

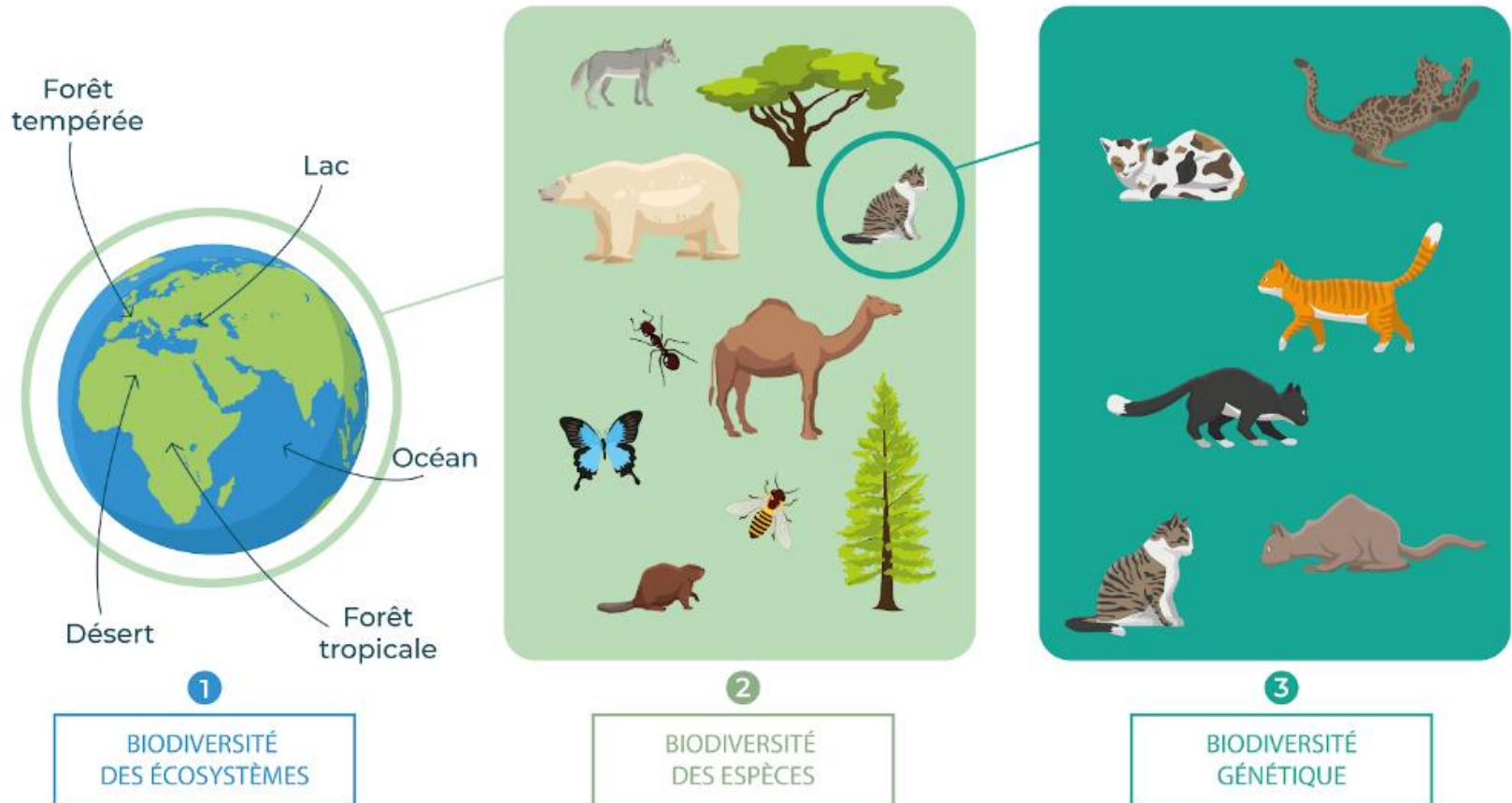


**CHAPITRE 4 : LA BIODIVERSITÉ À
DIFFÉRENTES ÉCHELLES ET SA
MODIFICATION AU COURS DU TEMPS**

Introduction

La biodiversité désigne toutes les variations du monde vivant. On peut alors observer ces variations à différentes échelles. Depuis les échelles très grandes : les écosystèmes, à des échelles très petite : variation génétique.

**Problème : Qu'est-ce que la biodiversité ?
Comment évolue-t-elle ?**



LA NOTION D'ESPÈCE

Quels sont les individus appartenant à la même espèce ?



Exemple de réponse :



Ces individus appartiennent à la même espèce **car ils se ressemblent.**

**Critère utilisé :
critère morphologique/ phénotypique**

Nom du personnage historique	Critère(s) utilisé(s)
John Ray (1627-1705)	
Karl von Linnée (1707-1778)	
George Buffon (1707-1788)	
Georges Cuvier (1769-1832)	
Ernst Mayr (1904-2005)	
Willi Hennig (1913-1976)	

On voit que les critères ont changé au cours du temps mais pourquoi ?

L'utilisation d'un seul critère est-il suffisant pour regrouper des individus et donc créer une espèce ?

