

Projet de sensibilisation et de médiation par l'art

Exposition

« Les Frontières de la Terre »

Pour une prise de conscience écologique renouvelée

Cette exposition porte sur les dangers de la pollution qui menacent la vie de la planète et donc notre vie au quotidien. Il s'agit des « ... neuf frontières planétaires absolument vitales à ne pas franchir pour éviter de basculer dans une zone dangereuse pour la survie de l'humanité. Parmi elles, bien sûr, le changement climatique et le déclin de la biodiversité, mais aussi l'acidification des océans, la déplétion de l'ozone stratosphérique, la perturbation du cycle phosphore/azote, la charge en aérosols atmosphériques, la disponibilité de l'eau douce, la déforestation, et enfin la pollution chimique. »
(extrait de « Comment tout peut s'effondrer, Paul Servigne et Raphaël Stevens, ed. Anthropocène - SEUIL).



Sommaire

[Les Frontières de la Terre : Le Climat](#)

[Les Frontières de la Terre : Le Cycle Phosphore/Azote](#)

[Les Frontières de la Terre : Les Aérosols](#)

[Les Frontières de la Terre : La Déforestation](#)

[Les Frontières de la Terre : L'Eau Douce](#)

[Les Frontières de la Terre : Les Biodiversités](#)

[Les Frontières de la Terre : La Pollution Chimique](#)

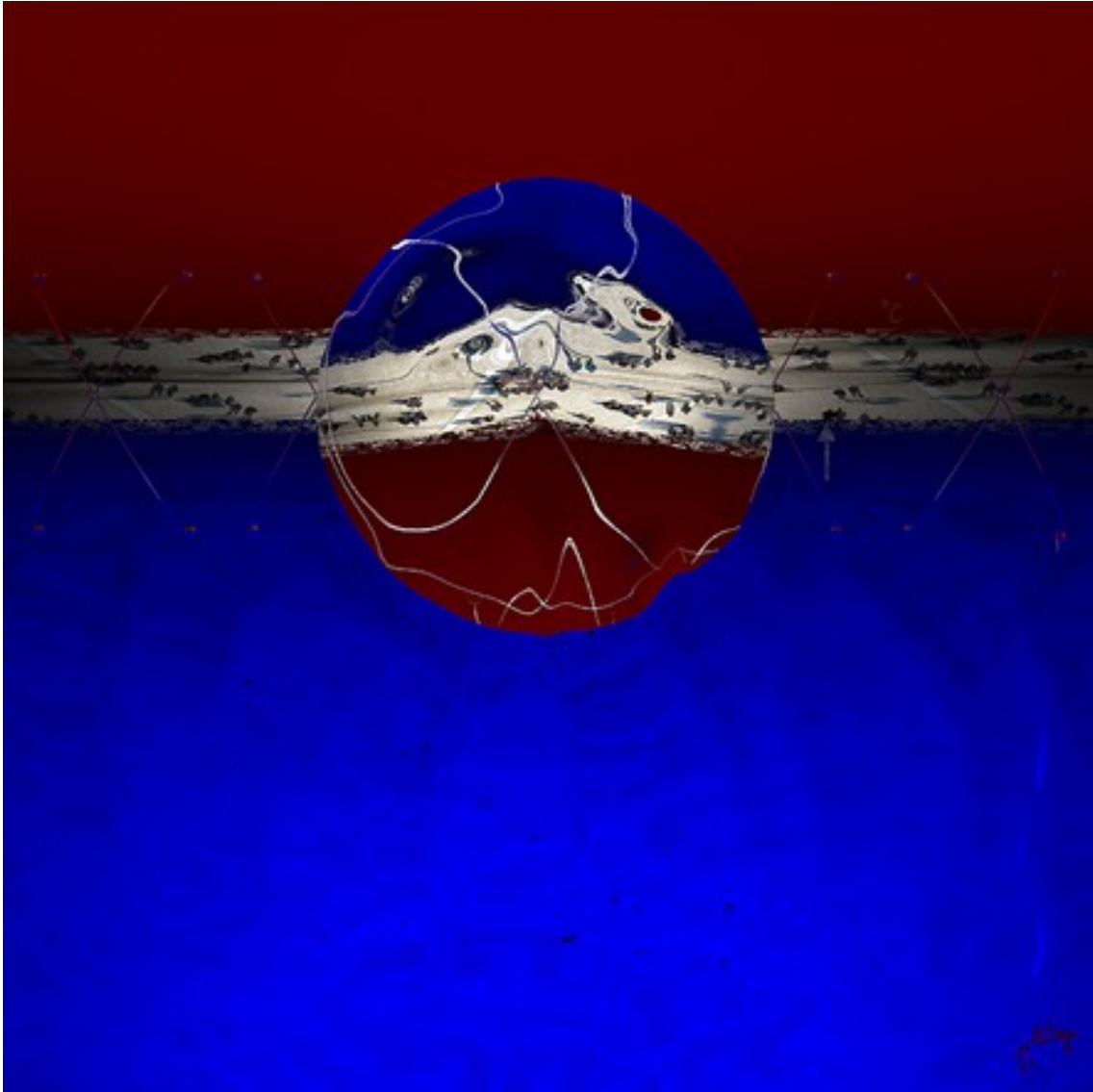
[Les Frontières de la Terre : La Couche d'Ozone](#)

[Les Frontières de la Terre : L'Acidification des Océans](#)

[Informations techniques](#)

[L'auteur](#)





Les Frontières de la Terre : Le Climat

Contexte scientifique

Les experts sont désormais unanimes : nous sommes entrés dans l'ère de l'anthropocène, ce qui signifie que c'est bien l'être humain qui, de par ses activités, ses échanges, son mode de société, est à l'origine des dérèglements climatiques que connaît la planète et de l'élévation des températures constatée depuis 1950.

Les principales conclusions présentées par le GIEC dans son dernier rapport sont les suivantes:

- Il est encore possible de limiter l'élévation des températures à 2 °C en moyenne planétaire par rapport à l'ère pré-industrielle, à condition de réduire les émissions mondiales de gaz à effet de serre « de 40 à 70% entre 2010 et 2050 ».
- Le CO₂ issu des combustibles fossiles joue un rôle majeur dans les émissions de gaz à effet de serre.



- Si les réserves de combustibles fossiles disponibles étaient entièrement utilisées, on assisterait à des augmentations de température de l'ordre de 4 à 5 °C en 2100, ce qui entraînerait une poursuite de ce réchauffement au siècle suivant jusqu'à 7 ou 8 °C.

Un enjeu de civilisation et de société

Pour l'espèce humaine, le dérèglement climatique entraîne famines, flux migratoires désordonnés, guerres... tout un tas de difficultés causées par les sécheresses, l'épuisement de l'eau potable, la montée des eaux, les phénomènes climatiques extrêmes (tempêtes, etc.) provoqués par une hausse des températures au-delà du seuil des 2 °C. Sans compter les atteintes irréversibles à la biodiversité.

Les adversaires

Les premiers adversaires sont l'indifférence et l'ignorance. Mais ils sont en passe d'être vaincus. En France, une large majorité des citoyens se dit préoccupée par le dérèglement climatique. Les seconds sont les climatosceptiques de tous bords, souvent motivés par des intérêts financiers. Les troisièmes sont toutes les entités politiques qui refusent de mettre les normes écologiques au sommet de la pyramide des normes : la société mondiale ne peut plus fonctionner comme avant. Les quatrièmes sont les secteurs industriels réactionnaires, qui engrangent des bénéfices sans se préoccuper des dettes écologiques qu'ils lèguent aux générations futures.

Il faut agir vite : car rien ne dit que les processus écologiques engendrés par les activités humaines soient réversibles, ni qu'ils puissent être immédiatement endigués, étant donné qu'ils se caractérisent par une forte inertie.

Références

<http://www.greenpeace.org/france/fr/campagnes/energie-et-climat/problemes/>





Les Frontières de la Terre : Le Cycle Phosphore/Azote

Contexte scientifique

L'un de ces systèmes terrestres gravement menacés est constitué par les **cycles phosphore/azote**, essentiels à toutes les formes de vie et particulièrement importants pour la **production alimentaire** et le maintien d'une **eau propre**.

Ces deux éléments sont essentiels à la vie végétale et animale. Or, le phosphore, utilisé comme engrais n'est disponible qu'en quantité limitée. Les stocks mondiaux de phosphore (P), utilisés principalement pour la fabrication des engrais, sont en train de s'épuiser, selon une étude publiée le 14 février dans la revue *Environmental Research Letters*. «Le phosphore se trouve en quantités limitées dans le monde, des risques de pénurie sont à craindre d'ici une vingtaine d'années», explique le professeur Stephen Carpenter de l'université du Wisconsin-Madison. Le phosphate, forme sous laquelle le phosphore peut



être assimilé par les êtres vivants, se trouve principalement dans trois pays: les États-Unis, la Chine et le Maroc.

