

DÉVERSEMENT D'ACIDE

ACROPORAMILLEPORA

- *« Il y a quelques décennies de cela, j'aurais personnellement trouvé ridicule l'idée que les récifs ne dureraient peut-être pas toujours. Me voici aujourd'hui désolé d'avoir passé la plus grande partie de mes années d'activité scientifique au contact des riches merveilles du monde sous-marin, en sachant maintenant avec une certitude absolue qu'elles ne seront plus là pour que les enfants de nos enfants puissent en être éblouis. »*
- Voici ce que le déversement d'acide pourrait apporter :
 - La dissolution progressive de la grande barrière de corail
 - La disparition actuelle des coraux, sous l'effet de l'acidification de l'eau liée à l'augmentation du taux de CO₂ dans l'atmosphère : 25% des coraux de la Grande Mer de Corail ont disparu en 2016...



EXTINCTION DU CRÉTACÉ-TERTIAIRE (I)

- - 66 millions d'années
- Cratère de Chicxulub
- Que s'est-il passé?



- 66 millions d'années : fin du Mésozoïque, début du Cénozoïque

Même si la cause exacte de l'extinction des dinosaures semble encore faire débat, le cratère de Chicxulub, au Mexique, est l'indiscutable témoin d'un cataclysme ayant touché toute notre planète. Au moment de l'impact se forme un cratère de près de 140 km de large et des tsunamis gigantesques.

Une météorite d'environ 11 km de diamètre percute la Terre à 72000 km/h en venant du Sud Est, à hauteur de la presqu'île du Yucatan, au Mexique. La matière vaporisée par la chaleur est projetée dans l'atmosphère plongeant la Terre dans un hiver nucléaire, tandis que des éjectas embrasent les forêts. L'onde de choc déclenche par la suite une multitude d'éruptions volcaniques et des tremblements de terre. C'est dans ce paysage d'apocalypse que les dinosaures ont commencé leur déclin, bien que l'impact n'ait probablement pas été le seul facteur.

L'immensité du cratère laisse imaginer une puissance d'explosion similaire à « plusieurs milliards de fois celle de la bombe d'Hiroshima ». Apparue dans notre atmosphère il y a environ 66 millions d'années, ce corps céleste aurait mis fin au Crétacé en affectant la biosphère de la planète.

EXTINCTION DU CRÉTACÉ-TERTIAIRE (II)

- **Durée : quelques centaines à quelques milliers d'années**
- **Théories :**
 - Impact du Chicxulub
 - Trapps du Deccan
 - Impacts cosmiques multiples
 - Régression marine
 - Combinaison des trois : difficile de préciser l'ordonnancement, et les espèces disparues en si peu de temps.



Durée : quelques centaines à quelques milliers d'années

Théories :

- Impact du Chicxulub : précède de 50000 ans environ le Supervolcan du Deccan et en est possiblement la cause en déstabilisant la croûte terrestre (earthquake de magnitude 11).
- Trapps du Deccan : les éruptions volcaniques du Deccan, avec leurs quantités énormes de gaz létaux expulsées — dont le sulfure d'hydrogène (H_2S) —, auraient prolongé les effets du nuage soulevé par l'impact météoritique. Les volcans auraient pu cracher assez de dioxyde de carbone et de soufre pour brutalement réchauffer la Terre et acidifier ses océans, en tuant les trois-quarts des formes terrestres de vie dont tous les dinosaures non aviens.
- Impacts cosmiques multiples : provenant d'un objet cosmique unique
- Régression marine : abaissement du niveau des mers à la fin du crétacé. Pas de preuve réelle.
- Combinaison des trois : difficile de préciser l'ordonnancement, et les espèces disparues en si peu de temps. Instantané, le météorite est en cause. Sur quelques centaines de milliers d'années, ce serait plutôt le volcanisme, la régression marine puis l'impact cosmique.