Etude d'un exemple

Un élève de seconde a vu un documentaire sur les rainettes du genre *Hyla* qui vivent en Amérique du Nord. Le commentaire dit que sur une aire géographique déterminée deux espèces bien distinctes cohabitent, *Hyla versicolor* et *Hyla chrysocelis*. Cet élève a du mal à croire que ce sont deux espèces différentes car pour lui, aucune différence n'est perceptible : elles se ressemblent trait pour trait !

Document de référence

Hyla Versicolor



Hyla chrysocelis



Relever les arguments qui permettent de penser que les rainettes appartiennent à « la même espèce » et les arguments qui permettent de penser que les rainettes sont au contraire « 2 espèces différentes »

La rainette grise (*Hyla versicolor*) a une peau granuleuse dont la couleur varie du gris au vert en raison de sa capacité à se camoufler en fonction du substrat sur lequel elle se pose. Le degré de marbrure varie, il peut passer du presque noir au presque gris. Elle a une tache irrégulière et foncée sur son dos et une tache plus pâle de forme presque carré est présente sous chaque œil. L'aine et le dessous des cuisses sont jaune foncé à orangé.



La rainette de Cope (*Hyla chrysoscelis*) a une surface dorsale rugueuse et légèrement parsemée de verrues. Sa couleur varie selon le substrat, la saison ou le degré d'humidité. Les nuances de gris sont les plus courantes, avec des taches noires sur le dos. Des variations de couleurs marron, vert et gris perle ont été notées. Habituellement, il y a une marque blanche sous l'œil. Dans la région de l'aine, la peau ventrale sur les pattes postérieures peut apparaître orange à jaune d'or.



Les deux rainettes se ressemblent beaucoup (camouflage, tâche sous chaque œil, couleur orangé en face ventrale) mais en regardant dans le détail, on observe de légères différences :

la peau est différente : granuleuse pour l'une rugueuse avec des verrues pour l'autre

La couleur également peut varier : grise à noire pour la 1^{ère} tandis que la 2^{ème} peut prendre des couleurs marron, vert.



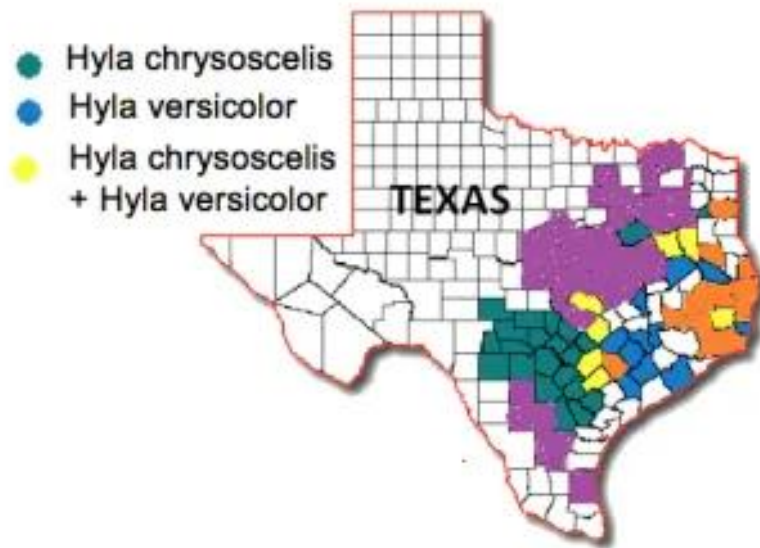
Le critère de **ressemblance** est ici un argument à la fois en faveur et **en défaveur de l'appartenance** à la même espèce

Document 2 : Critère d'interfécondité

Hyla versicolor : Elle se reproduit durant les mois de mai et de juin.

Hyla chrysocelis : Elle habite les bois bordant les étangs et les marécages mais aussi les près longés d'arbustes. Elle se reproduit à partir de fin avril – début mai lorsque la température de l'air du soir a dépassé les 15°C.

Si les deux espèces ont chacune un territoire bien défini (zone verte pour *Hyla chrysocelis* et zone bleue pour *Hyla versicolor*), on les rencontre parfois sur une zone géographique commune. Pourtant, ces deux espèces ne s'hybrident pas entre elles. Des travaux ont montré que parfois l'accouplement est possible cependant les hybrides sont rares et stériles.



Les deux individus partagent des zones géographiques communes mais ne se reproduisent pas entre elles. Parfois des hybrides existent mais ils sont rares et stériles.

C'est clairement un argument en **défaveur de l'appartenance à la même espèce**



Document 3 : des critères écologiques.

Hyla versicolor : elle vit dans les marais, des étangs ou d'autres milieux aquatiques. Les mâles chantent le plus souvent à partir d'un arbre, d'un arbuste, de la berge ou d'une touffe de végétation émergente, cependant, l'accouplement a lieu dans l'eau.

Hyla chrysoceles : elle habite les bois bordant les étangs et les marécages. Les mâles chantent de préférence dans les arbres surplombant des zones marécageuses pour attirer les femelles avant de s'accoupler dans l'eau.

Les deux individus ne partagent pas les mêmes niches écologiques.
C'est là aussi un argument en **défaveur de l'appartenance à la même espèce**





Document 4 : Critère chromosomique : Caryotype des deux rainettes.

Le **caryotype** est l'arrangement de l'ensemble des chromosomes d'une cellule. Les chromosomes photographiés sont disposés selon un format standard : par paires et classés par taille et position du centromère.

