

Thème A : Terre, vie et organisation du vivant

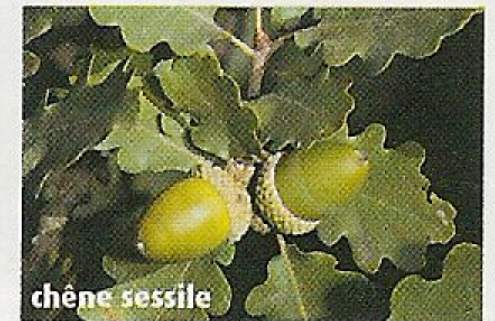
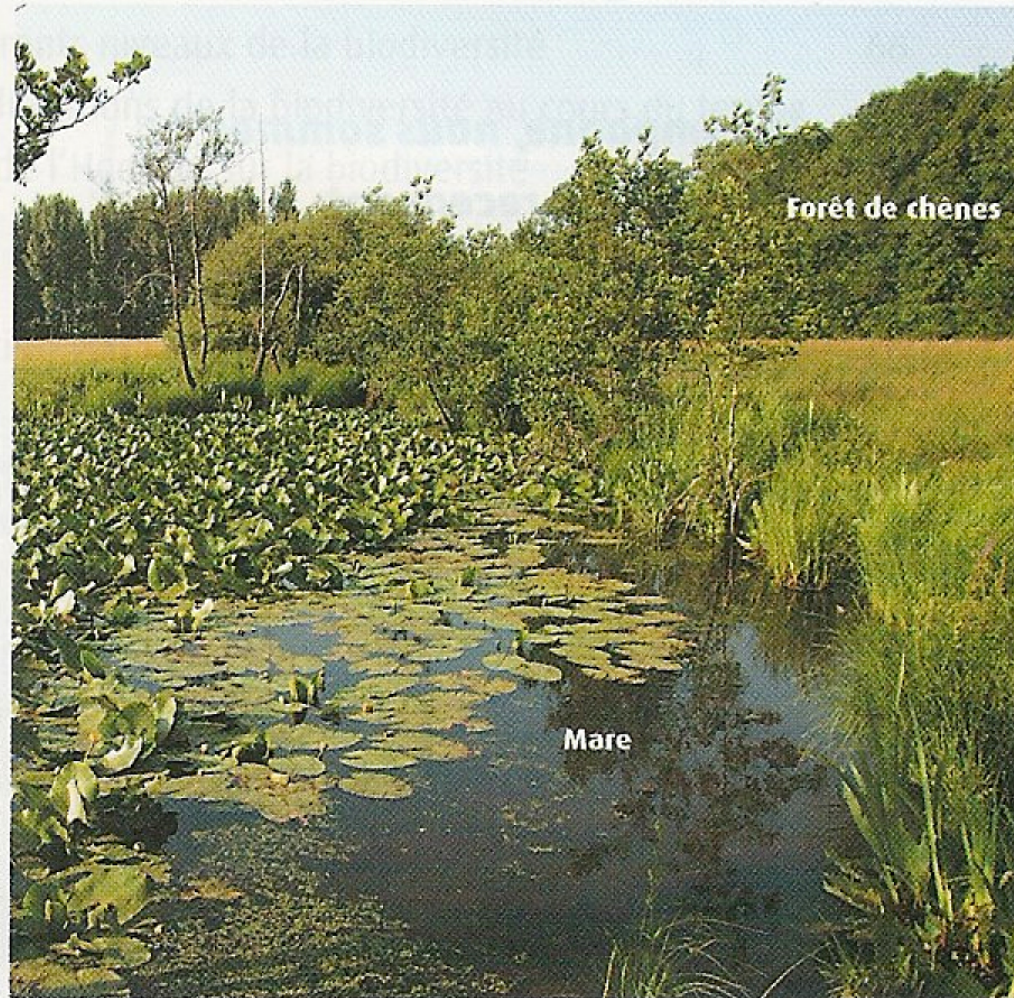
Chapitre A3 :

La biodiversité : résultat et étape de l'évolution

Problématique : Comment évolue la biodiversité au cours du temps ?

I. Les différentes échelles de la biodiversité

Diversité des espèces dans un écosystème



1 Une mare et une forêt de chênes, deux milieux de vie fréquents en France.

Chacun d'eux est habité par différentes espèces et peut être défini par des caractéristiques physiques (luminosité, température, etc.) qui déterminent des conditions de vie propres.

Diversité des individus au sein d'une même espèce



2 Des individus d'une même espèce : l'escargot des bois. Différents individus appartenant à la même espèce possèdent les mêmes gènes, mais dans des versions différentes appelées allèles.

Diversité des individus au sein d'une espèce



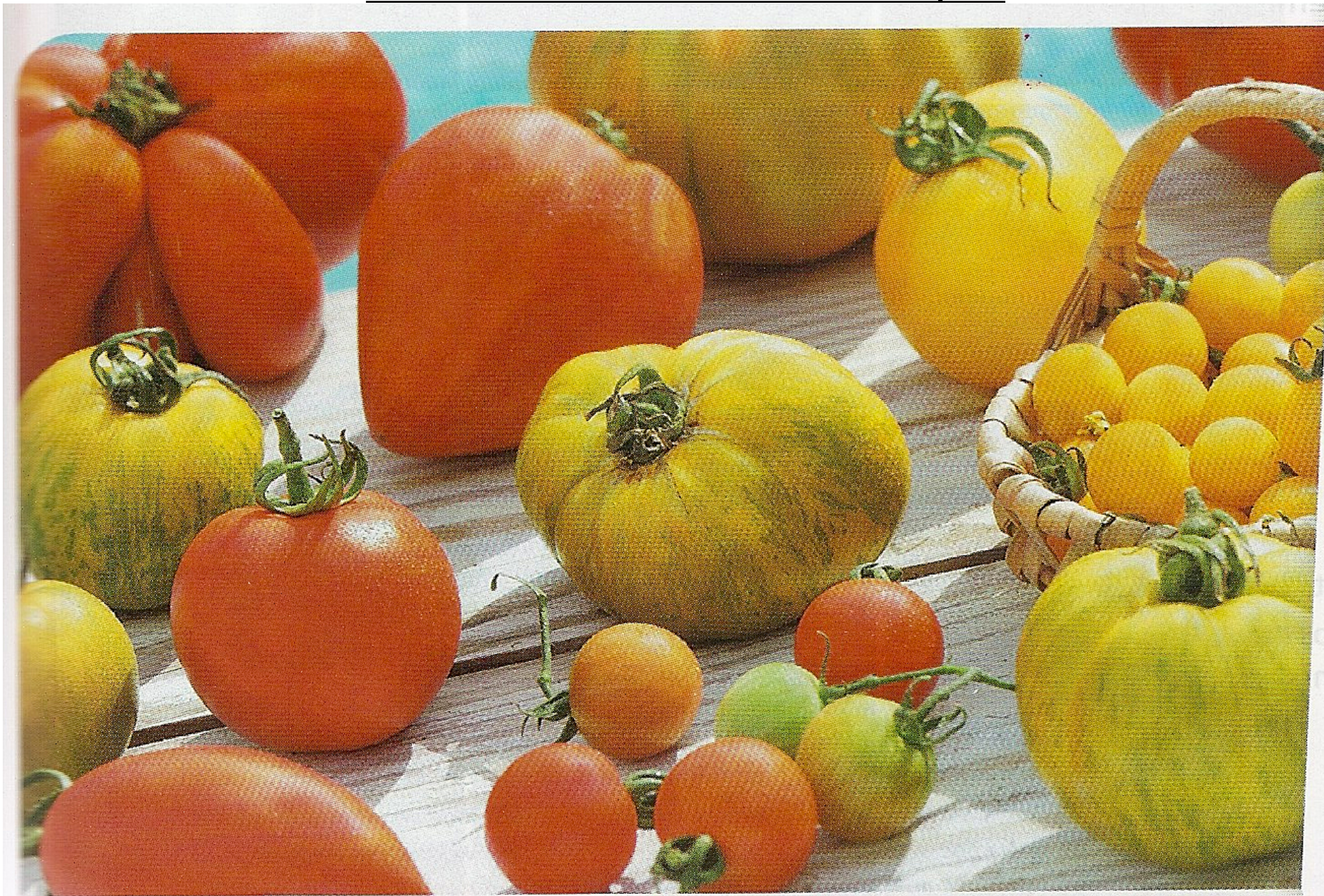
1

Papillons de l'espèce *Heliconius doris*.

Tous ces papillons mâles appartiennent à la même espèce. Leurs ailes montrent des motifs différents. Cette diversité morphologique au sein d'une espèce est le plus souvent le reflet d'une diversité génétique.

