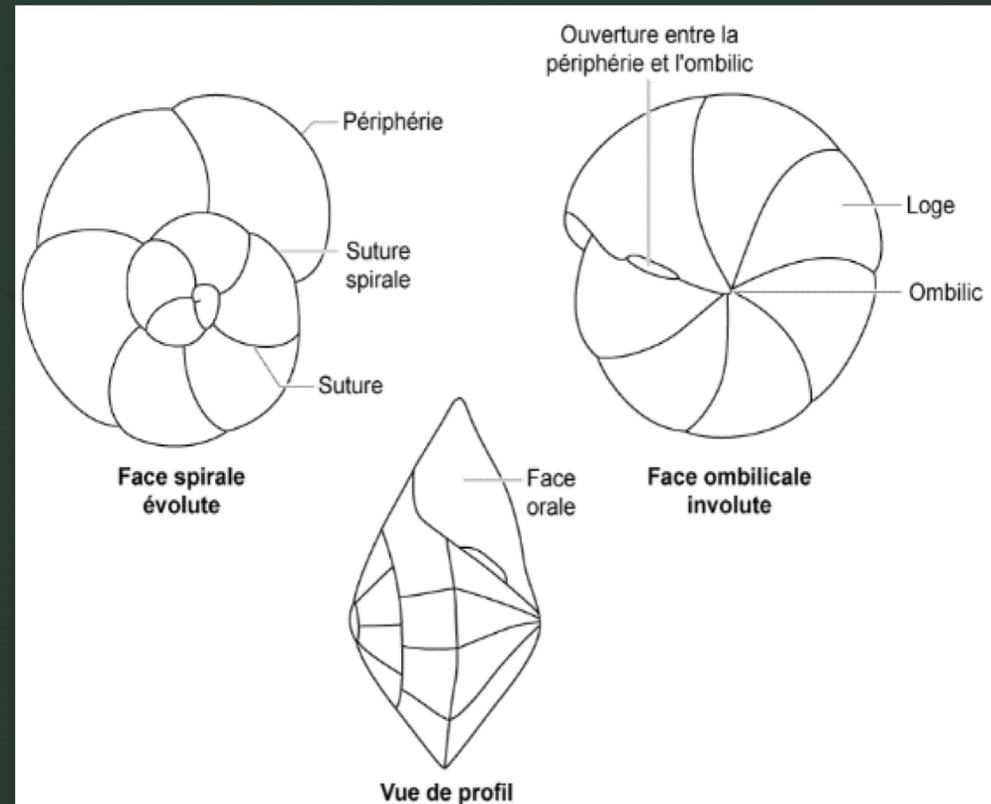
On cherche à dater approximativement l'échantillon rocheux trouvé sous la couche d'argile noire.

Les 5 crises biologiques dans l'histoire de la Terre

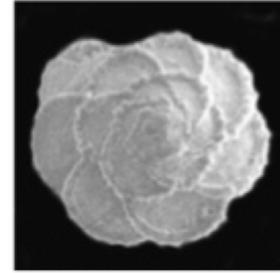
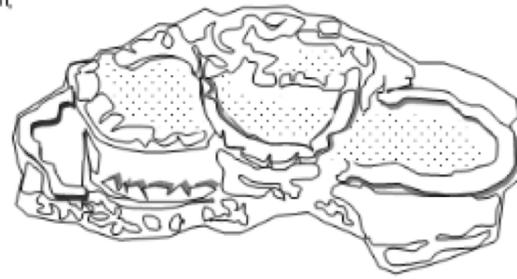
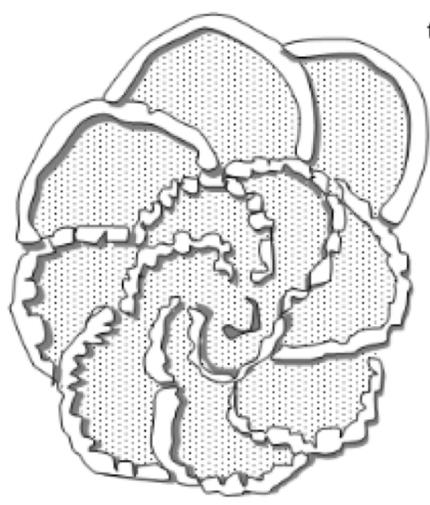


Document 2 : les foraminifères

- Les Foraminifères sont des unicellulaires pourvus d'une coquille (= test) constituée de loges successives communiquant entre elles par des orifices appelés foramen au singulier, foramina au pluriel. Ils présentent des caractéristiques telles que la taille, la couleur, la forme, le nombre de loges, ou encore le sens d'enroulement des coquilles permettant d'identifier à l'aide d'une grille de détermination les familles et les espèces actuelles ou fossiles.



