



Avenir de la lutte contre le changement climatique

Jean Louis Bobin,

Université Pierre et Marie Curie et Sauvons le Climat



La COP 21 s'inscrit dans le cadre plus général
d'une
gestion de l'« anthropocène »
qui doit être basée sur la science





L'avenir du climat est entre nos mains!

L'« anthropocène » est le nom donné par le chimiste néerlandais Paul Crutzen à la période qui, succédant à l'holocène ou dernier interglaciaire, commence avec les débuts de l'ère industrielle à la fin du XVIIIe siècle. Par la mécanisation, l'électrification, l'informatisation... les rapports de domination entre l'homme et la nature se sont complètement inversés au cours d'une évolution qui s'est accélérée depuis les débuts de l'ère industrielle. Après l'avoir visitée et conquise jusque dans ses moindres recoins, l'espèce humaine domine la planète. Les pays développés assurent confort matériel et déplacements rapides à la majorité de leur population. Les pays en développement aspirent à les rejoindre.

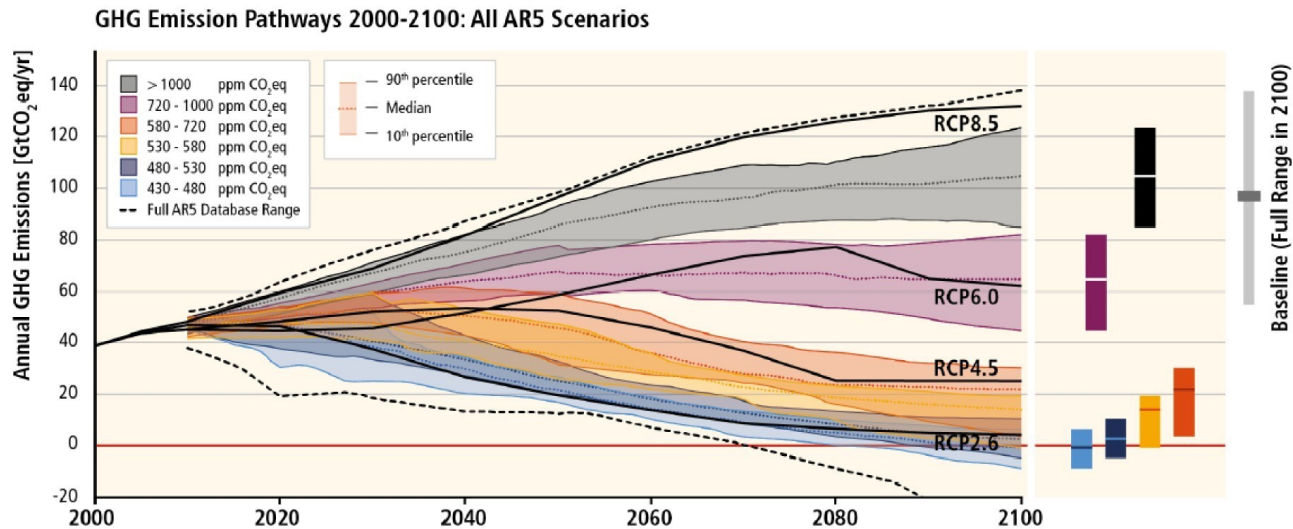
Quelle part de l'anthropocène peut on gérer, et comment ? tel est le défi auquel est confrontée une humanité qui a conquis la planète. **Il y faut de la science plutôt que de l'idéologie!**

La domination de l'humanité sur la nature va jusqu'à influencer le climat. Brûler des combustibles fossiles, charbon, pétrole et gaz, a entraîné pendant deux siècles, une élévation importante de la concentration de gaz à effet de serre. Les teneurs en gaz carbonique, méthane et oxydes d'azote sont largement sorties des plages de variations historiques telles qu'on les connaît depuis environ un million d'années par l'analyse des carottes de glace prélevées dans les calottes polaires. Selon les climatologues, de telles concentrations nous placent sous la menace d'un changement climatique dans le prolongement de la tendance lourde à la hausse des températures observée au siècle dernier.

