



# OBJECTIFS DE DÉVELOPPEMENT DURABLE

*Ensemble relevons le défi !*

*Ce document contient la transcription textuelle d'une vidéo du MOOC UVED « Objectifs de développement durable ». 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 à l'intervention orale de l'auteur.*

## *L'épuisement des ressources et le dérèglement des grands cycles*

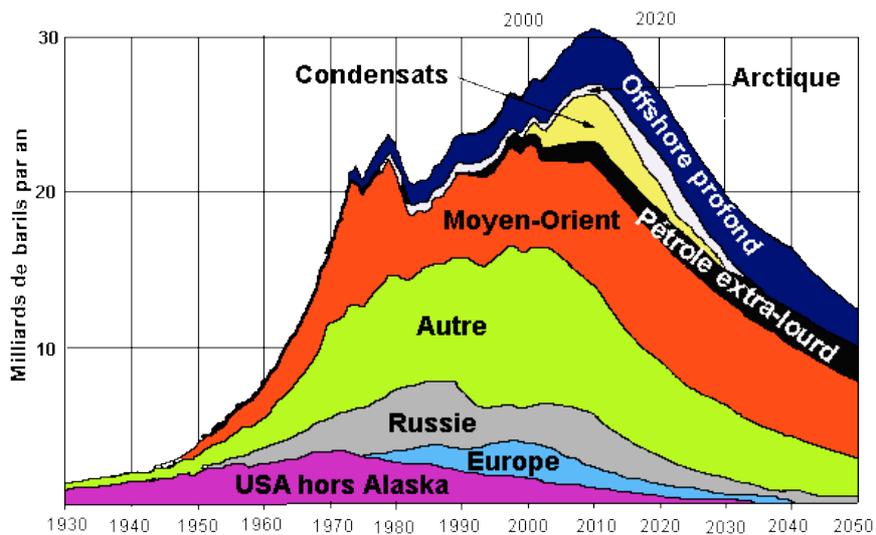
**Nicolas Viovy,**

*Ingénieur au Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA)*

Bonjour à tous, c'est une séquence introductive qui va vous présenter deux problématiques très importantes, qui sont d'une part le problème de l'épuisement des ressources, et d'autre part comment l'utilisation de ces ressources va modifier les grands cycles biogéochimiques terrestres.

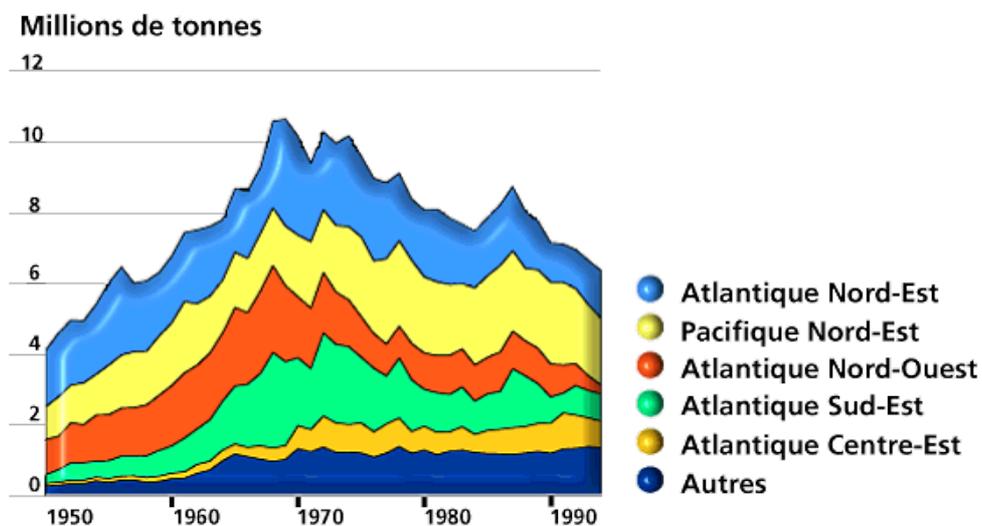
Pour commencer, il faut savoir que la croissance induit l'utilisation de ressources de plus en plus importantes. Évidemment, dans un monde fini, l'utilisation de ces ressources va devenir limitée à un moment donné. Dans l'après-guerre, on a pu penser qu'évidemment les limites de la Terre étaient largement suffisantes, mais on s'est rendu compte depuis quelques décennies que finalement cette limite serait atteinte dans un avenir relativement proche.

