

Estimation de la paléobiodiversité

1- Introduction

La paléobiodiversité est la dimension historique de la diversité biologique actuelle. En effet, la biodiversité actuelle n'est qu'un instantané, la dernière image d'un film qui a commencé il y a 4 milliards d'années. Elle n'est que le résultat temporaire d'un processus toujours en action.

Elle est inscrite dans les fossiles au cours des 500 Ma passés. Depuis l'explosion des fossiles au Cambrien, l'histoire de la vie sur Terre fait apparaître une tendance à l'augmentation de la diversité avec de nombreux épisodes d'extinction massive.

La durée de vie moyenne d'une espèce, entre son apparition FAD et son disparition LAD est généralement de quelques millions d'années (1 à 10 Ma).

Il existe toutefois une grande variabilité d'un groupe à un autre et au sein d'un même groupe. Certains ont une grande durée de vie, exemple (Fig. ; 1 et 2): **le Cœlacanthe** (*Latimeria chalumnae* et le cœlacanthe indonésien n'ont que peu évolué morphologiquement depuis 350 millions d'années Ma et ressemblent aux ancêtres aquatiques des vertébrés terrestres) chez les animaux et les **Ginkgos** (*C'est la plus ancienne famille d'arbres connue, puisqu'elle serait apparue il y a plus de 270 millions d'années*) chez les végétaux, existent depuis le Paléozoïque, près de 300 Ma. D'autres ont des durées plus brèves, exemple : 0.1 Ma. pour les ammonites du Crétacé moyen et 0.5 Ma pour les radiolaires du Néogène.



Fig. 1 : Cœlacanthe



Fig. 2 : Ginkgos

Si on compare cette durée de vie moyenne à l'histoire inscrite dans les fossiles et qui couvre plus de 500 Ma, nous pourrions estimer que le nombre d'espèces existant aujourd'hui représente 1 à 2 % de l'ensemble des espèces ayant existé.

Et si on tient compte du fait que la plus part des espèces vivants aujourd'hui sont des invertébrés terrestres, principalement des insectes, dont la diversification a débuté il y a environ 450 Ma et dont la durée de vie moyenne est souvent supérieure à 10 Ma, il se pourrait que les espèces actuellement présentes représentent 5% à 10% de l'ensemble de celles qui ont existé depuis l'origine.

2- Evaluation de la biodiversité

Evaluer la richesse de la biodiversité passe par des comptages mais aussi par des estimations. Il faut prendre en considération certaines limitations par exemple les hétérogénéités d'échantillonnage tel que un auteur n'attribue pas un organisme donné au même groupe ou les enregistrements fauniques qui pourront être non fiables de la diversité.

2.1- effets taphonomiques

Les modifications subies par la faune et la flore, entre l'état de vivant et leur état de fossile, jouent un peu le rôle de filtre entre notre connaissance et la réalité de la biodiversité passée.

La paléobiodiversité est estimée d'après les restes fossilisés et minéralisés dans une très grande majorité des cas c'est pour cette raison que le Cambrien représente une grande explosion de la biodiversité par contre on a qu'une idée imprécise des organismes sans partie dure.

Exemples

L'exemple des gnous de la réserve d'Amboseli au Kenya (Fig. 3)

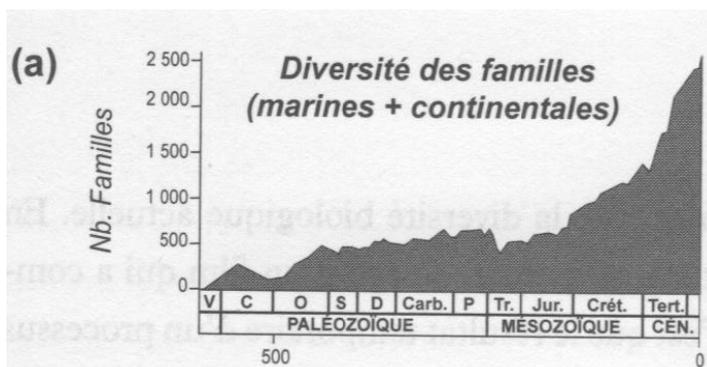
Behrensmeyer (1975) a étudié la préservation de restes de gnous à partir d'une population vivante initiale de 1000 individus jusqu'à leur enfouissement. Sur une année, il observe en moyenne la mort de 250 individus parmi ces 1000 initiaux. Suite à l'action de divers agents comme les nécrophages (vautours et hyènes pour les plus gros) ou la désagrégation physico-chimique et mécanique des squelettes, seuls 50 individus vont se trouver



