

# LA SIXIEME EXTINCTION

Comment l'Homme détruit la vie

## Résumé

L'association Réseau Mycélium a pour objectif d'accompagner les individus dans leur prise de conscience des crises écologiques actuelles. Pour cela, nous rédigeons et partageons des résumés de livres ou rapports afin de faciliter vos choix de lecture ou de vous donner accès aux grandes lignes de ces écrits sans avoir à les lire intégralement.

Pour plus d'infos sur Réseau Mycélium, rendez-vous sur notre site Internet :

<http://reseaumycelium.org/>



Ce document résume *La Sixième Extinction ; Comment l'Homme détruit la vie*, écrit par **Elizabeth Kolbert**, et publié en **2015**. Ce livre replace les extinctions actuelles des espèces de la faune et de la flore dans le contexte de l'histoire des êtres vivants sur la planète. Après un premier chapitre introductif et quelques rappels sur l'histoire géologique de la Terre, l'auteur nous fait vivre la découverte de la théorie de l'évolution et des premiers fossiles pour souligner l'aspect uniformitariste des mécanismes qui opèrent depuis des millions d'années, et ont permis la biodiversité actuelle. Puis, nous assistons à l'expansion de l'homme qui nuit aux autres espèces et saccage cette richesse en quelques milliers d'années. L'homme surexploite les espèces, détruit ou réduit les habitats naturels, cause le réchauffement climatique ainsi que l'acidification des océans, et introduit partout dans le monde des espèces nuisibles. Enfin, l'auteur nous fait prendre conscience que tous ces phénomènes accélèrent l'extinction des espèces, mais que celle-ci a commencé il y a beaucoup plus longtemps. Nous sommes la cause de l'extinction de la mégafaune préhistorique, et sommes probablement l'un des facteurs de l'extinction des autres espèces Homo.

Tous ces enseignements sont exposés sous la forme d'une enquête. L'auteure est allée à la rencontre des phénomènes d'extinction et des spécialistes qui les étudient. Les chapitres mélangent anecdotes et rencontres, ainsi que résultats scientifiques et réflexions écologiques et philosophiques. Ce résumé s'attache à ne concentrer que les résultats scientifiques et la pensée de l'auteur sans s'attarder sur les éléments relatifs aux aventures de l'auteur.

## Sommaire

1. La sixième extinction.....	3
2. Les molaires du mastodonte .....	4
3. Le pingouin d'origine .....	4
4. La malchance des ammonites.....	5
5. Bienvenue dans l'Anthropocène.....	6
6. Cette mer qui nous entoure.....	7
<b>7. Déversement d'acide .....</b>	<b>8</b>
8. La forêt et les arbres .....	9
9. Des îles sur la terre ferme.....	9
10. La nouvelle Pangée .....	11
11. Le rhinocéros passe une échographie .....	12
12. Le gène de la folie.....	13
13. Cette petite créature avec des plumes .....	13

# 1. La sixième extinction

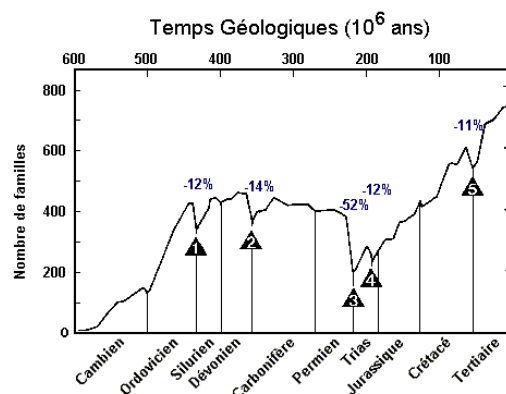
La ville d'El Valle de Anton au Panama est connue pour sa collection de statuettes de grenouilles dorées. Leur couleur éclatante était liée à leur venin. Cet animal était très présent dans la forêt humide aux alentours de la ville. Mais en quelques années, elles semblaient avoir disparu. Ce phénomène s'opérait plus généralement dans toute la forêt tropicale. Les endroits où il était habituellement possible de trouver une multitude de grenouilles de cette espèce étaient déserts. Et ce phénomène semblait se répandre à d'autres espèces de grenouilles dans d'autres pays du monde comme au Costa Rica, en Equateur ou en Australie. Afin de sauver ces espèces, les biologistes ont ouvert un Centre de conservation des amphibiens à El Valle.

En 1998, la cause de ces extinctions fut découverte dans un zoo en Californie. La population d'une espèce de grenouille chuta du jour au lendemain, et le pathologiste vétérinaire remarqua la présence d'un micro-organisme sur la peau des amphibiens, qu'il identifia à un champignon chytride. Cette espèce n'avait encore jamais été rencontrée et on l'appela « Batrachochytrium dendrobatidis » (« bd »). Des travaux ultérieurs montrèrent que le « bd » bloque la respiration des amphibiens jusqu'à l'arrêt cardiaque.

Le centre d'El Valle tente d'accueillir un maximum d'espèces et y dépense une énergie débordante, à l'aide de bénévoles motivés. L'objectif est de préserver ces espèces en espérant pouvoir un jour les relâcher car tout sera redevenu comme avant, ce qui leur semble très improbable.