Une des ressources très importantes, ce sont les énergies fossiles, le pétrole par exemple. En particulier, des projections ont été faites pour essayer de voir comment cette ressource allait être limitée dans l'avenir. Des projections ont été faites et c'est ce que vous pouvez voir sur la courbe du haut, où on a regardé comment allait évoluer la production de pétrole, et vous voyez une courbe typique en forme de cloche, avec un maximum de production, et puis ensuite un déclin progressif et irrémédiable, lié à l'épuisement de cette ressource.



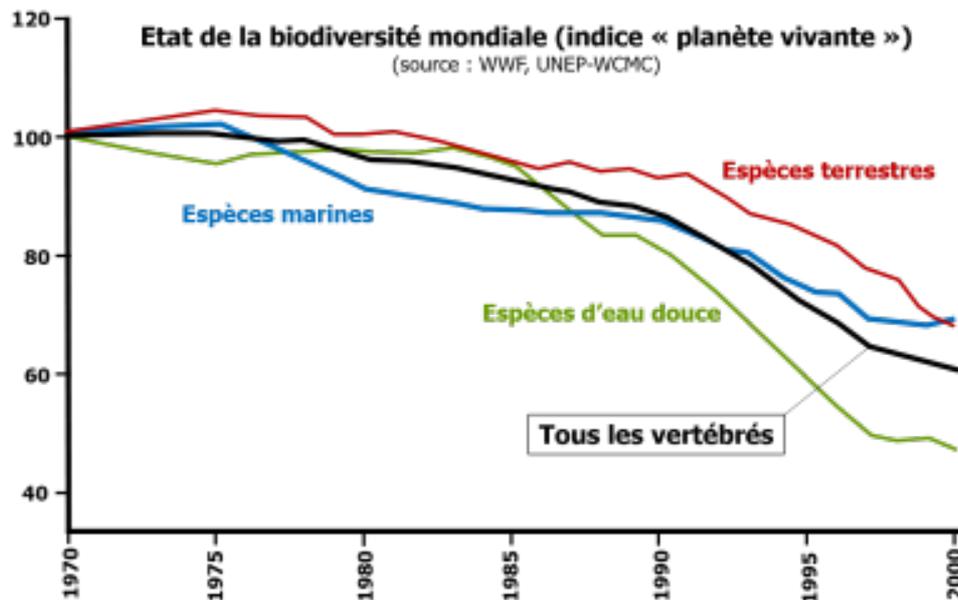
Le pétrole n'est pas la seule ressource "limitante", il y a d'autres ressources, comme par exemple les phosphates. Alors, les phosphates interviennent dans la production d'engrais, et donc dans les rendements agricoles. C'est donc très important pour nourrir la planète. Là aussi des projections ont été faites et montrent qu'a priori on risque d'arriver à une limite des phosphates dans un avenir relativement proche.

Alors, j'ai parlé de ressources non renouvelables, mais le problème se pose aussi pour les ressources renouvelables, dès lors que la vitesse à laquelle on va prélever ces ressources est supérieure à leur capacité de renouvellement. C'est le cas par exemple des ressources halieutiques, c'est-à-dire de la pêche. Là aussi, vous voyez sur la droite une courbe qui montre l'évolution des prélèvements de pêche au cours du temps, et là aussi on retrouve cette courbe caractéristique avec un pic, mais qui, lui, a déjà été atteint dans les années 70, avec maintenant une baisse de la productivité de la pêche.