Quels mécanismes engendrent la diversité génétique ?

Diversité des individus au sein d'une espèce



4 Des variétés de tomates très différentes.

Estimation de la biodiversité

L'EXPRESS.fr

8,7 millions d'espèces vivantes sur Terre

Les scientifiques estiment que seulement 1,23 million d'espèces ont été découvertes à ce jour, soit 14,1% du nombre total. Il s'agit de l'estimation la plus précise jamais effectuée. Notre planète compte environ 8,7 millions d'espèces vivantes, dont 6,5 millions évoluent sur la terre ferme et 2,2 millions en milieu aquatique, selon le travail de recherche du Census of Marine Life (le recensement de la vie marine) publié aux Etats-Unis, dans la revue scientifique américaine PLoS Biology en août 2012. Sur ces 8,7 millions d'espèces animales ou végétales, seules 1,23 million (ou 14,1% du total) ont été jusqu'à présent découvertes, décrites et cataloguées, précisent les chercheurs. ((Selon Sciences et Avenir : L'étude, publiée par PLoS Biology, affirme que 86% de toutes les espèces sur terre et 91% de celles des mers sont encore à découvrir, à décrire et à cataloguer.))










Species	Earth			Ocean		
	Catalogued	Predicted	±SE	Catalogued	Predicted	±SE
Eukaryotes						
Animalia	953,434	7,770,000	958,000	171,082	2,150,000	145,000
Chromista	13,033	27,500	30,500	4,859	7,400	9,640
Fungi	43,271	611,000	297,000	1,097	5,320	11,100
Plantae	215,644	298,000	8,200	8,600	16,600	9,130
Protozoa	8,118	36,400	6,690	8,118	36,400	6,690
<i>Total</i>	1,233,500	8,740,000	1,300,000	193,756	2,210,000	182,000
Prokaryotes						
Archaea	502	455	160	1	1	0
Bacteria	10,358	9,680	3,470	652	1,320	436
<i>Total</i>	10,860	10,100	3,630	653	1,320	436
Grand Total	1,244,360	8,750,000	1,300,000	194,409	2,210,000	182,000

Predictions for prokaryotes represent a lower bound because they do not consider undescribed higher taxa. For protozoa, the ocean database was substantially more complete than the database for the entire Earth so we only used the former to estimate the total number of species in this taxon. All predictions were rounded to three significant digits.

doi:10.1371/journal.pbio.1001127.t002

Chromistes = lignée brune est l'ensemble des **algues** possédant un **plaste** rouge ou brun issu d'une **endosymbiose** avec une algue rouge (toutes les algues à plaste brun).

Répartition par groupes des 1,7 millions d'espèces vivantes connues actuellement sur terre

Nom du groupe (espèce représentée)	Nombre d'espèces connues
Bactéries (Nitrosomonas) 	10 600
Végétaux vasculaires (Polypode) 	245 500
Champignons (Cèpe de Bordeaux) 	100 000
Vertébrés (Mormyre) 	50 900
Nématodes (Draconema) 	20 000
Mollusques (Moule) 	117 500
Arthropodes	956 400
Arachnides (Épeire) 	74 500
Insectes (Machaon) 	827 000
Malacostracés (crustacés) (Gammare) 	22 700
Autres arthropodes	32 200
Autres groupes	259 700
Total	1 760 600

**6 Répartition par groupe
des 1,76 million d'espèces vivantes
actuellement connues sur Terre.**
Le nombre total d'espèces qui peuplent
notre planète est estimé à 30 millions.

Des inventaires d'espèces qui se poursuivent



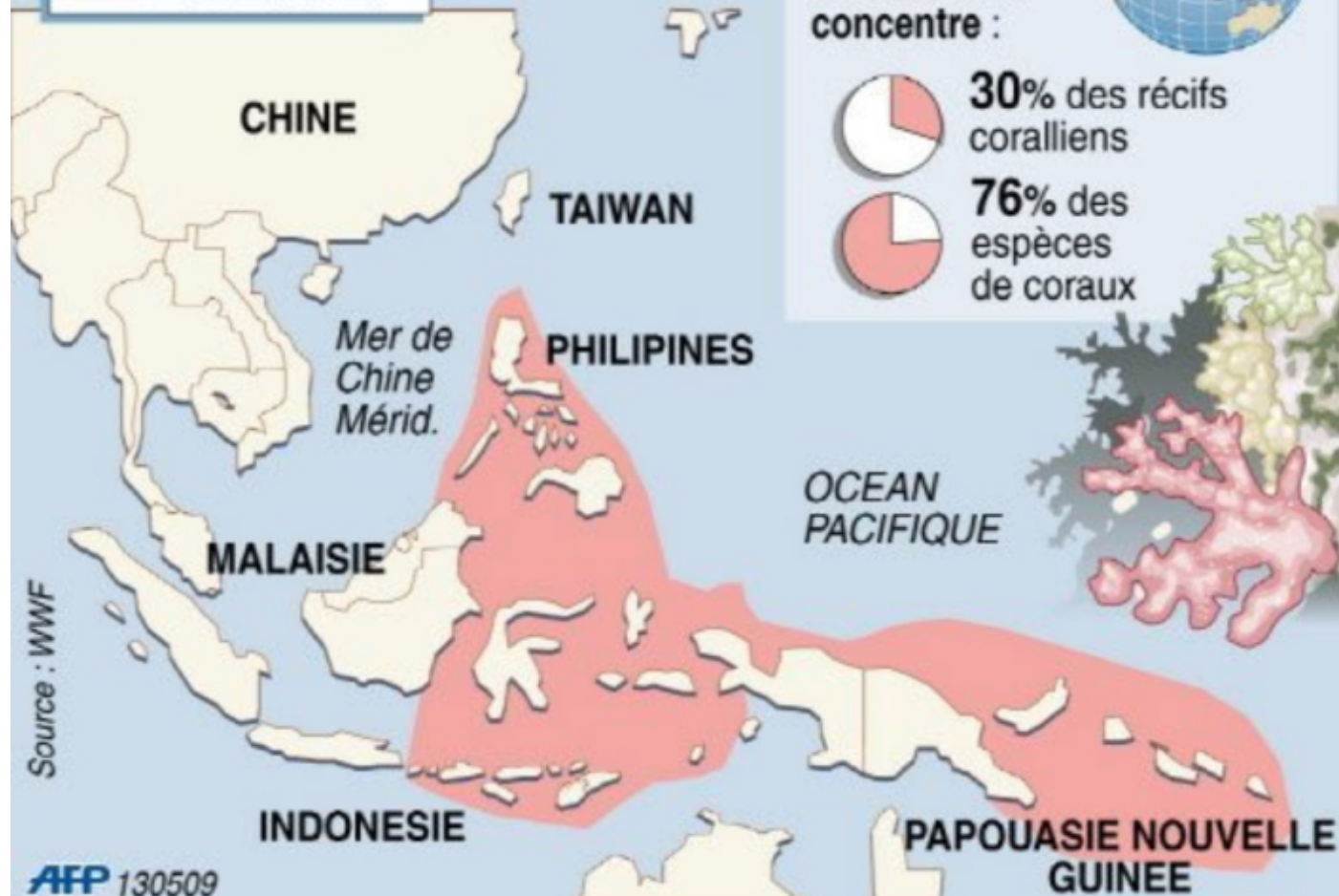
5 Une crevette récoltée dans un récif de l'île de Santo (Vanuatu). Fin 2006, 150 scientifiques ont fait un inventaire le plus complet possible de la biodiversité de cette île située dans l'océan Pacifique. Ils ont collecté plusieurs centaines de milliers de spécimens appartenant à plus de 6 000 espèces dans tous les milieux de l'île. Leur analyse est toujours en cours. À ce jour, 45 nouvelles espèces y ont été identifiées.

