



CAUSES & ENJEUX DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Ce document contient la transcription textuelle d'une vidéo du MOOC « Causes et enjeux du changement climatique ». 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.

Élaborer des chemins technologiques souhaitables, plausibles et soutenables

Nadia MAÏZI

Professeur – MINES ParisTech

Donc pour construire un futur qui soit compatible avec l'objectif de 2°C, il faut réduire les émissions de gaz à effet de serre qui peuvent être vues comme un fardeau que l'on devrait se répartir.

- C'est le cadre par exemple dans lequel le protocole de Kyoto a été élaboré, cet accord climatique qui a été ratifié, mis en œuvre on va dire plus tôt en 2005 pour la première fois, le 16 février 2005.
- Donc, ce protocole a été élaboré sur le principe suivant : seuls les pays du Nord devaient se répartir ce fardeau, les pays en développement en étant exonérés.
- Et la période du protocole allait de 1990 jusqu'à un horizon glissant de 2008 à 2012.

Ce protocole n'a sans doute pas eu le succès escompté en termes de réduction des émissions de gaz à effet de serre, mais sa mise en œuvre a permis de réfléchir à un certain nombre de questions clefs par rapport aux processus d'engagement adoptés sur lesquels il est intéressant que nous revenions.

- Alors, tout d'abord il s'agissait d'arbitrer la meilleure façon de partager le fardeau, deux options étaient envisageables :

- Tout d'abord l'option dite *bottom-up*, où chacun des pays va proposer sur la base d'engagements volontaires ses propres niveaux de réduction.
 - A contrario, l'option *top-down*, consiste à assigner par le haut des objectifs de baisse des émissions qui sont ensuite déclinés sur l'ensemble des pays émetteurs.
- Le protocole de Kyoto s'est donc établi dans cette vision *top-down*, fortement soutenue par l'Europe qui y associait une idée de gouvernance climatique.
 - À la difficulté de la mesure des gaz à effet de serre que l'on a pu évoquer, s'ajoute la difficulté de mettre en place dans ce genre d'accord des sanctions dans le cas de non-respect des engagements lorsque le cadre est contraignant.
 - ⇒ D'ailleurs, dans les textes, en général, le mot sanction n'est pas adopté car il remettrait en cause la souveraineté des pays signataires.
 - Il existe dans le protocole de Kyoto des mécanismes de coercition mais qui n'ont pas empêché certains pays comme le Canada de largement dépasser ces limites d'émissions et de choisir de quitter le protocole sans aucune contrepartie ou encore d'autres pays comme le Japon et la Nouvelle-Zélande, eux, sont partis du protocole à la fin de la première phase pour ne pas subir d'éventuelles pénalités lors de la seconde phase.
 - Donc, en troisième question par rapport à cet accord, c'est l'année de référence qui a pu permettre à certains pays, connaissant des bouleversements économiques et politiques, de se retrouver bien en deçà du niveau d'émissions qu'ils avaient lors de l'année de référence (1990), comme par exemple la Russie.
 - Donc aujourd'hui, c'est dans une logique de partage du fardeau également que vont s'inscrire les prochaines négociations de Paris dans le prolongement d'un processus entamé à Copenhague.