Le cycle du phosphore

Comme dans le cas de l'azote (N), le phosphore (P) est important pour la Vie puisqu'il est essentiel à la fabrication des acides nucléiques ARN et ADN. On le retrouve aussi dans le squelette des organismes. Le phosphore dans l'environnement est principalement présent dans la roche, et les processus naturels d'érosion en permettent l'introduction dans les systèmes biologiques. Après la décomposition de déchets biologiques, il peut s'accumuler en grandes quantités dans les sols et les sédiments. L'Homme utilise principalement le phosphore dans l'agriculture en tant qu'engrais et dans les détergents. Son usage excessif peut entraîner des problèmes d'eutrophisation (l'eutrophisation est l'augmentation du taux d'éléments nutritifs dans les eaux, conduisant à une multiplication excessive d'algues et d'autres espèces non désirables...), dans la mesure où des quantités d'azote biodisponible se trouvent présentes en même temps.

L'analyse de l'origine des diverses sources a montré que les activités domestiques étaient responsables environ de la moitié des apports (49 %), l'industrie de 29 % et l'agriculture de 22 % (dont 17,5 % proviennent des effluents d'élevage et 4,5 % des engrais minéraux). *L'eutrophisation des eaux est donc un phénomène que l'on retrouve essentiellement en Europe, en Amérique du Nord et certaines parties de l'Asie et occasionnent des coûts sociaux-environnementaux, juridiques et financiers importants.*

Le cycle de l'azote

La vie sur terre influence profondément la composition de l'atmosphère en produisant du dioxyde de carbone CO_2 et du méthane CH_4 à travers les processus de la respiration et la fermentation reliés au recyclage du carbone. La Vie a aussi influé sur la composition de l'atmosphère à travers le recyclage d'un autre élément, l'azote (N). Ce gaz est le premier en importance dans l'atmosphère terrestre (78%).

Le cycle de l'azote est un cycle biogéochimique qui correspond à l'ensemble des échanges d'azote sur la planète. L'azote est essentiel au fonctionnement des êtres vivants. Il sert notamment à fabriquer des protéines et à produire les bases azotées présentes dans l'ADN. Il ne peut toutefois pas être assimilé directement sous cette forme. Ce sont des bactéries qui transforment l'azote de l'atmosphère en une forme assimilable par les autres organismes vivants.

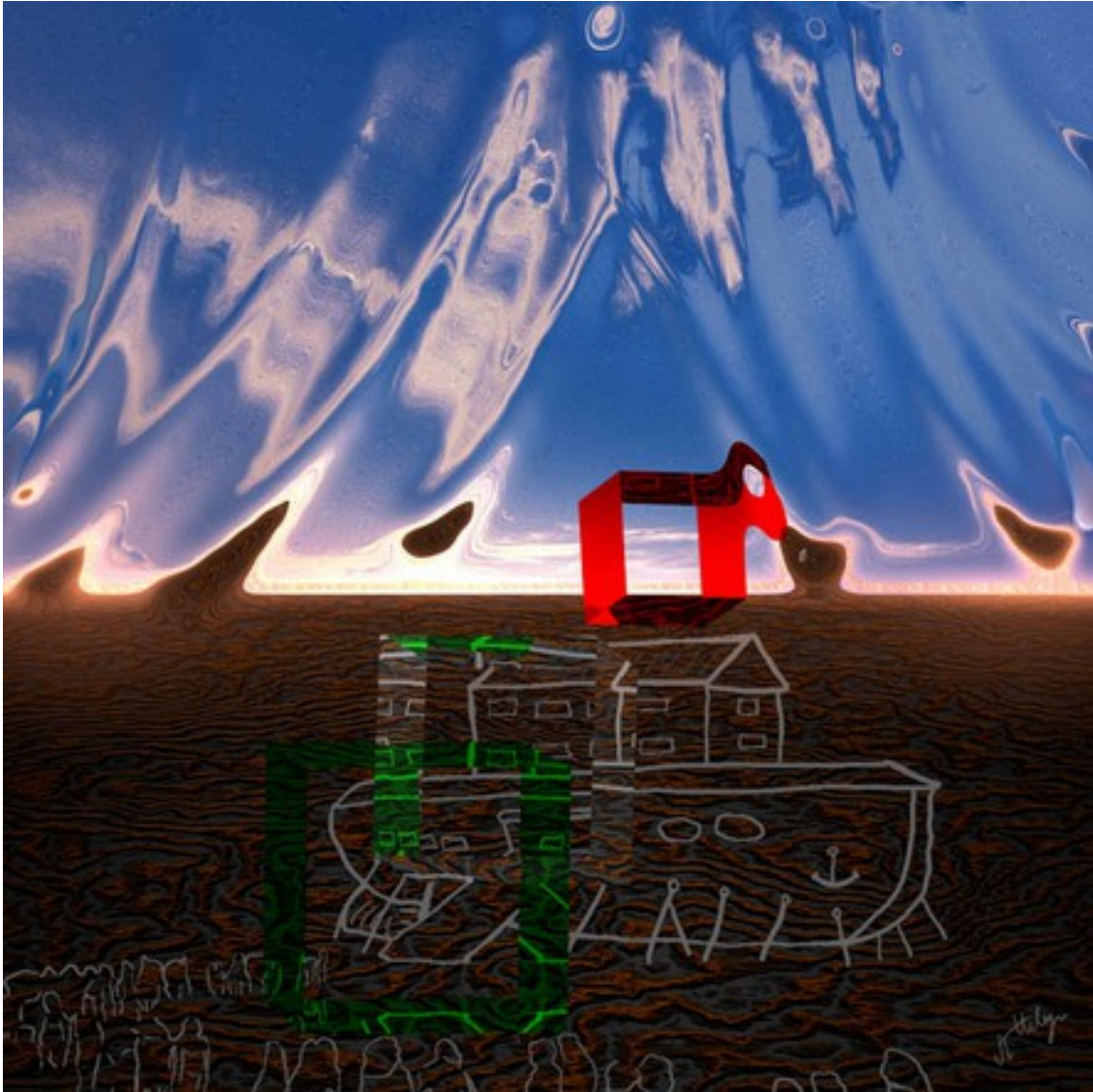
Des analyses récentes faites notamment dans les sédiments lacustres montrent que ce cycle a été récemment fortement perturbé par l'Homme qui a plus que doublé la quantité d'azote annuellement ajoutée à la biosphère, essentiellement à partir de la fin du 19^{ème} siècle, avec une forte augmentation dans les années 1960 à 2010, principalement dans l'hémisphère Nord. L'Homme utilise principalement l'azote dans l'agriculture en tant qu'engrais, mais son usage excessif entraîne, comme pour les phosphates, de graves problèmes tels que l'eutrophisation.

Références :

<http://fertilisation-edu.fr/cycles-bio-geo-chimiques/le-cycle-du-phosphore-p.html>

<http://www.alloprof.qc.ca/BV/Pages/s1336.aspx>





Les Frontières de la Terre : Les Aérosols

Contexte scientifique

Longtemps considérée comme marginale, la répercussion des aérosols sur le climat est depuis plusieurs années l'objet d'une grande attention de la part des scientifiques, car on se rend compte que l'amplitude de son effet est considérable.

Nature des aérosols

Les aérosols sont des particules solides ou liquides, de différente nature, ayant une taille comprise entre 0,1 et 10 μm (1 μm = 1 millième de millimètre), qui sont en suspension dans l'atmosphère terrestre. Les aérosols peuvent être d'origine naturelle ou humaine. Les deux jouent un rôle sur le climat.

Les aérosols naturels

Les principaux aérosols naturels sont les particules de sel de mer, les poussières du sol transportées par le vent, les sulfates naturels, et les aérosols résultant de l'activité volcanique et ceux résultant des feux de forêt d'origine naturelle (carbone noir).

L'abondance naturelle de ces types d'aérosols peut être modifiée par les activités humaines. Par exemple, la déforestation, qui expose de plus grandes surfaces de terre, accroît la quantité de poussières dans l'atmosphère.

Aérosols d'origine humaine

Les principaux aérosols d'origine anthropique sont les sulfates et les nitrates, les aérosols carbonés (particules de carbone noir, suie et carbone organique) et les poussières minérales. Beaucoup sont issus de la combustion des énergies fossiles.

Les sulfates sont des particules d'acide sulfurique, qui se présentent sous forme de gouttes liquides ou partiellement cristallisées. Les nitrates se forment à partir d'acide nitrique et d'ammoniac.

Les carbones organiques sont des mélanges complexes de substances chimiques issues de la combustion des énergies fossiles et des biocarburants.

Les carbones noirs, parmi lesquels la suie et le charbon, sont des substances noirâtres, solides ou goudronneuses, qui sont particulièrement riches en carbone. Ce sont des particules primaires résultant de la combustion incomplète des énergies fossiles et de la biomasse.

Les poussières minérales ont pour principale origine l'agriculture (moissonnage, labourage, accroissement des terres de pâturages), l'industrie (production et transport du ciment) et la modification de la surface des grands plans d'eau (mers d'Aral et Caspienne, lac Owens).

Les aérosols interagissent avec la lumière et les nuages

Effets directs

Les effets directs sont liés aux propriétés optiques des aérosols de diffuser la lumière et/ou de l'absorber.

Beaucoup d'aérosols réfléchissent les rayons du Soleil. Les sulfates par exemple, réfléchissent totalement la lumière du Soleil qu'ils reçoivent. Par suite, ces radiations solaires ne réchauffent pas l'atmosphère et n'atteignent pas la surface terrestre. L'effet de ces aérosols est donc de « refroidir » la planète.