II. L'évolution de la biodiversité sous l'action de l'homme

Le Triangle de corail en danger

Cette zone maritime, "l'Amazone des mers", est menacée par la pollution, une pêche excessive et le réchauffement climatique

 Récif de corail



Le Triangle ne représente qu'1% de la superficie terrestre mais concentre :



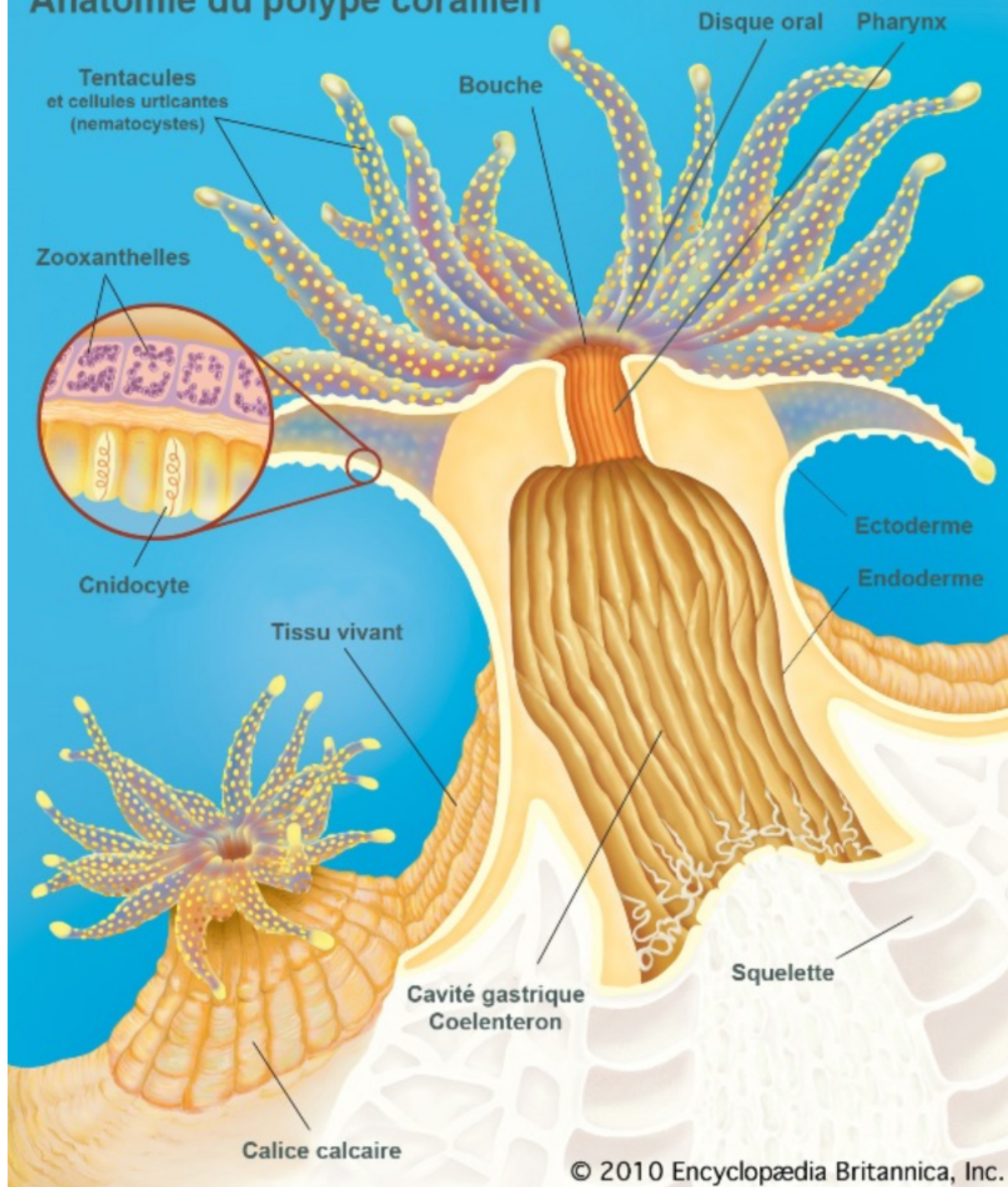
30% des récifs coralliens

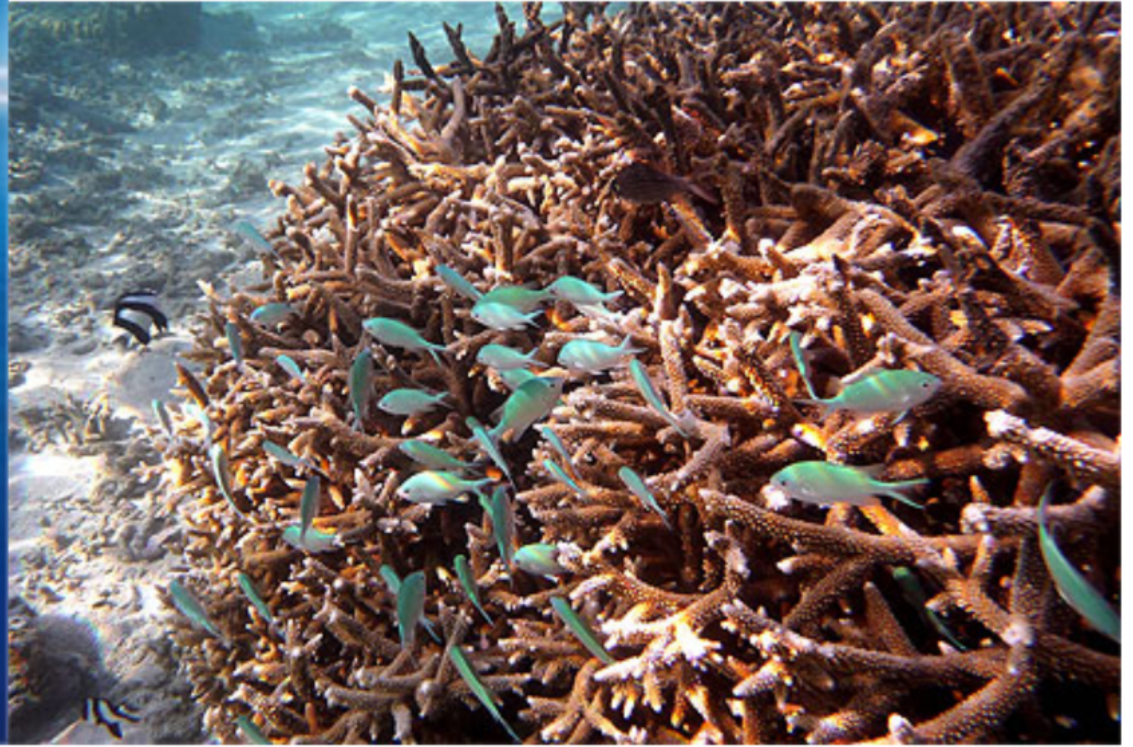


76% des espèces de coraux



Anatomie du polype corallien





Ile de la Réunion

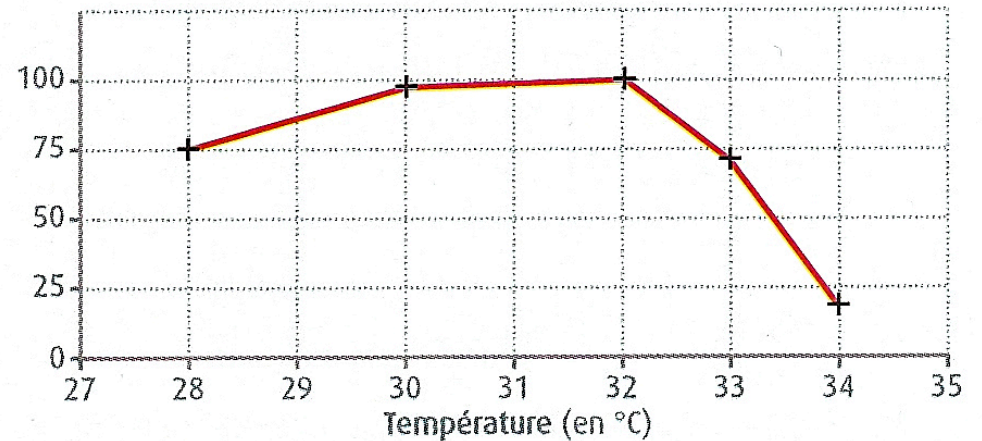


Corail vivant et corail mort

Les récifs de coraux abritent plus d'un tiers des espèces de poissons. Ils sont aujourd'hui gravement menacés de destruction par la pêche, la pollution et les espèces invasives. Les coraux sont des animaux fixés. Ils s'alimentent grâce à une algue microscopique qui vit en étroite association avec eux. En présence de lumière et de matières minérales, cette algue produit des sucres : c'est la photosynthèse. Elle transmet une partie de ces sucres au corail.

● Sachant que les climatologues prévoient qu'en 2050, la température moyenne de la Terre aura augmenté de 1 à 3 °C en raison de l'accumulation dans l'atmosphère de gaz à effet de serre, montrez qu'une nouvelle menace pèse sur les récifs coralliens.