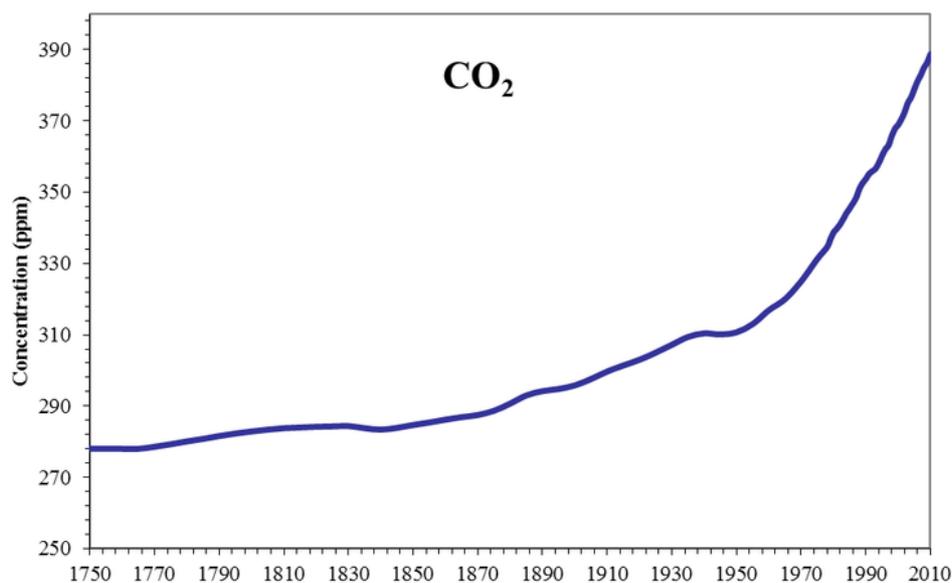


Une autre ressource très importante est la biodiversité. La biodiversité, elle aussi... vous voyez sur cette courbe qu'on a une érosion très importante de la biodiversité, que ce soit pour

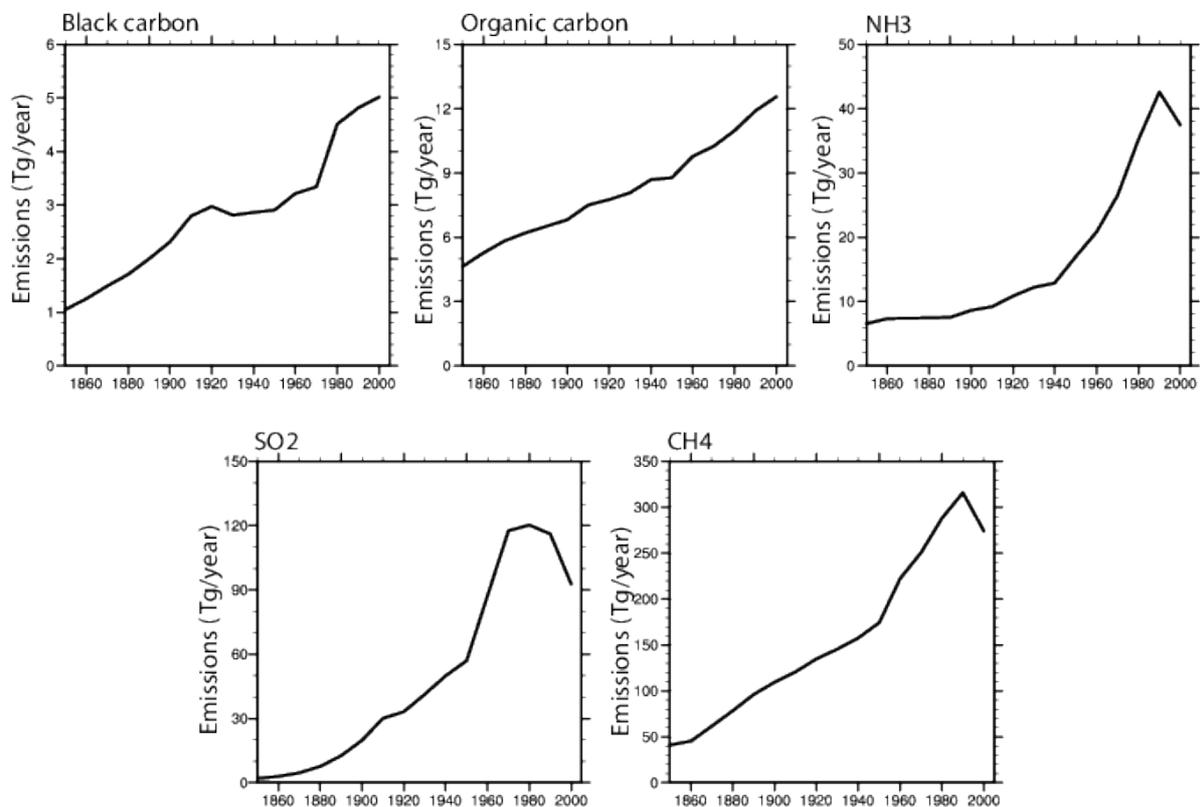
les écosystèmes terrestres ou pour les écosystèmes marins, et qui fait penser d'ailleurs à certains qu'on a atteint ce qu'on appelle la sixième grande extinction, du fait de cette érosion de la biodiversité extrêmement rapide.