Les aérosols qui absorbent partiellement ou totalement la lumière visible du Soleil réchauffent localement l'atmosphère, mais empêchent également les rayons solaires d'atteindre la surface terrestre.

La majeure partie des aérosols naturels étant non absorbants, leur présence compense souvent une partie du réchauffement dû aux GES (Gaz à Effet de Serre) et aux aérosols qui absorbent les radiations.

Effets indirects

Il y a deux effets indirects attribués à la présence des aérosols. Ils modifient les propriétés microphysiques des nuages, et par suite leurs propriétés optiques, leurs proportions et leur durée de vie. Ces modifications induites par les aérosols dépendent de sa capacité à agir comme noyau de condensation pour les gouttes d'eau ou les cristaux de glace.



Le premier effet indirect cause une augmentation de la concentration de gouttelettes d'eau ou des cristaux de glace pour une quantité d'eau constante à l'intérieur du nuage (plus de petites gouttelettes, moins de grosses gouttelettes). Ces gouttelettes, présentes en plus grande proportion, réfléchissent davantage les rayonnements solaires (modification des propriétés optiques des nuages).

Le second effet indirect, ou effet de durée de vie des nuages ou encore effet d'Albrecht, se traduit par des changements dans la persistance des nuages ou leur hauteur.

Impact des aérosols sur le réchauffement planétaire

Les aérosols ont globalement un impact qui est du même ordre de grandeur que celui dû aux GES. Ils tendent à contrebalancer le réchauffement planétaire résultant de l'augmentation des GES dans l'atmosphère et de la déforestation. Cette atténuation du réchauffement planétaire par les aérosols est estimée à 50%. On peut associer l'effet des aérosols à une augmentation de l'albédo (pouvoir réfléchissant) moyen de la Terre.

Les aérosols ont d'autres impacts sur le climat

Un des effets indirects des aérosols, en conduisant à une augmentation du temps de résidence de l'eau dans les nuages, se traduit globalement par une diminution des précipitations dans les régions dont les concentrations en aérosols sont élevées. Il semble que de façon générale, les nuages contiennent sensiblement la même proportion d'eau, qu'ils soient pollués ou non. Cependant, du fait de la présence des aérosols, la taille des gouttelettes passe en dessous d'une valeur critique de 14 µm qui entrave le processus de précipitation. Il pleut donc moins au-dessous des zones atmosphériques polluées. De façon similaire, les aérosols diminuent la température de cristallisation de l'eau surfondue, réduisent la précipitation des cristaux de glace et diminuent le régime des précipitations solides.

En plus de perturber le climat local, ces baisses de précipitations conduisent à des modifications de la quantité d'eau atmosphérique, de la répartition verticale de l'eau, des transferts de chaleur dans l'atmosphère, et donc à une perturbation du cycle hydrologique terrestre.

L'évaluation de l'impact des aérosols

On a vu ci-dessus que l'évaluation quantitative de l'impact des aérosols est particulièrement complexe, car il est difficile de séparer la contribution des aérosols naturels de celle des aérosols anthropiques. La mesure est également complexe du fait de la difficulté à connaître la distribution de tailles et de formes des aérosols, qui sont souvent des particules composites. Les aérosols ne sont pas non plus distribués uniformément autour du globe. Leur variation géographique autour de la planète, leur répartition en altitude, ainsi que leurs variations temporelles rendent les mesures et les prédictions compliquées. Cependant, ces données sont cruciales pour pouvoir prédire la température planétaire future et optimiser les mesures que les états vont avoir à déployer pour enrayer le réchauffement climatique.

Par ailleurs, les aérosols ont également une courte durée de vie contrairement à la plupart des GES. Leur effet peut donc facilement être éliminé, alors que la plupart des GES s'accumulent dans l'atmosphère. Ces paramètres doivent également être pris en compte pour maximiser l'efficacité des mesures d'atténuation du réchauffement planétaire.

Références

- GIEC, four assessment report, the physical basis, chp. 2 (2007).



- Ramanathan V., Crutzen P. J., Kiehl, J. T. Et Rosenfeld D. Aerosols, climate and the hydrological cycle, *Science* 294 (2001) 2119-2124.
- Charlson R. J., Schwartz S. E., Hales J. M., Cess R. D., Coakley Jr. J. A., Hansen J. E. et D. J. Hofmann Climate forcing by atmospheric aerosols, *Science* 255 (1992) 423-430.
- Shine K. P. et de F. Forster P.M. The effect of human activity on radiative forcing of climate change: a review of recent developments, *Global and Planetary Change* **20** (1999) 205-225.

<http://planeteviable.org>





Les Frontières de la Terre : La Déforestation

Contexte scientifique

Jusqu'à récemment, la population forestière de la Terre était estimée à 400 milliards d'arbres. Une nouvelle estimation vient augmenter cette évaluation à 3 milles milliards d'arbres ...

Le rôle des forêts

Les forêts, sont des formations végétales indispensables à la vie sur Terre qui couvrent environ 30,6% de la superficie terrestre mondiale (FAO : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, 2015).

En 2015, 93 % de la superficie des forêts du monde est formée de forêts naturelles (forêts primaires et forêts secondaires qui se sont régénérées naturellement). La forêt plantée représente 7 % de la superficie forestière mondiale. Elle a augmenté de plus de 110 millions d'hectares depuis 1990.

Les forêts sont des sources de nourriture, de refuge, de combustibles, de vêtements et médicaments pour de nombreuses populations. Ainsi, selon la FAO, 60 millions de peuples indigènes dépendent presque entièrement des forêts ; 300 millions de personnes vivent dans ou aux alentours des forêts et plus de 1,6 milliard de personnes dépendent à divers degrés des forêts pour vivre !

De plus, les forêts abritent de nombreux "points chauds" de biodiversité et jouent un rôle prépondérant dans la fixation du CO₂ que nous émettons massivement et qui perturbe dangereusement notre climat : 40% du carbone terrestre est stocké dans la végétation et les sols des forêts.

Au final, les forêts apportent des services cruciaux pour la vie sur Terre. Or, la déforestation, qui existe depuis des dizaines de milliers d'années, est devenue massive.

La déforestation s'est accélérée puis ralentie

Il y a 4 siècles, 66 % des terres étaient recouvertes de forêts, aujourd'hui, seulement un tiers.

Alors qu'en 1990 les forêts couvraient environ 4,128 milliards d'hectares ou 31,6 % de la superficie mondiale des terres, en 2015 elles ne couvraient plus que 3,999 milliards d'hectares ou 30,6 pour cent des terres, selon le rapport 2015 de la FAO.

Selon le World Resources Institute, 80% de la couverture forestière mondiale originelle à été abattue ou dégradée, essentiellement au cours des 30 dernières années.

De 1990 à 2000, plus de 14,2 millions d'hectares de forêts ont disparu chaque année avec des conséquences quasi irréversibles à notre échelle. Cette tendance s'est alourdie puisque de 2000 à 2012, 23 millions d'hectares de forêts ont été détruits.

Au total, quelque 129 millions d'hectares de forêts - une superficie presque équivalente en taille à l'Afrique du Sud - ont été perdus depuis 1990, selon l'étude exhaustive de la FAO intitulée Evaluation des ressources forestières mondiales 2015.

Le taux annuel net de pertes de forêts s'est ralenti passant de 0,18 % dans les années 1990 à 0,08 % au cours de la période 2010-2015.

Bien sûr, ces pertes sont en partie compensées par le reboisement. Malheureusement le déclin s'accélère et la reforestation ne peut compenser, dans un temps court, les pertes d'espèces (dont la valeur peut être inestimable), qui vivaient dans les forêts défrichées. De plus, le reboisement volontaire masque trop souvent la plantation d'espèces qui ne sont pas adaptées à leur milieu ou qui ne favorisent pas une biodiversité riche (à cause d'une monoculture).

La déforestation touche toutes les forêts tropicales, en particulier en Amazonie, en Afrique équatoriale et en Asie du Sud-Est (Indonésie).

En 2014, le déboisement continuait à un rythme alarmant puisque 13 millions d'hectares de forêts étaient détruits chaque année dans le monde. Cependant, si la déforestation se poursuit, son rythme diminue, notamment au Brésil, au Chili, en Chine, au Cap Vert, au Costa Rica, aux Philippines, en République de Corée, en Turquie, en Uruguay et au Viet-Nam.

Les causes de la déforestation

L'expansion agricole

L'expansion agricole est la principale cause de déboisement dans le monde : les plantations de palmiers à huile, le développement des cultures pour nourrir les animaux d'élevage, l'exploitation minière de métaux et de minéraux précieux constituent des causes majeures de déboisement.



Ainsi, au Brésil, les forêts primaires sont détruites pour cultiver le soja qui alimente notre bétail et la canne à sucre pour produire du bioéthanol, tandis qu'en Indonésie, elles sont rasées pour l'huile de palme qui inonde déjà les produits de nos supermarchés et pourrait bientôt alimenter nos voitures.

L'extraction des combustibles fossiles

L'extraction du pétrole et du gaz affecte également les milieux forestiers, endommagés par les forages et la pose de pipelines, sans parler des fuites régulières de pétrole ou l'exploitation des sables bitumineux...

