

# LA SIXIÈME EXTINCTION

## Comment l'Homme détruit la vie (\*)

(\*) mal traduit de l'original : « an unnatural history » = une histoire contre nature

D'après l'œuvre d'Elizabeth Kolbert, prix Pulitzer Essais 2015

Par son prélèvement de ressources, par sa férocité, par le réchauffement climatique qu'il provoque, par le morcellement des habitats, par le transfert rapide de plantes, d'animaux, de bactéries et de champignons qui deviennent invasifs et exterminent les espèces locales, *Homo sapiens* est devenu le vecteur de la sixième extinction, ce qui a conduit le chimiste Crutzen à parler d'« anthropocène », un âge de la Terre dont l'homme est le paramètre principal. Ce n'est plus « après nous, le déluge » ; nous sommes le déluge.

Plusieurs facteurs jouent un rôle déterminant. Avant tout, c'est l'ampleur spatiale et la rapidité du phénomène qui prennent de court la capacité adaptative des espèces : pour de nombreuses espèces, le changement va tout simplement trop vite. Quand le monde change plus vite que le processus d'adaptation des espèces, beaucoup d'entre elles sont fauchées.

Nous allons vous conter cette histoire.

## INTRODUCTION

- Une nouvelle espèce
- Homo Sapiens ubiquitaire
- Pas de précédent, pourtant déjà 5 extinctions massives
- Nous montrerons :
  - Des espèces emblématiques disparues
  - Des signes témoignant de l'extinction massive actuelle
- Deux aspects majeurs :
  - Les connaissances saisissantes que l'Homme sait acquérir
  - La désolation apocalyptique annoncée.

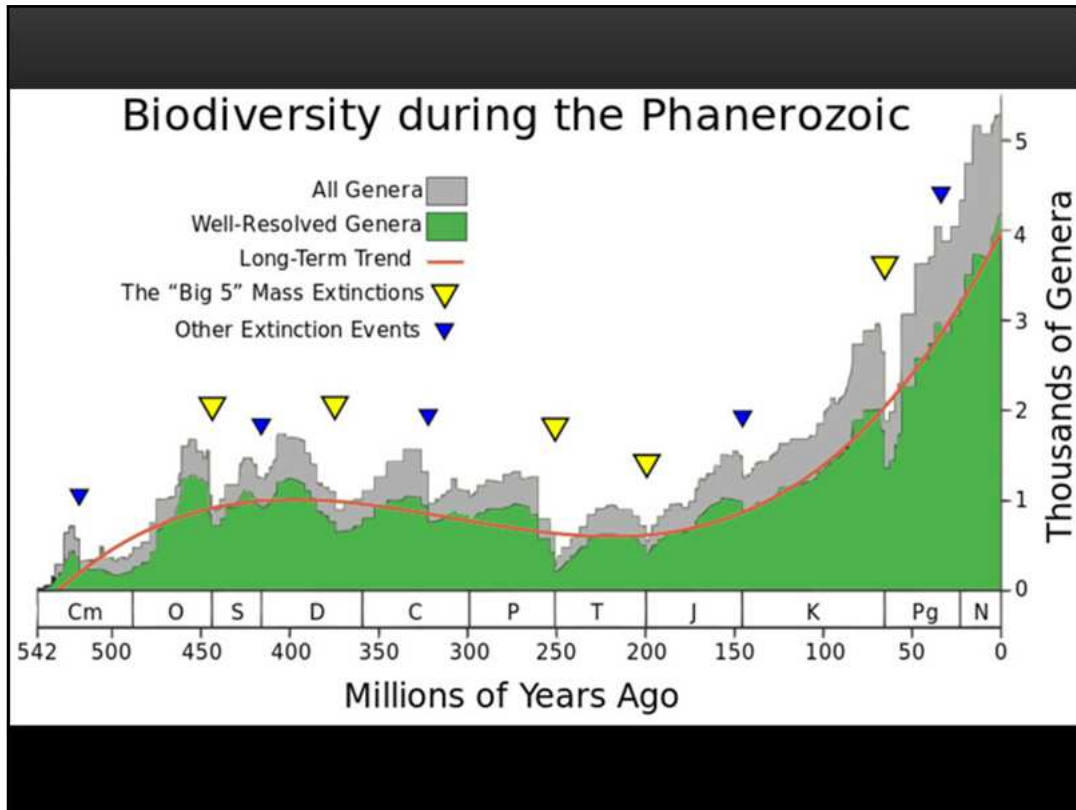
Il y a quelques centaines de milliers d'années, une nouvelle espèce apparaît en Afrique de l'Est. Les individus ne sont ni rapides, ni forts, ni féconds. Mais très ingénieux : aucune contrainte ne semble les arrêter dans leur expansion ; ils s'adaptent partout. En Europe, ils rencontrent des êtres semblables, plus trapus, plus musclés : ils se croisent. Puis les exterminent peut-être. Ils rencontrent des animaux plus rapides, plus féroces, mais qui se reproduisent lentement et se font éliminer. Ils franchissent les mers, découvrent des terres peuplées de produits « hors normes », qui succombent à leur tour.