Globotruncana
taille : entre 1mm et 0,25mm;



texte et photo : fiche ECE -Les **Globotruncanidés** présentent une face conique avec un sommet aplati, l'apex (angle $>90^\circ$) et une face en creux qui cerne un orifice, le foramen. Les loges sont anguleuses, bordées par un bourrelet épais, la carène, et s'enroulent en spirale autour d'un axe.

Heterohelix bisérié (dessin)- Crétacé-

L = 0,35 mm

Les **Hétérohéliidés** sont de tailles **variées** ; ils présentent une forme conique avec un sommet, l'apex, faisant un angle inférieur à 90° . Les loges sont de plus en plus grosses du sommet à la base du cône. Il peut y avoir une, deux ou plusieurs rangées de loges qui se répartissent le long, de part et d'autre ou autour de l'axe. *texte extrait fiche ECE*

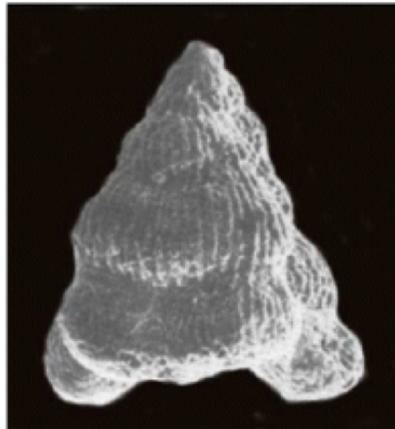
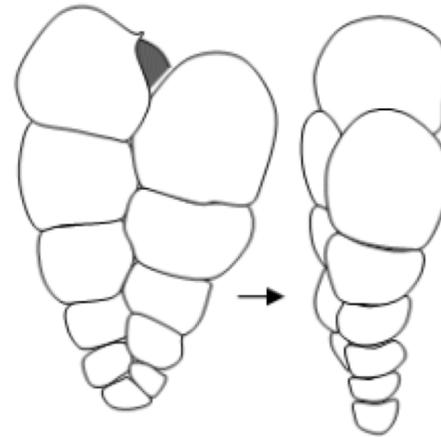


photo fiche ECE

0,5 mm



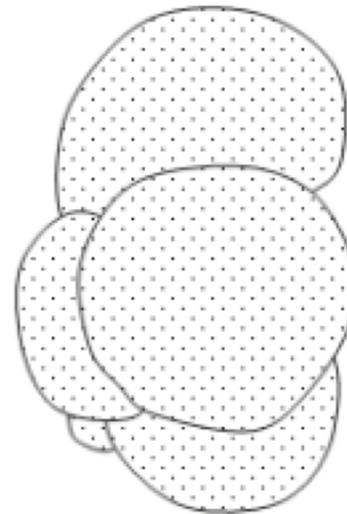
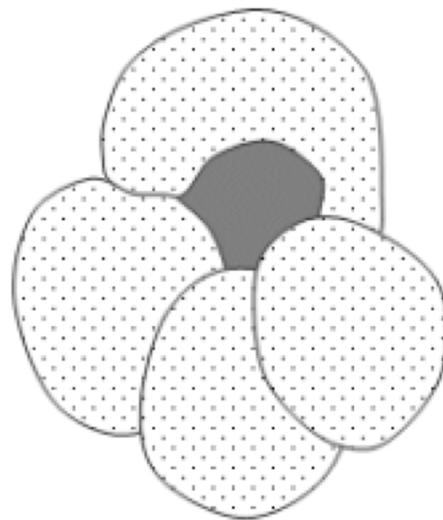
Les foraminifères du Crétacé

Les foraminifères du Tertiaire

Globigerina (Tertiaire Actuel) foraminifère marin planctonique

∅ approximatif : 0,25mm

« Les Globigérinidés sont caractérisés par leur très petite taille (< 0,25mm). Ils présentent de petites loges rondes et perforées qui s'enroulent en spirale irrégulière autour d'un axe central formant un ombilic. D'un côté, l'ombilic est occupé par un orifice, le foramen. De l'autre, il est occupé par des loges de petite taille, alors que celles de plus gros diamètre sont situées à la périphérie. »-texte fiche ECE-