Le « taux d'extinction de fond » est un terme employé par les biologistes pour désigner le taux d'extinction naturel d'extinction des espèces. Par exemple, pour les mammifères, il est estimé à 0,25 par million d'espèces-année. En connaissant environ 5500 espèces mammifères, cela équivaut environ à l'extinction d'une espèce tous les 700 ans. Les extinctions de masse sont des périodes géologiquement courtes durant lesquelles le nombre d'extinction est important : le taux d'extinction est largement plus élevé que le taux d'extinction de fond.

Voici une estimation de l'évolution du nombre de familles (contenant des genres similaires, eux-mêmes contenant des espèces similaires) :



<http://www.astrosurf.com/luxorion/bioastro-evolution-extinction2.htm>

Il est estimé que le taux d'extinction de fond des amphibiens est approximativement de 1 espèce tous les mille ans. Le taux d'extinction est actuellement environ 45 000 fois plus élevé. Et ce

phénomène se reproduit pour les coraux, les espèces marines, les mammifères, les reptiles et les oiseaux, et partout dans le monde.

Si les causes sont diverses, il est probable qu'elles découlent toutes de l'activité humaine. Par exemple, concernant le « bd », deux racines seraient identifiées : l'importation d'une espèce d'Afrique pour des tests de grossesse en laboratoire, et d'une autre d'Amérique pour la soupe de grenouilles. Dans les deux cas, l'espèce importée avait la capacité de survivre au « bd ».

## 2. Les molaires du mastodonte

Le concept d'extinction est relativement nouveau. Durant la majorité de l'Histoire, seuls des espèces vivantes étaient connues. Ce n'est qu'au XVIII<sup>ème</sup> siècle que les naturalistes commencèrent à comprendre que des espèces disparues avaient existé. En 1739, un Français découvrit le long de la rivière de l'Ohio d'énormes os, et en expédia en France (un fémur, une défense et des dents). Tous les examinateurs furent déconcertés par ces os, qui ne semblaient appartenir à aucune espèce existante. Certains expliquèrent qu'ils appartenaient à plusieurs espèces vivantes. Un autre l'appela « incognitum » d'Amérique.

En 1795, Georges Cuvier s'installait à Paris. Il travaillait au Museum d'histoire naturelle. Il étudia les os d'un étrange animal ressemblant à un éléphant, en provenance de Sibérie, et ceux de l'incognitum. Il conclut que ces os provenaient d'espèces inconnues aujourd'hui, inexistantes, disparues. Motivé par cette découverte, il comprit qu'il devait probablement exister de nombreuses autres espèces disparues. Il demanda aux collectionneurs européens de lui envoyer leurs pièces fossiles et son travail permit d'identifier 49 espèces disparues. Parmi elles, le mastodonte (anciennement incognitum), le mammoth, le mégathérium, le ptérodactyle, le grand animal de Maastricht, le Gypse de Montmartre et la salamandre de Scheuchzer.

Cuvier comprit aussi que la nature s'inscrivait dans le sol, que la roche contenait l'histoire et que chaque strate relatait une période de l'histoire. Puis, il tenta d'expliquer les extinctions, comme la conséquence de phénomènes naturels hors du commun. Il ne croyait pas à la théorie de l'évolution.

## 3. Le pingouin d'origine

Lyell était géologue et expliquait dans ses *Principes de géologie* que les anciens changements de la surface de la Terre s'effectuaient par des phénomènes très lents opérant en continuant, et toujours actuellement, tels que la sédimentation, l'érosion ou le volcanisme. Cette théorie est appelée l'uniformitarisme. Il pensait déjà que les reliefs résultaient de mécanismes similaires au mécanisme des mouvements des plaques tectoniques (qui n'avait pas encore été découvert). Darwin lisait ces publications avec passion lors de son voyage autour du monde, et il comprit que ce concept pouvait s'appliquer aux espèces. Les espèces évoluent lentement pour s'adapter aux évolutions naturelles, notamment géologiques. Ainsi, certaines espèces apparaissent. Au contraire, les espèces qui ne s'adaptent pas finissent par disparaître. Les catastrophes ponctuelles de la nature n'expliquent pas les disparitions : elles sont le fait de la sélection naturelle. Ces mécanismes sont si lents qu'il est hautement improbable d'assister à l'apparition ou à la disparition d'une espèce.

Pourtant, alors qu'il effectuait ces travaux, le grand pingouin disparaissait. C'est une espèce d'oiseaux incapable de voler, grande de 75 cm, grasse, et très agile dans l'eau. Sur terre, elle était

très facile à chasser pour les humains, qui l'exploitaient pour sa viande, ses plumes ou encore pour faire du feu. En XVI<sup>ème</sup> siècle, l'exploitation s'est accélérée avec le développement des activités humaines à Terre Neuve. En 1821, en Islande (sur l'île d'Eldey), le grand pingouin a été vu (et tué) pour la dernière fois.

Dans *L'Origine des espèces*, Darwin n'effectue aucune distinction entre l'homme et les autres espèces. La sélection naturelle s'applique à toutes les espèces et elle suffit à expliquer les extinctions et à exclure des phénomènes naturels destructeurs inconnus. Sauf que l'homme est un phénomène destructeur qui se distingue des autres espèces pour cela.