L'utilisation de ces ressources va conduire à une perturbation des grands cycles. En particulier, la combustion des énergies fossiles va produire une quantité très importante de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère. Ce CO<sub>2</sub> est un gaz inerte qui va s'accumuler dans l'atmosphère, c'est ce que vous pouvez voir sur la courbe, qui indique l'évolution du CO<sub>2</sub> au cours du temps. Vous voyez qu'on a eu une très forte augmentation depuis l'ère préindustrielle, c'est-à-dire aux environs de 1950, où on était à 280 parties par million, et aujourd'hui on est à plus de 400 parties par million pour le CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère.



Alors, évidemment, il n'y a pas que le CO<sub>2</sub>, il y a d'autres composés qui vont évoluer. C'est le cas par exemple du méthane, de l'oxyde nitreux et d'un certain nombre d'autres composés qui vont également augmenter dans l'atmosphère.



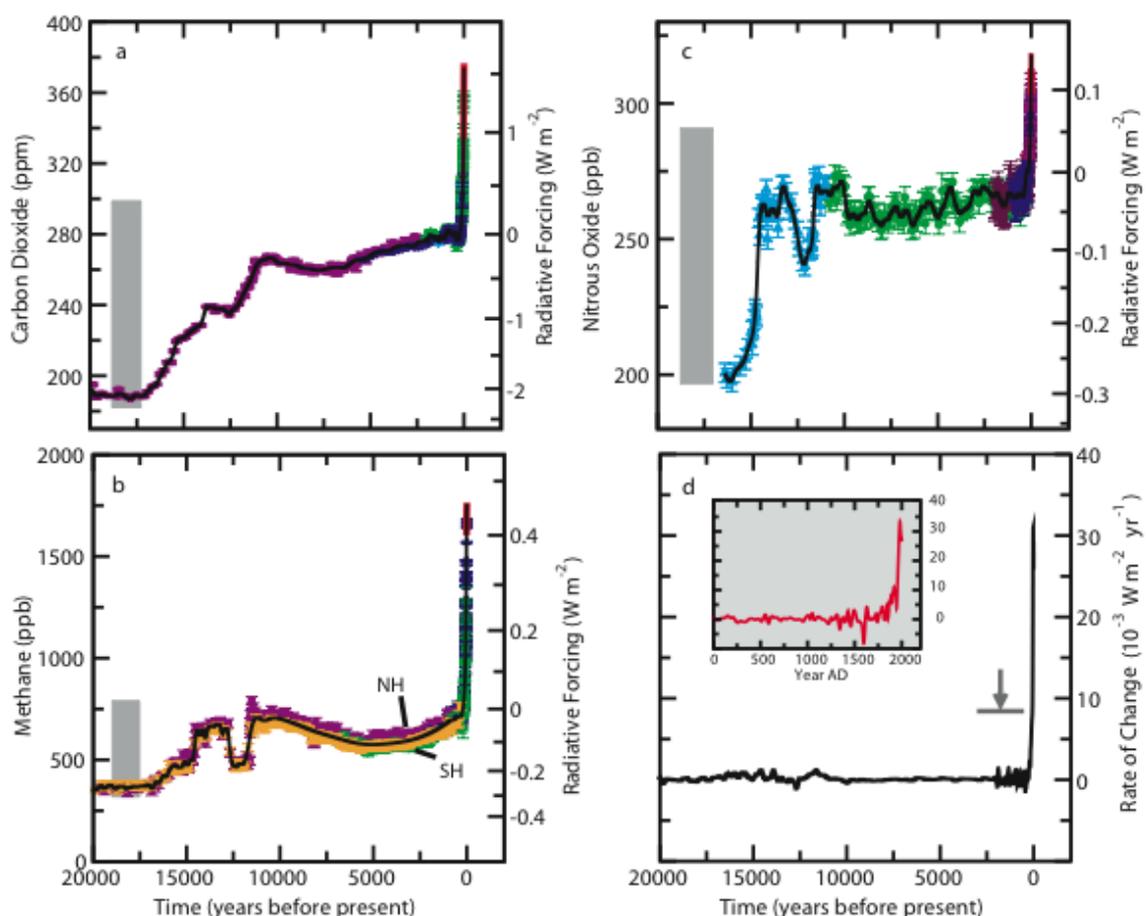
Maintenant, la question qui se pose est : comment faire le lien entre ce qui est émis et ce que l'on retrouve réellement dans l'atmosphère ? Vous pouvez observer sur le graphe qu'il y a deux sources essentielles d'émission de CO<sub>2</sub> : il y a les émissions qui sont liées à la combustion des énergies fossiles et qui ont une augmentation à peu près constante dans le temps, et il y a une autre source importante, qui est l'utilisation des terres, et en particulier la déforestation, qui revient à "relarguer" le carbone qui était stocké dans la biomasse sous forme de CO<sub>2</sub>, et qui va aussi s'accumuler dans l'atmosphère. Mais là vous voyez que c'est quelque chose d'à peu près constant dans le temps, mais ce n'est pas négligeable.