Bilan de TP

- L'analyse paléontologique de la roche découverte sous la couche d'argile noire à Bidart, révèle la prédominance de deux types de Foraminifères: les Globotruncanidés et les Hétérohélicidés.
- Or on sait que ces deux familles sont caractéristiques de l'âge Crétacé. Le passage temporel du Cétacé au Tertiaire a en effet été identifié à l'échelle du globe terrestre, par la disparition massive des foraminifères de type Globotruncanidés et hétérohélicidés.
- On en déduit que l'échantillon de roche de Bidart situé sus la couche d'argile noire est daté du Crétacé.



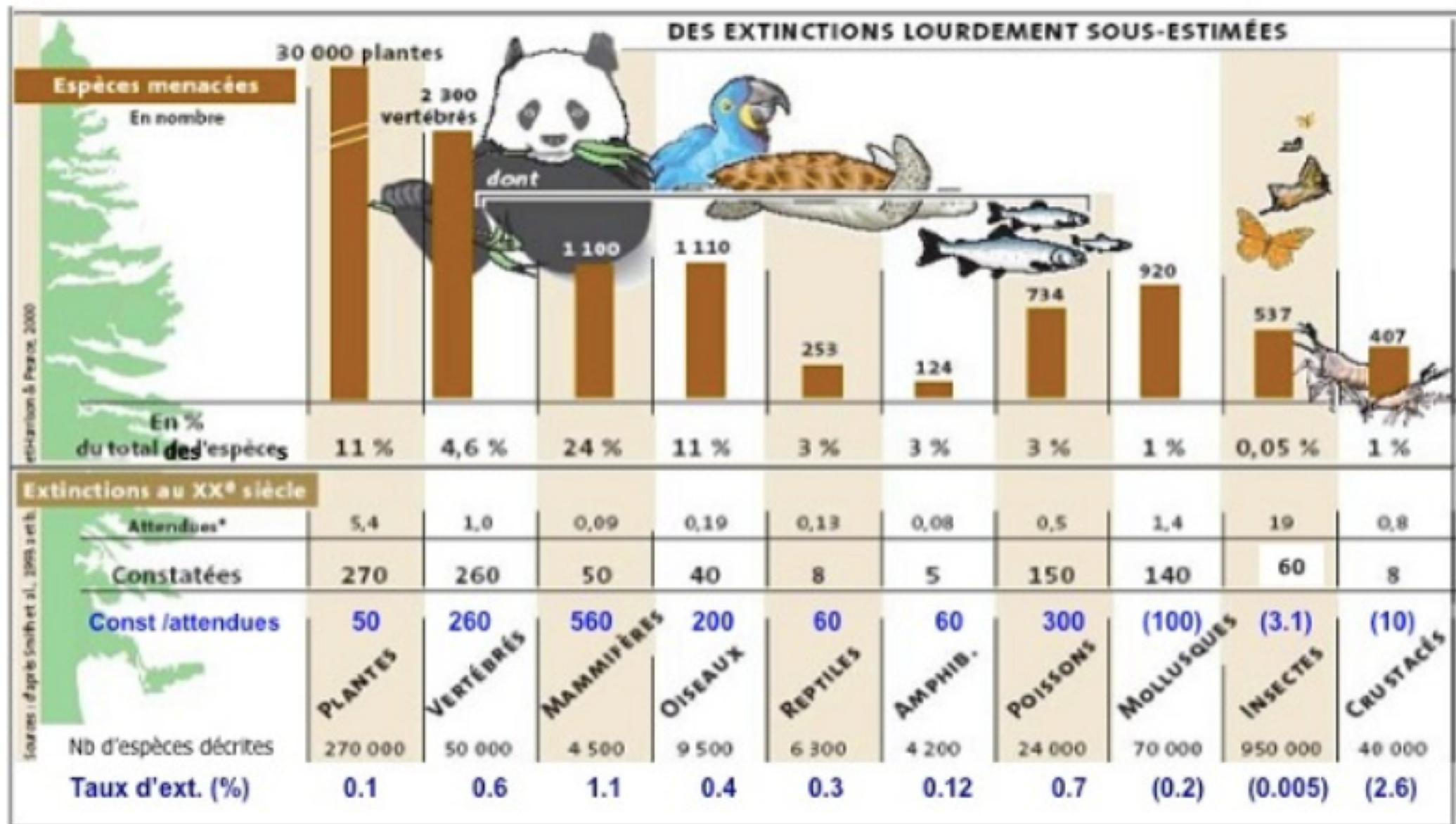
Traces écrites

II. La biodiversité change au cours du temps.

A. Aux grandes échelles de temps et d'espace, les crises biologiques

Depuis l'apparition de la vie, un grand nombre d'espèces se sont succédées à la surface de la Terre. On peut, grâce à une étude détaillée des faunes et des flores fossiles, repérer des périodes de grande stabilité dans l'histoire de la vie, séparées par des discontinuités majeures : les crises biologiques (disparition brutale d'un grand nombre d'espèces, et ce à grande échelle spatiale, apparition de nouvelles espèces, et enfin survie d'autres espèces). Dans l'échelle des temps géologiques, ces variations brutales de la biosphère ont conduit les géologues à créer des « ères » : primaire, secondaire, tertiaire, quaternaire. Par exemple, le