## 4. La malchance des ammonites

La ville de Gubbio se situe à 160 km au nord de Rome. A proximité se trouve une gorge dans laquelle on peut observer des couches de calcaire et d'argile se succéder. Chaque couche correspond à une période de l'histoire géologique. Walter Alvarez était un scientifique qui souhaitait découvrir l'histoire géologique de la péninsule italienne et étudia la gorge de Gubbio. Il remarqua que la présence de foraminifères était discontinue entre les couches de la fin du Crétacé. Ce sont de minuscules organismes marins qui construisaient de petites coquilles en calcite. Vers la fin du Crétacé, ces créatures étaient abondantes, variées et relativement grandes. Mais la couche supérieure ne contenait aucun fossile correspondant à ces espèces. Walter était uniformitariste et ne comprenait pas cette différence brutale. Il revint en Californie pour étudier des échantillons de Gubbio avec son père, Luis, un scientifique brillant, afin de chercher à déterminer la durée exacte correspondante à la couche post-Cétacé. Son père eu l'idée d'estimer la présence d'iridium, un élément chimique rare sur Terre mais présent dans les météorites, qui tombe continuellement sur la planète comme une poussière cosmique.

Or, il fut découvert que la concentration en iridium était extrêmement élevée. Après de nombreuses hypothèses incohérentes, celle de l'impact météorite fut proposée. La communauté scientifique, majoritairement uniformitariste, s'opposa à cette nouvelle théorie. Cette discontinuité pouvait s'expliquer, comme l'affirmait Darwin, à une incomplétude des ressources fossiles pour expliquer exhaustivement l'histoire. Mais d'autres preuves furent identifiées, jusqu'à ce que le cratère de Chicxulub en Mexique soit associé à l'impact en 1991.

On appelle cette période la limite K-T (K comme Crétacé, T comme Tertiaire). Il y a 66 millions d'années, une météorite de 10 km de diamètre s'est écrasée à proximité de Cancun. Sa vitesse était de 72 000 km/h. L'impact libéra une gigantesque quantité d'énergie et provoqua une explosion. Il provenait légèrement du sud-est et l'impact créa un immense nuage de vapeurs et de débris brûlants qui balaya la vie en Amérique du Nord en quelques minutes. Par ailleurs, l'explosion avait généré une masse de poussière de roche considérable qui se dispersa dans l'atmosphère sous forme de particules incandescentes engendrant suffisamment de chaleur (sous forme de rayonnement infrarouge) pour « tout brûler à la surface de la planète » durant quelques heures. De plus, ces poussières contenaient du soufre et se sont comportées comme des aérosols, privant la surface de la lumière du Soleil pendant plusieurs saisons.

Peu d'espèces ont résisté. Les espèces de dinosaures ont toutes disparu. Les oiseaux, animaux aquatiques et mammifères ont subi de lourdes pertes. Les ammonites ont totalement disparu. Et il faudra de l'ordre d'un million d'années pour que la biodiversité retrouve sa richesse. Concernant les ammonites, il est possible que leur extinction soit due à la particularité de leurs œufs. Ceux-ci sont minuscules, et les petites ammonites naissent alors qu'ils ne sont pas encore aptes à se

mouvoir. Ils se laissent flotter à la surface des eaux jusqu'à suffisamment grandir. Lors de la limite K-T, il est probable que l'eau en surface ait été si toxique que ces animaux ne pouvaient survivre.

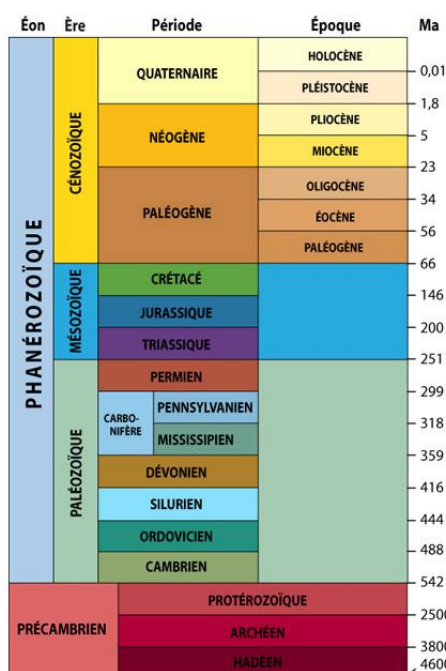


Certaines espèces ont survécu, d'autres non. Ce n'est pas parce que certaines sont plus robustes que d'autres, mais car d'autres ont eu la malchance de se voir priver d'un élément vital (nutriment, service de l'environnement, interaction avec une autre espèce...) pour leur survie sans avoir le temps de s'adapter.

## 5. Bienvenue dans l'Anthropocène

Dans *La Structure des révolutions scientifiques* paru en 1962, Thomas Kuhn explique comment sont perçues les anomalies en sciences. Les scientifiques tentent aussi longtemps que possible de les expliquer avec les paradigmes connus avant qu'il survienne une crise durant laquelle on découvre qu'il faut changer de paradigme. L'histoire des connaissances scientifiques concernant les extinctions semble avoir obéi à une série de changements de paradigmes, avec Cuvier, Lyell et Darwin, ainsi qu'Alvarez. Mais cette série continue : après la découverte d'Alvarez, les géologues ont cru que toutes les périodes d'extinction s'expliquaient par des impacts météorites, avant d'accumuler les preuves affirmant le contraire.

