

ÉCONOMIE CIRCULAIRE ET INNOVATION

Ce document contient la transcription textuelle d'une vidéo du MOOC UVED «Économie circulaire et innovation». Ce n'est donc pas un cours écrit au sens propre du terme ; le choix des mots, l'articulation des idées et l'absence de chapitrage sont propres aux interventions orales des auteurs.

Les limites du système Terre - Partie 1 : Changement climatique et biodiversité

Dominique Bourg

Professeur – Université de Lausanne

Nous allons aborder maintenant la thématique des limites planétaires. Qu'entend-on par limites planétaires ? Ce sont les limites que nous devrions ne pas dépasser pour éviter un changement d'état du système terre, ce qui ne serait pas tout à fait, c'est le moins qu'on puisse dire, à notre avantage. En d'autres termes, ces limites planétaires, nous en allons dénombrer neuf, ce sont les neuf indicateurs qui nous permettent de comprendre depuis quand et puis comment à l'avenir nous basculerons dans ce qu'on appelle l'Anthropocène. En d'autres termes, l'Anthropocène c'est l'ère géologique qui aurait commencé avec ce qu'on appelle la grande accélération durant les années 50 du siècle dernier, du vingtième siècle, cette grande accélération, c'est-à-dire l'explosion de nos activités économiques, l'explosion de la démographie humaine ont fini par exercer un effet massif sur le système Terre. C'est précisément cet effet massif que l'on mesure avec ces limites planétaires.

Les deux articles qui sont à la source, l'un s'affiche, le dernier, le premier c'était celui de Johan Rockström qui portait justement le nom de limite planétaire, Planetary Boundaries. Cet article qui a été publié en 2009, vous en trouverez la référence en bibliographie, a été revu et corrigé, toujours Rockström dans l'équipe, mais cette fois-ci conduite par Will Steffen qui était dans la publication précédente, cette nouvelle publication a eu lieu en janvier 2015. On verra que là où nous avons, en 2009, franchi trois limites, force est de constater que depuis 2015 nous en avons franchi une de plus.

Ces limites nous font quitter ce qu'on appelle l'Holocène, c'est la période qui aura duré 11 700 ans, qui nous sépare de la fin du précédent âge glaciaire et qui aurait été caractérisée par une relative stabilité des conditions sur Terre et qui aura aménagé les conditions très propices à l'épanouissement de l'agriculture et partant des grandes civilisations. Les deux premières

de ces limites, qui je le rappelle ont été franchies, je dirai qu'à elle seule, une seule de ces limites nous fait changer, nous fait basculer, rentrer dans un autre état du système Terre. On bascule dans un autre état du système Terre parce qu'on exerce une influence massive sur ledit système, mais évidemment le système en question va réagir. On entreverra quelques-unes des réactions, on ne les connaît pas toutes, en dénombrant ces différentes limites. Les deux premières limites, celle concernant le changement climatique, celle concernant la biodiversité, même déjà l'érosion des populations, nous les avons déjà franchies et à elles seules, elles nous font basculer dans un état irrémédiablement différent par rapport à celui plus paisible et plus favorable de nos activités que nous avons connu. On va commencer par le climat.

Je vais les prendre assez larges c'est-à-dire que parfois je vais ajouter des choses que vous ne trouverez pas dans les papiers de Rockström ou de Steffen, mais l'idée est de vous donner vraiment les connaissances fondamentales dans le domaine. On va commencer par la première des limites, celle qui concerne le changement climatique et celle qui découle du changement de la composition chimique de l'atmosphère dû à nos émissions de gaz à effet de serre. Je vous rappelle les connaissances fondamentales qui datent du dix-neuvième, un petit peu au-delà du milieu avec Tyndall en 1866, on stabilise nos connaissances sur les principaux gaz à effet de serre, leurs effets. On peut montrer expérimentalement par exemple en quoi le CO₂ piège le rayonnement infrarouge que la Terre restitue à partir de son réchauffement solaire.