Activité de photosynthèse (en %)

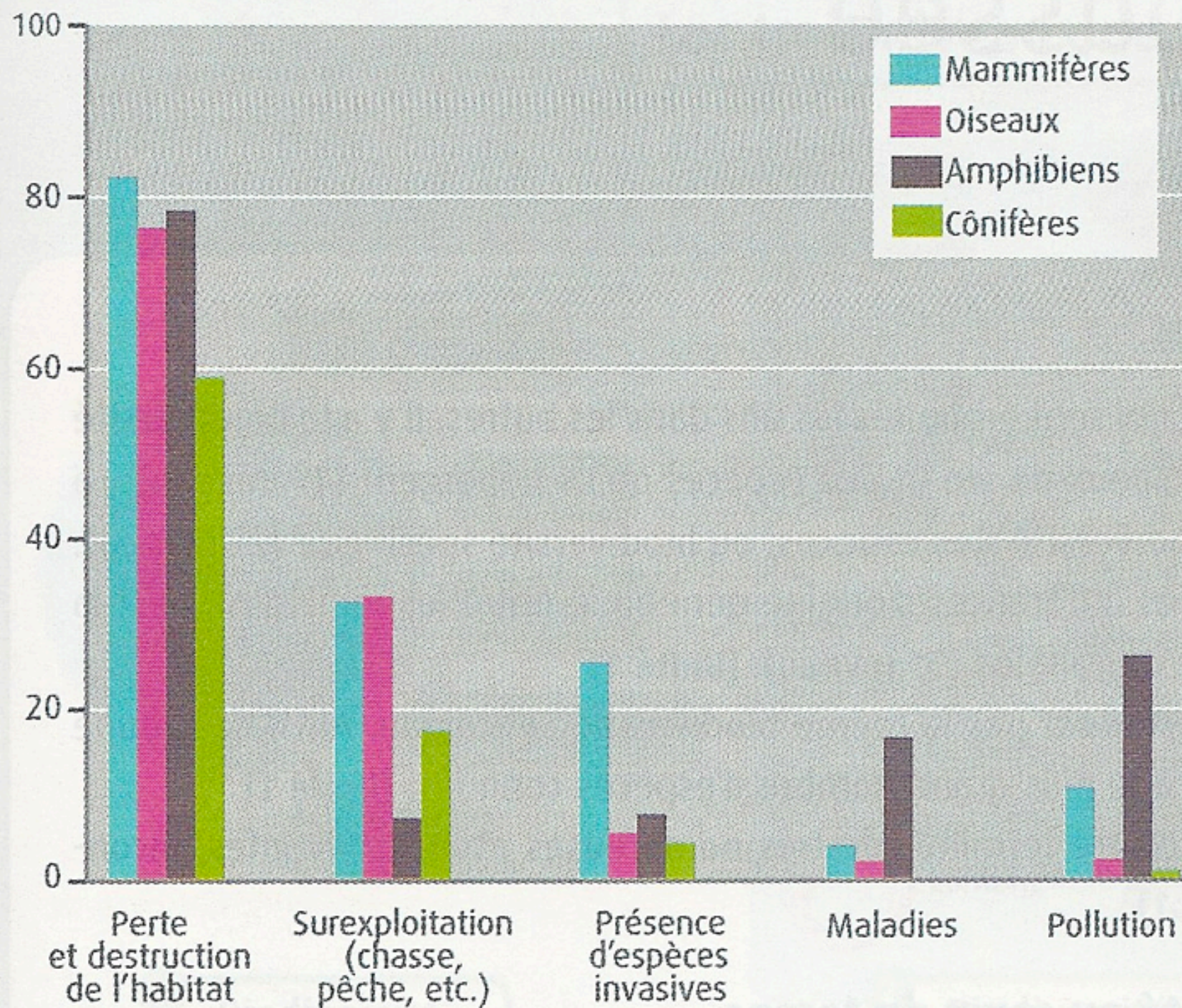


1. Évolution de l'activité de photosynthèse d'une algue associée avec un corail en fonction de la température.

À chaque température, on a déterminé l'activité photosynthétique. Celle-ci est exprimée en pourcentage de l'activité de photosynthèse mesurée aujourd'hui dans le milieu de vie du corail (à 32 °C).

Exemples d'actions négatives de l'homme sur la biodiversité

Pourcentage d'espèces concernées parmi les espèces menacées



La déforestation



6 La destruction de la forêt en Amazonie.
En Amérique du Sud, 40 millions d'hectares (ha) de forêt
ont disparu entre 2000 et 2010. 1 ha = 10 000 m².

L'importation d'espèces invasives par l'homme



Interview de Michel Pascal,
chercheur en écologie

L'Homme a fréquemment emporté, volontairement ou non, d'autres mammifères

avec lui lors de ses voyages et explorations. C'est par exemple le cas du lapin, du chat ou encore du rat. Ce rongeur voyage souvent en passager clandestin dans les navires. Du coup, quand l'Homme débarque sur une île, le rat en fait de même. Or son arrivée dans des îles où il n'avait pas encore posé les pattes a eu parfois un fort impact sur les espèces locales. Les espèces qui, après être arrivées dans un nouveau territoire, perturbent profondément les écosystèmes de ce territoire sont appelées **espèces invasives**.

1 Qu'est-ce qu'une espèce invasive ?



2 Le rat surmulot et l'île de Trielen (France).

Le rongeur a débarqué par accident au début du xx^e siècle dans cette petite île bretonne. Il s'attaque aux œufs et aux poussins qui sont à sa portée. En 1996, des chercheurs ont capturé tous les rats de l'île. Ils ont ensuite déterminé, chaque année, le nombre de couples de différentes espèces d'oiseaux ayant fait leur nid sur l'île (voir doc. 3 et 4).

Pipit maritime



Hirondelle rustique



3 Deux espèces d'oiseaux étudiées par les chercheurs sur l'île de Trielen.

Toutes deux bâtissent un nid pour se reproduire. Le pipit maritime fait son nid au sol, dans l'herbe, tandis que l'hirondelle le construit le long des poutres des toitures.

B2i

	1992	1996	éradication des rats	1997	1998	1999	2000	2001
Hirondelle rustique	4	8		8	5	8	4	9
Pipit maritime	11	12	15	34	50	65	66	

4 Nombre de couples d'hirondelles rustiques et de pipits maritimes ayant fait leur nid sur l'île sur Trielen entre 1992 et 2001.

La disparition annoncée du thon rouge en Atlantique

Le thon rouge de l'Atlantique est une espèce répartie dans différents océans et mers du globe. Cette espèce est fortement pêchée, en particulier en Méditerranée où elle vient pour se reproduire.

En février 2010, la Commission européenne propose que l'interdiction du commerce international du thon rouge de l'Atlantique entre en vigueur dans le courant de l'année 2011. On cherche à comprendre ce qui justifie cette proposition qui a, depuis lors, été rejetée par la CITES (Convention sur le commerce international de faune et de flore sauvages menacées d'extinction).



1 Banc de thons rouges de l'Atlantique.

2 Caractéristiques biologiques du thon rouge de l'Atlantique.

Mode de vie : déplacements en bancs serrés aisément repérables en surface ; regroupement des adultes lors de la période de reproduction.

Longévité : 20 à 40 ans.

Dimensions : longueur qui peut être supérieure à 3 mètres, avec un poids pouvant atteindre 700 kg.

Reproduction :

- Maturité sexuelle à 4 ans (poids 35 kg).
- Période de reproduction en mai-juin en eau chaude.
- Nombre de descendants dépendant directement du poids de l'animal.
- Reproduction impossible en captivité.

3 Informations sur la pêche au thon rouge.

- Forte augmentation de la demande de thon rouge, notamment de la part du Japon, grand consommateur de sushis (préparation à base de riz et de poisson cru). Un thon de 214 kg s'est récemment vendu 230 000 euros au Japon.
- Essentiel des captures réalisé par une flotte industrialisée.
- Surcapacité des flottes de pêche.
- Développement de nombreuses fermes « aquacoles » dans lesquelles on élève de jeunes thons n'ayant pas atteint la maturité sexuelle avant de les vendre.
- Utilisation de techniques de pêche illégales : repérage des bancs par avion, pêche en dehors des périodes autorisées.
- Quantité de thon pêché en 2006 : 50 000 tonnes dont 17 500 pêchées illégalement.
- Estimation du volume de pêche à ne pas dépasser pour assurer le maintien de la population en 2006 : 20 000 tonnes.

Temps (année)	Stock de thon (tonne/an)
1995	210 000
1998	200 000
2000	200 000
2002	175 000
2004	145 000
2006	110 000
2007	75 000

4 Évolution du stock de thon rouge en Méditerranée.

Exemples d'actions positives de l'homme sur la biodiversité

La domestication des plantes cultivées : obtention de nouvelles variétés



7 **Plusieurs variétés de maïs.** Depuis les débuts de l'agriculture, l'Homme croise et sélectionne les plantes qu'il cultive. Une plante sauvage du Mexique, la téosite, est ainsi à l'origine de toutes les variétés de maïs, dont beaucoup ont disparu. En France, on compte plus de 1 200 variétés de maïs autorisées. Seules quelques-unes sont réellement cultivées.