Généralement, les espèces animales sont **diploïdes** : chaque chromosome est représenté en **double exemplaire**, c'est le cas d'*Hyla chrysoscelis* dont le caryotype peut être noté : **$2n = 24$**

Les caryotypes montrent des différences importantes en termes de chromosomes. *Hyla chrysoscelis* possède un caryotype dont les chromosomes sont réunis par paires (comme dans l'espèce humaine) tandis que *Hyla versicolor* possède deux fois plus de chromosomes que *chrysoscelis*. Les chromosomes sont présents en 4 exemplaires. (**$4n = 48$**)

C'est clairement un argument en **défaveur de l'appartenance à la même espèce**





- Ouvrir le logiciel ANAGÈNE
- Ouvrir les séquences protéiques des deux espèces de grenouilles : *Rhodopsine_hyla.edi*.
Le fichier se trouve dans le dossier : Public/SVT-levy
- Comparer ces séquences protéiques (utiliser la fonction « comparaison avec discontinuité)
- Changer d'échelle de mesure en cliquant sur l'échelle, elle devrait alors apparaître en bleue

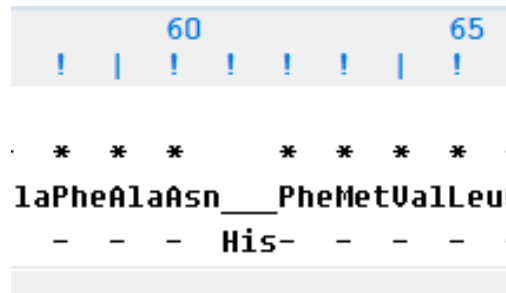
Document 5 : Des critères moléculaires.

La **rhodopsine** est un pigment (une protéine) que l'on trouve dans les bâtonnets, un des deux types de cellules qui composent la rétine, la membrane située au fond des yeux.

Les chercheurs ont comparé la séquence en acides aminés (= les composants des protéines) chez les 2 rainettes : *Hyla chrysoscelis* et *Hyla versicolor*

Hyla chrysoscelis

Hyla versicolor



On observe une **différence au niveau du 62^{ème} acide aminé**

On observe une seule différence au niveau de la séquence protéique. Ce faible nombre de différence ne suffit pas à en faire deux espèces distinctes.

C'est un argument en **faveur de l'appartenance à une même espèce**

UTILISER UN LOGICIEL D'ÉDITION DE SON : AUDACITY



Audacity est un logiciel qui permet de comparer des **sonogrammes**. Un sonogramme est une représentation graphique d'un son, indiquant son amplitude (en ordonnée) et le temps (en abscisse) : les composantes du son sont alors représentées sous forme de traces colorées.

- **Afficher** les enregistrements sonores : les fichiers se trouvent dans le dossier : Public/SVT-levy

- Fichier → Ouvrir puis sélectionner **Hyla_versicolor.mp3**
puis

- Fichier → Importer → Audio puis sélectionner **Hyla_chrysoscelis.mp3**

- **Étudier** la structure de chaque chant en repérant les motifs suivants : « note », « syllabes », « silence » - « phrase »

- **Comparer** les chants de façon à **mettre en évidence** leurs particularités : durée d'une phrase – durée d'une note et amplitude – fréquence des notes dans une phrase – durée des silences.

Document 6 : des critères comportementaux : Le chant

Les fonctions du chant : C'est le chant dit « **nuptial** » (ou chant de cour) qui détermine le rapprochement des partenaires.

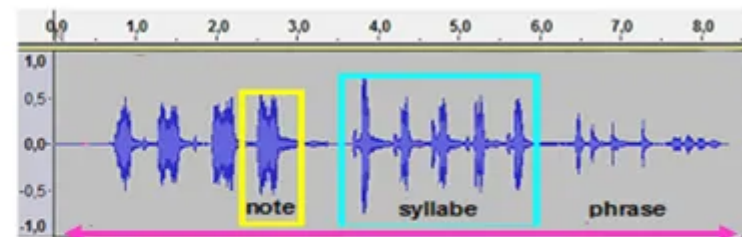
Grâce à ses sacs vocaux, les mâles attirent les femelles par leur chant qui peut durer plusieurs semaines et se poursuit parfois jusqu'à la fin juin ou au début juillet.

Ressources complémentaires

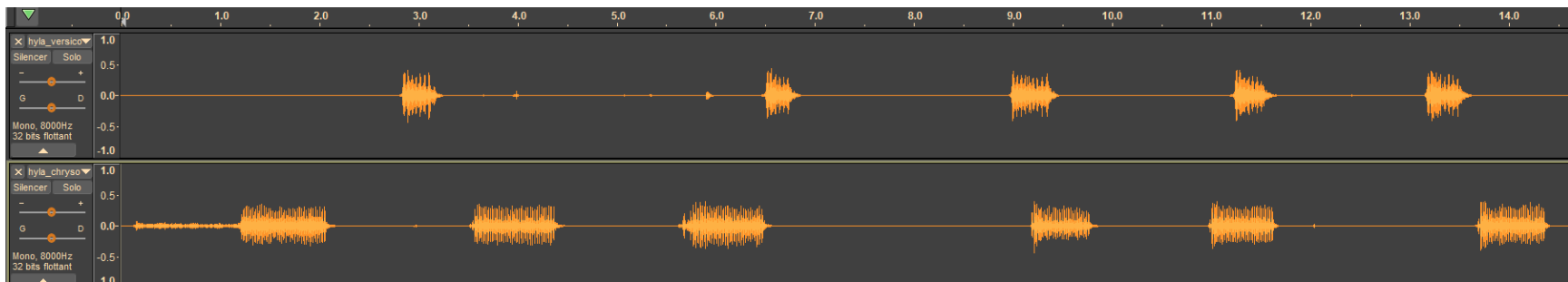
On étudie les chants des animaux par l'analyse d'enregistrements ou sonogrammes

La **syntaxe** d'un chant correspond à la **durée** et à l'**ordre** des notes, syllabes ou phrases

- l'unité de base est la **note**,
- l'unité suivante est la **syllabe**, composée de plusieurs notes.
- deux ou plusieurs syllabes regroupées forment une **phrase**.