Ces connaissances sont assez anciennes, depuis le début des années 70. On a fait un effort de modélisation. Au début, il y avait deux modèles au début des années 70. Il y en a maintenant une cinquantaine qui nous permet de modéliser, de mieux comprendre et d'essayer de discerner les tendances en cours. Je vous rappelle les quatre effets majeurs et directs de ce qu'on appelle le changement climatique, une élévation moyenne de la température. Nous avons déjà connu depuis les années 70 du siècle dernier pratiquement une hausse d'un degré. On peut redouter une hausse de 4 à 6 degrés. On peut espérer aussi que les résultats de la COP 21 nous rapprocheront de l'objectif, les deux, voire un et demi-degré, qu'elle nous permettra de nous éloigner le moins possible des 2 degrés. Encore une fois ici, on est sur une moyenne. Par exemple, durant les époques géologiques précédentes, quand on passe d'un interglaciaire à une ère glaciaire ou vice versa, la température moyenne monte d'un degré pour mille ans. Là, nous serons peut-être à 2, 3, 4 degrés en un siècle. Ça change tout.

Pour avoir une petite idée de l'effet de cette élévation des températures, pensez à la température du corps. C'est un peu une sorte d'analogie. Donc montée générale des températures moyennes, montée du niveau des mers, ensuite modification du régime des pluies et puis quatrième conséquence directe, des événements extrêmes dont les plus extrêmes sont plus nombreux. Si on se fie aux indicateurs donnés par les grands réassureurs mondiaux, Swiss Re, Munich Re, il y aurait désormais trois fois plus d'événements extrêmes qu'il y a une trentaine ou une quarantaine d'années. Ce sont les effets directs du climat.

Maintenant ce qu'il faut bien comprendre, c'est comme je vous l'ai dit tout à l'heure, le changement climatique fait basculer l'ensemble du système. Il faut bien comprendre aussi qu'on est sur une très longue durée, donc 1800 ans, il y aura toujours 65 % du surcroît de gaz

à effet de serre que nous aurons injecté dans l'atmosphère. Compte tenu de l'inertie du système, si par exemple on atteint au cours du siècle prochain une élévation moyenne de la température de 5 degrés, ces 5 degrés, on va probablement les garder pendant plusieurs milliers d'années, probablement 5 000 ans, ensuite avec un lent decrescendo. Il faut 100 000 ans pour qu'un surcroît important de dioxyde de carbone soit absorbé par la biosphère et il n'est pas en totalité absorbé, il reste toujours une sorte de solde au bout du compte.

On est vraiment sûr des changements très importants, des changements qui sont des changements irréversibles. Ce qu'il faut voir aussi en cette matière, même si on a des connaissances générales qui sont stabilisées, en revanche c'est une mécanique tellement complexe, le climat, qu'on n'est pas à l'abri de surprises et parfois de mauvaises surprises. On a pu constater dans la littérature, au début de l'année 2016 que probablement il fallait revoir le rôle des nuages parce que dans les nuages, il y a à la fois des gouttelettes d'eau qui exercent l'effet de serre et des cristaux de glace qui au contraire renvoient l'énergie solaire dans l'espace, mais il semblerait que l'effet gouttelettes soit plus important que l'effet cristaux. Si tel était le cas, il faudrait vraiment revoir tous nos modèles et tout ce qu'on appelle la sensibilité du climat aux émissions que l'on envoie dans l'atmosphère. Voilà pour la première des limites, celle-là nous l'avons excédée. Il aurait fallu pour ne pas l'excéder, ne pas dépasser les 350 ppm d'équivalent carbone, c'est-à-dire 350 molécules de dioxyde de carbone pour un volume d'un million de molécules d'air. On a maintenant sensiblement dépassé les 400 ppm. Ça, c'est encore une fois pour la première des limites que nous avons dépassées, celle qui concerne le changement climatique.

La deuxième limite que nous avons dépassée concerne la biodiversité. On va distinguer trois choses en matière de biodiversité. On va distinguer l'érosion des populations sans prendre en compte la diversité génétique. On va distinguer ensuite le rythme d'érosion des espèces et donc aussi partant la diversité génétique. On considérera ensuite les effets en termes de biodiversité fonctionnelle même s'ils sont plus difficiles à comprendre.