Voici une frise chronologique de l'histoire géologique terrestre présentant les ères, périodes et époques :



L'Ordovicien était la période du continent Gondwana, comprenant l'Afrique, l'Amérique du Sud, l'Australie et l'Antarctique. Durant cette période, les animaux marins se multiplièrent et se diversifièrent. Et les premières plantes terrestres apparurent. Cependant, à la fin de l'Ordovicien, environ 85 % des espèces marines s'éteignirent. Cette extinction s'explique aujourd'hui par une glaciation causée par une chute des quantités de gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Le niveau de la mer aurait considérablement baissé, et la composition de l'eau aurait changé. Selon certaines hypothèses, ce phénomène aurait été généré par le développement des premières mousses contribuant à faire chuter la concentration de gaz carbonique de l'atmosphère.

Il y a 252 millions d'années, la fin du Permien a aussi été provoquée par un changement climatique. La concentration de gaz carbonique dans l'atmosphère a augmenté,



réchauffant les mers de 8°C et changeant la composition chimique de l'eau. Ce phénomène qui semble s'étaler sur environ 100 000 ans a causé l'extinction d'environ 90 % des espèces. Ce changement s'accompagnerait aussi d'un développement de bactéries relâchant de l'acide sulfurhydrique, ce qui aurait exterminé les espèces marines puis terrestres.

Aujourd'hui, les géologues sont convaincus que nous vivons une de ces périodes de grands changements. Les phénomènes tels que la transformation rapide et massive des terres émergées de la planète, l'utilisation d'engrais agricoles diffusant des quantités de nutriment inhabituelles pour les écosystèmes, la surpêche qui vide les océans, l'utilisation massive de l'eau douce, ainsi que l'émission de gaz à effet de serre sont d'une ampleur au moins comparable aux phénomènes naturels exceptionnels qui ont causé les extinctions de masse. Au point que la proposition de Paul Crutzen de l'entrée dans une nouvelle époque appelée « Anthropocène » a été soumise à la Commission internationale de stratigraphie, qui est l'instance officielle qui détermine l'échelle des temps géologiques. Mais bien que de nombreux scientifiques utilisent ce terme, il n'a pas été reconnu officiellement.

## 6. Cette mer qui nous entoure

Castello Aragonese est une île rocheuse abritant une forteresse. Sa particularité est d'être entourée d'évents, des rejets de CO<sub>2</sub> du fond de la mer, engendrée par la dynamique des plaques tectoniques. Le chercheur Hall-Spencer y étudie la biodiversité afin d'observer l'impact de l'acidité sur les espèces. Le CO<sub>2</sub> dissout dans l'eau l'acidifie, de sorte qu'autour de ces rejets, le pH est de 7,8, au lieu de 8,2. Le biologiste a recensé 1/3 d'espèces en moins dans les zones plus acides. Selon lui, « le plus grand point de basculement, celui à partir duquel l'écosystème commence à s'effondrer, est le pH moyen de 7,8 ». C'est inquiétant car selon les projections du GIEC, il est probable que cela se produise en 2100 (le pH est déjà passé de 8,2 à 8,1, ce qui correspond à une acidification de 30%). En effet, environ 30 % des émissions anthropiques de CO<sub>2</sub> sont dissoutes dans les océans. Après l'article de Hall-Spencer publié en 2008, plusieurs programmes de recherche ont été lancés sur l'acidification des océans.

L'acidification des océans affecte les mécanismes chimiques dont dépendent les espèces. Les mécanismes sont plus ou moins vulnérables et vitaux et donc les espèces sont affectées différemment. En particulier, ce phénomène génère une évolution des compositions des communautés microbiennes et altère par conséquent la disponibilité en nutriments (fer, azote...). Puis, il participe à faire évoluer la quantité de lumière présente dans l'eau, et la propagation du son. Il semble vraisemblable qu'elle favorisera la multiplication d'algues toxiques. Ensuite, il nuit aux organismes biocalcifiants. Ce sont des organismes qui construisent une coquille, un squelette externe ou une sorte « d'échafaudage interne » à partir de carbonate de calcium minéral. La réaction chimique nécessaire pour assembler des ions calcium (Ca<sup>2+</sup>) à des ions carbonate (CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>) est de plus en plus énergivore avec la baisse du pH. Enfin, si le pH devient trop faible, le carbonate de calcium se dissout. Tous ces phénomènes s'observent au Castello Aragonese.

L'acidification des océans et le réchauffement climatique sont les deux faces d'une même pièce. Et ces phénomènes semblent liés à 3 extinctions de masse sur les 5 connues. De plus, ce qui pose d'autant plus problème avec les phénomènes de l'Anthropocène, c'est leur vitesse. Pour illustrer ce point, prenons l'exemple des conséquences de la consommation d'alcool sur notre organisme. Ce n'est pas réellement la quantité d'alcool ingérée qui pose problème mais la quantité d'alcool sur

une période donnée. Si la quantité est trop importante pour que l'organisme puisse la gérer sur la période donnée, les conséquences se feront ressentir. Ainsi, plus la vitesse de consommation sera importante, moins l'organisme sera en mesure de la gérer, et plus les conséquences seront lourdes.

L'acidification des océans et le réchauffement climatique se sont révélés être des phénomènes hautement destructeurs dans l'Histoire alors que leurs temps caractéristiques étaient bien supérieurs à ceux d'aujourd'hui. Les conséquences risquent d'être tout autant bien supérieures.