Ensuite, si vous regardez la courbe qui montre l'évolution du CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère, deux choses que l'on peut constater. Tout d'abord qu'on a une évolution qui est extrêmement chaotique. Les émissions, elles, évoluent de façon relativement continue, alors qu'on a quelque chose qui évolue de façon assez chaotique dans l'atmosphère. Mais ce qui est le plus important à voir, c'est que l'évolution dans l'atmosphère est beaucoup plus lente que les émissions elles-mêmes, et en réalité, on ne retrouve à peu près que la moitié de nos émissions dans l'atmosphère. Ça, c'est lié à la chance d'avoir deux gros réservoirs sur Terre de carbone : d'une part la végétation et d'autre part les océans. Ces deux réservoirs stockent une partie du carbone qui est émis, donc, comme je le disais, à peu près la moitié de ce carbone, avec une assez grosse différence, puisque vous voyez qu'au niveau océanique on a quelque chose de

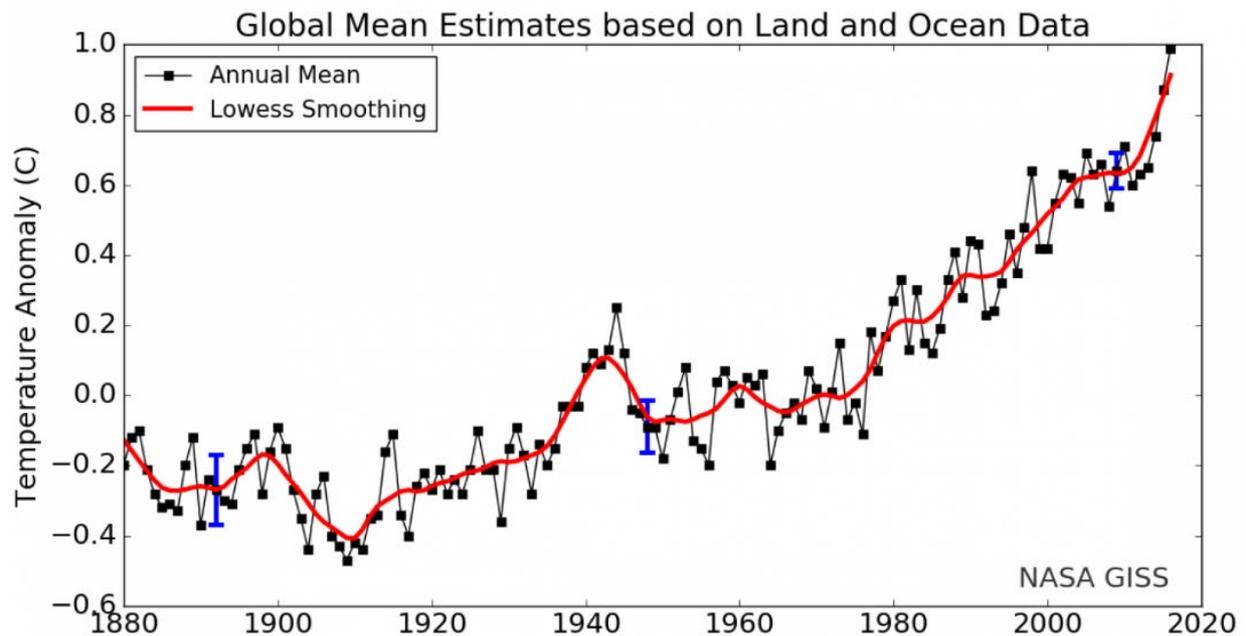
relativement continu, mais au niveau de la végétation, on a quelque chose qui varie énormément d'une année à l'autre, avec des années qui stockent énormément et d'autres qui ne stockent quasiment rien et qui dépendent des conditions climatiques. Ce qui pose un problème, c'est qu'on peut se poser la question de savoir si ce puits biosphérique va se maintenir dans l'avenir avec le changement climatique.

Une autre question qui est très importante, c'est qu'on peut se dire : "Oui mais si on regarde l'histoire du climat de la Terre, on voit qu'il y a des concentrations, en CO<sub>2</sub> en particulier, qui ont énormément évolué au cours du temps". Mais il n'y a pas qu'un problème de quantité, il y a aussi un problème de temporalité, et les courbes qui sont présentées là représentent une évolution de la composition atmosphérique.