passage secondaire-tertiaire, plus précisément crétacé-paléogène est marqué par la disparition des dinosaures terrestres, et aquatiques, la disparition des ammonites et des certains foraminifères. Cet évènement biologique majeur est associé à plusieurs évènements géologiques : impact météoritique dans le golfe du Mexique, intense activité volcanique dans l'ouest de l'Inde conduisant à un refroidissement climatique global.

Ainsi, les crises biologiques sont un exemple de modification importante de la biodiversité (extinctions massives suivies de diversification).



Estimation des taux d'extinction au XX^e siècle pour différents groupes systématiques
 Source : Teyssède, 2004 (calculé d'après Smith et al. 1993, et Harrison et Pearce 2000)

Perte de biodiversité

Perte de plus de la moitié de l'habitat naturel pour...
... 4 % des vertébrés à + 1,5 °C
contre 8 % à + 2 °C
... 6 % des insectes à + 1,5 °C
contre 18 % à + 2 °C
... 8 % des plantes à + 1,5 °C
contre 16 % à + 2 °C

Cultures céréalières
Baisse de rendement plus important à + 2 °C, notamment en Afrique subsaharienne, Asie du Sud-est et Amérique latine

Coraux
Perte de récifs coralliens...
... de 70 à 90 % à + 1,5 °C
... jusqu'à 99 % à + 2 °C

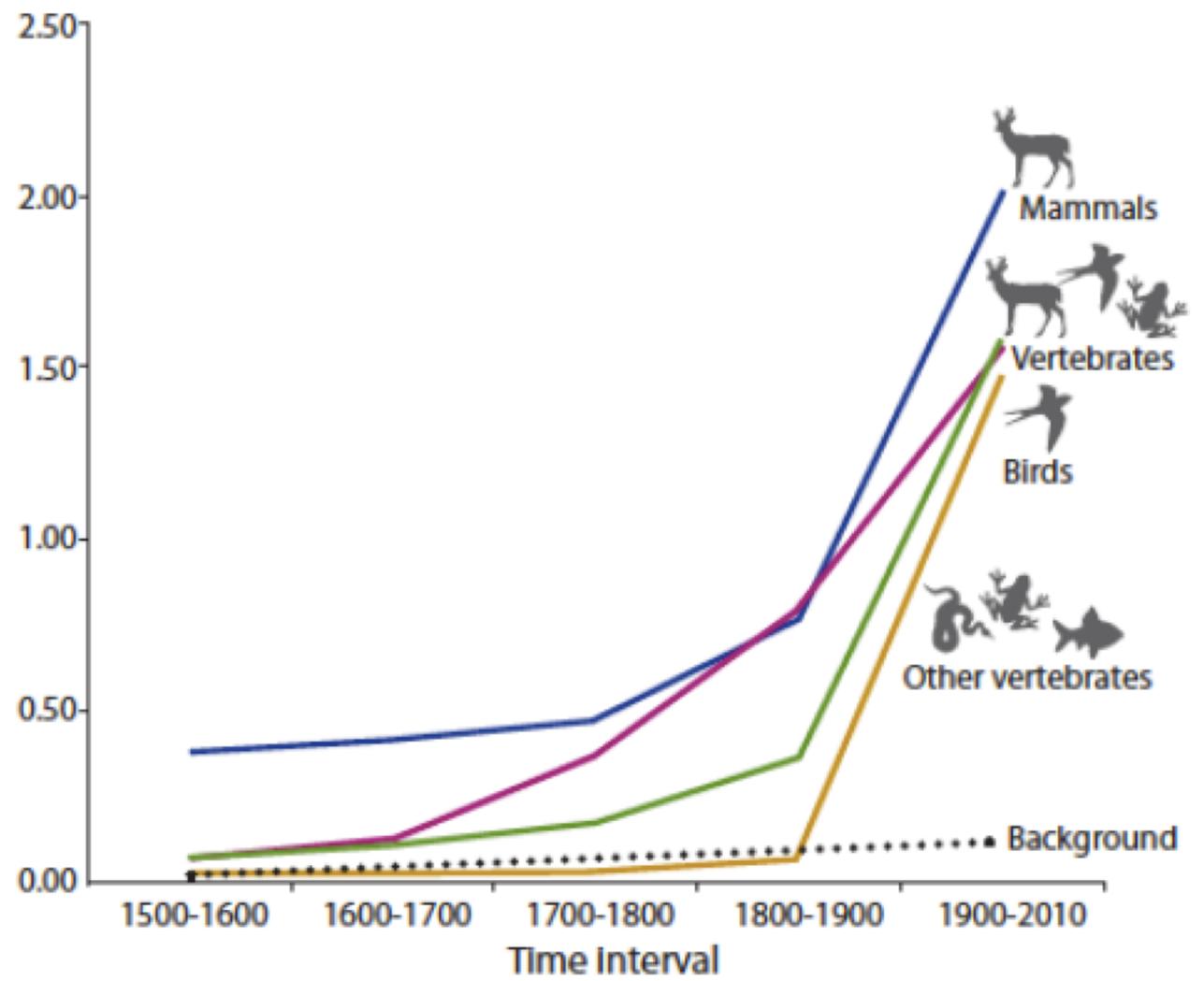
Hausse du niveau de la mer
A + 1,5 °C
De 26 cm à 77 cm d'ici à 2100
A + 2 °C
10 cm de plus
10 millions de personnes de plus menacées