## 7. Déversement d'acide

Un corail est un bio-organisme formé par un ensemble de polypes. Un polype est un petit animal semblable à une mini méduse. Les polypes œuvrent ensemble pour construire un squelette externe, généralement en carbonate de calcium. Ensemble, les coraux forment les atolls et les récifs barrières comme la Grande Barrière de corail au large de l'Australie. Leur besoin en lumière et leur vulnérabilité à l'air expliquent qu'ils se développent légèrement en dessous du niveau de l'eau à marée basse. Les récifs de corail sont de réels berceaux de biodiversité, telles que les forêts sur les continents. Ce sont les infrastructures des écosystèmes. De plus, ils s'imposent dans des sécheresses aquatiques.

Or, les coraux sont menacés. Diverses études, et notamment les travaux de Chris Langdon, réalisés à l'aide des infrastructures de l'expérience Biosphère 2, montrent que le degré de saturation de l'eau de mer en carbonate de calcium influe grandement la vie des coraux. En effet, lorsqu'il diminue, la concentration en ions carbonate diminue et les coraux ont plus de mal à se développer car la biocalcification est plus difficile. Et s'il diminue trop, les coraux commencent à se dissoudre.

L'acidification des océans est une conséquence directe d'une dissolution de CO<sub>2</sub>. Et une baisse du pH entraîne une baisse du degré de saturation de l'eau de mer en carbonate de calcium. Alors que les coraux ont besoin de se développer, ne serait-ce seulement pour faire face à l'érosion par leurs habitants, les vagues et les tempêtes, et survivre, cette nouvelle menace s'avère de plus en plus inquiétante.

Mais l'acidification des océans n'est pas le seul problème : surpêche et rejets d'engrais agricoles encourageant le développement d'algues au détriment d'autres espèces, déforestation engendrant l'envasement et diminuant la transparence de l'eau, ou encore pêche à la dynamite. Ainsi, la surface de la Grande Barrière aurait été réduite de 50 % ces dernières années à cause de toutes ces externalités des activités humaines.

Puis, la « maladie de la bande blanche » est une infection bactérienne qui crée une bande de tissu nécrotique blanc. Dans les Caraïbes, elle affecte les deux espèces de coraux les plus présentes et participerait grandement à la destruction des récifs. Ainsi, la surface de ces coraux aurait été réduite de 80 % ces dernières années.

En outre, le réchauffement climatique est aussi un danger important. Si la température augmente légèrement, les polypes sont déstabilisés et produisent des substances toxiques, qui expulsent les zooxanthelles, des algues unicellulaires nécessaires à la survie des polypes dont la présence est à l'origine des couleurs des coraux. Leur expulsion rend les coraux vulnérables au moindre stress.

Enfin, il semblerait que la diminution de la saturation en eau de carbonate nuise au frai (la reproduction) annuel des coraux.



## 8. La forêt et les arbres

Miles Silman est un chercheur américain qui effectue une expérience grandeur nature pour observer les évolutions de la biodiversité induites par le changement climatique. Pour cela, il étudie des parcelles de forêt tropicale au Pérou situées à différentes altitudes, chaque altitude correspondant à une température moyenne (plus on monte, plus il fait froid). Le chercheur est convaincu que le réchauffement aura un impact très important sur la biosphère des Tropiques. En effet, la biodiversité y est très riche : alors qu'au Canada, il y a seulement une vingtaine d'espèces d'arbres qui peuplent la forêt boréale, on décompte qu'il y a 1035 espèces d'arbres dans les 17 parcelles d'un hectare de Silman. Les experts ont proposé de nombreuses théories pour expliquer ce phénomène et ont des difficultés à se mettre d'accord.

Dans un écosystème, chaque espèce y a un rôle spécifique et des conditions d'existence précises. Ainsi, bien que les parcelles soient voisines, leurs quelques différences suffisent pour que l'on y observe des espèces différentes.

Depuis le début du Pléistocène il y a 2 millions et demi d'années, un cycle d'environ 100 000 ans se répète, enchaînant des ères glaciaires et des périodes plus chaudes. Alors qu'elles vivent dans des conditions spécifiques, elles ont survécu à ces changements climatiques. Selon Darwin, c'est car elles ont migré.

Et c'est le phénomène qu'observe Silman sur ses parcelles. Les espèces migrent. Les arbres ont des vitesses de migration différentes. Certains sont très rapides, d'autres très lents.

Cependant, la vitesse de réchauffement actuelle est au moins 10 fois supérieure à celle de toutes les ères glaciaires du Pléistocène. Certains arbres ne seront cette fois probablement pas assez rapides pour migrer. Ainsi, alors que généralement une élévation de la température engendre un enrichissement de la biodiversité, le réchauffement actuel est trop rapide et risque de condamner de nombreuses espèces d'arbres.

Or, les arbres sont nécessaires aux écosystèmes qu'ils abritent, et inversement. Et chaque espèce animale ou végétale a son propre rythme de migration, ainsi que ses propres exigences. Le réchauffement risque de restructurer les écosystèmes.

En écologie scientifique, la relation nombre d'espèces/surface s'exprime ainsi :  $S = cA^z$ , avec S le nombre d'espèces, A la surface, et c et z (>1) dépendant de la région et du groupe taxinomique. A l'aide de cette relation et de nombreuses données à l'échelle mondiale, plusieurs études ont été menées afin d'estimer la perte de biodiversité engendrée par le réchauffement climatique. Elles prennent notamment en compte ce qui s'apparente grossièrement à une migration des climats locaux, une disparition de certains climats locaux, et les possibilités de migration selon des espèces. L'ordre de grandeur obtenu est de 10 %, mais les résultats varient grandement selon les hypothèses, les méthodes de calcul et les scénarios d'évolution.