LA POISSE DES AMMONITES *DISCOSCAPHITES JERSEYENSIS*

- Les causes de l'extinction K-T : collision avec un météorite au Yucatan.
 - La preuve de cet impact
 - Les foraminifères.
 - La théorie de l'objet cosmique
 - Le cratère de 160 km de large dans le Yucatan : la couche de verre dans les forages.
- Divisions géologiques : John Phillips, 1841, un contemporain de Lyell, de l'histoire des êtres vivants
 - Paléozoïque : « vie ancienne »
 - Mésozoïque : « vie intermédiaire »
 - Cénozoïque : « vie nouvelle », jusqu'à nos jours. La disparition des ammonites.



Les causes de l'extinction K-T ont été longuement débattues mais des arguments forts ont été développés dans les années 1980 en faveur de la collision avec un météorite au Yucatan.

- La preuve de cet impact : une mince couche d'argile dans la gorge del Botaccione, dans les Apennins, à Gubbio.
- Les foraminifères (ammonites) contenus dans le calcaire le plus ancien sont plus gros, abondants et variés que ceux au-dessus de la couche d'argile : ce qui remettait en cause le changement graduel d'espèces, base de la théorie de l'uniformitarisme.
- La théorie de l'objet cosmique vient de l'iridium contenu dans le rocher du Wyoming. On retrouva cette « couche » d'iridium un peu partout dans le monde : Danemark, Nouvelle-Zélande. Le pic d'iridium date de la fin du Crétacé.

Divisions géologiques : John Phillips, 1841, un contemporain de Lyell, de l'histoire des êtres vivants

- Paléozoïque : « vie ancienne », jusqu'à l'extinction du Permien-Trias
- Mésozoïque : « vie intermédiaire », jusqu'à l'extinction du Crétacé-Tertiaire
- Cénozoïque : « vie nouvelle », jusqu'à nos jours. La disparition des ammonites.

Différences entre ammonites et nautilus : les capacités des juvéniles, la taille des œufs. Notre survie tient moins à la survie des mammifères qu'à la malchance des dinosaures ou des ammonites.

LES MOLAIRES DU MASTODONTE *MAMMUT AMERICANUM*



- Cuvier, vers 1800, met en évidence l'existence d'espèces disparues.
- S'oppose au transformisme de Lamarck.
- Le premier à évoquer les cataclysmes

Cuvier, vers 1800, met en évidence l'existence d'espèces disparues : d'abord le mastodonte américain en étudiant sa dentition, différente de l'éléphant ou du mammoth. Et le mammoth bien sûr : deux espèces disparues d'un coup, en une seule étude! D'où sa théorie d'un monde perdu. Il découvrira bien d'autres espèces disparues. S'oppose au transformisme de Lamarck.

Le premier à évoquer les cataclysmes. Et le dernier événement destructeur, à l'époque de la disparition du mastodonte (-13 000), c'était nous : les grands herbivores ont été victimes précoces (entre -40 000 et -25 000 ans) de l'Homme sous la pression de la chasse.

LE PINGOUIN D'ORIGINE

PINGUINUS IMPENNIS

- Un débat s'est engagé au XIX^{ème} siècle entre uniformitaristes (Lyell et, avec des nuances, Darwin) et catastrophistes (Whewell), les premiers pensant que l'extinction d'une espèce se faisait à une vitesse très lente, les seconds admettant qu'elle puisse être rapide.
- Le massacre des grands pingouins a eu lieu, au XIX^{ème} siècle notamment, car ils étaient exploités pour leurs plumes.
- Ci-contre l'île d'Eldey, dernier refuge connu du grand pingouin, en 1840, non loin de Reykjavik.



Le pingouin géant, cet animal de 80 cm de haut incapable de voler, a jadis occupé une zone immense de la planète. S'il était un excellent nageur, ce pingouin était très lent et vulnérable une fois sur terre, notamment pendant sa période de reproduction.

Les pêcheurs en route vers Terre-Neuve l'ont chassé dès le XVI^e siècle, pour le manger d'abord, puis pour s'en servir comme appât pour les poissons, mais aussi comme source de plumes et même comme combustible. On ne sait pas si la chasse a continué jusqu'à sa disparition totale où si elle s'est arrêtée et que les trop rares oiseaux restant, qui ne pondaient qu'un œuf par an, n'ont pu survivre. Toujours est-il que le dernier spécimen a été tué par un « collectionneur » en 1821.