Extrait d'un chant d'oiseau visualisé par le logiciel Audacity.



Chez *Hyla versicolor* (en haut), les notes sont courtes (1/4 de seconde environ) d'amplitude comprise entre -0.5 et 0.5, espacées en moyenne de 2 secondes. Une phrase comporte 5 notes en 15 secondes d'enregistrement.

Chez *Hyla chrysoscelis* (en bas), les notes sont un peu plus longues (1/2 à 2/3 de seconde environ) d'amplitude comprise entre -0.5 et 0.5, espacées en moyenne de 2 à 2.5 secondes. Une phrase comporte 6 notes en 15 secondes d'enregistrement.

Ces différences dans le chant nuptial montrent un rapprochement impossible entre mâle et femelle de rainette différente. Ainsi, il ne peut pas y avoir reproduction entre ces 2 types de rainette.

C'est clairement un argument en **défaveur de l'appartenance à la même espèce**



Arguments en faveur Elles appartiennent à la même espèce car :	Arguments en défaveur Elles n'appartiennent pas à la même espèce car :
<ul style="list-style-type: none"> - beaucoup de points communs (camouflage, tâche) : critère de ressemblance - molécule de rhodopsine très proche : critère moléculaire 	<ul style="list-style-type: none"> - différence de peau et de couleur : critère de ressemblance : - pas de reproduction entre elles : critère d'interfécondité - pas de partage de niches écologiques : critère écologique : - grande différence dans le nombre de chromosome : critère génétique (caryotype) - chants nuptiaux différents qui entraîne une impossibilité de reproduction : critère comportemental

Conclusion :

De nombreux critères permettent de montrer que les deux rainettes n'appartiennent pas à la même espèce contrairement à ce que le critère de ressemblance pouvait faire croire.



Chaque critère présente des limites qui montrent qu'il n'est pas facile de les utiliser seul.

Critères	Limites (exemples)
De ressemblance	
D'interfécondité	
Phylogénétique/ génétique	

Après une recherche sur internet, les animaux suivants :



**Loxodonta
*africana***
(éléphant de la
savane)



**Loxodonta
*cyclotis***
(éléphant de la
forêt)



**Coccinella
*septempunctata***



**Coccinella
*magnifica***

Ce sont des espèces différentes

milieux de vie différents, cycles de reproduction décalés ...



Orgyia recens



Orgyia antiqua



UNE MÊME ESPÈCE OU DEUX ESPÈCES DIFFÉRENTES?



Sphinx

Merle



Pied de chat dioïque

Dynaste hercule



La même espèce ...
mais des cas de **dimorphisme sexuel** !

UNE MÊME ESPÈCE OU DEUX ESPÈCES DIFFÉRENTES ?



Adulte



Larve

Une même espèce,
le *Tenebrio molitor*
(Ténébrion meunier)

Mais... **des stades différents
de développement.**

QUELQUES HYBRIDES

L'existence des hybrides contredit la
définition d'Ernst Mayr
♀

Zébrane (zèbre x âne)

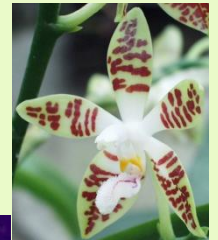


Mulet (âne x jument)

Ligre (lion x tigresse)



*Phalaenopsis
violacea*



*Phalaenopsis
sumatrana*

X



Orchidée hybride
Phalaenopsis gersenii

Un **gène** est une portion d'ADN participant à la réalisation d'un caractère) ; il peut exister sous plusieurs variantes appelées **allèles**, qui diffèrent les uns des autres par leur séquence nucléotidique (= le nombre et l'ordre d'enchaînement des nucléotides). Les différents allèles proviennent de **mutations génétiques** qui surviennent aléatoirement au cours des générations. Ce sont ces mutations qui sont source de **diversité génétique pour les individus d'une même espèce**



Même gène mais allèles différents, le concept de race n'existe pas génétiquement



Finalement une espèce c'est quoi ?