## 9. Des îles sur la terre ferme

Il y a environ 130 millions de km<sup>2</sup> de terre ferme non recouverte par de la glace. Selon la Société géologique d'Amérique, environ 70 millions de km<sup>2</sup> sont exploitées par l'Homme : terres agricoles, pâturages, villes, aires commerciales, retenues d'eau, exploitation de forêts, mines ou carrières. Pour les 60 millions de km<sup>2</sup> restants, ils sont à 3/5 couverts de forêts naturelles (mais pas nécessairement vierges), puis de montagnes, déserts et toundras.

Selon la Société écologique d'Amérique, ces chiffres sont contestables et ils ont effectué une seconde étude. Ils soutiennent que penser en termes de biomes définis par les écosystèmes et le climat n'est plus pertinente. Ils introduisent alors les « anthromes ». Par exemple, l'« anthrome » urbain s'étend sur 1,3 millions de km<sup>2</sup>, les terres agricoles sur 2,5, les forêts habitées sur 11,5. Les 18 « anthromes » identifiés couvrent plus de 100 millions de km<sup>2</sup>. Le restant, appelé « terres sauvages », correspond principalement à une partie de l'Amazonie, la Sibérie, le nord du Canada, le Sahara, le désert de Gobi (Mongolie) et le Grand Désert de Victoria (Australie). Bien que ces zones ne soient pas directement exploitées, elles sont tout de même traversées par pipelines, des capteurs sismiques...

En Amazonie se déroule ce qui est reconnu pour être la plus grande expérience écologique du monde. 11 parcelles carrées de forêt de taille variable sont étudiées. Elles se situent au bord de la forêt. Leur existence date d'il y a une trentaine d'années. Le gouvernement brésilien imposait aux éleveurs de bétail de laisser sur leurs terres une moitié d'espace sauvage afin de préserver la forêt et un biologiste s'est saisi de cette opportunité pour mettre en place l'expérience.

L'objectif est d'observer l'influence de la taille de l'espace sauvage sur la biodiversité. En effet, comme vu précédemment, l'Homme prend de plus en plus de place. Mais surtout, il fragmente les espaces sauvages restantes qui se retrouvent comme des îles terrestres au milieu des cultures, des villes, des routes...

Au début, alors que la forêt environnante venait de reculer, les biologistes observèrent une augmentation de la biodiversité, comme si les habitants de la forêt rasée migraient vers les zones de forêts restantes. Depuis, la biodiversité ne cesse de se réduire. Aucun nouvel équilibre n'a été trouvé, la dégradation est constante.

Pour comprendre ce phénomène, nous pouvons nous intéresser aux îles. Que l'île soit volcanique ou continentale, elle contient moins de biodiversité que sur le continent. Des espèces nécessitant de grands espaces, comme les félins, ne peuvent survivre si l'île n'est pas suffisamment grande. Puis, l'île peut ne pas contenir d'espaces particuliers nécessaires à certaines espèces, comme une marre pour les grenouilles.

Ensuite, sur ces îles, on parle de phénomène de « relaxation » : la biodiversité se réduit petit à petit. C'est purement probabiliste : Les populations d'espèces sont plus faibles étant donné la taille de l'espace, limité par la taille de l'île. Les espèces sont donc plus vulnérables à des aléas. Si des événements nuisent aux populations, il se peut qu'aucun des individus de l'espèce ne survive, ce qui entraînerait la disparition de l'espèce. Et les aléas, aussi improbables qu'ils soient durant de courtes périodes, ont des chances de se réaliser sur de longues périodes. Donc, sur le long terme, les espèces disparaissent.

Plus généralement, des scientifiques ont cherché à évaluer la perte de biodiversité à l'échelle mondiale engendrée par la destruction des milieux sauvages. Il est estimé qu'il existe 10 000 espèces d'oiseaux et 5 500 espèces de mammifères environ. Pour les insectes, une étude estime qu'il existe entre 2 et 7 millions d'espèces d'insectes tropicales. Ce chiffre est difficile à estimer car la variété d'insectes est énorme, et pour compter les espèces vivantes, il faudrait recenser les espèces existantes dans tous les biomes, sur tous types d'arbres...

En utilisant la relation du nombre d'espèces/surface, on obtient que la disparition de 1 % de surface de terre sauvage conduise à une perte de 0,25 % de biodiversité, ce qui correspond approximativement à 5 000 espèces par an. Cette vitesse est environ 10 000 fois élevée qu'avant l'apparition de l'Homme. Cependant, ce n'est pas ce qui est observé en réalité. Cette

analyse ne prend pas en compte le temps de « relaxation », qui peut être plus ou moins long. Les espèces sont condamnées mais ne disparaissent pas instantanément. On parle de « dette d'extinction ». Par ailleurs, ce phénomène est difficile à observer car la majeure partie des espèces animales sont les insectes tropicaux, que nous ne connaissons pas tous, et dont l'évolution des populations est plus difficilement perceptible.