Téosite : plante sauvage du Mexique (8-10 grains) :
-9000 ans (début de l'agriculture)

Actuellement il existe plus de 1200 variétés différentes de maïs



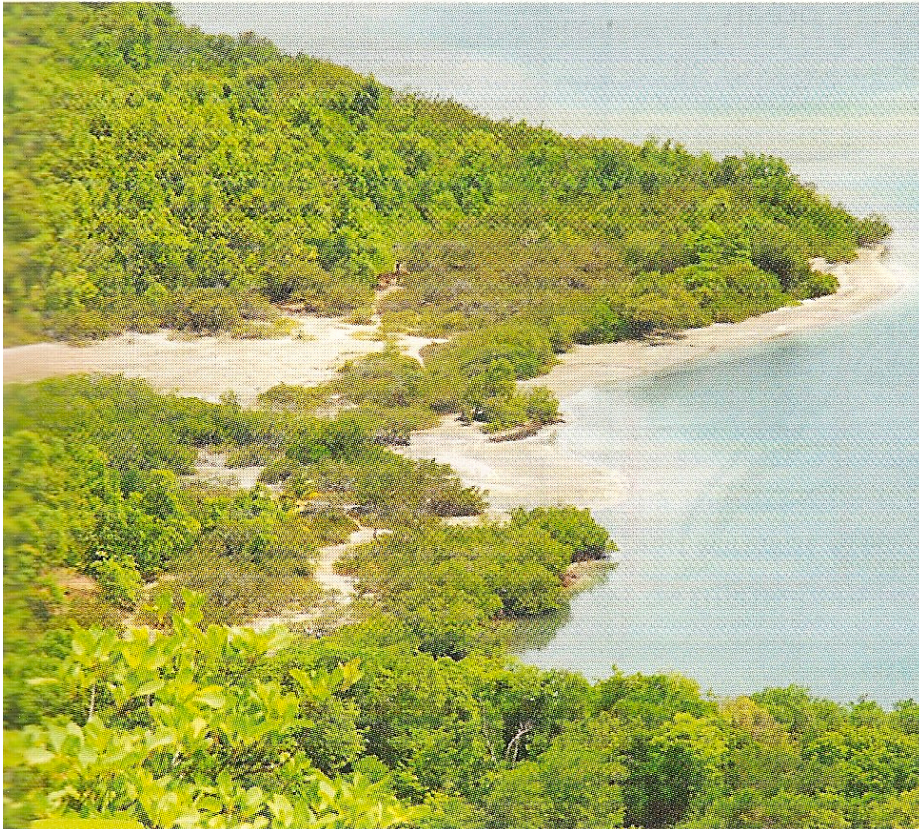
- 1) Téosite (8-10 grains)
- 2) Hybride
- 3) Maïs (centaines de grains)

Téosite : plante sauvage du Mexique (8-10 grains) : -9000 ans (début de l'agriculture)

Actuellement : plus de 1200 variétés de maïs

Les réglementations dans une réserve naturelle

Ensemble, préservons la nature



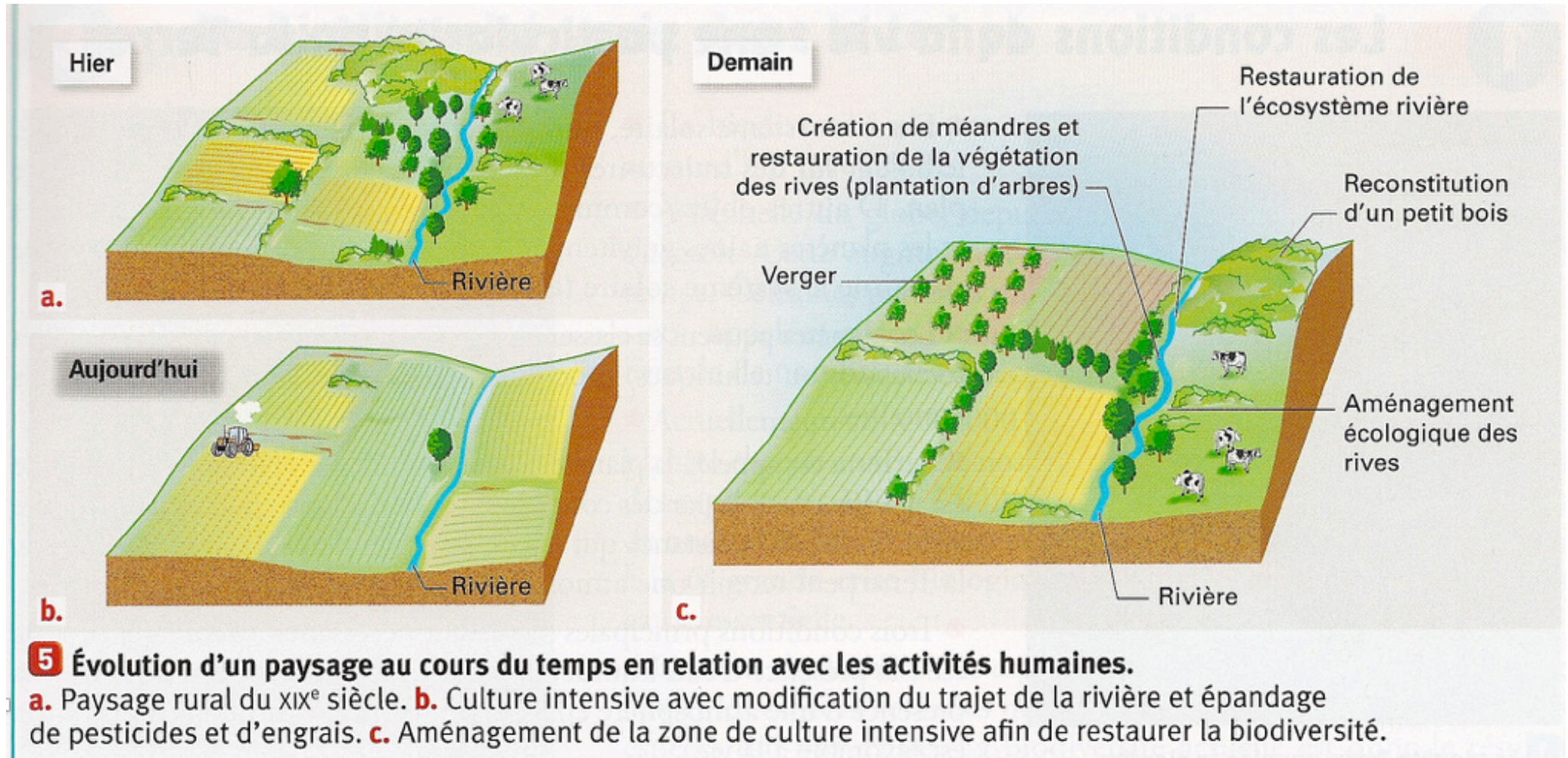
Doc. 1 La presqu'île de la Caravelle, une réserve naturelle.

Une réserve naturelle nationale ou un parc naturel sont des territoires recouvrant une ou plusieurs communes. L'accès y est réglementé.



Doc. 2 Une réserve naturelle est un endroit protégé.