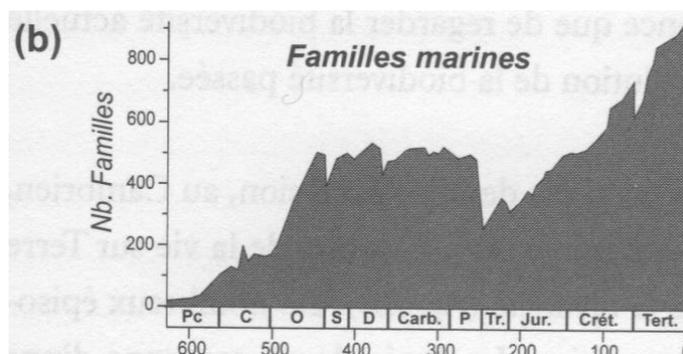
Fig. 3 : Gnou

survécus à l'enfouissement. Ainsi, on constate que pour ce cas précis, à l'échelle d'une année, seul 1/20 des gnous vivants initialement va se retrouver représenté par au moins un os atteignant l'étape de l'enfouissement.

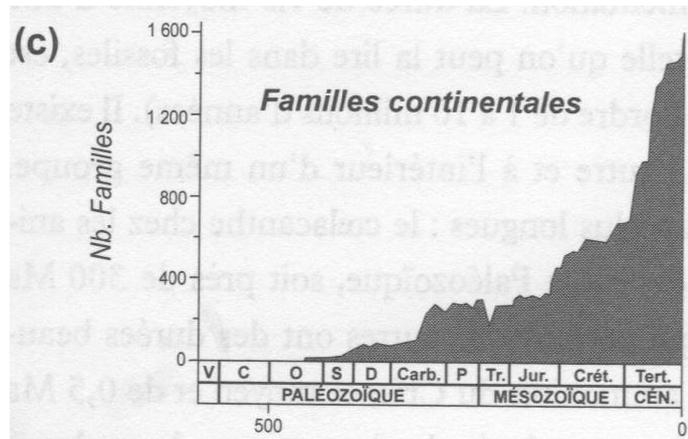
(a) Diversité des **familles** marines et continentales au cours du phanérozoïque (environ 7200 familles). La courbe correspond à un décompte étage par étage (d'après Benton, 1993).



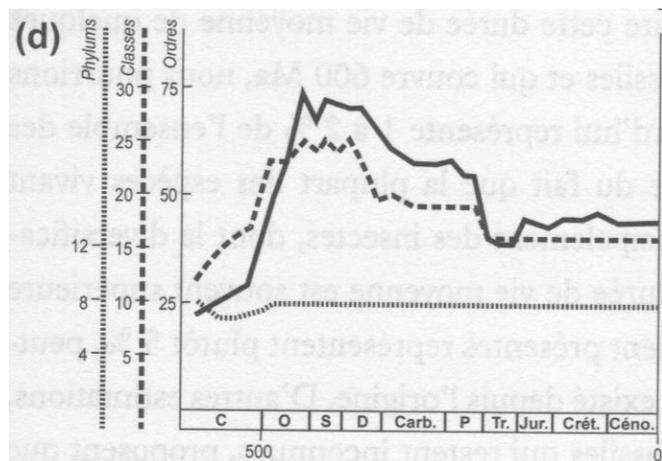
(b) diversité des **familles marines** au cours du Phanérozoïque (d'après Sepkowski, simplifiées). Cette courbe montre des périodes où la biodiversité a varié brutalement : ce sont les grandes crises du monde vivant ou les « extinctions en masse », cinq grandes crises du monde marin : 1- Ordovicien terminal ; 2- Dévonien supérieur ; 3- Permo-Trias ; 4- Trias-Jurassique et 5- Crétacé-Tertiaire. La plus importante sépare le Paléozoïque du Mésozoïque.