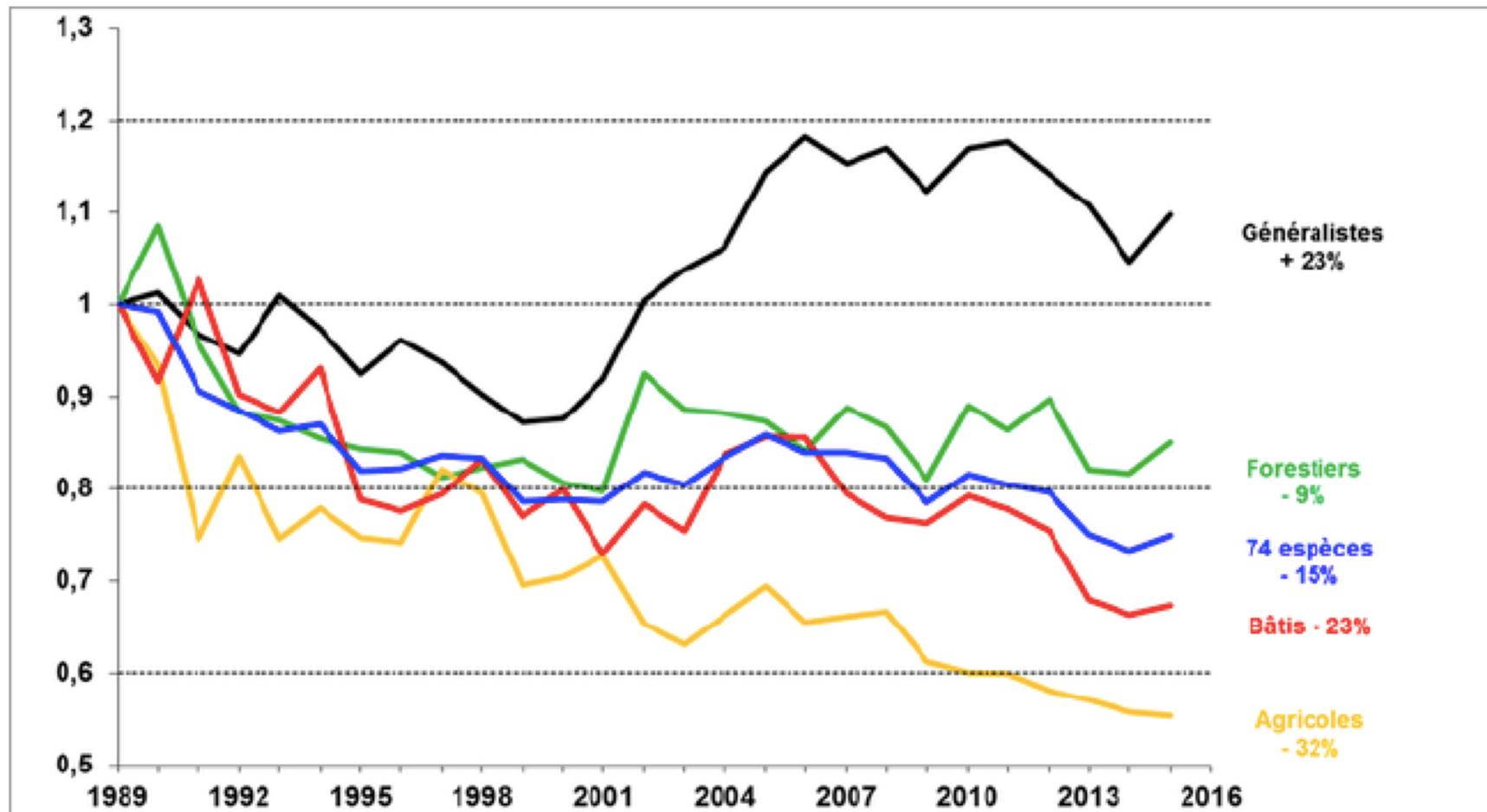
Pêche
Prise annuelle de poissons réduite de ...
... 1,5 million de tonnes à + 1,5 °C
... plus de 3 millions de tonnes à + 2 °C