Deux individus appartiennent à la même espèce lorsqu'ils sont **suffisamment proches génétiquement**

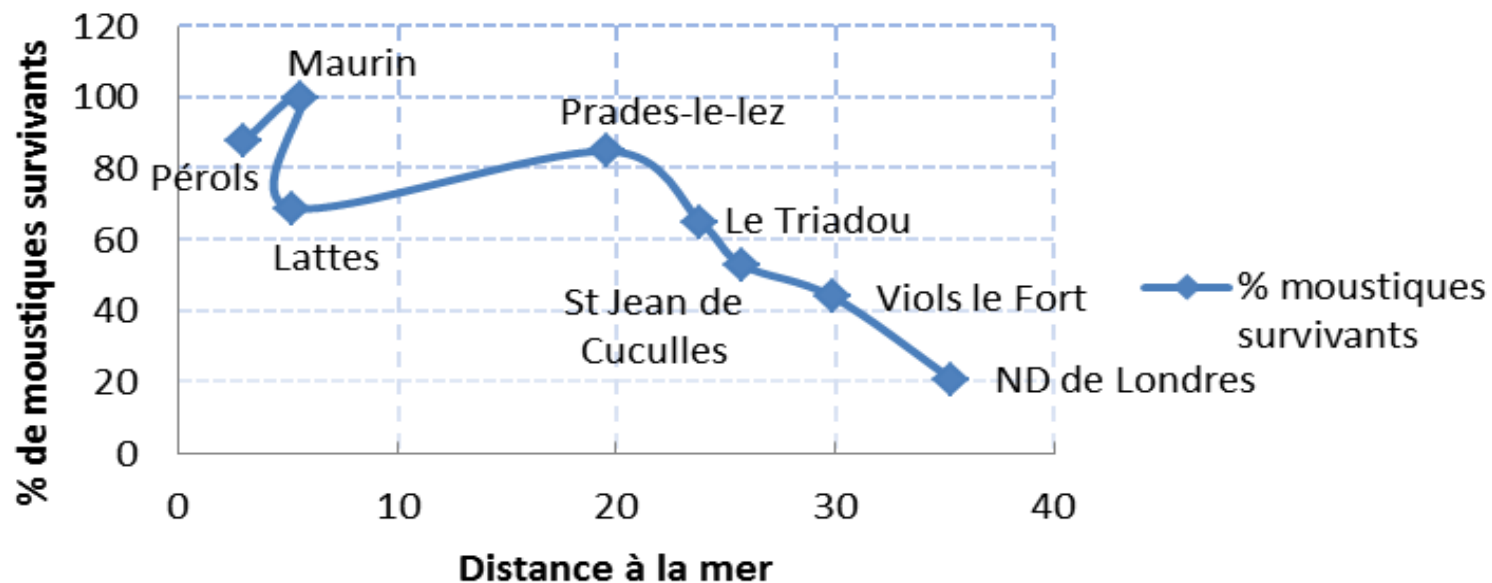
On définit ainsi une espèce comme l'ensemble des individus au génotype (l'ensemble des gènes) et phénotype (l'expression des gènes) suffisamment semblables pour pouvoir se reproduire entre eux et avoir une descendance viable et féconde dans un milieu naturel.



CORRECTION DE L'ACTIVITÉ 9

Villes	Pérols	Maurin	Lattes	Prades le lez	Le triadou	St Jean de C..	Viols le fort	Notre Dame de Londres
moustiques survivants en %	88	100	69	85	65	53	44	21
distance à la mer en Km	3	5.5	5	20	24	26	30	35

% moustiques résistants à l'insecticide



On observe que la fréquence des moustiques résistants dans la zone soumise à l'insecticide est donc très nettement supérieure à celle observée dans la zone non traitée ; dans celle-ci cette fréquence diminue en fonction de la distance à la zone traitée.

Hypothèse : On peut supposer que les moustiques ont développé une résistance aux insecticides.

Cette hypothèse sera vérifiée dans le chapitre 5



Les **fossiles** témoignent d'un changement de **flore** et de **faune** au cours des temps géologiques



Reconstitution d'une forêt au
Carbonifère
(ère Paléozoïque - 300 Ma)



La forêt fossile de Champclauson
près d'Alès - Gard) : un tronc fossile

Répartition de quelques microfossiles (Foraminifères planctoniques)