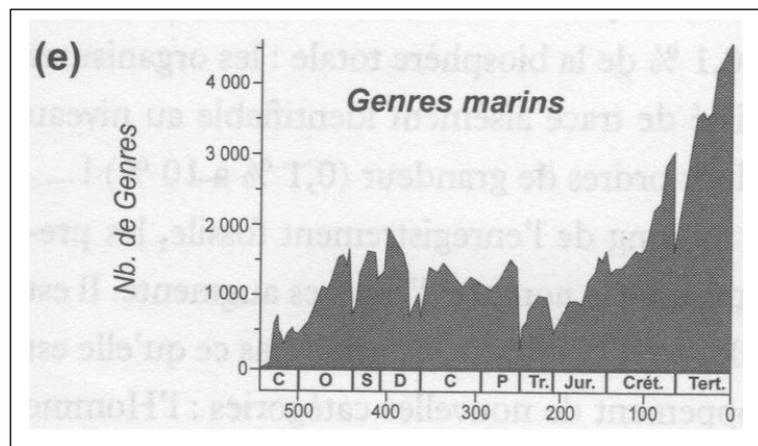
(c) diversité des **familles** des organismes **continentaux** (d'après Benton, 1993, simplifié)



(d) Diversité des ordres, classes et phylums d'organismes marins de plates-formes au cours du Phanérozoïque (d'après Valentine, 1973).



(e) Diversité des **genres d'animaux marins** au cours du Phanérozoïque construit sur 84 intervalles de calculs (d'après Sepkoski, *in* Walker, 1996).



L'exemple des radiolaires

Les radiolaires sont de petits organismes unicellulaires à test siliceux, classiquement inclus dans le groupe des protozoaires. Ils constituent une abondante part du plancton océanique. Leur accumulation sur les fonds océaniques aboutit après un long processus à la formation de roches siliceuses. L'étude du dépôt de leur test à la surface des fonds océaniques montre l'importance des effets taphonomiques sur leur biodiversité (fig. 5).