Les conséquences de la déforestation

La perte de biodiversité

Les forêts hébergent plus de 80 pour cent de la biodiversité terrestre et représentent l'un des derniers refuges pour de très nombreuses espèces animales et végétales. C'est pourquoi, la déforestation est une catastrophe aussi bien pour l'Homme que pour les autres espèces puisque on estime que 27 000 espèces animales et végétales disparaissent chaque année à cause d'elle. Cette perte de biodiversité, qui peut être irréversible, coupe l'humanité de services et ressources inestimables. En effet, les systèmes alimentaires sont fortement dépendants de la biodiversité et une proportion considérable de médicaments est directement ou indirectement d'origine biologique.

Ainsi, les forêts tropicales fournissent une panoplie de plantes médicinales servant aux soins de santé. 80% des habitants des pays en développement dépendent des médicaments traditionnels: 50% d'entre eux proviennent de la forêt. Et plus d'un quart des médicaments modernes sont tirés des plantes forestières tropicales !

L'aggravation des maladies

Contrairement aux idées reçues, les forêts réduisent les maladies infectieuses. Les forêts tropicales non perturbées peuvent exercer un effet modérateur sur les maladies provoquées par les insectes et les animaux. Autrement dit, "le déboisement des forêts primaires reste l'une des causes principales de l'apparition de nouveaux agents infectieux et de leur circulation épidémique dans les populations humaines", souligne l'IRD (Institut de Recherche pour le Développement).

40 % de la population mondiale vit dans des régions infestées par le paludisme. Or, dans les zones fortement déboisées, le risque de contracter cette maladie est 300 fois plus élevé que dans les zones de forêt intacte !

72 % des maladies infectieuses émergentes transmises par les animaux à l'homme sont propagées par des animaux sauvages par rapport aux animaux domestiques. Les zones déboisées augmentent le contact entre la faune sauvage et l'homme et influencent la transmission d'agents pathogènes.

L'aggravation des catastrophes naturelles

Les forêts sont indispensables à la structure et la qualité des sols. En effet, le couvert forestier protège de la dégradation des terres et la désertification en stabilisant les sols, en réduisant l'érosion hydrique et éolienne et en maintenant le cycle des nutriments dans les sols.

Un sol dénudé n'apporte plus la protection nécessaire contre les pluies violentes qui vont donc favoriser les glissements de terrain et les inondations dans les vallées.

Ce phénomène s'illustre particulièrement à Haïti où plus de 90 % des arbres y ont été abattus, essentiellement pour faire du charbon de bois. Il n'y a rien pour retenir l'eau dans les localités situées



au niveau de la mer, qui subissent alors des coulées de boue meurtrières.

Les forêts de mangroves jouent un rôle de barrière contre les tsunamis, les cyclones et les ouragans.

La diminution de la ressource en eau

Les forêts aident à reconstituer les nappes phréatiques si cruciales pour l'eau potable. Ainsi, les trois quarts de l'eau accessible proviennent de bassins versants forestiers. Ainsi, les deux tiers des grandes villes des pays en développement dépendent des forêts pour leur approvisionnement en eau potable. Les forêts, en filtrant et en retenant l'eau, protègent les bassins versants qui fournissent de l'eau douce purifiée aux rivières.

La déforestation entraîne l'érosion du sol et l'envasement des cours d'eau, ce qui réduit l'accès à l'eau potable ; à la fois en qualité et en quantité.

Le changement climatique

La déforestation participe fortement aux émissions de gaz à effet de serre, responsable du réchauffement climatique en cours. Ainsi, 17 % des émissions mondiales de dioxyde de carbone, résultent de la déforestation et des changements apportés à l'occupation des sols : c'est le troisième poste émetteur après l'approvisionnement énergétique et l'industrie. 70 % de ces émissions proviennent du Brésil et 80 % de l'Indonésie.

Gaz à effet de serre : puits et source de carbone

Des quantités considérables de carbone ont été libérées en raison de la déforestation opérée depuis des siècles aux latitudes moyennes et élevées, et dans la dernière partie du XX^e siècle dans les régions tropicales.

En 2005, les forêts couvraient 30% de la surface terrestre et renfermaient plus de la moitié du carbone accumulé par les écosystèmes terrestres, soit plus de mille milliards de tonnes de carbone.

Toutes les forêts sont des réservoirs de carbone : elles retiennent le carbone à la fois dans la biomasse vivante et morte, dans les matières organiques en décomposition et dans les sols.

Ce sont les processus de photosynthèse, de respiration, de transpiration, de décomposition et de combustion qui entretiennent la circulation naturelle du carbone entre la forêt et l'atmosphère. Ce mode de fonctionnement dynamique des écosystèmes forestiers leur permet de recycler le carbone. Ils jouent donc un rôle important dans le cycle mondial du carbone : lorsque le stock de carbone augmente, le flux net de l'atmosphère vers l'écosystème forestier est positif et on parle alors de puits de carbone ; dans l'autre sens, on parle de source de carbone.

Sur la période 2001-2014, les émissions mondiales provenant de la déforestation ont diminué de 3,9 à 2,9 gigatonnes (Gt) de dioxyde de carbone (CO₂) par an. Toutefois, malgré la réduction mondiale des émissions de carbone des forêts du fait du recul de la déforestation, les émissions provenant de la dégradation des forêts ont considérablement augmenté entre 1990 et 2015, passant de 0,4 à 1,0 Gt de CO₂ par an.

L'absorption de carbone par les forêts contribue à contrebalancer, mais pas entièrement, les émissions mondiales en raison de la conversion des forêts à d'autres types d'utilisation des terres.

La moitié du puits de carbone forestier est liée à la croissance des forêts plantées. Ainsi, les forêts d'Europe et d'Amérique du Nord ont fonctionné comme des puits nets de carbone entre 1990 et 2014, car elles absorbaient plus de carbone qu'elles n'en rejetaient.

Les pays développés continuent de représenter la majeure partie du puits de carbone mondial, avec une part de 60 pour cent (2011-2015). Cette part a toutefois reculé puisqu'elle était de 65 pour cent en



2001-2010, régression due principalement à la diminution de la création de nouvelles forêts plantées. Les pays en développement représentent quant à eux les 40 % restants du puits de carbone mondial.

Enfin, les experts du GIEC s'accordent sur un diagnostic inquiétant des impacts à venir du réchauffement climatique : à partir de + 2°C, les écosystèmes terrestres risquent de relâcher plus de gaz à effet de serre dans l'atmosphère qu'ils n'en stockeront. A ce titre, la forêt amazonienne présente déjà des signes de fatigue.

Références :

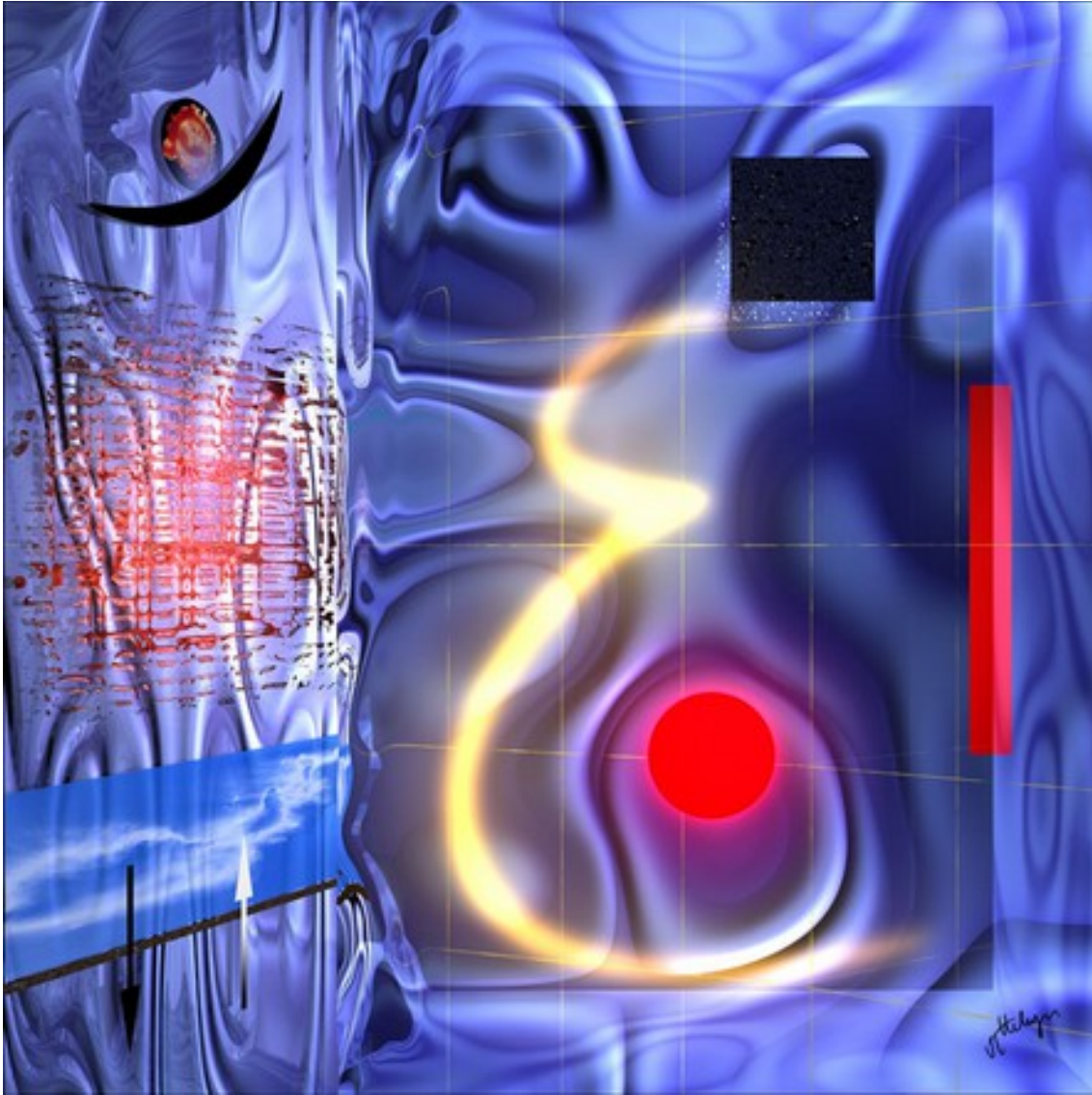
<http://www.lefigaro.fr/sciences/2015/09/02/01008-20150902ARTFIG00309-il-y-a-plus-de-3000-milliards-d-arbres-dans-le-monde.php>