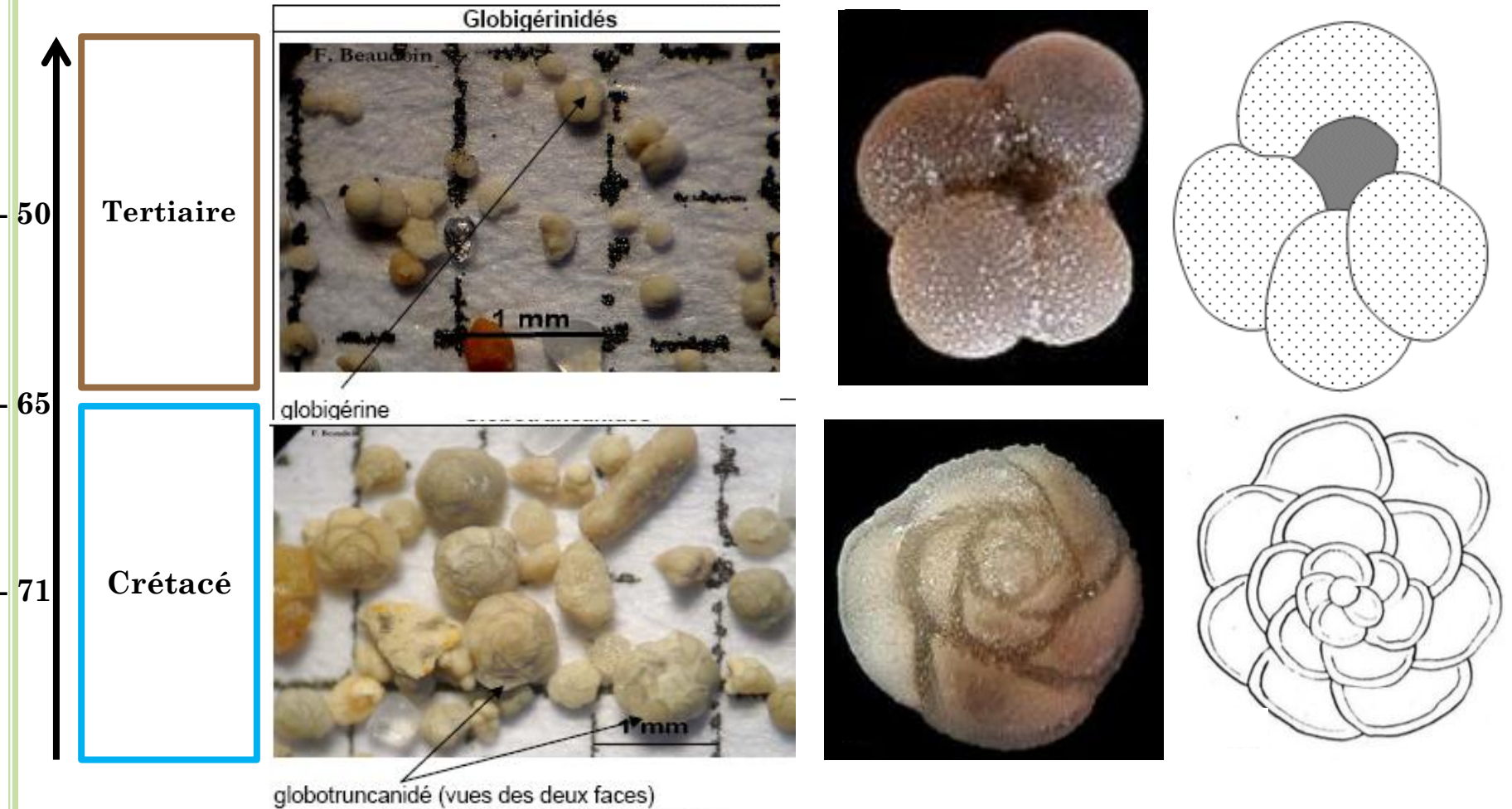
Foraminifères		Epoques								
		Crétacé supérieur						Paléocène		
Groupes	Genres	Etages								
		Cénomarien	Turonien	Coniacien	Santonien	Campanien	Maastrichtien	Danien	Montien	Thanétien
Hétérohélicidés	Heterohelix									
	Pseudotextularia									
	Racemiguembelina									
Globotruncanidés	Hedbergella									
	Globotruncana									
	Abathomphalus									
Globigérinidés	Globigerina									

(D'après une publication du CRDP Aquitaine et Ch. Pomerol : le Cénozoïque)

Le maastrichtien possède des individus du groupe des Globotruncanidés qui n'existent qu'à cette période. C'est donc ce groupe qui caractérise cette période. De même, le danien possède des individus du groupe des Globigérinidés qui n'existent qu'à cette période. C'est donc ce groupe qui caractérise cette période.



CORRECTION DE L'ACTIVITÉ 9 : LES MODIFICATIONS ANCIENNE DE LA BIODIVERSITÉ



	Espèces de fossiles observées (en nombre OU en pourcentage)			
	Hétérohélicidés	Globotruncanidés	Globigérinidés	Total
Crétacé (66 Ma = Maastrichtien)	24 soit 55%	20 soit 45%	0 soit 0%	44 (100%)
Tertiaire (64 Ma = Danien)	6 soit 18%	0 soit 0%	27 soit 82%	33 (100%)

Biodiversité juste avant la crise : seuls les groupes des Hétérohélicidés et des Globotruncanidés sont représentés.

Biodiversité juste après la crise : seuls les groupes des Hétérohélicidés et des Globigérinidés sont représentés

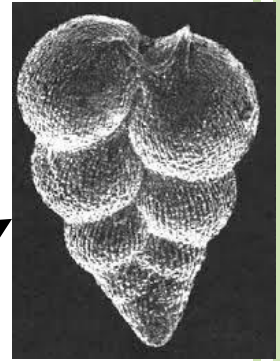
65 Ma correspond à l'extinction des dinosaures, celle-ci serait due à deux évènements catastrophiques : un **choc météoritique** et un **épisode volcanique majeur**. Ces événements auraient dispersé dans l'atmosphère des poussières responsables des changements brutaux cités ci-dessus.