Banquise arctique
Fonte complète de la banquise en été...
... 1 fois par siècle à + 1,5 °C
... 1 fois par décennie à + 2 °C

SOURCE GIEC, RAPPORT OCTOBRE 2018
INFOGRAPHIE LE MONDE

Cumulative extinctions as % of IUCN-evaluated species





Evolution de l'abondance relative des oiseaux spécialistes de différents habitats en France depuis 1989. Source : Jiguet, Julliard et al., CERSP, MNHN.



Traces écrites (suite)

B. Actuellement une 6ème crise biologique, uniquement d'origine anthropique

La biodiversité évolue en permanence. Cette évolution est observable sur de courtes échelles de temps, tant au niveau génétique que spécifique.

L'étude de la biodiversité du passé par l'examen des fossiles montre que l'état actuel de la biodiversité correspond à une étape de l'histoire du vivant. Ainsi les organismes vivants actuels ne représentent-ils qu'une infime partie des organismes ayant existé depuis le début de la vie.

De nombreux facteurs, dont l'activité humaine, provoquent des modifications de la biodiversité.

► • L'intérêt de la phylogénie dans l'étude de la biodiversité

3. Quand la phylogénie aide à préserver une biodiversité en péril: deux études de cas

C'est désormais une évidence de rappeler que, compte tenu de l'impact grandissant de l'homme sur son environnement, la biodiversité connaît actuellement une érosion significative. La nécessité d'une politique de préservation de la biodiversité ne fait également plus de doute. En revanche, sur la nature de la politique à suivre, il n'y a pas unanimité. Se pose notamment le problème des priorités et donc des choix en matière de conservation des espèces. La dimension affective prend alors souvent le dessus et c'est sur des espèces « emblématiques » (l'ours blanc, le tigre, etc.) que se focalise un maximum d'attentions. Pourtant, pour un mammifère ou un oiseau menacé, combien de « petites bêtes » – celles-là même qui composent la grande majorité de la biodiversité (arthropodes, mollusques, etc.) – disparaissent-elles? Dans la mesure où la biodiversité est le produit de l'évolution et la phylogénie est le reflet de cette évolution, les données phylogénétiques (notamment moléculaires) peuvent fournir des indications quand des choix sont à faire dans la stratégie de conservation d'espèces menacées. Nous allons illustrer cet apport de la phylogénie par trois exemples très différents:

- celui des tortues marines, où la phylogénie permet d'introduire des priorités en « remettant les taxons à leur place relative »;
- celui de l'écrevisse géante de Tasmanie, où la phylogénie permet de définir rigoureusement un programme de renforcement des populations par réintroduction;
- celui du zèbre quagga, taxon récemment éteint, où la phylogénie rappelle l'importance des sous-espèces ou populations locales pour la conservation d'une espèce menacée.