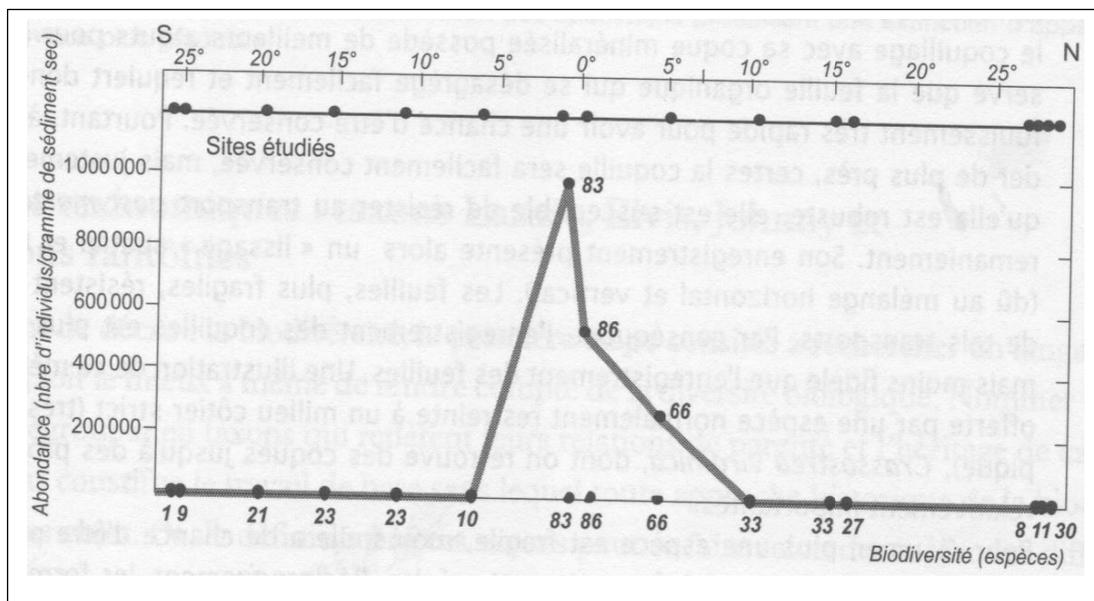
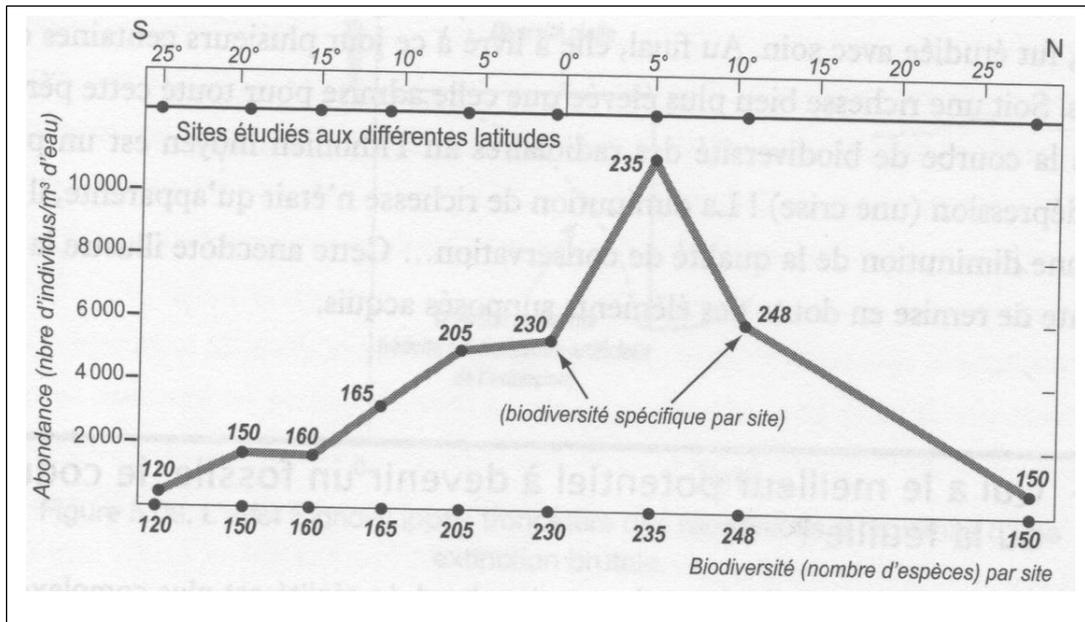


Fig. 5: Distribution des radiolaires de part et d'autre de l'équateur, (Pacifique).

Diagramme du haut : dans le plancton, entre 0 et 200 m. L'échelle du haut indique les latitudes.

Diagramme du bas : dans les sédiments de surface, aux mêmes sites (*in De Wever*).

De part et d'autre de l'équateur, le rapport du nombre d'individus dans le plancton au nombre d'individus retrouvés post mortem à la surface des sédiments diminue très vite. Dans le Pacifique central, par exemple, de 0 à 25° de latitude nord, le taux de perte passe de 25 à 98%. Cette diminution drastique du nombre de tests est due notamment à leur dissolution lors de leur chute dans la colonne d'eau (De Wever, 2005). Globalement, moins de 1 % de la silice fixée par les organismes planctoniques en surface est conservée pour l'enregistrement géologique ! c'est-à-dire là encore l'ampleur du biais est très importante.

2.2- l'effet Signor-Lipps

Les répartitions temporelles de taxons sont établies en fonction de l'occurrence d'un organisme et de sa position sur l'échelle stratigraphique. Or, il est difficile de repérer avec certitude la toute dernière occurrence d'un taxon, d'autant plus quand ce taxon devient rare. Les limites supérieures ont donc tendance à être tronquées et par conséquent l'extension apparente est raccourcie, les crises semblent moins brutaux, graduels et précoces. Cette distorsion engendrée est connue sous le nom de l'effet Signor-Lipps.