On va commencer par l'érosion des populations. Je vous propose de voir ça très rapidement. Vous avez devant vous une carte qui vous indique la richesse halieutique au début du vingtième siècle et regardez maintenant ce qu'il en est au début du vingt et unième siècle. On n'a pas vidé les océans, mais ça n'est pas très, très loin et c'est très symptomatique de ce que nous avons fait. Quand on parle de vivant et de biodiversité, on met de côté le socle bactérien de la vie. On regarde la disparition des espèces plus complexes pluricellulaires. Maintenant je reviens, je laisse tomber la diversité génétique. Je ne considère que l'érosion des populations et l'érosion des populations sauvages. Entre 1970 et 2010, c'est la moitié des mammifères, la moitié des oiseaux, la moitié des poissons, vous l'aviez sur ces transparents, la moitié des amphibiens, la moitié des reptiliens qui ont disparu et comme vous le savez, ce n'est pas beaucoup mieux pour les populations d'insectes. On touche vraiment à un élément essentiel à la vie. Une partie de ces populations sauvages qui ont disparu ont été, entre guillemets, compensées, mais ça n'a rien à voir en termes de diversité génétique par les populations domestiques. On constate une érosion très forte. Évoquons désormais l'érosion de la biodiversité à proprement parler, c'est-à-dire le rythme de disparition des espèces et donc derrière de la richesse génétique. Je vais prendre un critère qui n'est pas exactement celui

mobilisé par les deux articles, ceux de Rockström et ceux de Steffen. Je vais en prendre un autre et je vais prendre l'indicateur qui concerne le nombre d'espèces disparaissant en un siècle sur 10 000. Avant de vous donner ce chiffre, je voudrais rappeler une chose qui est extrêmement importante, quand on parle d'érosion de la biodiversité, on ne prend pas en compte le socle bactérien qui est vraiment la base du vivant. On ne décompte que l'érosion des organismes pluricellulaires plus complexes.

Durant l'histoire de la Terre, les espèces disparaissaient au rythme suivant, deux espèces sur 10 000 par siècle. Suivant les catégories qu'on considère, on est au moins à 100 espèces sur 10 000 par siècle et dans certains cas, on peut même monter à 800 000 disparitions d'espèces par siècle. On est vraiment sur une accélération tout à fait notable du rythme de la biodiversité qui nous renvoie aux grandes extinctions du passé. Nous serions dans une sixième extinction en cours auquel le changement climatique que nous venons de voir va lui aussi contribuer. Là aussi, on est vraiment dans un basculement. Vous vous en souvenez, on est dans le deuxième domaine où nous franchissons une limite.

À ces aspects qu'on vient d'envisager, érosion des populations en général, érosion de la biodiversité et donc réduction de la diversité génétique sous-jacente, on doit aussi ajouter les effets sur la biodiversité fonctionnelle, c'est-à-dire sur les services que nous rendent les écosystèmes et sans lesquels nous et les autres espèces ne pourrions pas vivre sur Terre. Il y a trois catégories essentielles, la première ce sont les services de fournitures, les fibres, le lin, le chanvre, le coton, le bois de chauffe, le bois de construction, les différentes molécules qu'on utilise, les céréales, les légumes, le cheptel, etc. Ça, c'est la première catégorie de services. La seconde, ce sont les services de régulation, régulation du climat à l'échelle locale, régulation des populations pathogènes, régénération de la fertilité des sols, épuration de l'eau, etc. Et troisième catégorie, c'est plutôt ce qui renvoie à la culture, par exemple pour nous les aménités que nous procure la nature dans le cadre du tourisme ou au quotidien, la préservation de telle espèce animale, végétale pour tel ou tel peuple, et puis dessous les très grands services fondamentaux. Or sur ces 24 services, déjà dès 2005 on devait dénombrer 15 qui sont déjà surexploités et les autres en voie de surexploitation.

D'une façon générale on voit bien que tout ce qui touche le vivant, qui est aujourd'hui en train de subir des changements profonds et violents, qui comme avec le climat nous font basculer dans un état du système Terre qui ne nous sera pas favorable et comme pour le climat, les raisons du basculement sont déjà là, les mécanismes sont là, mais les conséquences se déploient toujours avec quelques décennies de retard, mais nous commençons à les voir arriver.