Grâce aux bulles d'air qui sont stockées dans les carottes de glace, on est capable de remonter l'histoire de la composition de l'atmosphère sur plusieurs centaines de milliers d'années. Là vous voyez retracée l'évolution de cette atmosphère sur 200 000 ans, et ce que l'on peut voir, c'est en effet le côté extrêmement rapide et immédiat, si on se place à l'échelle géologique, des phénomènes que l'on observe. Ici sont représentés trois gaz importants, qui sont le CO<sub>2</sub>, l'oxyde nitreux et le méthane, et vous voyez donc qu'on a une évolution extrêmement rapide. Et ça, c'est très important, parce que sur des échelles de temps longs, on peut avoir une adaptation du système, alors que sur une échelle beaucoup plus courte, évidemment le système n'a pas le temps de s'adapter.



J'ai présenté ces trois gaz parce qu'ils ont une propriété, c'est que ce sont ce qu'on appelle des gaz à effet de serre, c'est-à-dire qu'ils laissent passer le rayonnement solaire qui réchauffe la surface, mais à l'inverse ils vont piéger le rayonnement infrarouge qui est émis par la surface, et donc ils vont accumuler de l'énergie dans le système, de l'énergie additionnelle, et c'est ce qu'on appelle le forçage radiatif. La dernière figure que vous pouvez voir représente ce forçage radiatif et vous voyez qu'il a énormément augmenté. Ça a donc des conséquences, c'est que ça va modifier la température globale du globe, et vous pouvez voir sur la figure l'évolution depuis l'ère préindustrielle de la température mesurée en moyenne sur le globe, et vous voyez effectivement une augmentation très importante de la température, qui a augmenté de quasiment un degré. Et en plus de ça, cette répartition n'est pas spatialement homogène, avec une augmentation de température beaucoup plus importante sur les continents que sur les océans.



Donc, en conclusion, vous voyez qu'on a d'un côté le problème qui est lié à l'épuisement des ressources, et le fait que ces ressources que l'on utilise vont perturber tout le système, donc les grands cycles biogéochimiques et également le climat lui-même de la Terre, avec en retour des conséquences sur ces cycles eux-mêmes.