<http://www.notre-planete.info/environnement/deforestation.php>

<http://www.fao.org/forest-resources-assessment/fr/>

<http://www.ird.fr/>





Les Frontières de la Terre : L'Eau Douce

Contexte scientifique

L'eau, H₂O

Qu'elle soit inerte ou vivante, d'origine naturelle ou artificielle, la matière est faite de l'assemblage plus ou moins régulier et plus ou moins dense de toutes petites particules de matière que l'on appelle des atomes. Ces atomes peuvent aussi s'associer en nombre limité. Ils forment alors une entité que l'on appelle une molécule, une molécule étant un ensemble fini et stable d'atomes arrangés selon une géométrie particulière. Les plus petites sont constituées de deux atomes, telles les molécules d'hydrogène constituées de deux atomes d'hydrogène et notées H₂ (H pour atome d'hydrogène) et les molécules d'oxygène notées O₂ (O pour atome d'oxygène).

L'eau est un corps dont l'unité de base est une molécule : la molécule d'eau. La molécule d'eau est formée d'un atome d'oxygène relié à deux atomes d'hydrogène. On la note H₂O (H pour atome d'hydrogène et O pour atome d'oxygène).

L'eau douce dans le monde

Sur Terre, 97,5% de l'eau est salée et contenue dans les océans. Seule 2,5% est de l'eau douce, soit environ 35,2 millions de km³.

Sur cette quantité d'eau :

- 68,7% se trouve dans les glaciers ;
- 30,1% dans les nappes phréatiques ;
- 0,8% dans le permafrost ;
- 0,4% en surface et dans l'**atmosphère**.

Au final, moins de 1% de l'eau sur Terre est de l'eau douce et **liquide**.

Exploitation de l'eau

L'eau est exploitée quotidiennement pour répondre aux besoins vitaux : alimentation, production de biens et de services, culture, agriculture, habitat... Hélas, aujourd'hui la surexploitation de cette ressource menace un fragile équilibre à l'échelle de la planète. Bien que 70 % de la surface du globe soit couverte par les océans, seulement 3% de l'eau est douce. De plus, près de 90% de cette eau douce se trouve stockée dans les glaces des pôles.

Sachant que les cours d'eau ne représentent aujourd'hui que 0,001% environ du volume total d'eau douce, l'homme ne peut accéder facilement qu'à 0,3% de cet "or bleu" indispensable à sa survie.

D'ici à 2025, les deux tiers de la population du globe souffriront d'une pénurie d'eau.

A l'échelle mondiale, l'eau douce est répartie de façon très inégale. 23 pays s'accaparent aujourd'hui les deux tiers des ressources mondiales tandis que 26 autres, qui comptent 250 millions d'habitants, souffrent de pénuries graves.

L'Empreinte eau

L'Empreinte eau est un indicateur essentiel pour mesurer l'impact des activités humaines sur l'eau, qu'elles soient domestiques, industrielles ou agricoles. L'empreinte eau se définit comme le volume total d'eau douce utilisé pour produire les biens et services consommés par l'individu, le territoire, l'entreprise, ou la filière.

Cet indicateur se base sur trois critères essentiels :

- Empreinte eau bleue : consommation des eaux de surface et des eaux souterraines,
- Empreinte eau verte : consommation des eaux de pluie, par évaporation dans les cultures agricoles notamment.
- Empreinte eau grise : volume d'eau douce requis pour diluer les polluants.
- En France, la culture la plus impactante pour nos eaux de surfaces et nos eaux souterraines s'avère être le maïs : il représente à lui seul 50% de l'empreinte eau bleue agricole.

Les régions Midi-Pyrénées et Aquitaine sont d'ailleurs les deux régions françaises qui possèdent la plus forte empreinte eau bleue en raison des besoins en irrigation de la filière maïsicole.

Pollution de l'eau douce

Réceptacle final de toutes les pollutions, les eaux de surface sont largement contaminées par des pesticides, solvants, hydrocarbures, détergents, métaux et plastifiants. Du coup, la fourniture en eau potable focalise toutes les inquiétudes. Il n'est pas rare de retrouver des traces de polluants chimiques, que ce soit dans l'eau du robinet ou les eaux de boisson en bouteille.



Les analyses réalisées sur des organismes sauvages révèlent d'ailleurs souvent l'ampleur et l'étendue de la contamination de l'environnement par ces produits chimiques omniprésents, même à l'état de traces ou de résidus. En France, plus de la moitié des rivières et nappes phréatiques sont polluées.

Références :

http://www.wwf.fr/nos_priorites/reduire_l_empreinte_ecologique/gerer_durablement_l_eau_douce/

<http://www.futura-sciences.com/planete/questions-reponses/eau-y-t-il-eau-douce-monde-805/>

<http://www.cieau.com/tout-sur-l-eau/les-proprietes-de-l-eau>





Les Frontières de la Terre : Les Biodiversités

Contexte scientifique

La biodiversité : définition

Le terme "biodiversité" vient de la contraction de l'expression anglaise "biological diversity", c'est à dire "diversité biologique". L'expression biodiversity a été inventé par Walter G. Rosen en 1985. Auparavant, on parlait de "diversité du vivant".

La biodiversité c'est la "variabilité des organismes vivants de toute origine y compris, entre autres, les écosystèmes terrestres, marins et autres écosystèmes aquatiques et les complexes écologiques dont ils font partie ; cela comprend la diversité au sein des espèces et entre espèces ainsi que celle des écosystèmes."

La biodiversité s'évalue suivant trois niveaux de diversité biologique.

La diversité écologique (ou diversité des écosystèmes). Les écosystèmes sont différents en fonction du support de vie (biotope), façonné par la situation géographique, le paysage, le relief, le climat...

La diversité spécifique (ou diversité des espèces). Dans un même écosystème, on trouve des espèces vivantes très différentes.

La diversité génétique (ou diversité des gènes). Le patrimoine génétique des animaux différencie les individus au sein d'une même espèce.

Les richesses encore méconnues de la biodiversité

La biodiversité est partout, aussi bien sur terre que dans l'eau. Elle comprend tous les organismes, depuis les bactéries microscopiques jusqu'aux animaux et aux plantes plus complexes. La biodiversité dite négligée (invertébrés marins et terrestres, plantes, champignons) représente pourtant 95% de la biodiversité !

Des indicateurs tels que le nombre d'espèces dans une zone donnée peuvent permettre le suivi de certains aspects de la biodiversité.

Les scientifiques considèrent que le nombre d'espèces vivantes sur Terre pourrait atteindre 1000 milliards ! Or, nous n'en avons répertoriés que 1,8 million... Actuellement, environ 16 000 nouvelles espèces sont décrites chaque année ; à ce rythme, il faudrait plus de 60 millions d'années aux scientifiques pour achever l'inventaire... Autant dire que nos connaissances demeurent plus que limitées. Dans les océans par exemple, seulement 250 000 espèces ont été décrites. Les 3/4 des espèces vivant dans les profondeurs de la Méditerranée sont encore inconnues

La biodiversité ordinaire et la biodiversité symbolique

Trop souvent, la biodiversité n'est considérée qu'à travers certains êtres vivants emblématiques comme les ours polaires, les baleines, les pandas géants, les tigres, les éléphants... Elle est qualifiée de biodiversité symbolique ou remarquable. Même si ces espèces animales ne doivent pas disparaître, il ne faut pas oublier les autres espèces, moins attendrissantes mais qui ont également un rôle essentiel dans leurs écosystèmes. Dans ce dernier cas, on parle de biodiversité "ordinaire" voire négligée.

Les oiseaux apparaissent comme de bons indicateurs de l'état de la biodiversité du fait de leur position élevée dans les chaînes alimentaires. Cette biodiversité ordinaire, nous la côtoyons souvent, dans nos jardins, bosquets, dans des espaces laissés en friche. L'aménagement de ces espaces par souci d'esthétisme dégrade très fortement la biodiversité ordinaire qui y vit. Or, la ville, monde minéral ne laisse que peu de place à cette biodiversité ordinaire pourtant essentielle.