Devenue ubiquitaire, cette espèce, Homo Sapiens, accélère sa reproduction : sa population double chaque siècle. L'agriculture apparaît, les forêts sont rasées, les animaux sont transportés d'un continent à l'autre, bouleversant les biotopes. La découverte des énergies souterraines modifie le climat et la composition des océans. Beaucoup d'espèces sont condamnées. Les taux d'extinction montent en flèche. La structure de la Terre s'en trouve chamboulée.

Jamais aucun être n'a été capable de cela. Pourtant, la Terre a connu d'autres extinctions violentes, massives. Cinq pour être précis. Peut-être six avec la lacune du capitanien (-262 millions d'années). Au moment où l'Homme en prend conscience, il en provoque une.

Nous montrerons plusieurs espèces emblématiques. Puis nous étudierons l'Amazonie morcelée, un flanc de montagne andine, la Grande Barrière de Corail, pour voir des signes qui révèlent la sixième extinction actuelle.

Deux aspects majeurs : les connaissances saisissantes que l'Homme acquiert, et la désolation apocalyptique annoncée.



Pendant le Phanérozoïque (les 541 dernières millions d'années), la biodiversité a connu une évolution continue — mais non monotone (voir les différentes extinctions massives) — allant de peu à plusieurs milliers d'espèces et de familles, voire de genres.

## QU'EST-CE QU'UNE EXTINCTION MASSIVE?

- Une **extinction massive** est un événement
  - relativement bref
  - au cours duquel 50 à 75 % des espèces animales et végétales présentes sur la Terre et dans les océans disparaissent.
- Taux de disparition « normal »

Une **extinction massive** est un événement

- relativement bref à l'échelle des temps géologiques (quelques millions d'années au maximum)
- au cours duquel 50 à 75 % des espèces animales et végétales présentes sur la Terre et dans les océans disparaissent. Ces trois critères (durée relativement brève, répartition géographique mondiale et importante chute de la biodiversité) sont cependant sujets à débat car les enregistrements paléontologiques sont incomplets.

Taux de disparition « normal » des familles d'animaux marins par million d'années montre un déclin progressif à l'échelle des temps géologiques : 5 familles par million d'années au Cambrien, au début de l'éon Phanérozoïque et de l'ère Paléozoïque il y a environ 540 millions d'années ; 2 familles par million d'années durant l'ère Cénozoïque (Tertiaire), de 66 millions d'années à nos jours (en excluant la série actuelle de l'Holocène).

## LA SIXIÈME EXTINCTION

### ATELOPUS ZETEKI

- La disparition de la grenouille dorée au Panama.
- Un micro-champignon ubiquitaire en est responsable : le chytride.
- Une improbable arche de Noé des batraciens vouée à l'échec.
- Le bruit de fond des extinctions : les données récentes sont assourdissantes
  - 0,25 par million d'espèces-années pour les mammifères : pour 5500 espèces actuelles de mammifères, cela donne une espèce qui disparaît tous les 700 ans.
  - Taux plus faible pour les amphibiens : 1/1000 ans



Près d'El Valle, au Panama, un petit cours d'eau, surnommé le « ruisseau aux mille grenouilles » était l'habitat des grenouilles dorées. 100 kilomètres au nord, les grenouilles dorées ont commencé à disparaître il y a 20 ans. En 2002, on n'en trouvait déjà plus aucune à Santa Fe, à 80 kilomètres d'El Valle. En 2004, on a commencé à trouver les premiers tas de cadavres près du cours d'eau. Officiellement, l'espèce grenouille dorée est éteinte en 2007.

Un conservateur local, Edgardo Griffith a reconverti son hôtel en Centre de conservation des batraciens, un endroit totalement isolé, où des grenouilles sont maintenues en vie dans des bacs plus ou moins adaptés. Cette arche de Noé d'El Valle est une magnifique générosité, mais elle est vouée à l'échec. La disparition des grenouilles dorées est liée à un micro-champignon (on ne sait pas s'il est arrivé au Panama via un amphibien africain utilisé pour réaliser des tests de grossesse ou via une grenouille comestible venue d'Amérique du Nord), ubiquitaire, qui peut proliférer dans un environnement sans batraciens.

Les membres du Centre de conservation des grenouilles s'acharnent à préserver ces espèces, mais savent qu'ils ne pourront pas les replacer dans leur milieu naturel. Ils maintiennent en vie une espèce déjà morte.