Dans le cadre général de la convention des Nations Unies sur les changements climatiques, les COP (Conférence Of Parties) sont des grandes manifestations annuelles visant à la signature d'accords signés par les états. Cette démarche s'inscrit bien dans la gestion de l'anthropocène, ce dont les parties prenantes ne sont pas toujours conscientes. D'un point de vue strictement scientifique, il est clair que de tels accords doivent porter sur les moyens à mettre en œuvre pour réguler les flux de carbone associés au système énergétique.



Face cachée des scénarios 1: queue de cheval



Source: GIEC

RCP: « Representative Concentration Pathway » indexé par le forçage radiatif (en W/m^2) obtenu à la fin du siècle. Avec un forçage limité à $2.6 W/m^2$, la température moyenne à la surface de la Terre ne devrait pas augmenter de plus de $2^\circ C$.



La difficulté est de concilier la nécessité de décarboner le système énergétique avec le développement économique en particulier dans les pays émergents.

Les trajectoires d'émissions de l'avenir sont établies à partir de scénarios. Un scénario raconte une histoire qui pourrait advenir.

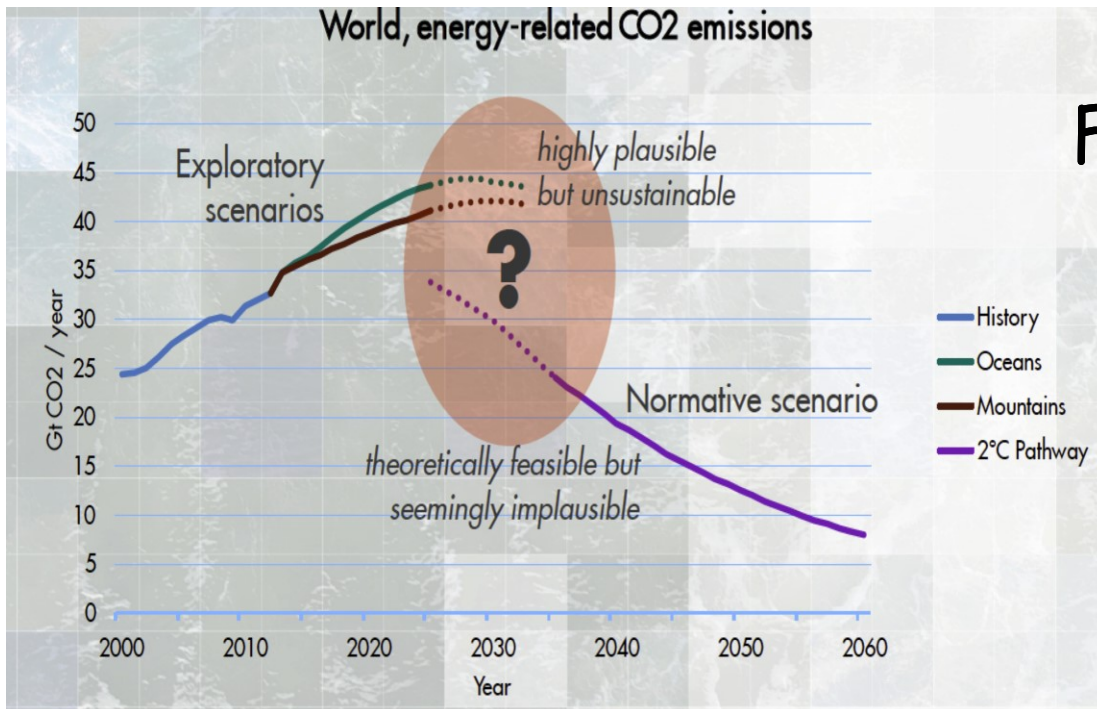
Mais :

L'inertie des systèmes énergétiques détermine partiellement l'avenir proche (25 à 50 ans). Connaître la situation à un instant donné et les tendances à cet instant ne suffisent pas à déterminer l'évolution ultérieure (topologie de la queue de cheval).