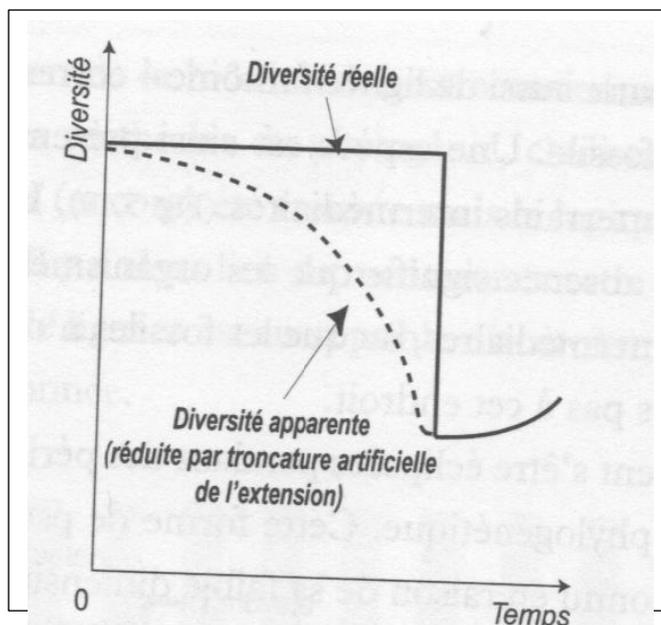


Fig. 6 : l'effet Signor-Lipps : troncature des répartitions à proximité d'une extinction brutale.

2.3- Biais taxonomiques : taxons Lazare, Elvis, Johnny

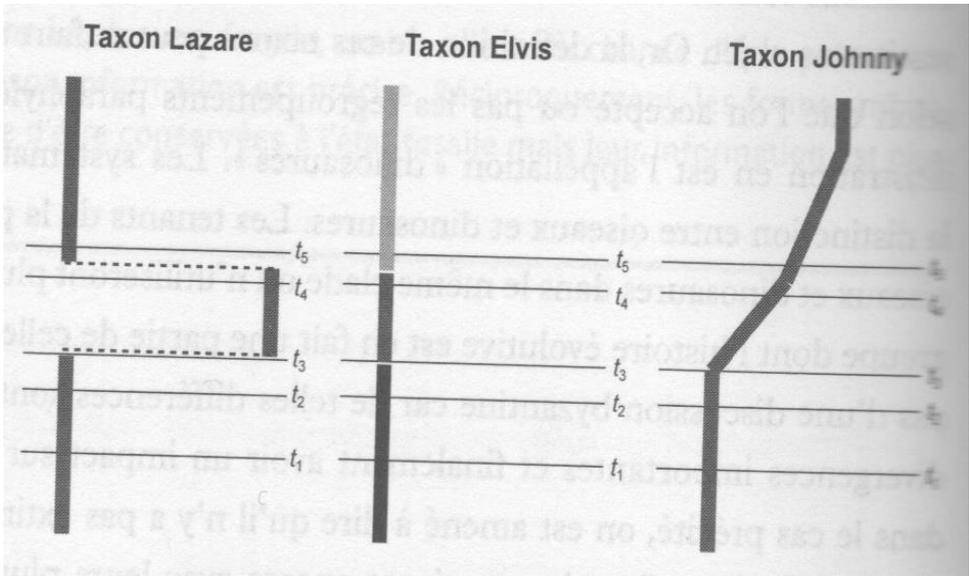
Avant de décrire la biodiversité, la première étape consiste à rechercher un langage commun qui soit le mieux à même de rendre compte de la biodiversité biologique.

2.3.1- Le taxon Lazare ou encore **lignée fantôme** : correspond à un manque momentané dans l'enregistrement faunique, une espèce est présente dans des terrains anciens et récents, mais pas dans des terrains intermédiaires, cela signifie que cette espèce ne s'est pas fossilisée dans des couches intermédiaires, ou elle n'a pas été trouvée ou encore elle ne vivait pas à cet endroit.

2.3.2- Le taxon Elvis : la répartition d'une lignée peut se faire sous forme d'une nouvelle espèce, certains taxons semblent disparaître puis réapparaissent, ils ne correspondent qu'à une lacune d'information, d'autres taxons au contraire disparaissent réellement, mais des formes similaires leurs succèdent.