## 10. La nouvelle Pangée

On dénombre de plus en plus d'espèces invasives dans de nombreuses régions du monde. Si certaines espèces importées ne survivent pas longtemps à leur nouvel environnement, d'autres survivent et se répandent, telle une « invasion de masse ». Ces espèces, « libérées par rapport à leurs ennemis », n'ont plus de prédateur ou de nuisible ce qui leur permet une expansion rapide et sans limites. Voici quelques exemples d'espèces invasives.

- Le scarabée japonais a été repéré en 1916 dans une pépinière. Les années 3 suivantes, il fut repéré dans des espaces de 7, 18 puis 124 km<sup>2</sup>. 20 ans plus tard, il aurait colonisé l'ensemble du territoire du Connecticut.
- Aux USA, le champignon « tueur de chauve-souris » se répand à une vitesse incontrôlable, au point qu'il est maintenant présent dans tous les Etats. Le problème, c'est qu'il attaque les chauves-souris durant leur hibernation et leur pompe de l'énergie, ce qui les éveille. Sauf qu'en plein hiver, elles n'ont pas la possibilité de chasser leurs proies, et meurent. Le champignon aurait tué plus de 6 millions de chauves-souris. Plusieurs espèces ont été classées en voie d'extinction.
- A la fin des années 1950, une espèce d'escargots carnivores fut introduite à Hawaï pour qu'il prenne pour proie une espèce d'escargots précédemment introduite devenue nuisible pour l'agriculture. Sauf qu'il s'est mis à manger toutes les espèces de petits escargots, au point que 90 % des espèces ont disparu.
- Le serpent arboricole brun a été accidentellement introduit dans l'île de Guam dans les années 1940. Cela a généré la disparition de la plupart des espèces d'oiseaux, et de 2 espèces de mammifères sur 3. Le serpent s'est tant développé qu'il y en aurait de l'ordre de 100 par hectare.
- Une espèce de champignons importée du Japon serait responsable de la disparition d'une espèce de châtaigniers aux USA.

La base de données sur les espèces invasives DAISIE dénombre aujourd'hui environ 12 000 espèces invasives en Europe. Des bases de données similaires en dénombrent aussi des milliers sur les autres continents. Alors que la dérive des continents à partir de la Pangée avait permis aux espèces de se diversifier, nous sommes en train de réaliser le processus inverse. C'est la « nouvelle Pangée ». Nous nous dirigeons vers l'équivalent d'un supercontinent mêlant toutes les espèces.

L'Homme peut être considéré comme l'espèce la plus invasive de toute l'histoire. Depuis qu'il est sorti d'Afrique il y a environ 120 000 ans, il a colonisé tous les continents. Il a accéléré le processus vers une nouvelle Pangée à l'époque de Darwin, lorsqu'il commença à importer délibérément des espèces, comme les lapins en Australie en 1859.

Et cela n'est pas prêt de s'arrêter. Selon un article, les USA importent chaque année plus d'espèces indigènes de mammifères, d'oiseaux, d'amphibiens, de tortues, de lézards et de serpents que le pays n'en possède. D'une part, les Américains continuent à importer des espèces

délibérément, et d'autre part, les échanges commerciaux continuent de s'intensifier, ce qui fait augmenter les importations accidentelles.

Selon une étude, le taux d'importations attesté s'est accru exponentiellement durant les 200 dernières années. A Hawaï, une nouvelle espèce invasive serait introduite tous les mois alors qu'avant l'Homme, c'était de l'ordre d'une nouvelle espèce invasive tous les 10 000 ans.

En 1958, Elton explique que ces processus conduisent inévitablement à une homogénéisation des espèces, à une perte de biodiversité. Il illustre cela avec une expérience durant laquelle il mélange plusieurs substances miscibles. Une étude aurait quantifié que la nouvelle Pangée tend à faire disparaître de l'ordre de 66 % des espèces de mammifères et de l'ordre de 50 % des espèces d'oiseaux.

## 11. Le rhinocéros passe une échographie

Les rhinocéros sont en voie d'extinction. Le rhinocéros de Java a des effectifs inférieurs à 50. Celui d'Inde a des effectifs de l'ordre de 3000. Le rhinocéros noir se réduit à 5000 individus alors qu'il approchait le million il y a un siècle. Le rhinocéros de Sumatra a quasiment disparu. Il en resterait moins de 100.

Pour empêcher leur disparition, un programme de sauvegarde a été lancé. 40 rhinocéros furent capturés et placés dans des réserves ou zoo dans plusieurs pays. La plupart moururent car leur entretien n'était pas adapté ou ils furent victimes d'interaction mortelle avec des espèces locales. Aujourd'hui, il n'en resterait qu'une dizaine car leur mode de reproduction est très capricieux. Alors que nous provoquons leur extinction, nous sommes les seuls capables de maintenir l'espèce, mais pour combien de temps ?

Plus généralement, la plupart des grands mammifères sont en dangers. Sur les 8 espèces d'ours, 6 sont en vulnérabilité ou en danger d'extinction. Les éléphants d'Asie ont décliné de 50 %. Les éléphants d'Afrique sont de plus en plus menacés par le braconnage. La plupart des grands félins sont en déclin.

Et si on remonte le cours de l'Histoire, on remarque que l'Homme a déjà vécu d'autres extinctions, et notamment l'extinction des animaux de la mégafaune à la fin de l'ère glaciaire (des animaux tels que les mastodontes, les mamouths, les Camelops, les Smilodons, les Toxodons, les glyptodontes ou encore les diprotodons). Le débat sur la cause de ces extinctions a longtemps animé les experts hésitant entre un réchauffement climatique et la surchasse. Mais il apparaît de plus en plus que c'est l'Homme qui est en cause.