L'aménagement du paysage pour préserver la biodiversité



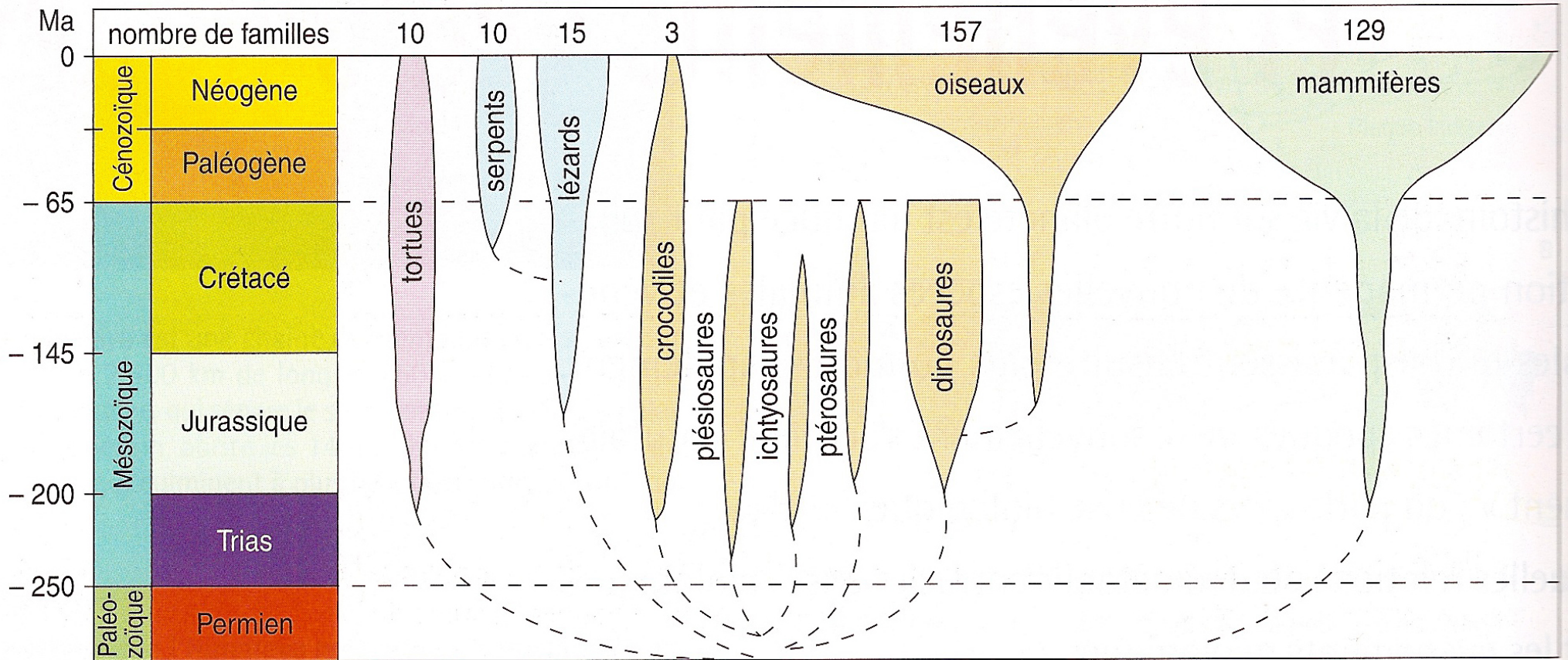
Evolution de la biodiversité dans un territoire sous l'influence de l'homme

- Espèces présentes, au XIX^e siècle, dans un paysage rural (doc. 5a)
- Espèces présentes lors de la culture intensive (doc. 5b)
- Espèces présentes suite à un aménagement d'une zone de culture intensive (doc. 5c)

					● Mais	● ● Blé	● ● ● Lotier corniculé	● ● ● Fétuque des prés	● ● ● Ray-grass anglais
● ● Blaireau	● Belette	● ● Chevreuil	● ● ● Fouine	● ● Martre	● Hérisson	● ● ● Trèfle violet	● ● Érable sycomore	● ● Grande berce	● ● Menthe aquatique
● ● ● Lièvre	● Castor	● Loutre	● ● ● Taupe	● ● Lézard	● ● ● Renard	● ● ● Géranium herbe à Robert	● ● Bardane	● ● Épiaire	● ● Charme commun
● ● ● Écureuil d'Europe	● Hibou	● ● ● Perdrix	● ● ● Buse	● ● Héron	● ● Couleuvre	● ● Aubépine monogyne	● ● ● Noisetier à fruits	● ● Sureau	● ● Viorne obier
● ● Coléoptères	● ● Libellule	● ● Pigeon	● Faisan	● Bécassine	● ● Crapaud	● ● Bouleau verruqueux	● ● ● Frêne commun	● ● Merisier	● ● Noyer commun
● ● Grenouille	● Écrevisse	● ● Papillons	● ● ● Grillons	● ● Tanche	● ● Truite	● ● ● Tilleul à feuilles plates	● ● Tremble	● ● Aulne glutineux	● Bleuets

III. L'évolution de la biodiversité au cours des temps géologiques

Une crise biologique il y a -65 Ma à la transition Crétacé-Tertiaire



La crise Crétacé-Tertiaire

Doc 6 : L'origine de la crise biologique (cnrs.fr)

Deux hypothèses prédominent parmi les scientifiques qui tentent d'expliquer la modification rapide de l'environnement à l'origine de cette crise biologique.

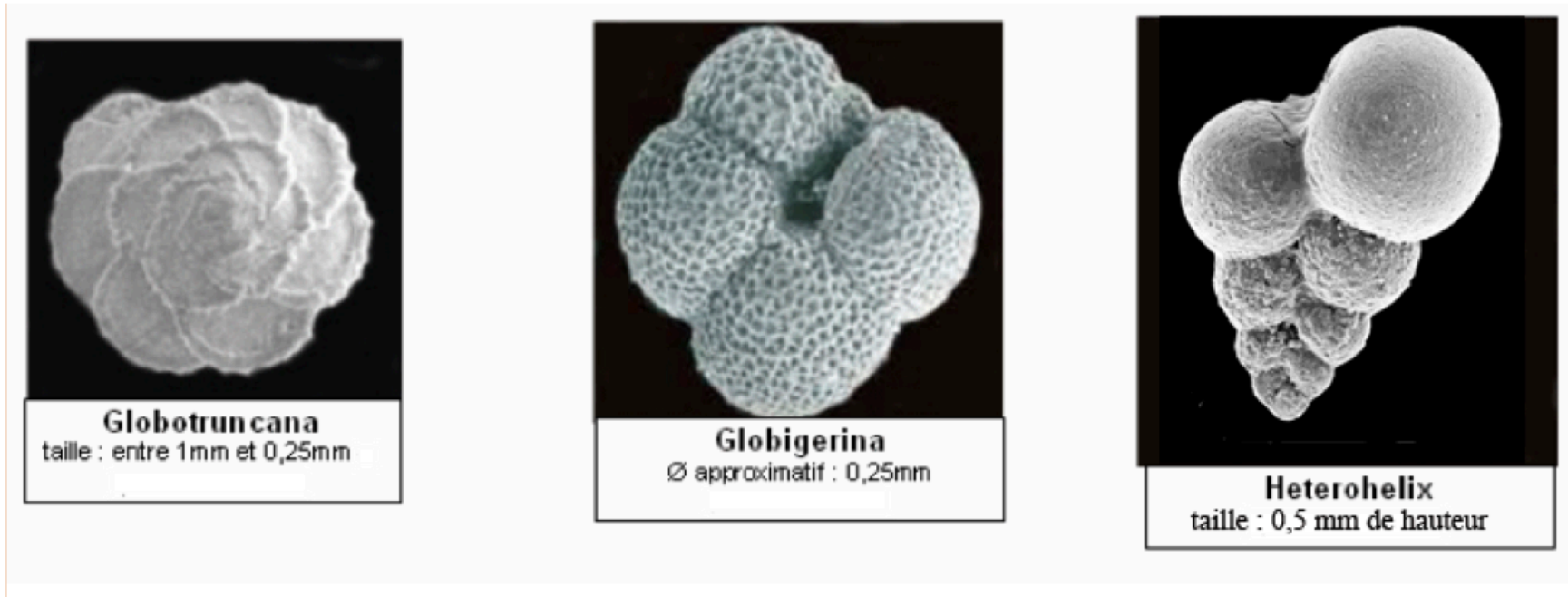
De l'**iridium** en quantité anormale a été décelé dans la fine couche d'argile séparant le Crétacé du Tertiaire. Or l'iridium est un métal très rare sur Terre mais présent en grande quantité dans les astéroïdes... L'hypothèse d'un **impact d'une météorite** sera renforcée par la découverte du **cratère de Chicxulub**, de 200 km de diamètre, dans la presqu'île du Yucatan au Mexique. Il se serait formé il y a 65 millions d'années suite à la chute d'un astéroïde de 10 km de diamètre. Au delà de l'onde de choc et des incendies naissants suite à la grande libération d'énergie, les plus grands risques viennent de la diffusion de particules dans l'atmosphère. Dans le cas d'un impact sur les continents, les poussières injectées dans l'atmosphère bloquent les rayons du soleil pendant de longs mois, provoquant un « hiver d'impact ». Dans le cas d'un impact dans les océans, les gouttelettes d'eau propulsées dans l'atmosphère provoquent un « hiver d'impact » puis réchauffent la planète par de la vapeur d'eau renforçant l'effet de serre. Sans énergie solaire, c'est la fin de la photosynthèse et l'effondrement des chaînes alimentaires : plantes, herbivores, carnivores.

Par ailleurs, une **éruption volcanique exceptionnelle** a eu lieu il y a 65 millions d'années en Inde dans le Deccan. Causée par un point chaud aujourd'hui situé à la Réunion, elle est responsable de la formation **des trapps du Deccan** et pourrait être à l'origine de la crise biologique.

Ces éruptions ont projetées **d'énormes quantités de gaz** (CO₂ et SO₂) ainsi que des poussières volcaniques dans l'atmosphère pendant des centaines de milliers d'années. Cette durée longue s'accorde avec les disparitions plus lentes de certaines espèces.