Les bienfaits de la biodiversité

La biodiversité offre de nombreux bienfaits fondamentaux aux humains, qui vont au-delà de la simple fourniture de matières premières (pour l'habitat et l'habillement).

La biodiversité soutient quantité de processus et de services des écosystèmes naturels, tels que la qualité de l'air, la régulation climatique, la purification de l'eau, la lutte contre les parasites et les maladies, la pollinisation et la prévention des érosions. Le bien-être et la survie des humains sont difficilement concevables sans une biodiversité florissante. Les systèmes alimentaires sont fortement dépendants de la biodiversité et une proportion considérable de médicaments est directement ou non d'origine biologique. Des pans entiers de nos économies dépendent également de la biodiversité. C'est pourquoi, la perte de biodiversité a des effets néfastes sur plusieurs aspects du bien-être humain, tels que la sécurité alimentaire, la vulnérabilité face aux catastrophes naturelles, la sécurité énergétique et l'accès à l'eau propre et aux matières premières. Elle touche également la santé, les relations sociales et la liberté de choix.



Les atteintes à la biodiversité

Sur l'ensemble de la planète, 60 % des milieux naturels ont été dégradés au cours des 50 dernières années. La destruction et la fragmentation des milieux naturels liées, en particulier, à l'urbanisation croissante, au développement des infrastructures de transport ou à la surexploitation des ressources affectent tout particulièrement la biodiversité.

Disparition des habitats (forêts, récifs coralliens,...), surexploitation du vivant (chasse et surpêche), pollutions industrielles et agricoles, extension des villes et des infrastructures de transport, dégradation et destruction des paysages, introduction d'espèces invasives, changements climatiques, conversion en terres agricoles, désertification..., les causes de la disparition du vivant sont nombreuses et l'ampleur de la crise de la biodiversité est désormais avérée.

Presque tous les écosystèmes sur Terre ont été transformés de façon considérable suite aux activités humaines et des écosystèmes continuent à être modifiés par l'agriculture et d'autres fins. En effet, depuis la Révolution industrielle, l'humanité exploite les ressources naturelles comme si elles étaient infinies, ce qui n'est pas le cas.

C'est pourquoi, en quelques décennies, les altérations et les destructions causées par l'homme aux écosystèmes naturels - en particulier la déforestation des forêts primaires, les forêts tropicales, les zones humides, les mangroves, les lacs, les rivières, les mers et les océans - ont augmenté de manière inquiétante. Ainsi, depuis seulement l'an 2000, les forêts primaires ont perdu 6 millions d'hectares par an. Près de 20% des récifs coralliens ont été détruits, du fait, notamment de la pollution et de la surpêche.

La biodiversité en ville

Les espaces urbains minéralisés et stériles détruisent presque toute vie végétale et empêchent la libre circulation des espèces. C'est pourquoi, l'aménagement de la ville doit être entièrement revu et pensé pour qu'il intègre la nature sans compromettre les corridors biologiques indispensables à la survie de certaines espèces.

C'est un véritable défi, trop peu considéré, car la ville a généralement tout supprimé : terres agricoles sans produits chimiques, vergers, ruisseaux, prairies, forêts... et donc les terriers, nids, habitats... Enfin, les axes de transport et de communication fragmentent les espaces en coupant les forêts, les plaines, ce qui se traduit par l'incapacité pour certaines espèces de se reproduire et de chasser. La multiplication des axes routiers est, à ce titre, une véritable catastrophe comme en témoigne la disparition des 3/4 des lapins de Garenne en France : ils étaient 13 millions en 1975 et seulement 3 millions en 2000.

Une extinction de masse

Depuis les années 1980, les scientifiques constatent que la perte de biodiversité et les changements dans l'environnement qui y sont liés sont plus rapides qu'à aucune période de l'histoire de l'humanité. De nombreuses populations animales et végétales sont en déclin, que ce soit en termes de nombre d'individus, d'étendue géographique, ou les deux. La disparition d'espèces fait partie du cours naturel de l'histoire de la Terre. Cependant, l'activité humaine a accéléré le rythme d'extinction, qui est au moins 100 à 200 fois supérieur au rythme naturel d'extinction, un rythme qui ne cesse d'augmenter, certains biologistes renommés comme E.O. Wilson parlent de 1000 fois !

L'extinction actuelle, provoquée par les activités humaines, est comparable à une crise biologique majeure puisque d'ici à 2050, on considère que 25 à 50 % des espèces auront disparu.

La Liste rouge des espèces menacées

La Liste rouge de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) est reconnue comme



l'outil le plus fiable au niveau mondial pour évaluer le risque d'extinction des espèces. Fondée sur une solide base scientifique, elle met en lumière l'urgence et l'étendue des problèmes de conservation de la biodiversité dans le monde grâce à des critères précis.

Établie conformément aux critères de référence de l'UICN, la Liste rouge vise à dresser un bilan objectif du degré de menace pesant sur les espèces à l'échelle du territoire national. Il s'agit de réunir les meilleures informations disponibles sur le risque de disparition sur un territoire des espèces végétales et animales qui s'y reproduisent en milieu naturel ou qui y sont régulièrement présentes. Le but essentiel de la Liste rouge consiste à mobiliser l'attention du public et des responsables politiques sur l'urgence et l'étendue des problèmes de conservation, ainsi qu'à inciter la communauté internationale à agir en vue de limiter le taux d'extinction des espèces.

La liste rouge française

Depuis 2007, le Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN) et l'UICN réalisent la Liste rouge des espèces menacées en France, en collaboration avec de nombreuses organisations. L'objectif est de dresser le bilan de la situation des espèces végétales et animales à l'échelle du territoire national, en métropole et en outre-mer.

La France s'est engagée, dans le cadre de la Convention sur la diversité biologique, à stopper l'érosion de la biodiversité sur son territoire. Dans ce contexte, la Liste rouge a été retenue comme un indicateur de référence pour suivre l'évolution du degré de menace pesant sur les espèces. Elle permet de mesurer l'ampleur des enjeux, les progrès accomplis et les défis à relever pour la France.

Une Agence française de la biodiversité

C'est l'une des mesures phares de la Loi pour la reconquête de la biodiversité, la création d'une Agence française de la biodiversité pour le 1^{er} janvier 2017.

Ce nouvel organisme sera chargé de missions de préservation, de gestion et de restauration de la biodiversité, et devra également permettre le développement des connaissances dans ces domaines.

Références :

<http://www.notre-planete.info/environnement/biodiversite/biodiversite.php>

<https://www.franceinter.fr/emissions/la-une-de-la-science/la-une-de-la-science-09-septembre-2016>





Les Frontières de la Terre : La Pollution Chimique

Contexte scientifique

La pollution chimique est une pollution engendrée par des substances chimiques normalement absentes, ou présentes dans l'environnement dans des concentrations naturelles (beaucoup) plus faibles. La pollution chimique est engendrée par des rejets de produits chimiques à la fois d'origine industrielle et domestique. Elles peuvent résulter notamment de l'utilisation de pesticides, de détergents ou encore de métaux lourds.

Les détergents

Un détergent est un composé chimique, généralement issu du pétrole, doté de propriétés tensioactives, ce qui le rend capable d'enlever les salissures. Toutefois ces derniers ne sont pas sans conséquences. Les plus nocifs sont les détergents anioniques qu'on retrouve dans certaines lessives.

Les phosphates constituent un des ingrédients les plus utilisés et les plus abondants dans les détergents domestiques et industriels. Ils ont pour fonction de réduire la dureté de l'eau afin de permettre un nettoyage efficace par les détergents

Les pesticides

Le terme "pesticides" est une appellation générique couvrant toutes les substances ou produits qui éliminent les organismes considérés comme nuisibles, qu'ils soient utilisés dans le secteur agricole ou dans d'autres applications.

Ce sont des poisons destinés à tuer les herbes (herbicides), les insectes (insecticides), à lutter contre les maladies (fongicides), ou à se débarrasser de divers animaux jugés nuisibles (souricides, ...). Les pesticides se retrouvent partout : dans nos aliments, dans l'eau des rivières et dans l'eau souterraine, dans l'air, dans les sols, dans la biomasse vivante et morte, dans le sang et le lait maternel... Ils représentent par conséquent un danger pour l'homme mais aussi pour l'environnement.

Situation en France

La France est le troisième consommateur mondial de pesticides (à plus de 90% pour l'agriculture) et le premier utilisateur en Europe en volume total (34% des consommations de l'Europe des 15). Ainsi un rapport de l'INRA (Institut National de la Recherche Agronomique), évoque l'utilisation par la France de près de 100 000 tonnes par an de pesticides (dont 54,3% de fongicides et 32,2% d'herbicides). On note toutefois de grosses disparités régionales dans l'utilisation des pesticides en fonction de la dominance des types de cultures dans la région. Du fait de leur surface importante ou de leur sensibilité particulière à un ou plusieurs bio-agresseurs, certaines cultures accumulent une forte proportion des pesticides utilisés. Ainsi, 80% des traitements sont réalisés sur 4 cultures : céréales (40%), vigne (20%), maïs (10%) et colza (9%). Ces cultures ne représentent que 40 % de la Surface Agricole Utile mais concentrent 80% des pesticides consommés chaque année.