C'est probablement ce qui est arrivé aussi au moa, au marsupial géant, ou au tigre à dents de sabre : les hommes préhistoriques ont chassé la « mégafaune » adulte, c'est-à-dire celle en âge de se reproduire, et l'ont donc conduite à l'extinction. « Une catastrophe écologique réalisée en un instant géologique, mais trop progressive pour être perçue par ceux qui en étaient responsables ». C'est ce que résume un chercheur cité dans ce livre.

LA FORÊT ET LES ARBRES

ALZATEA VERTICILLATA

- Les effets du réchauffement climatique sur les espèces végétales = gradient latitudinal de biodiversité :
 - Forêt boréale : une vingtaine d'espèces d'arbres
 - Belize : 700 espèces d'arbres
 - Amazonie du Pérou : 1035 espèces d'arbres.
 - Idem pour oiseaux, papillons, grenouilles, champignons...
- Le réchauffement sur des milliers d'années pendant l'âge glaciaire sera réalisé sur quelques dizaines d'années : comment s'y adapter?



La corrélation entre la surface d'un lieu et le nombre d'espèces qui y vit n'est pas linéaire, elle est de l'ordre de $S = cA^z$, où S est le nombre d'espèces, A la surface, c et z des constantes selon la région et le groupe taxinomique étudié, mais z est toujours inférieur à 1. Cette relation est cruciale au sujet de l'extinction. Une moitié de terrain perdu fait perdre environ 10% des espèces sur ce terrain. Enfin, elles seraient repoussées puis finiraient par disparaître.

Alzatea verticillata est la seule espèce dans son genre, et la seule espèce dans sa famille. Dans la canopée, les arbres structurent l'écosystème, certains types d'insectes dépendent de certains types d'arbres, les animaux sont des pollinisateurs, permettant la dispersion des graines. Ces structures écologiques seront pour le moins remodulées par le changement climatique. Aucune des espèces vivant actuellement sur notre planète n'est habituée à des taux élevés de CO_2 ; beaucoup sont adaptées au froid, très peu à la chaleur. A ce rythme, le phénomène d'extinction prévisible (attrition biotique) va commencer à apparaître apocalyptique.

DES ÎLES SUR LA TERRE FERME *ECITON BURCHELLII*

- Les conséquences de la déforestation sur les espèces animales telles que les fourmis, les papillons ou les oiseaux
- La déforestation se fait par îlots dans l'Amazonie
- Répartition des zones de terre ferme sur la planète
- Les îles voient une hémorragie d'espèces et une moindre diversité que le continent le plus proche : phénomène de relaxation.
- Exemple des fourmis-légionnaires, qui n'ont pas de fourmilière. Plus de 300 espèces les accompagnent : plus les îlots se fragmentent moins les colonies de fourmis subsistent, et la cascade des accompagnateurs fait de même.



Une collaboration inattendue entre éleveurs de bétail et biologistes : étude de plus de trente ans sur la dynamique biologique des fragments de forêt.

Sur 130 millions de km² de terre fermée non gelée, plus de la moitié a été transformée par l'homme. Dans les 60 millions restants, 60% de forêts, le reste est zones de montagne, déserts, toundra.

Plutôt que de parler de biomes, qui sous-estiment l'impact de l'homme, on parle d'anthromes : 1,3 million d'anthrome urbain, 11,5 millions de forêts habitées, 2,5 millions de terres agricoles irriguées. Au total, 18 anthromes couvrent 100 millions de km². Il ne reste que 30 millions, qui correspondent à la forêt amazonienne, une grande partie de la Sibérie et du Canada, les déserts (Sahara, Gobi, Victoria en Australie). Ce sont les terres sauvages. Mais ce n'est pas aussi net : pipelines, capteurs sismiques, barrages hydro-électriques.