Pourquoi commencer par cette grenouille? La probabilité qu'un observateur humain assiste à une extinction d'espèces est voisine de zéro, de par le bruit de fond des extinctions. Or Griffith a déjà assisté à plusieurs extinctions d'amphibiens. C'est la classe d'animaux la plus menacée au monde : taux d'extinction actuel 45000 fois plus élevé que le bruit de fond. Les données actuelles sont effrayantes : ont disparu

- Un tiers des coraux, des mollusques d'eau douce, des requins et des raies,
- Un quart de tous les mammifères
- Un cinquième de tous les reptiles
- Un sixième de tous les oiseaux

## EXTINCTION DE L'ORDOVICIEN-SILURIEN

- - 445 millions d'années, en plein paléozoïque
- La seconde extinction en taille de l'éonothème phanérozoïque
- Causes :
  - Glaciation
  - Dérive vers le sud
- Conséquences :
  - Changements dans la chimie et le niveau des océans
  - Limitation des circulations océaniques
  - Disparitions
  - Taux de disparition = 4 x le bruit de fond de l'époque

- 445 millions d'années, en plein paléozoïque

La seconde extinction en taille de l'éonothème phanérozoïque

Causes :

- Probablement liée à une grande phase de glaciation
- Dérive vers le sud des deux grands blocs continentaux : la Laurussia et le Gondwana, entre 453 et 443 millions d'années (sur 10 millions d'années)

Conséquences :

- Changements dans la chimie et le niveau des océans
- Limitation des circulations océaniques et appauvrissement des eaux en oxygène (événement anoxique océanique, plutôt en début de déglaciation)
- Disparition de 27% des familles et 57% des genres d'animaux marins (dont les graptolites)
- Taux de disparition = 20 familles par million d'années (4 x le bruit de fond de l'époque)

## L'ANTHROPOCÈNE

- Pourquoi anthropocène?
- Site de Dob's Linn →
- Les graptolites →
- La théorie est celle de la glaciation : diminution de la teneur en CO<sub>2</sub> sous l'effet des premiers végétaux multicellulaires?

## DICRANOGRAPTUS ZICZAC



Pourquoi anthropocène (Paul Crutzen, chimiste Hollandais, 2002)? Le terme d'« *anthropocène* » pour désigner une nouvelle époque géologique, durant laquelle l'influence de l'être humain sur la biosphère a atteint un tel niveau qu'elle est devenue une « force géologique » capable de marquer la lithosphère. L'anthropocène est-il le terme le plus approprié? Peut-être trop un peu trop géocratique. Sans le nier, on a aussi parlé de molysmocène (ou poubellien), capitalocène, industrialocène, occidentalocène, ou encore mégalocène.

Voyez ici le site de Dob's Linn, lieu des découvertes fossiles des graptolites, dans les schistes du Sud de l'Ecosse.

Les graptolites sont des organismes marins, animaux coloniaux, archives fossiles sous formes de rayures sur des roches, minuscules pétroglyphes. Deux roches voisines, l'une sombre riche en graptolites, l'autre plus claire pauvre en graptolites, forment le point de basculement. Que s'est-il passé il y a 444 millions d'années?

La théorie est celle de la glaciation : diminution de la teneur en CO<sub>2</sub> sous l'effet des premiers végétaux multicellulaires? A la fin de l'Ordovicien, les océans se vident, 85% des créatures marines s'éteignent : ce fut la première des grandes extinctions.

## EXTINCTION DU DÉVONIEN

- - 380 à -360 millions d'années
- 3 épisodes principaux sur 20 millions d'années
- Causes
  - Expansion des plantes vasculaires
  - Glaciations
  - Impacts d'astéroïdes
- Conséquences biologiques
  - 19% des familles et 50% des genres d'animaux marins
  - Taux de disparition = 8 à 10 familles/millions d'années pour les trois crises (le double de la normale au paléozoïque)

- 380 à -360 millions d'années

3 épisodes principaux sur 20 millions d'années

### Causes

- Expansion des plantes vasculaires sur les continents, dont les arbres : développement intense, qui nourrissent des algues toxiques entraînant des zones anoxiques. Développement également du fait des épisodes érosifs de puits de carbone, le silicium se transformant en silice, les carbonates sédimentent (calcaire, dolomies). La baisse du CO<sub>2</sub> entraîne un refroidissement du climat. Les argiles noires des zones anoxiques sont au centre des trois pics d'extinction du Dévonien.
- Glaciations : phase brève mais intense de glaciation au cours du troisième épisode
- Impacts d'astéroïdes : peu probable, les dépôts d'iridium (voir crétacé) en Australie sont postérieurs.