Une **crise biologique** est une **modification radicale de la biodiversité** spécifique caractérisée par une **diminution brutale du nombre d'espèce** (on parle d'**extinction** : dinosaures, groupe de foraminifères) suivie d'une **diversification rapide des espèces survivantes** (foraminifères et mammifères pour cette crise)

Ère secondaire

Ère tertiaire

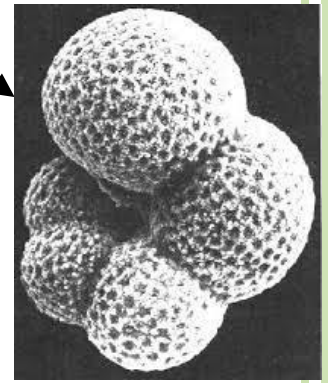
Foraminifères		Epoques									
		Crétacé supérieur						Paléocène			
		Etages									
Groupes	Genres	Cénomaniens	Turonien	Coniacien	Santonien	Campanien	Maastrichtien	Danien	Morlien	Thanétien	
Hétérohéllicidés	Heterohelix										
Globotruncanidés	Globotruncana										
Globigérinidés	Globigerina										



Non impactés

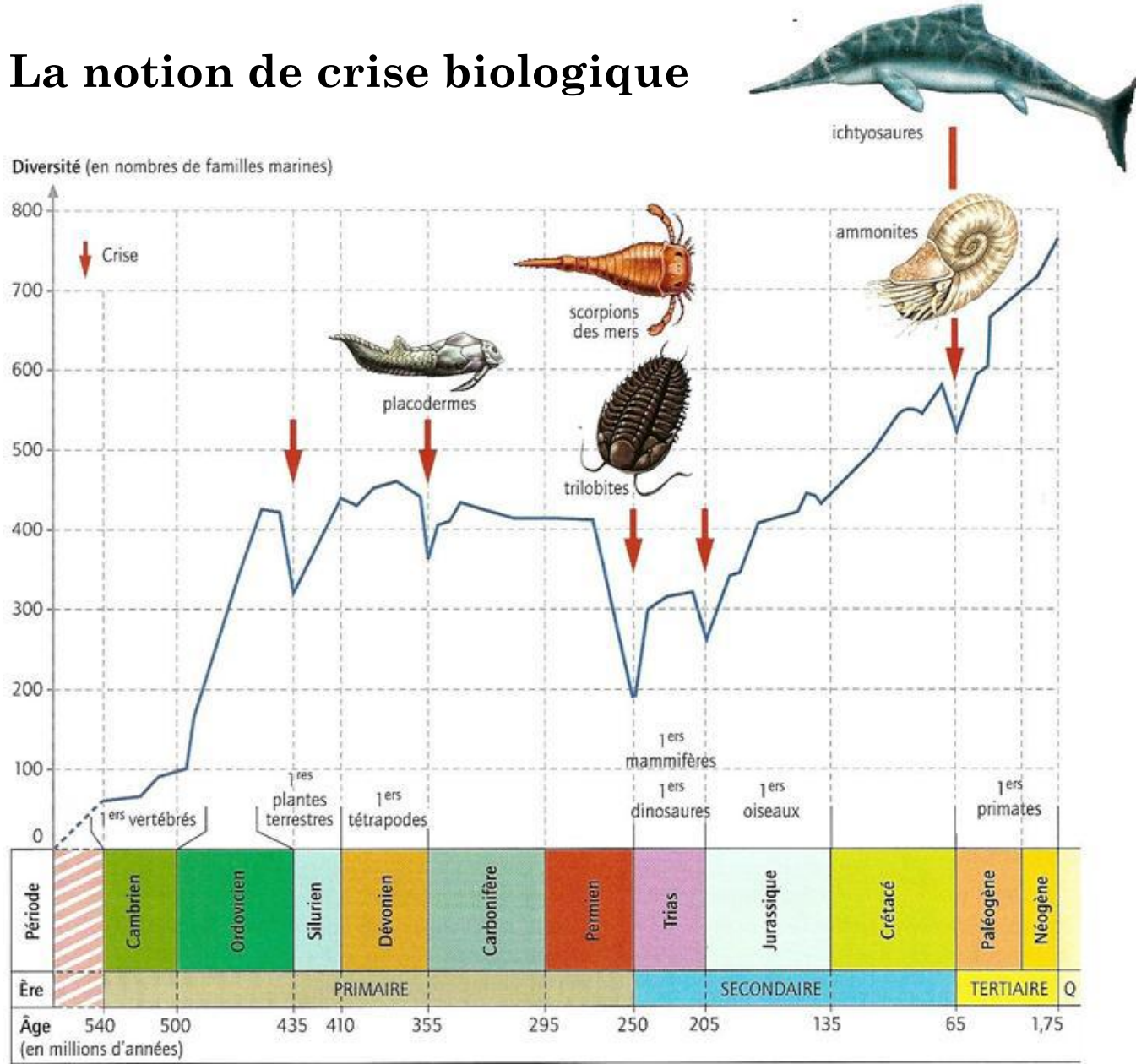


Extinction



Apparition

La notion de crise biologique



RQ. Les crises biologiques majeures et mineures ont servi au découpage des temps géologique en ère et période.