De 2 à 5 millions d'espèces d'insectes dans la forêt équatoriale, contre 10000 espèces d'oiseaux sur toute la planète, et 5500 espèces de mammifères. Selon l'équation précédente, la disparition de 1% de la surface de départ aboutit à une extinction 10000 fois plus élevée qu'avant l'apparition de l'homme. En fait, l'extinction prend un peu plus de temps; l'habitat perdu n'est peut-être pas tout à fait perdu, les parcelles de forêt repoussent; l'observation scientifique n'est peut-être pas aussi pertinente (les espèces considérées dans la forêt sont les invertébrés et les insectes) : difficile de les comptabiliser, d'autant que beaucoup d'entre elles nous sont encore inconnues. N'oublions cependant pas la synergie entre la fragmentation forestière et le changement climatique. L'une des caractéristiques propres à l'anthropocène est que le monde est en train de changer, dans le sens où il oblige les espèces à se déplacer. Son autre caractéristique est de changer le monde via la création de barrières (routes, zones défrichées, villes) qui empêchent justement les espèces de migrer.

LA NOUVELLE PANGÉE

MYOTIS LUCIFUGUS



- L'hécatombe de chauves-souris due à l'introduction d'agents pathogènes, des micro-champignons, les *geomyces*.
- La nouvelle Pangée
- Les espèces invasives

Un spécialiste des chauve-souris américaines : « J'ai lu l'autre jour une information selon laquelle une organisation appelée "Centre d'études écologiques du Vermont" a créé un site internet. Les gens y sont invités à prendre des photos de tous les organismes vivants présents dans le Vermont et à les faire enregistrer. Il y a quelques années, j'aurais éclaté de rire. J'aurais dit : "Il y a vraiment des gens qui enverront la photo d'un pin ?" Aujourd'hui, après ce qui est arrivé au verspertilion brun, j'aurais aimé tout simplement qu'ils aient pris cette initiative plus tôt. »

L'hécatombe de chauves-souris est due à l'introduction d'agents pathogènes (bactéries, microchampignons, ...), affectées par la lèpre provoquée par un champignon européen qui les empêche d'hiberner en raison des démangeaisons qu'il provoque. Elles consomment leurs réserves en graisse et en eau et finissent par mourir.

La nouvelle Pangée est celle que permet l'ubiquitarisation de l'homme, et de toutes les espèces qui l'accompagnent dans ses déplacements : Homo Sapiens se déplace de façon extravagante au détriment des autres espèces. Les accompagnants sont dénommés espèces invasives, plus de 12000 en Europe. C'est la dérive inverse des continents. Source à la fois d'enrichissements et de disparitions d'espèces. Selon Charles Elton (1958), spécialiste des espèces invasives, à terme, cette homogénéisation aboutira à une perte de biodiversité, plus simple, et plus pauvre.

LE RHINO PASSE UNE ÉCHO *DICERORHINUS SUMATRENSIS*



- Des zoologistes enfoncent régulièrement leur bras dans le rectum du rhinocéros de Sumatra femelle, en voie de disparition, pour vérifier leur ovulation par échographie, puis tenter de les féconder
- Le déclin des animaux de grande taille comme les rhinocéros, les éléphants, les ours et les grands félins, la mégafaune marsupiale, est liée à l'homme et non à la grande glaciation du quaternaire : chronologie pas uniforme mais par étapes sur tout le pourtour du globe, analyse des spores des excréments de la mégafaune, les moas disparaissent de Nouvelle Zélande peu de temps après l'arrivée des Maoris.
- L'homme responsable est le seul à pouvoir les sauver. L'anthropocène n'a pas commencé avec la révolution industrielle.

LE GÈNE DE LA FOLIE

HOMO NEANDERTALENSIS



- La disparition des néandertaliens
- L'ADN des Néandertaliens
- Les grands singes aussi sont menacés.
- Une seule minuscule série de variations génétiques

La disparition des néandertaliens il y a environ 40 000 ans, est probablement imputable à l'homme moderne. L'homme de Neandertal a été éliminé et en partie absorbé, puisque les Européens lui doivent tout de même 4 % de leurs gènes. Ils ont subi le même sort que les mégathériums, les mastodontes et la mégafaune : leur malchance, ce fut nous.

L'ADN des Néandertaliens est plus proche de celui des Européens et des Asiatiques que celui des Africains : théorie du remplacement.