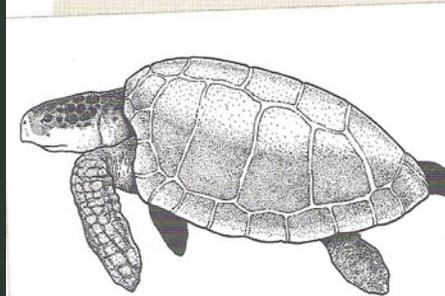
1. Tortue de Kemp ou tortue-luth: laquelle choisir?

Tortue de Kemp et tortue-luth sont deux espèces marines en danger critique de disparition selon l'Union mondiale pour la nature (UICN). Elles sont décrites dans les fiches d'identité ci-après.

État des populations actuelles

La tortue de Kemp est l'une des tortues marines les plus menacées au monde: elle ne se reproduit plus que sur un seul site au Mexique (20 km de plage). Alors que dans les années 1940, on observait des « *arribadas* » (débarquement simultané des femelles sur le lieu de ponte) de plus de 47 000 femelles, dans les années 1970-1980, la popu-

Fiche d'identité



► **Nom :** tortue de Kemp (*Lepidochelys kempi*).

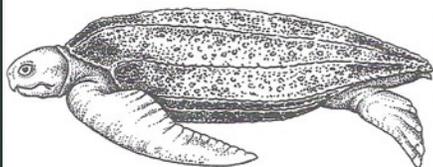
► **Taxon :** chélonien.

► **Statut UICN :** en danger critique de disparition.

► **Caractéristiques :**

- la plus petite des tortues marines, avec un poids maximal de 35 à 40 kg (longueur: jusqu'à 60 cm);
- très proche de la tortue olivâtre, dont elle se distingue par son « bec-de-perroquet » et sa carapace plus aplatie de forme presque ronde;
- contrairement à ce que l'on observe chez toutes les autres espèces de tortues marines, les mâles n'effectuent pas de migrations liées à la reproduction; par ailleurs, les femelles viennent pondre en plein jour sur la plage.

Fiche d'identité



- **Nom :** tortue-luth (*Dermochelys coriacea*).
- **Taxon :** chélonien.
- **Statut UICN :** en danger critique de disparition.
- **Caractéristiques :**
 - absence de carapace osseuse, qui est remplacée par une plaque de tissu conjonctif épais contenant des vestiges de carapace, sous la forme d'osselets formant sept lignes (carènes) sur le dos ;
 - ses nageoires n'ont pas de griffes ;
 - peut atteindre 2 mètres de long pour un poids de 450 kg ; certains spécimens frisent la tonne ;
 - l'une des espèces prestigieuses et emblématiques aux yeux du public, avec sa taille gigantesque et sa reproduction spectaculaire sur les plages.

lation de femelles reproductrices s'élevait à quelques centaines d'individus tout au plus. Depuis le début des années 2000, les effectifs ont quelque peu augmenté et l'on compte un millier de femelles reproductrices.

Le gouvernement mexicain et le gouvernement américain ont lancé conjointement une série de programmes de préservation de la tortue de Kemp :

- années 1960 : protection légale de l'espèce et interdiction de la récolte des œufs ;
- années 1970 : mise en réserve naturelle de la plage de Rancho Nuevo, la seule au monde où ces tortues viennent pondre ;
- années 1980 : équipement des chalutiers du golfe du Mexique de dispositifs évitant la capture des tortues dans les filets et leur noyade.

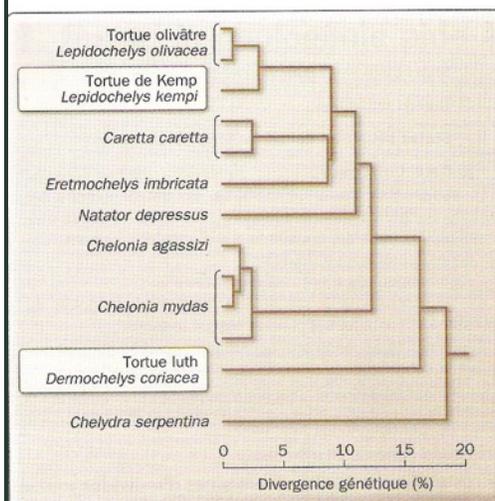
La tortue-luth, elle, possède une vaste aire de répartition qui s'étend aussi bien dans le Pacifique que dans l'Atlantique. En 1982, la population de femelles reproductrices était estimée à 115 000 ; 14 ans plus tard, cet effectif n'était plus que de 20 000 à 30 000, soit une réduction de 70 % en une génération ! De nombreux programmes internationaux visent à protéger cette espèce.