2.3.3- Le taxon Johnny : certaines formes évoluent avec le temps mais ce temps est si long que le changement morphologique important laisse croire qu'il s'agit de taxons différents.

Fig. 7 : Taxons Lazare, Elvis et Johnny.



2.4- La biodiversité, fonction du nombre de spécialistes ou de la surface d’affleurement

Les systématiciens accordent aux vertébrés dix fois plus d’attention qu’aux espèces végétales et cent fois plus qu’aux invertébrés. On est alors amené à supposer que, pour les vertébrés, est connue une plus grande proportion d’espèces que pour les autres groupes, ce qui peut conduire à une image falsifiée de la réelle biodiversité.

Un autre biais pourrait être issu de la quantité d’informations disponibles liées à la surface d’affleurement de terrains pour chaque âge.

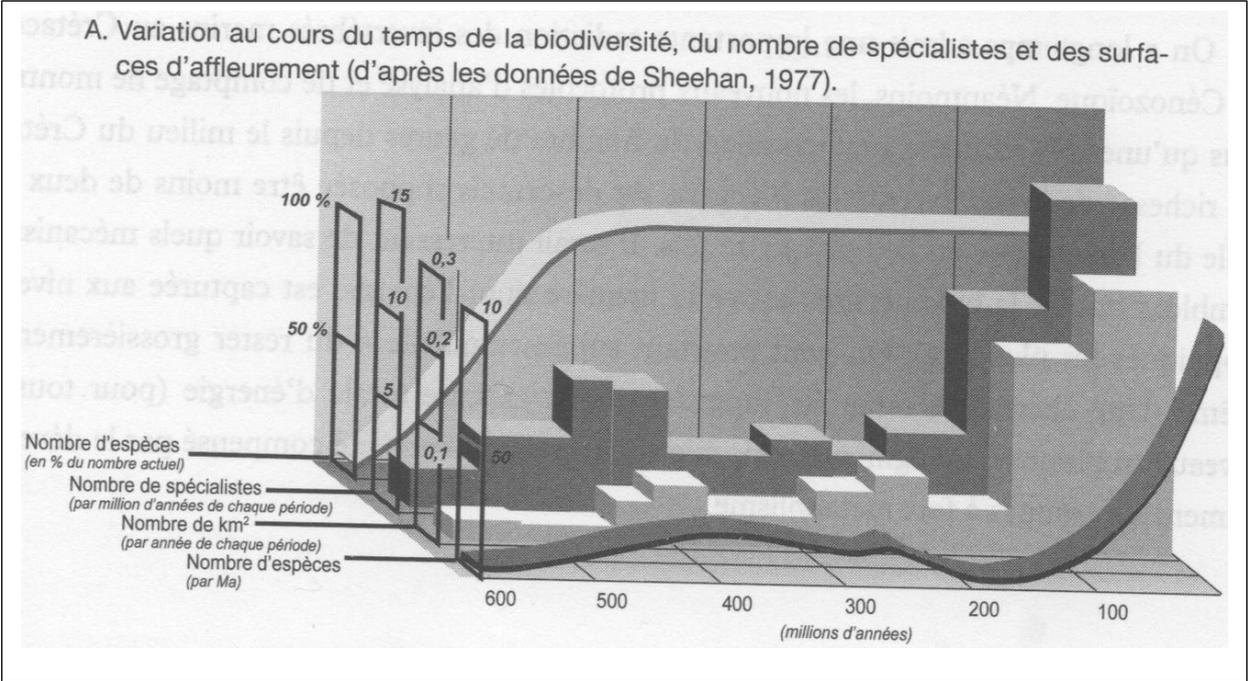


Fig.8 : Variation au cours du temps de la biodiversité et des surfaces d’affleurement

2.5- Biais d’échantillonnage

On a longtemps admis une radiation importante des invertébrés marins au Crétacé et au Cénozoïque. Néanmoins, de nouvelles analyses et nouveaux comptages ne montrent plus qu’une très modeste augmentation du nombre de genres depuis le milieu du Crétacé. La richesse de la biodiversité du Néogène est désormais supposée être moins de deux fois celle du Paléozoïque.