Les **foraminifères** sont des organismes du plancton marin. Ils ont été dénombrés dans d'anciennes roches sédimentaires sur le site de Bidart (Bayonne – Pays Basque français) à la limite de deux périodes marquantes au cours des temps géologiques : la limite **Crétacé/Tertiaire (-65 Ma)**. En effet, leur coquille s'étant fossilisée après leur mort dans les épaisseurs de sédiments, il est actuellement possible de les extraire puis les dénombrer.

Document 2 : Trois foraminifères planctoniques présents à la période Crétacé/Tertiaire



<p><u>Globotruncana</u> Taille supérieure aux Globigérines.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Loges anguleuses • Loges bordées d'un bourrelet épais (la carène) • Les loges s'enroulent en spirale • Présente une face en cône et une face en creux 	<p><u>Globigérine</u> Taille inférieure aux <u>Globotruncana</u>.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Loges rondes, petites • Loges perforées de trous • Les loges s'enroulent irrégulièrement en spirale • Loges centrales de petite taille et loges en périphérie de plus gros diamètre • Présence d'un foramen central (orifice) 	<p><u>Hétérohélix</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Forme de cône • Loges rondes • Loges de plus en plus grosses en allant du sommet vers la base du cône
--	--	---

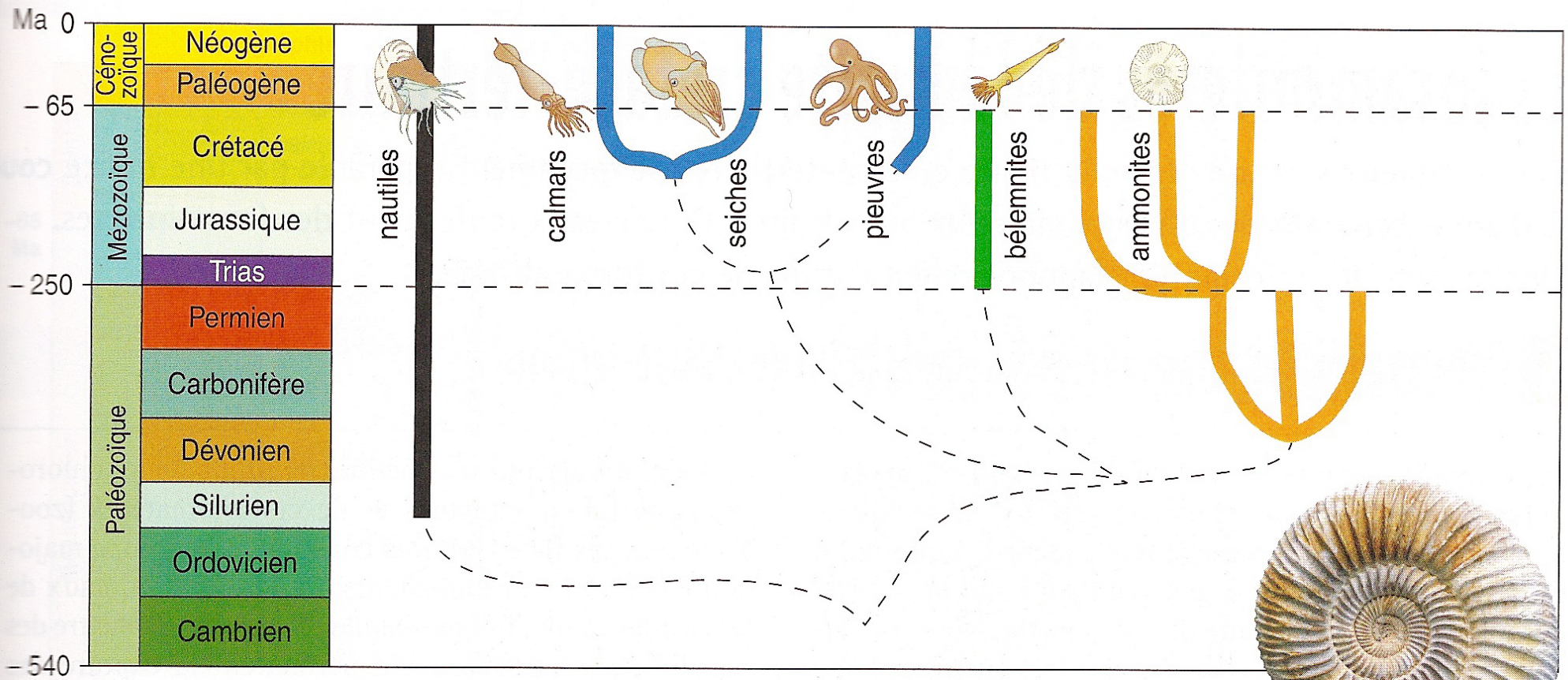
Document 3 : Abondance de quelques foraminifères planctoniques entre le Crétacé Supérieur et le Tertiaire

+ présence
- absence

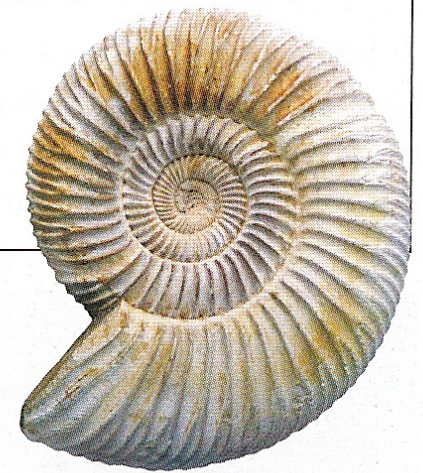
-65 Ma

Groupe de Foraminifères	Crétacé Supérieur			Tertiaire		
	Santonien (-85,8 à -83,5 Ma)	Campanien (-83,5 à -70,6 Ma)	Maastrichtien (-71,3 Ma à -65 Ma)	Danien (-65 Ma à -61,7 Ma)	Montien (-61,7 à -59 Ma)	Thanétien (-59 à -55 Ma)
Hétérohélicidés	+	+	+	+	+	+
Globotruncanidés	+	+	+	-	-	-
Globigérinidés	-	-	-	+	+	+