Impacts écologiques

Les pesticides sont susceptibles d'affecter tous les compartiments de l'écosystème (sol, eau, air) et d'affecter un grand panel d'espèces : les oiseaux (canards, pigeons, buses variables, perdrix), les mammifères (sanglier, chevreuil, renard, lapin, blaireau, loutre), les insectes (abeilles...). Les populations les plus directement exposées sont la faune (macro- et micro-faune) et les micro-organismes de l'écosystème touché par les pesticides.

Les métaux lourds

Les métaux lourds sont des métaux dont le numéro atomique est supérieur à 20. Les métaux lourds sont présents dans tous les compartiments de l'environnement, mais en général en quantités très faibles. On dit que les métaux sont présents « en traces ». On assimile souvent métaux lourds à métaux toxiques, mais ce n'est pas toujours le cas : des éléments comme le cuivre, le zinc, le cobalt sont des métaux lourds indispensables au métabolisme de certains organismes. La toxicité des métaux lourds a conduit les pouvoirs publics à réglementer les émissions en fixant des teneurs limites. Cette réglementation n'est cependant d'aucun secours pour déterminer sans ambiguïté une liste de métaux à surveiller car la liste varie selon les milieux considérés : émissions atmosphériques, rejets dans l'eau, règles sur l'épandage des boues ou la mise en décharge... Les métaux lourds les plus toxiques sont le mercure, le plomb, le cadmium, le titane et le chrome.

Mercure

Le mercure est un métal très réactif au milieu dans lequel il se trouve (température, composition chimique...). Il peut se lier dans l'organisme aux molécules constituant la cellule vivante (acides nucléiques, protéines...) modifiant leur structure ou inhibant leurs activités biologiques. Le mercure est un polluant majeur pour l'atmosphère et le milieu aquatique.



Cadmium

Le cadmium est très peu répandu dans la nature et est habituellement associé au zinc. Il provient des mines de zinc et de plomb, des raffineries de pétroles, des cimenteries, de la métallurgie. Le cadmium provient également des engrais phosphatés, des insecticides, des solvants, des corps gras et des parfumeries. Les impacts du cadmium sont variables : troubles osseux (par action sur le métabolisme du calcium), troubles de la reproduction, perturbations respiratoires par action sur les branchies, changement de la composition sanguine, accumulation dans le système rénal...

Plomb

Le plomb provient essentiellement de l'atmosphère : fumées d'échappement, fonderies, incinérations... Le plomb entraîne des effets divers tels que l'altération au niveau cellulaire (altération des membranes), le blocage de la reproduction, des troubles de l'appareil respiratoire (altération des branchies et des cellules sanguines), des modifications du métabolisme des glucides, des effets sur le système nerveux (saturnisme) et une modification du développement embryonnaire. La température représente un facteur aggravant de la contamination par le plomb.

Références :

<http://www.conservation-nature.fr/article2.php?id=104>





Les Frontières de la Terre : La Couche d'Ozone

Contexte scientifique

Gaz de couleur bleu, à la fois très toxique et à forte odeur, l'ozone porte le symbole chimique O_3 . Il est donc formé à partir de trois atomes d'oxygène.

La formation de l'ozone relève d'un processus naturel facile à comprendre. Lors de la photosynthèse, les végétaux rejettent du dioxygène O_2 dans l'atmosphère. Une fois en contact avec les rayons UV, celui-ci se décompose en deux atomes d'oxygène. L'un de ces atomes se colle ensuite à une molécule de dioxygène pour former l'ozone O_3 . Ce gaz se trouve dans l'atmosphère, mais sa plus forte concentration (90%) est surtout localisée au niveau de la stratosphère, une couche se trouvant entre 15 et 35 km du sol. Appelée couche d'ozone, cette zone assure la protection de notre planète contre les effets négatifs des rayons solaires. En l'absence de cette couche, aucune vie ne serait possible sur notre planète à cause de l'agressivité des rayons solaires.



La couche d'ozone en voie de disparition

La couche d'ozone est en train de devenir de plus en plus mince. Cet amincissement a été mis à jour dans les années 1970 lors d'une enquête menée au niveau de la stratosphère au-dessus de l'Antarctique. En 1994, la chute excessive de l'ozone est évaluée à 70%. L'inquiétude a atteint son comble lorsqu'en septembre 1998, les scientifiques ont pu mesurer le trou béant de la couche d'ozone au niveau de la stratosphère. Au niveau de l'Antarctique, ce trou atteint une superficie de 27,3 millions km².

Heureusement, sa formation est périodique, il apparaît aux environs de la mi-août, avant de se résorber vers le mois de décembre.

Les coupables ne sont pas difficiles à découvrir. Il s'agit principalement des CFC ou Chlorofluorocarbones, du gaz carbonique, du brome ainsi que d'autres éléments chimiques dérivés du Chlore. Ceux-ci se trouvent généralement dans les produits d'usage quotidien comme les solvants, les aérosols, les climatiseurs ainsi que les fluides utilisés en réfrigération. L'homme est donc le premier responsable de la destruction permanente de la couche d'ozone. Mais que se passerait-il si cette couche venait à disparaître ? En son absence, aucun filtre ne nous protégerait plus des rayons solaires. Les UV entraîneraient ainsi des brûlures, des infections, voire même des cancers.

La disparition de la couche d'ozone contribue au réchauffement de la planète, tout comme les gaz à effet de serre.

Le trou de la couche d'ozone se résorbe ?

Plus de vingt ans après le protocole de Montréal (signé le 16 septembre 1987 par 24 pays), force est de constater la réussite de la mobilisation : le trou de la couche d'ozone a cessé son accroissement spectaculaire vers 1995.

Malheureusement, on n'observe aucune reconstitution flagrante de la couche d'ozone. La taille du trou semble jouer au yo-yo. Après avoir beaucoup augmenté dans les années 1980, il s'est stabilisé vers 1995. En 2002, on criait victoire devant une spectaculaire diminution de sa superficie. Mais un an plus tard, sa surface atteignait à nouveau les valeurs de la fin des années 90, soit autour des 25 millions de km². En 2006, on battait même le record historique, avec une superficie de 29,5 millions de km².

Selon l'Organisation Météorologique Mondiale ces "*fluctuations aussi marquées sont dues aux variations interannuelles des conditions météorologiques régnant dans la stratosphère et non à la quantité totale de substances destructrices d'ozone dans cette couche de l'atmosphère.*" (OMM, 2004)

Plusieurs raisons expliquent que l'on n'observe pas un rétablissement plus rapide :

- le temps de présence des CFC dans l'atmosphère est très long (les substances les plus destructrices ont une durée de vie de 100 ans...);
- certains industriels utilisent toujours illégalement des CFC ;
- l'accroissement des émissions de gaz à effet de serre semblent retarder le rétablissement de la couche d'ozone.

Selon le dernier rapport international d'évaluation de l'état de la couche d'ozone de l'OMM, l'ozone devrait retrouver son niveau des années 1980 autour de 2045-60 au pôle Sud, et probablement une ou deux décennies plus tôt au pôle Nord.

Si nous n'avions rien fait...



On se serait ainsi dirigé vers une destruction quasi-totale de protection apportée par la couche d'ozone vers 2060.