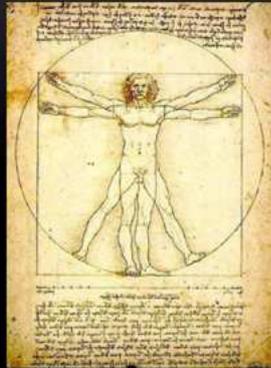
Les grands singes aussi sont menacés. Ce n'est pas a priori l'intelligence individuelle qui distingue l'homme des grands singes, mais l'aptitude à collaborer : « Les grands singes semblent ne pas être aptes à la résolution collective de problèmes, démarche qui revêt une importance centrale dans la société humaine ».

Une seule minuscule série de variations génétiques nous sépare des Néandertaliens, mais elle suffit à faire toute la différence : elle nous a poussé à l'exploration, « à la folie ».

CETTE CRÉATURE AVEC DES PLUMES

CORVUS HAWAIENSIS

HOMO SAPIENS



- Ces scientifiques aident des grues en captivité à migrer : à quoi bon ?
- L'homme détruit animaux et végétaux à une vitesse inouïe.
- La sixième extinction, celle de l'anthropocène, a une cause inédite : l'apparition de cette espèce envahissante, invasive, « saccageuse » (dixit Hubert Reeves) : L'HUMANITÉ.

Ces scientifiques qui aident des grues élevées en captivité à migrer en les accompagnant pendant plus de 2 000 km en ULM, ou cette chercheuse qui masturbe des corneilles d'Hawaï mâle en captivité. Est-ce utile ? A quoi bon, puisque le monde qui a permis à ces espèces de prospérer leur est maintenant hostile ? Pour l'espoir...

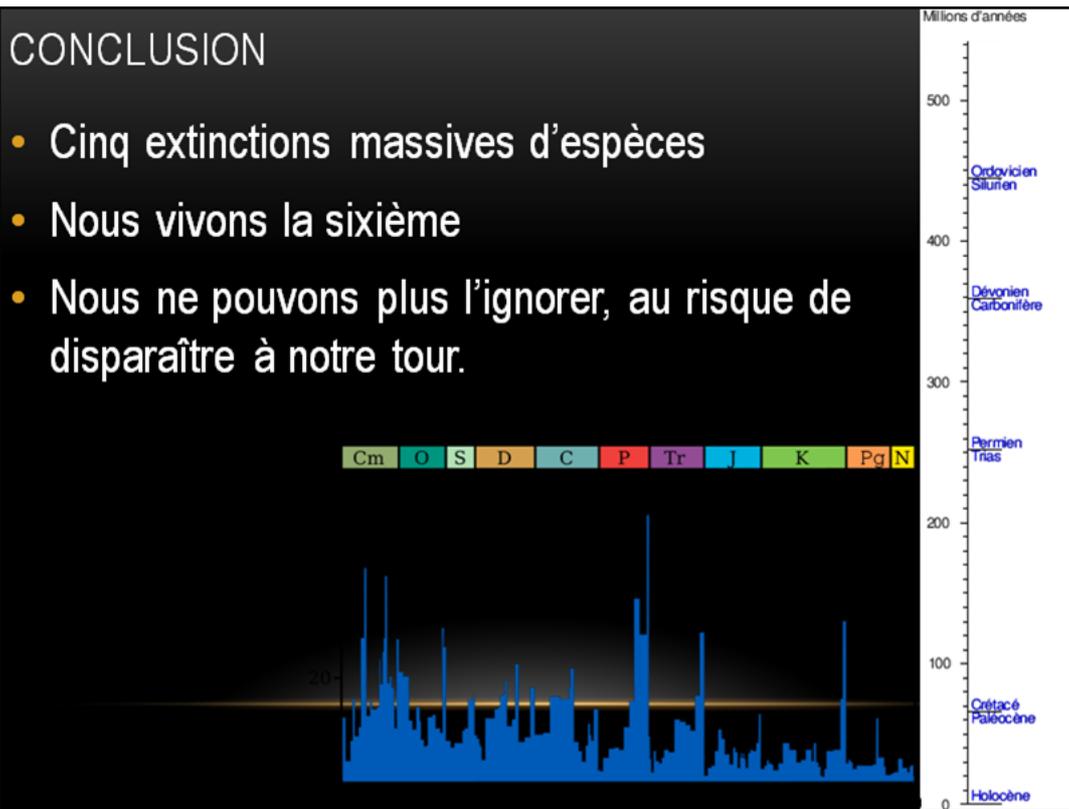
L'homme détruit animaux et végétaux à une vitesse inédite, la vie perd de sa richesse et donc s'affaiblit. La sixième extinction, celle de l'anthropocène, a une cause inédite : l'apparition de cette espèce envahissante qu'est l'humanité. Mais celle-ci n'est-elle pas en train de scier la branche sur laquelle elle est assise ? Ou bien trouvera-t-elle les ressources pour surmonter le désastre qu'elle aura déclenché ? L'avenir n'est pas écrit ; en revanche il est certain que nous vivons ce moment extraordinaire où l'humanité va décider, peut-être sans en être consciente, des voies évolutives qui resteront ouvertes pour notre monde et de celles qui se fermeront à jamais.