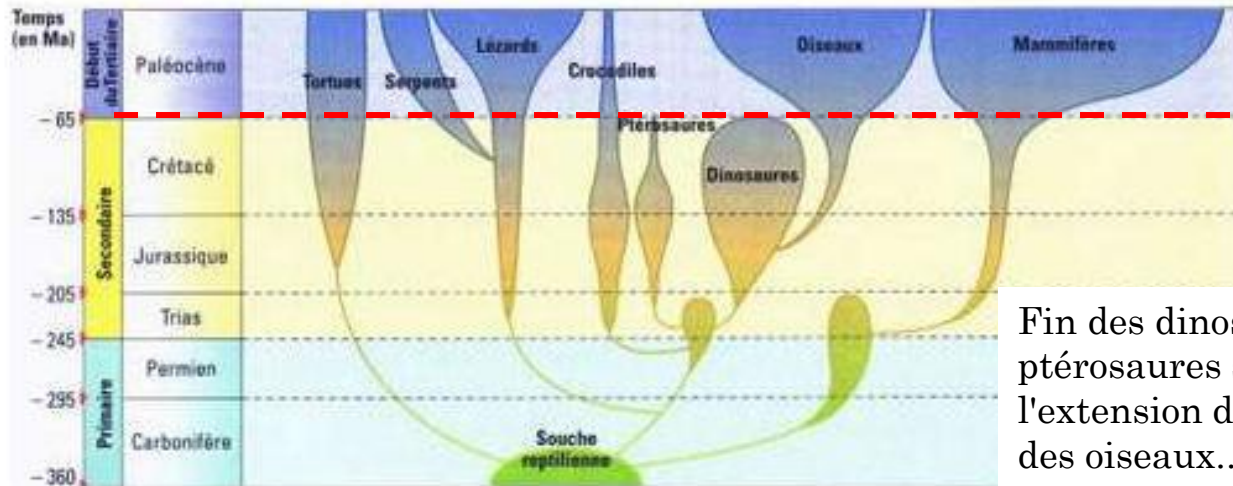
Une crise biologique est toujours suivie d'un **RENOUVELLEMENT** d'espèces



Ptérosaure



Dinosaure



Mammifère

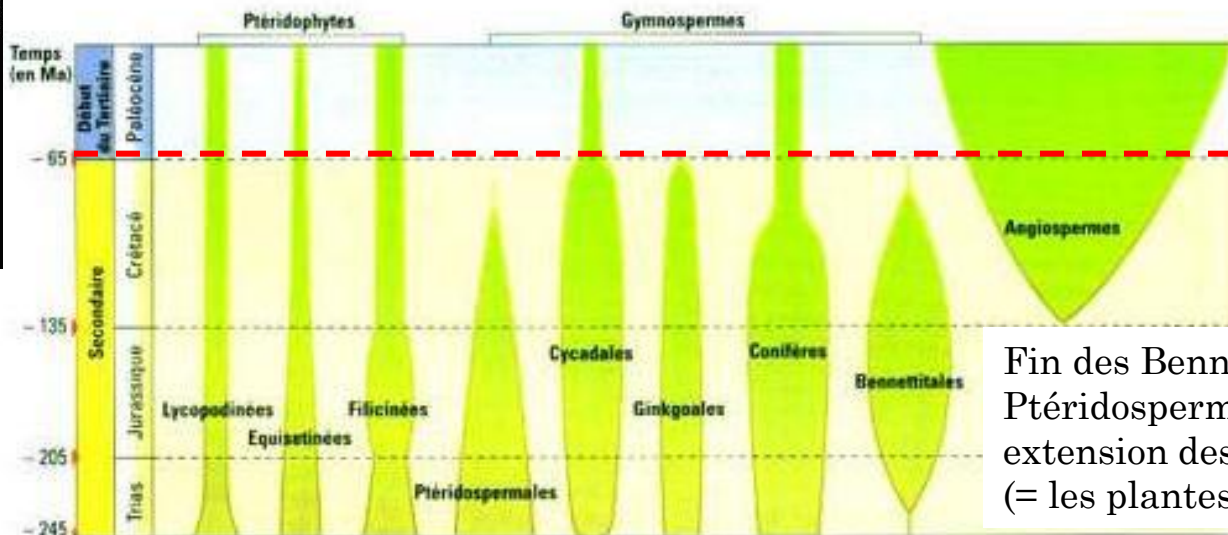
Fin des dinosaures, ptérosaures suivie de l'extension des mammifères, des oiseaux...



Ptéridospermales



Bennetitales



Fin des Bennetitales et Ptéridospermales suivie extension des Angiospermes (= les plantes à fleurs)

VERS UNE 6^{ÈME} CRISE BIOLOGIQUE ?

Une crise se déroulant en général sur des milliers d'années, il est plus facile de la caractériser une fois qu'elle est passée. **La question qui se pose actuellement est de savoir si nous sommes ou non en pleine crise biologique.** Nous n'avons évidemment pas encore suffisamment de recul pour l'affirmer mais **des indices poussent les scientifiques à prédire une crise biologique très forte.**

Effectivement, on observe depuis ces dernières années **une très forte augmentation du taux de disparition des espèces à l'échelle planétaire.** Une observation qui dans le cas des autres crises n'aurait pas été observable à l'échelle de quelques années. Ce qui rend compte de son importance.

On observe aussi **un fort dérèglement climatique provoquant un réchauffement planétaire.** L'étude des crises passées a permis de montrer que chaque période de refroidissement avait été précédée d'une période de réchauffement, ce qui confirme notre hypothèse.

La seule différence par rapport aux autres crises est **le manque de phénomènes catastrophes**, mais l'Homme pourrait bien porter sur lui cette responsabilité. Car s'il est vrai que le dérèglement climatique a une origine naturelle, **il a fortement contribué à l'accélération du processus.**

En effet, l'Homme crée des bouleversements écologiques par le rejet des gaz à effet de serre, il pollue aussi de nombreux écosystèmes, ou les détruit, tous ces changements ont de graves conséquences.

Nous ne savons pas non plus si l'espèce humaine pourra survivre à cette crise ou si elle trouvera le moyen de s'adapter à un nouvel environnement.