La figure montre un bel exemple de queue de cheval. Elle représente les émissions annuelles de gaz à effet de serre (en Gt équivalent CO₂) d'ici 2100 selon différents scénarios. Les trajectoires inscrites dans les différentes bandes de couleurs correspondent aux valeurs des concentrations finales de CO₂ figurant dans le cartouche.

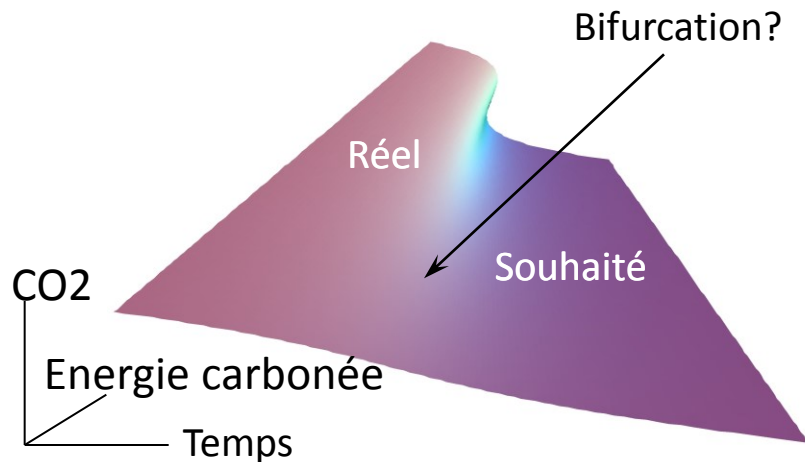
Pour écrire un scénario, il faut se donner la fin de l'histoire. 2 stratégies:

- 1) Pêcher dans la queue de cheval les trajectoires aboutissant au dénouement annoncé.
- 2) Organiser un « suivi longitudinal orienté » (cas des scénarios de la figure)



Face cachée des scénarios 2:

Source EXXON reprise par P. Criqui

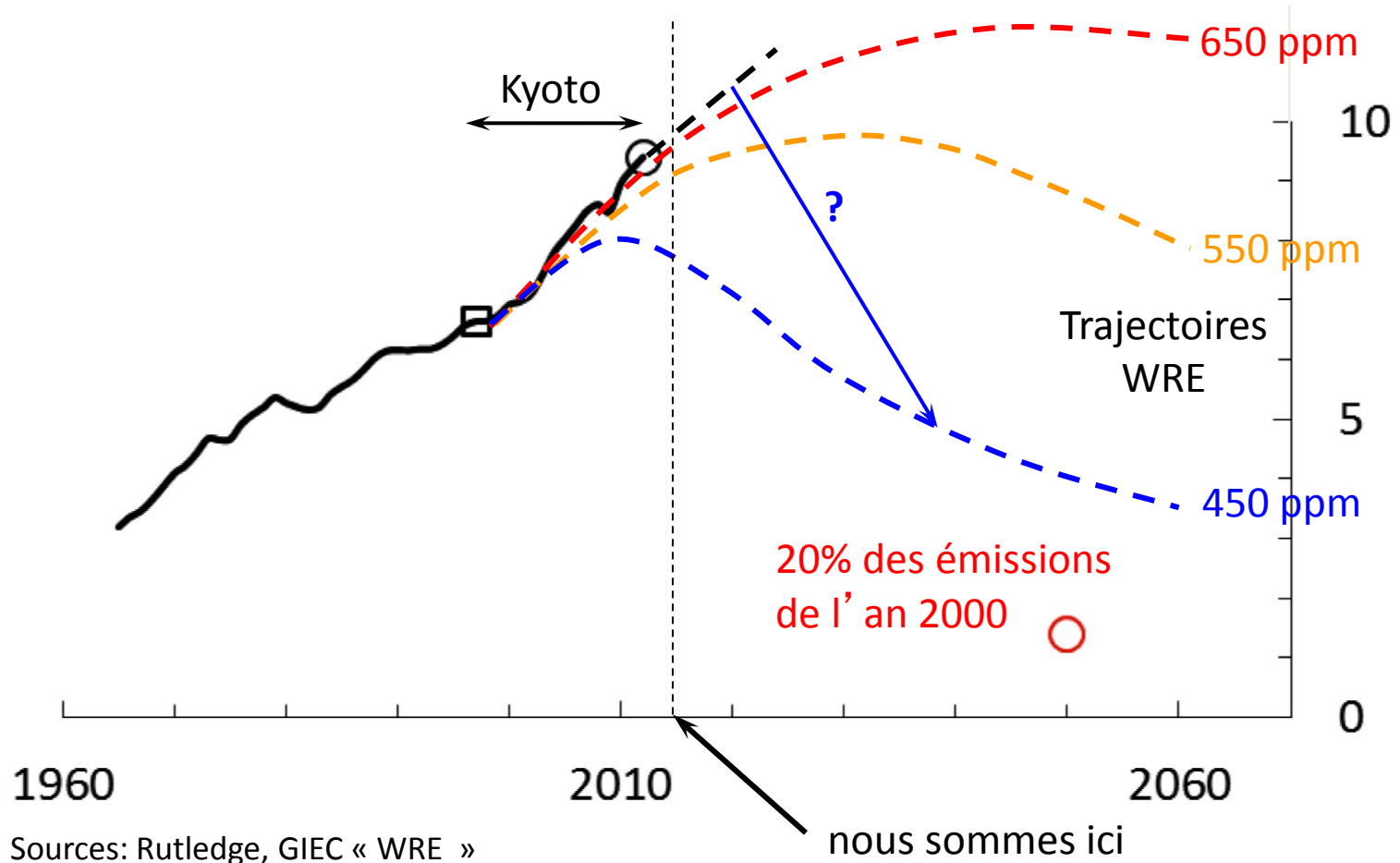


Analogies



Ce graphique est impressionnant: il montre comment la prolongation probable de la tendance actuelle en matière d'émissions risque de s'avérer incompatible avec l'évolution souhaitable à long terme. En ajoutant à ce graphique une troisième dimension représentant la production d'énergie carbonée donnant lieu à émission de gaz à effet de serre, les trajectoires décrites par les scénarios s'inscrivent sur une surface typique de ce que les mathématiciens appellent une *catastrophe* à pli*. Il existe dans le plan (énergie carbonée – temps) un angle à l'intérieur duquel chaque point correspond à une fonction multivaluée. Dans ces conditions, il n'est pas possible de passer de façon continue du réel au souhaitable. Le sommet de l'angle correspond à un point de bifurcation. La question est de savoir comment se situent le réel et le souhaitable par rapport à ce point.

* Le terme ne doit pas être pris ici dans son sens vulgaire. A l'exemple de ce qui se passe dans de nombreux domaines des sciences naturelles ou sociales, l'appel à cette théorie mathématique n'est pas ici complètement rigoureux et n'a de valeur qu'illustrative.



Sources: Rutledge, GIEC « WRE »

nous sommes ici

Objectifs de décarbonisation comparés à l'évolution des émissions évaluées en gigatonnes de carbone (Gt C) envoyées par an dans l'atmosphère (courbe en trait plein). Les trajectoires d'émission (en tiretés) correspondent à des valeurs de stabilisation selon Wigley, Richels and Edmonds (WRE).