Je voulais vous parler de ce concept d'une humanité muée en force tellurique ou « comme l'espèce invasive ayant connu la plus grande réussite dans toute l'histoire des êtres vivants ». Si l'homme extermine, c'est apparemment dans la nature de sa dynamique en tant qu'espèce.

Selon le paléanthropologue Richard Leakey, « *Homo sapiens* ne sera pas seulement la cause de la sixième extinction, il en sera aussi l'une des victimes ». *Homo sapiens* incapable de collaborer pour se sauver lui-même ? C'est possible. Les négociations deux fois décennales sur le climat le laissent à penser.



- Conférence TEDX
- En 2009, Brand écrit un ouvrage intitulé ***Whole Earth Discipline: An Ecopragmatist Manifesto*** ; le livre explore comment l'urbanisation, l'énergie nucléaire, le génie génétique, la géo-ingénierie et le retour à la vie sauvage peuvent être des outils efficaces dans la lutte contre le réchauffement climatique.



Ce livre remet aussi l'extinction en cours dans son contexte. En la comparant d'abord longuement aux cinq épisodes précédents, qui se sont déroulés sur des périodes de temps beaucoup plus longues. Et en rappelant que l'homme n'a en fait jamais cessé de détruire la vie autour de lui.

On y trouve une seule chose rassurante.

Il y a peu d'années, à son départ à la retraite, l'ancien rédacteur en chef du quotidien britannique *The Guardian*, Alan Rusbridger, a exprimé l'unique regret de sa carrière : ne pas avoir réussi à traiter « la plus importante histoire du monde », à savoir celle du changement climatique et de ce qu'il va changer pour notre espèce. Une histoire que « *le journalisme n'a jamais réussi à raconter* » puisque « *des choses extraordinaires et importantes se passent, mais se déroulent trop lentement ou trop invisiblement pour le tic-tac impatient des rédactions, ou pour attraper l'attention d'un lecteur épuisé en route vers son travail* ».

En s'appuyant sur les très nombreuses découvertes scientifiques récentes pour décrire la sixième extinction qui vient – causée par le changement climatique et l'ensemble des activités humaines –, Elizabeth Kolbert a enfin trouvé un moyen de nous raconter cette histoire.

LA VIE CONTINUE... QUAND LES RATS RÉGNERONT

- Après chaque extinction, le vivant a rebondi et s'est diversifié.
- Alors, après nous, à qui le tour ?
- Le rat? Pourquoi pas ?
- Quoi qu'il en soit, avec ou sans l'homme, la vie continuera...

Après chaque extinction, le vivant a rebondi et s'est diversifié d'une manière stupéfiante. La disparition des dinosaures fut la chance des mammifères. À l'échelle géologique, une extinction n'est qu'une bifurcation de l'évolution, pas sa fin.

Alors, après nous, à qui le tour ? Jan Zalasiewicz, stratigraphe polonais, de l'Université de Leicester, pense, comme spécialiste de l'évolution et de la vie, que le rat dominera un jour le monde.

Pourquoi pas ? Le rat n'est-il pas un animal social, agressif, prolifique, opportuniste ? Il battra l'homme sur son propre terrain, ou se verra ravir la vedette par les corvidés. Quoi qu'il en soit, avec ou sans l'homme, la vie continuera... Car la planète n'est pas en danger.

Merci de votre attention.