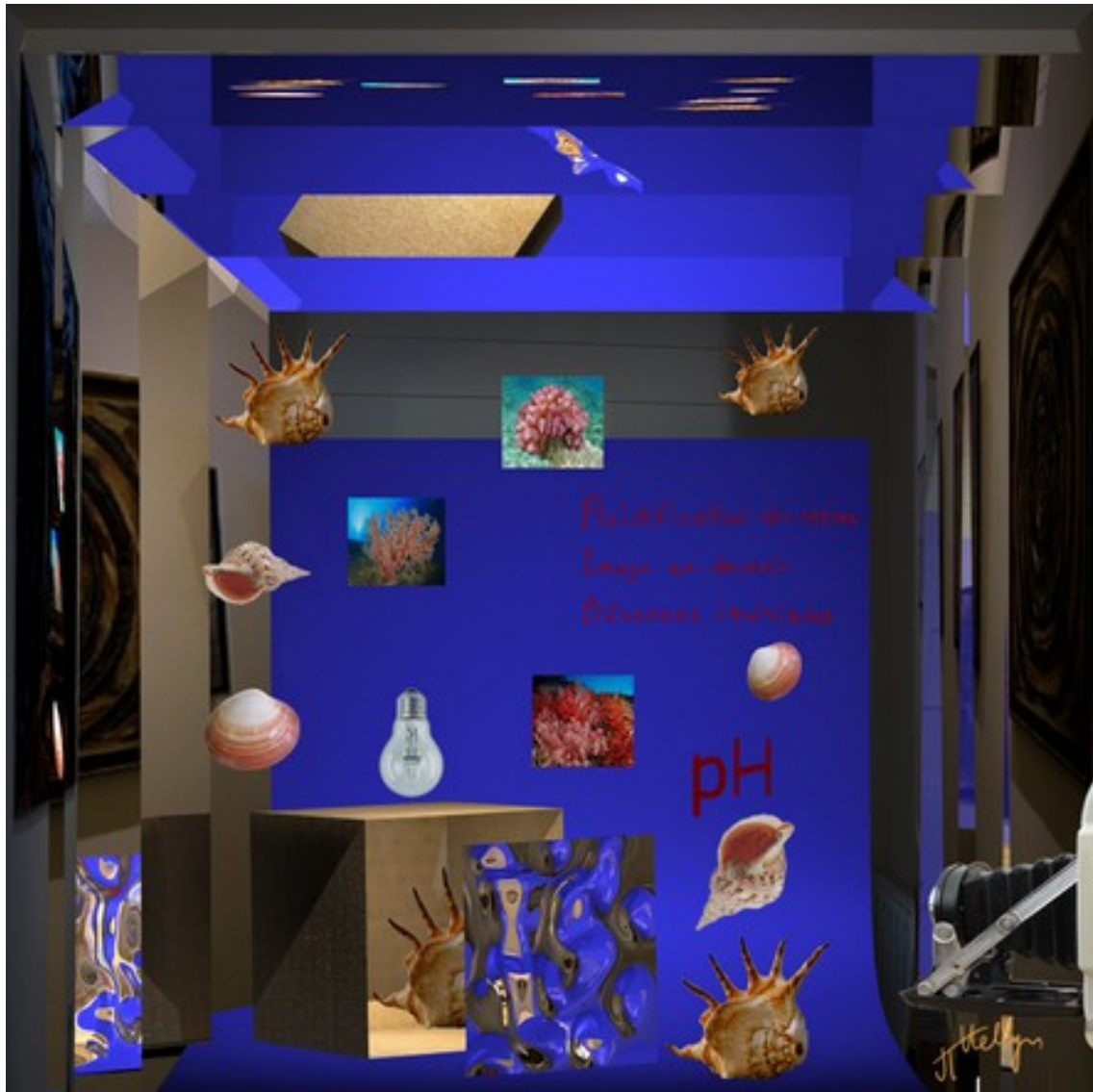
Références :

<https://www.vivez-nature.com/agriculture-biologique/couche-d-ozone.html>

<https://www.les-crises.fr/le-trou-de-la-couche-d-ozone-2/>

http://www.wmo.int/pages/prog/arep/gaw/ozone_2010/ozone_asst_report.html





Les Frontières de la Terre : L'Acidification des Océans

Contexte scientifique

L'acidification des océans est devenue en quelques années l'un des problèmes majeurs auxquels nos océans font face. Malheureusement, le problème de l'acidification est invisible à l'œil nu, et les effets ne se ressentent pas autant que la hausse des températures ou l'élévation du niveau des mers. Entre un quart et un tiers du CO_2 lié aux activités humaines est absorbé par les océans chaque année, soit huit milliards de tonnes. En volume, cela équivaut à plus d'un milliard de piscines olympiques et donc à environ 1 tonne de CO_2 par personne.

Cette absorption massive a permis de réduire les changements climatiques mais elle entraîne également un bouleversement de la chimie de l'eau de mer. Ce CO_2 se dissout en effet dans l'eau pour former un acide, appelé acide carbonique. Avec l'augmentation des concentrations de CO_2 dans l'atmosphère, des



quantités toujours plus importantes de ce gaz sont dissoutes dans les océans.

L'acide carbonique ainsi absorbé modifie alors l'équilibre chimique de l'eau de mer en rendant son pH (Potentiel Hydrogène, qui mesure la concentration en protons H^+ = l'acidité), moins basique. Ce processus est appelé « acidification des océans ». L'azote d'origine agricole, provenant des engrais et des lisiers, ainsi que le soufre des énergies fossiles contribuent également au phénomène d'acidification.

L'augmentation des niveaux de CO_2 dans les océans n'aboutira jamais à obtenir une eau de mer "acide".

Mais des variations en apparence minimes sur l'échelle de pH provoquent des changements brutaux. Ainsi une diminution de 0,1 du pH représente une augmentation de 30 % de l'acidité (comme l'échelle de Richter, l'échelle des pH est logarithmique), ce qui suffit à créer des impacts dévastateurs sur de nombreuses espèces marines.

Ainsi, un pH plus acide réduit la disponibilité des ions carbonates dans l'eau nécessaires à la construction et à la conservation des coquillages et des squelettes. Il devient alors plus difficile pour les micro-organismes contenus dans le plancton, par exemple, de construire leurs coquilles. Or ces micro-organismes sont à la base de la chaîne alimentaire de centaines d'espèces, on connaît encore mal les impacts que cela pourrait avoir sur l'équilibre fragile des réseaux d'alimentation marine. Les coraux profonds sont eux aussi touchés par ce phénomène et se développent beaucoup plus lentement. Le plus alarmant, c'est que ces changements dus à l'acidification sont irrévocables : on ne peut prélever le CO_2 une fois qu'il est absorbé par les océans. Si nous n'agissons pas rapidement, il faudra des dizaines de milliers d'années pour que l'océan retrouve son pH d'origine. Si les émissions de CO_2 continuent d'augmenter au même rythme, les projections montrent qu'il pourrait y avoir une augmentation de l'acidité de 120 % d'ici à 2060. **La seule solution, c'est donc d'émettre moins de CO_2 .**

Références :

<http://www.greenpeace.org/france/fr/campagnes/energie-et-climat/problemes/>



Informations techniques

L'exposition comprend neuf tableaux, décrits comme suit :

- **Support** : Tirage numérique sur papier métallique monté dans un DIASEC (plaque d'aluminium collé au dos du tirage et une plaque de plexiglas sur la face avant du tirage, le tout rigidifié par un châssis rentrant). Prêt à accrocher.
- **Technique** : Art digital
- **Format** : 120 x 120 cm.
- **Poids** : 7 kg/par tableau
- **Date de création** : 2016

Dimensions de l'exposition : 9 panneaux de 1,2 m de large espacés de 50 cm au minimum, totalisent environ 16 ml (mètre linéaire). Les œuvres sont accrochées directement au mur ou sur des grilles d'exposition munies d'un éclairage pour chacune d'elles. Les grilles et l'éclairage sont fournis par l'organisateur. Il convient d'ajouter les deux panneaux de type Kakemono. Le premier présente l'exposition. Le deuxième conclut celle-ci par une brève biographie des auteurs.



L'auteur

Jean-Luc Atteleyn

Artiste plasticien, vit et travaille en Aveyron (12). Il réalise des tableaux d'art numérique et expose régulièrement dans les salons d'art contemporain. E-mail : jl.atteleyn@gmail.com Site : <http://www.jean-luc-atteleyn.fr>

"Photographe professionnel, Jean-Luc Atteleyn a d'abord suivi des études en électronique. Ses travaux combinent la photographie industrielle et les savoir-faire des nouvelles technologies relatives au traitement des images 2D-3D.

Il convoque, en un même lieu, des objets étrangers qui ne devaient pourtant jamais se rencontrer, soulignant des liens et des rapports insoupçonnables entre eux. Il crée ainsi des univers vivement colorés, où les distorsions et les collages fusionnent les formes, exaltent les couleurs vives et entraînent le regardeur dans un tourbillon joyeux. Ses mondes improbables, symboliques et poétiques, suscitent l'envie d'en déchiffrer la logique sous-jacente, les codes cachés et les harmonies latentes".

(d'après Salon Mac2000 Paris - 2016).

Expositions et prix :

2016 - du 24 au 27 novembre - exposition au salon d'art contemporain MACParis, 75017.

2015 - du 26 au 29 novembre - exposition au salon d'art contemporain MACParis, 75017.

2013 - du 15 août au 30 septembre, exposition personnelle au château de Saint-Izaire (12)

2013- du 1^{er} au 8 juillet au Centre Culturel Bazades, à Toulouse (31).

2013 - du 28 mai au 23 juin - exposition personnelle à l'Espace EDF Bazacles - Galerie de l'Oeil, Toulouse (31)

2013 - L'œuvre « Approche Globale » est utilisée pour illustrer la couverture du livre « Le Travail en Evolution » - Dossiers des Sciences de l'Éducation n°30/2013 - Presse Universitaire du Mirail.

2012 : du 20 octobre au 20 novembre - exposition personnelle entreprise AXON', en Champagne Ardenne (51). Création d'une œuvre pour l'inauguration de leur nouvelle usine intitulée « Secrets de la Croissance ».

2012 : du 27 juin au 30 septembre - exposition personnelle aux haras nationaux de Rodez (12)

2012 : du 19 au 25 mars - exposition personnelle dans le cadre de la Semaine nationale de l'Industrie (12) et création d'une œuvre avec le public (WIP, work in progress) : « Apports en Industrie »

2011 : 18 novembre - exposition personnelle chez STS à Decazeville (12)

2011 : Exposition au 33^{ème} salon d'automne Bondy Arts International à Bondy (93), où il reçoit le 1^{er} **prix de photographie.**

2011 : du 8 octobre au 3 novembre - exposition personnelle à la galerie De Toutes les Couleurs - Saint-Clar (32).

2011 : du 20 au 24 Juin, exposition chez Dialectica, agence de communication à Paris (75).

2011 : du 14 au 30 Juin, exposition dans le cadre du festival Ravensare à Toulouse (31)

...