### Conséquences biologiques

- 19% des familles et 50% des genres d'animaux marins
- Taux de disparition = 8 à 10 familles/millions d'années pour les trois crises (le double de la normale au paléozoïque)



## (EXTINCTION DU CAPITANIEN)

- - 262 millions d'années
- Le Capitanien est un étage du Permien
- Récemment décrite (22/04/2015) par David Bond et al. : études sur les brachiopodes au Nord de Spitzberg.
- Précède de 10 millions d'années la grande crise du Permien-Trias
- Théorie confirmée par l'expulsion d'un volcan dans le sud de la Chine. Cause : anoxie, acidification océanique.
- Pas encore considérée dans les grandes bio-extinctions.

## EXTINCTION DU PERMIEN-TRIAS (I)

- - 252 millions d'années.
- La mère de toutes les extinctions
- Limite entre Paléozoïque et Mésozoïque
- 1 à 3 pics
- Causes
  - Mécanismes
  - Impacts de météorites
  - Volcanisme exacerbé
  - Janvier 2011, publication de l'université de Calgary
  - Tectonique des plaques : formation de la Pangée

- 252 millions d'années, n'a pas duré plus de 200 000 ans.

La mère de toutes les extinctions : 95% des espèces marines, 70% des espèces continentales.

Limite entre Paléozoïque et Mésozoïque

1 à 3 pics, chaleur extrême pendant 5 millions d'années. Acidification océanique et réchauffement ne suffisent pas à expliquer l'intensité du cataclysme.

Causes

- Mécanismes : niveau des mers, aridité, anoxie, circulation océanique (tectonique des plaques), changement climatique.
- Impacts de météorites, volcanisme exacerbé (trapps sibériens), libération de CO<sub>2</sub> et d'hydrates de méthane, entraînant la baisse en oxygène.
- Janvier 2011, publication de l'université de Calgary : Supervolcan en Sibérie + forte acidification marine. L'étude porta sur deux isotopes stables du bore.
- Tectonique des plaques : formation de la Pangée
  - Régression océanique généralisée
  - Nouvelle configuration des courants océaniques et du climat
  - Acidification et anoxie océaniques
  - Activités volcaniques : trapps d'Emeishan (Chine) à -258, trapps de Sibérie à -251
  - Anoxie localisée : H<sub>2</sub>S dû aux volcans, bactéries sulfato-réductrices.

## EXTINCTION DU PERMIEN-TRIAS (II)

- Autres causes

- Météorites : cratère de Bedout de 170 km de diamètre, au large de la côte Nord-Ouest de l'Australie, qui aurait ouvert les trapps sibériens

Ou un autre cratère dans l'Antarctique, mais ceci est contesté.

- Émergence d'une archée méthanogène anaérobie (Méthanosarcina), développée grâce au nickel et aux supervolcans.

- Conséquences

- Chute de la biodiversité en moins de 4 millions d'années
- Restauration en 100 millions d'années



## CETTE MER QUI NOUS ENTOURE

## PATELLA CAERULEA

- L'acidification des océans provoquée par la concentration de gaz carbonique et ses conséquences sur la vie en milieu marin
- 2050 : + 2°C, 500 ppm de CO<sub>2</sub>, pH des eaux de surface océanique passe de 8,2 à 8 = +30% d'acidité.
- Autour du Castello Aragonese, évènements de CO<sub>2</sub> : avant-première de ce qui se passera. L'eau acide modifie la composition des organismes marins. Certains coquillages disparaissent dans les zones de pH 7,8.
- *Emiliana Huxleyi* est le phytoplancton le plus répandu en Méditerranée, il donne à l'eau une couleur laiteuse (voir Bosphore). Il est très sensible à l'acidité.
- Donc acidification = réduction de la biodiversité. Elle a joué un rôle clé dans deux grandes extinctions : celle du Permien et celle du Trias.



L'acidification océanique, c'est un immense sale coup en préparation.

En brûlant la totalité du charbon et du pétrole accumulés dans les couches géologiques, l'homme renvoie dans l'atmosphère le carbone qui y était séquestré depuis des centaines de millions d'années. Ce faisant, il fait tourner l'horloge géologique à l'envers et à une vitesse aberrante. Selon Lee Kump, géologue en Pennsylvanie, et Andy Ridgwell, spécialiste en modélisation du climat à Bristol, « l'Anthropocène marquera vraisemblablement les archives géologiques et biotiques comme l'un des événements les plus notables, voire les plus cataclysmiques, de l'histoire de notre planète. »

## EXTINCTION DU TRIAS-JURASSIQUE

- - 201 millions d'années environ
- 20% des espèces marines, une part importante des grands vertébrés terrestres.
- Fracturation de la Pangée : changements climatiques graduels, fluctuations du niveau marin, impacts d'astéroïdes (mais pas de grands cratères de cette époque), ouverture de la province magmatique centre-atlantique avec épisodes volcaniques et réchauffement climatique global, dégazage d'hydrates de clathrates. Ouverture de niches écologiques avec l'explosion radiative des mammifères et des dinosaures.
- Acidification océanique intense.