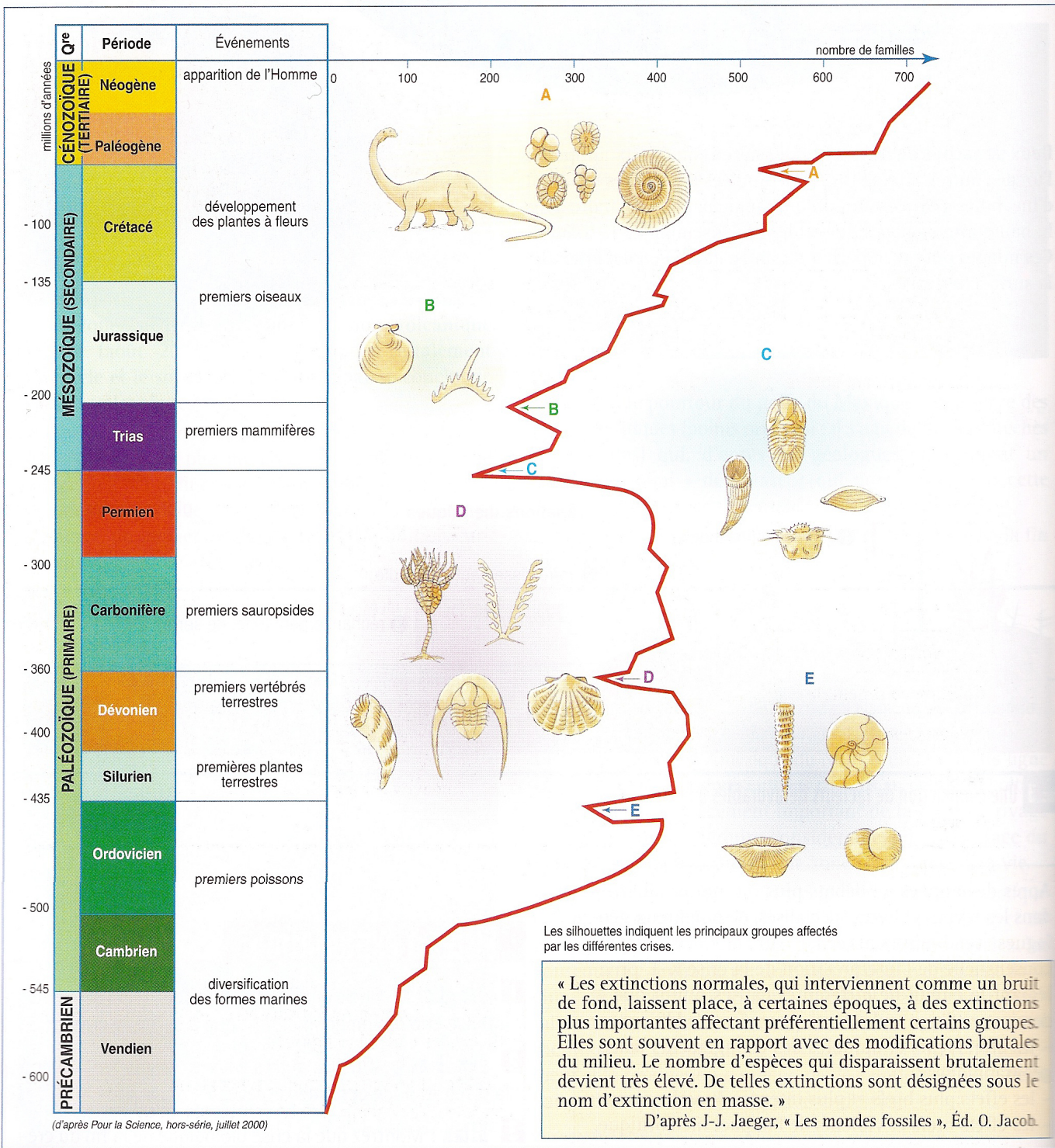
Ma = Millions d'années



Les céphalopodes sont des mollusques marins. Les ammonites et les bélemnites évoluent dans la couche d'eau superficielle, alors que d'autres représentants de ce groupe (nautilus, seiches, calmars, etc.) vivent dans des eaux plus profondes.



Une ammonite.



Doc. 1 Les extinctions massives d'espèces et la division des temps géologiques.

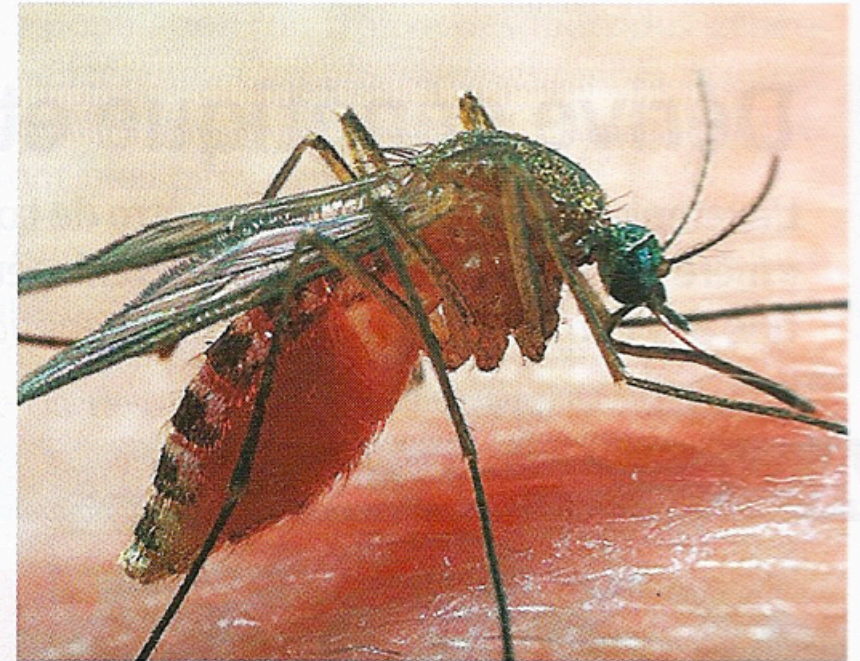
De nouvelles espèces apparaissent

De nouvelles espèces apparaissent

● Une histoire surprenante

Dans le métro londonien existe une variété de moustiques particulièrement agressifs vis-à-vis des humains. Bien que morphologiquement très semblables aux moustiques de surface, les moustiques du métro ont des mœurs différentes : ceux de surface piquent uniquement les oiseaux et présentent une période de vie ralentie en hiver (diapause) alors que ceux du métro piquent uniquement les mammifères (homme, rats, souris) et ne présentent pas de diapause hivernale.

Plus surprenant encore, les moustiques de surface et ceux du métro ne peuvent se reproduire entre eux, même si l'on tente de les croiser en laboratoire. En revanche, ailleurs dans le monde, par exemple sur le pourtour méditerranéen, ces deux formes de moustiques coexistent à l'air libre et peuvent se reproduire entre elles. Elles appartiennent donc à la même **espèce**, nommée *Culex pipiens*.



Femelle de moustique effectuant un repas de sang, indispensable à sa production d'œufs.

- **Des différences génétiques entre les populations**

Pour distinguer les populations du métro de celles de surface, les scientifiques ont donné le nom de *Culex pipiens* forme *molestus* aux premiers et de *Culex pipiens* forme *pipiens* aux seconds.

Des analyses génétiques effectuées sur différentes populations de moustiques démontrent :

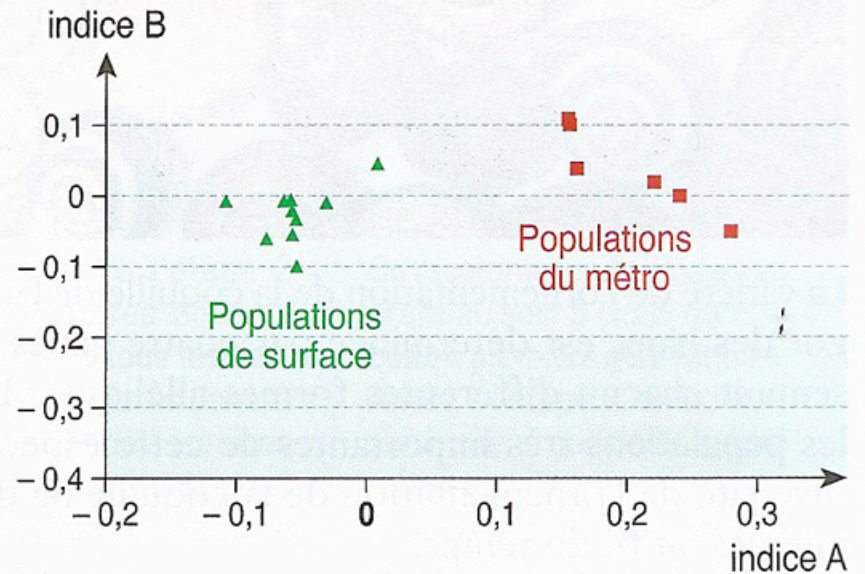
- que les populations de surface et les populations souterraines forment deux ensembles suffisamment éloignés au point de vue génétique pour interdire, aujourd'hui, toute reproduction entre elles ;
- que la forme *molestus* du métro londonien serait issue d'une population unique de *Culex pipiens* de surface, enfermée dans les couloirs et les tunnels du métro lors de sa construction il y a un siècle et qui, par la suite, serait restée isolée de la forme *pipiens*.

- **Une histoire qui s'inscrit dans un processus évolutif général**

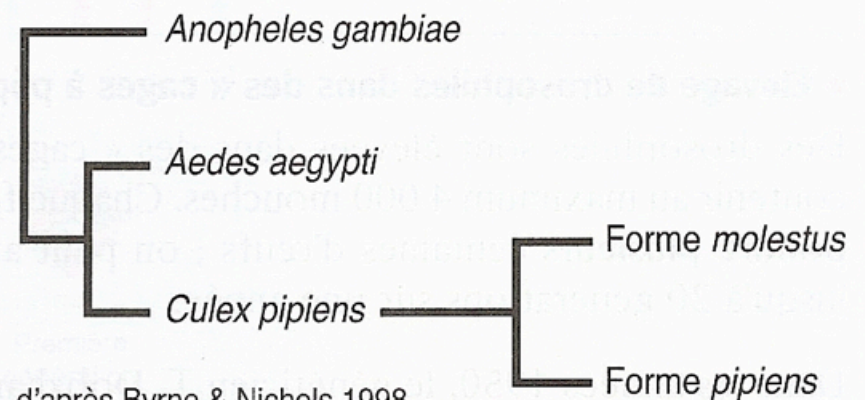
Il existe aujourd'hui plusieurs milliers d'espèces différentes de moustiques réparties sur toute la surface du globe. L'étude de leur ADN permet de retracer l'histoire évolutive de ce groupe avec de multiples apparitions d'espèces depuis plus de 150 millions d'années.

L'exemple des moustiques du métro de Londres montre que cette histoire continue.

- **Répartition des différentes populations de moustiques en fonction de deux indices de distance génétique utilisés par les généticiens**



- **Relations de parenté entre trois espèces de moustiques**



d'après Byrne & Nichols 1998 et Harbach, 2007.