L'extinction a été très rapide et pour la plupart des experts, il semble peu probable que le réchauffement climatique de la fin de l'ère glaciaire soit un facteur suffisant. Puis, l'extinction ne s'est pas produite partout en même temps. Et souvent, les dates d'extinction coïncident à mille ans près avec l'expansion de l'Homme qui diffèrent selon les continents.

Selon Jared Diamond, les géants d'Australie ont subi des sécheresses à maintes reprises au cours des dernières millions d'années, et étaient par conséquent probablement robustes à un réchauffement climatique.

Puis, l'étude d'une carotte sédimentaire en Australie a montré que l'extinction de la mégafaune avait précédé une évolution de la végétation (qui est une conséquence du réchauffement).

En Nouvelle-Zélande, il semblerait que les vestiges des civilisations passées prouvent qu'elles ont surchassé les espèces de moas et qu'elles ont assisté à leur disparition en quelques décennies.

La mégafaune se compose d'animaux géants qui n'avaient pas de prédateurs. La croissance de leurs populations restait néanmoins lente à cause de durées de gestation de ces espèces très longues. Avec l'arrivée de l'Homme il est possible que la chasse ait pu entraîner une croissance des nombres d'individus tués plus grande que la croissance du nombre d'individus nés.

Chris Johnson a réalisé des simulations pour évaluer l'impact possible de populations d'hommes sur la mégafaune, et il est apparu que la chasse, même modérée, par de faibles populations, pouvait entraîner un déclin de ces animaux.

« Bien qu'il soit plaisant d'imaginer un temps où l'homme aurait vécu en harmonie avec la nature, il n'est pas certain qu'il ait jamais existé. »

## 12. Le gène de la folie

L'homme de Néandertal est une espèce du genre Homo, qui a vécu en Eurasie et s'est éteinte il y a environ 35 000 ans. Il a un ancêtre commun à l'homo sapiens. C'était un être doté d'intelligence. Il construisait des outils, soignait ses compagnons (ce qui est une preuve d'empathie), et parfois enterrait ses morts. Il avait beaucoup de points communs avec l'homo sapiens. On peut supposer comme différences qu'il n'a pas cherché à traverser les mers et qu'il n'était pas intéressé par l'art.

Des études ont été menées pour tenter de comprendre les différences entre Homo Neanderthalis et Homo Sapiens. Notamment, l'étude des génomes a permis de conclure que l'ADN du premier était proche de l'ADN du second, en particulier pour des européens et des asiatiques.

Homo Sapiens, en plus d'être intelligent, se distinguerait de ses espèces sœurs par son attrait pour l'art, sa spiritualité, ou même sa folie. Notamment, il a toujours cherché à conquérir, et ce désir peut être considéré comme irrationnel, et l'a poussé à faire des actes irrationnels.

Les causes des disparitions de l'Homme de Néandertal, de l'Homme Denisovien et des « hobbits » d'Indonésie ne sont pas clairement élucidées, mais les dates coïncident avec l'expansion de l'homo sapiens.

Et aujourd'hui, la domination de l'homo sapiens nuit à nos espèces cousines germaines : les grands singes.

L'homme de Néandertal a prospéré environ 400 000 ans, et nous n'avons pas connaissance qu'il ait été destructeur pour d'autres espèces. Tandis qu'Homo Sapiens a toujours cherché à s'étendre, au point de vouloir aller sur la Lune puis sur Mars.

« La capacité à représenter le monde au moyen de signes et de symboles va de pair avec celle de le changer, et donc de le détruire. Une seule minuscule série de variations génétiques nous sépare des néandertaliens, mais elle suffit à faire toute la différence ».

## 13. Cette petite créature avec des plumes

L'auteur achève son périple en visitant un « zoo congelé ». Il existe de plus en plus d'établissements similaires dans le monde, qui conservent les cadavres d'espèces éteintes. Cela souligne deux choses contradictoires : l'homme détruit, mais l'homme est profondément affecté

par ces extinctions, au point d'accepter de pratiquer des échographies chez des rhinocéros via leur rectum ou de masturber des corbeaux ! Puis, de nombreuses grandes évolutions ont eu lieu ces dernières années, comme l'interdiction du DDT suite au livre de Rachel Carson mais plus généralement l'adoption de nombreuses lois pour protéger les espèces et les actions d'organismes tels que WWF.

L'Histoire des êtres vivants s'explique finalement par l'uniformitarisme de Lyell et Darwin, mais aussi par catastrophisme de Cuvier. L'évolution des espèces et les phénomènes géologiques déterminent la biosphère, mais sont ponctués d'événements trop rapides pour qu'elle ait le temps de s'adapter. L'expansion de l'homme en est un de ces événements.

Selon Richard Leakey, « Homo sapiens ne sera pas seulement la cause de la sixième extinction, il en sera aussi l'une des victimes ». Selon d'autres, l'Homme sera sauvé par la technologie, ou par son expansion vers d'autres planètes. Notre avenir nous préoccupe beaucoup, et il est incertain. Mais plus généralement, ce qui est en jeu, c'est la détermination des voies d'évolutions pour tous les êtres vivants qui resteront possibles.