Les scénarios WRE de stabilisation de la concentration de CO₂ ont été proposés à la fin du siècle dernier (1996). Ils tiennent compte d'évolutions économiques plausibles. Ils servent toujours de référence pour des réflexions menées dans le cadre du GIEC car ils permettent la comparaison avec un historique sur deux décennies. La figure montre d'abord que le protocole de Kyoto qui ne s'adressait pas aux pays émergents et n'a pas non plus été ratifié par des pays développés gros émetteurs (USA, Australie, Canada...) n'eu aucune influence à l'échelle planétaire*. Si l'on se fixe un niveau de stabilisation à 450 ppm (augmentation de température limitée à 2° C) ou même de 550 ppm, il est clair que le point de bifurcation a été dépassé. Le retour au souhaitable ne peut s'effectuer que par une transition brutale: mesures coercitives appliquées globalement ou crise économique majeure non moins globale.

Il est à noter que la chute du communisme dans les pays de l'est européen en 1990-91 s'est accompagnée d'un effondrement économique avec pour résultat une forte réduction des émission de gaz à effet de serre (de 30 à 50 %).

* la tendance observée fait irrésistiblement penser à de mauvais traitements infligés à certain instrument de musique...



Ceux qui « savent » mieux que les autres

- Climato « sceptiques »
- Gourous (« uberisation » du système énergétique?)
- Ecologistes plus ou moins profonds
- ...



- Si la gestion de l'anthropocène passe par beaucoup de science, il convient aussi d'y mettre beaucoup d'**humilité**. C'est particulièrement nécessaire en matière d'énergie et de climat. Le climat est complexe. Il dépend de multiples facteurs. La climatologie est une science encore jeune. La modestie est de mise. Mais elle n'étouffe pas ceux qui savent mieux que tout le monde ce qui convient à l'avenir de la planète (et accessoirement d'une humanité rêvée):
- climato « sceptiques » dépourvus de doute, combattants d'une « pensée unique » et qui se rêvent en Galilée d'une nouvelle révolution copernicienne;
 - gourous à \$ 500 000 la prestation pour résoudre tous vos problèmes d'énergie et de climat; à noter cependant que l'« uberisation » de l'énergie, tout le monde étant à la fois producteur et consommateur, peut se concevoir à l'échelle locale; ce n'est pas parce que des charlatans vantent cette solution qu'il ne faut pas la prendre au sérieux;
 - écologistes profonds, adeptes de la pensée magique, pour qui l'humanité devrait se réduire à quelques tribus indiennes vivant de cueillette...



Réduire les émissions: comment?

Se donner les moyens de gérer les flux de carbone:

- Sources d' énergie décarbonées
 - Renouvelables:
 - Solaire thermique, géothermie
 - Hydroélectricité, éolien, solaire PV et CSP
 - Biomasse
 - Electronucléaire
- Efficacité énergétique: oui mais
 - Limitations thermodynamiques (Carnot)
 - Ne pas oublier de récupérer des chaleurs fatales
- Retenir le CO₂ à la source
- Sobriété (décroissance)?

Et l'économie
dans tout ça?

E.R.O.I

**Instruments
financiers**



Il faut toujours avoir présentes à l'esprit les ambitions prométhéennes de la gestion de l'anthropocène. Elles sont sans doute difficiles à concrétiser, mais revenant sur Terre, bien des actions sont d'ores et déjà à notre portée.

L'humanité sait gérer des flux physiques, moins bien des flux monétaires (récurrence des « bulles »). Parmi les possibilités qui nous sont actuellement offertes le programme de cet après midi en retient trois:

- La première est d'abord technique: retenir le CO₂ à la source ou CCS (Carbon Capture and Storage) comme va nous l'exposer François Giger;
- Optimiser les flux d'énergie; en particulier Jacques Treiner va traiter du problème du retour sur l'investissement énergétique (EROI);
- Enfin, aucune action ne pouvant être mise en œuvre sans financements appropriés, Christian de Perthuis nous parlera des instruments financiers à utiliser dans le cadre de la réduction des flux de carbone.