Ainsi, le commerce de tout produit extrait de la tortue-luth est interdit. Dans les années 2000, le gouvernement américain a fermé une vaste zone du Pacifique nord aux pêcheurs utilisant des lignes dérivantes, une pratique des plus néfastes pour cette espèce qui, appâtée par des morceaux de poisson, se fait prendre aux hameçons. Le Fonds mondial pour la nature (WWF) a fait de la tortue-luth une espèce phare. Il a mis en place un programme de conservation en Amérique du Sud, en Amérique centrale et dans le Pacifique ouest, qui comprend des actions de protection des plages de reproduction, de sensibilisation des populations locales et de modifications des pratiques de pêche.

Questions et enjeux de conservation

La conservation de la biodiversité se trouve confrontée à un dilemme : en effet, avec l'accélération de la pression humaine sur l'environnement, la liste des espèces menacées s'allonge sans cesse, le changement climatique en cours amplifiant encore le phénomène. Il est clair que, dans les décennies à venir, devant l'ampleur de la tâche, son coût exorbitant et l'impossibilité de résoudre tous les problèmes, les gouvernements nationaux et les autorités internationales vont devoir définir des priorités quant aux espèces menacées à protéger.

Les plus classiques des critères de choix sont la rareté de l'espèce, l'étendue de son aire de répartition (l'espèce étant d'autant plus prioritaire que cette aire est restreinte),



Doc. 1. Arbre de parenté des huit espèces actuelles de tortues marines fondé sur la comparaison de la séquence d'un gène de l'ADN mitochondrial. Le pourcentage de divergence rend compte des différences entre séquences et permet de comparer la distance évolutive qui sépare les différentes espèces.

son importance écologique (on privilégie les espèces clés, dont la disparition désorganiserait gravement un écosystème), la faisabilité et le coût des programmes de sauvegarde. À cette liste, s'ajoute aujourd'hui, nous l'avons dit, des critères phylogénétiques.

L'idée est que toutes les espèces ne sont pas équivalentes d'un point de vue évolutif. Si l'on doit choisir entre une espèce qui n'a plus de proches parents dans la nature actuelle (par exemple, le *Ginkgo biloba*) et une espèce qui en possède encore de nombreux (par exemple, le pin sylvestre *Pinus sylvestris*), il est préférable de prendre la première : sa disparition représenterait une perte qualitative importante en terme de diversité génétique et d'évolution. Le critère évolutif considère donc la position des espèces dans l'arbre du vivant. Plus cette dernière est le fruit d'une histoire évolutive indépendante longue (autrement dit, plus importante est la distance évolutive qui la sépare de son plus proche parent), plus sa « qualité évolutive » sera jugée importante. Pour déterminer cette « qualité », on utilise des informations phylogénétiques fondées, entre autres, sur des données

moléculaires. Ce critère évolutif n'a rien d'affectif ni d'éthique : il se fonde sur un argument purement scientifique. C'est un des critères de choix possibles en matière de conservation des espèces et il ne fait pas l'unanimité, notamment au sein des associations de protection de la nature. Qu'apporte l'outil phylogénétique lorsqu'on l'applique à la question de la conservation des tortues marines ?

Dès les années 1960, certains scientifiques ont émis l'hypothèse que la tortue de Kemp n'était qu'une sous-espèce, une variété locale de la tortue olivâtre qui, elle, est largement répandue et non menacée. Du coup, se posait la question de l'intérêt des programmes de conservation la concernant. L'analyse de l'arbre phylogénétique confirme que la tortue de Kemp est évolutivement très proche des tortues olivâtres (doc. 1). Sa sauvegarde est donc moins prioritaire au regard de l'histoire évolutive du groupe des tortues marines, même si la protection d'une sous-espèce a aussi son intérêt (voir section 3).

La situation est bien différente pour la tortue-luth. Il s'avère que cette espèce a divergé très anciennement des autres tortues marines et qu'elle constitue aujourd'hui la seule représentante de son genre et de sa famille (doc. 1). Alors, si l'on doit à l'avenir choisir, pour des raisons économiques, entre des programmes concernant ces deux espèces, l'analyse phylogénétique suggère de donner la priorité à la tortue-luth.