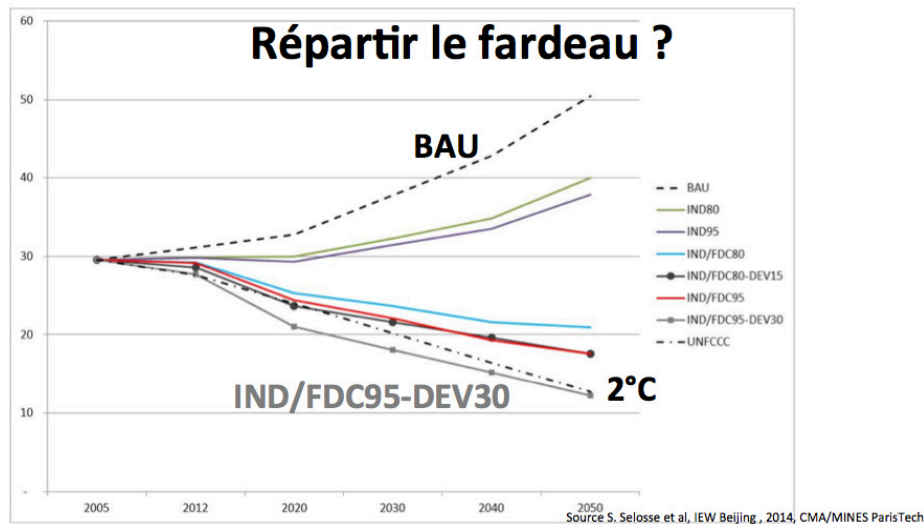
Alors, nous, nous avons voulu, une fois encore, essayer de comprendre comment ces gouvernances climatiques pouvaient être étudiées grâce à de la mise en œuvre d'un modèle qui permet de regarder les trajectoires sur le long terme.

Donc ces trajectoires, nous allons en retenir simplement deux :

- Celles qui permettent effectivement d'être compatibles avec l'objectif de 2°C.
- ⇒ Donc il y a une courbe grise tout en bas qui représente un engagement des pays industrialisés et des pays émergents à hauteur de 95 % de réduction de leurs émissions par rapport au niveau de 2005 et un engagement des pays en développement de 30 % par rapport à leur *business as usual*, c'est-à-dire leur scénario de référence.

- Et nous avons une autre courbe très proche qui est la courbe sur laquelle nous avons mis une contrainte de 2°C, c'est-à-dire qu'on a imaginé qu'il y aurait une gouvernance climatique imposant par le haut cette contrainte.

⇒ Deux courbes très proches mais qui sans doute reflètent des réalités très différentes.



Alors maintenant, pour pouvoir comprendre comment on va ouvrir les boîtes, il va falloir que nous fassions un petit effort pour comprendre les modèles sous-jacents à l'élaboration de ces courbes.

➤ Pour réaliser ces visions du futur, il existe un certain nombre d'approches qui ont été développées à partir des années 50 et que je vais très rapidement vous décrire.

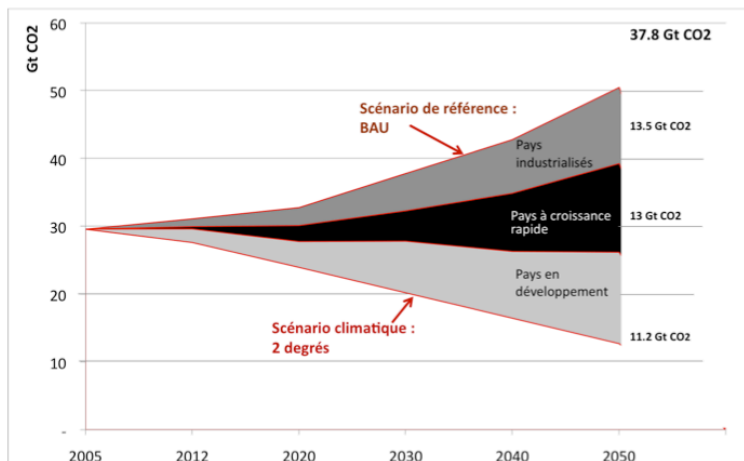
- Donc l'approche dite de *storytelling* dans laquelle, en fait, on raconte une histoire - souvent à laquelle on croit -, et on l'étaye avec des descriptions, des visions, ce sont des dires d'experts.
- Ensuite vous avez une deuxième approche pour construire les scénarios du futur qui est celle dite du *back-casting*, c'est-à-dire qu'on fixe un point, un objectif et on va remonter le temps avec des étapes intermédiaires pour essayer de comprendre comment, consolidant la trajectoire, on arrive à évaluer les mesures pour atteindre ce fameux objectif.
- La troisième famille d'approche prospective repose sur des modèles, des modèles d'offres et de demandes, et ce sont sur ce type d'approche que nous avons développé nos trajectoires.

⇒ On va rentrer un petit peu plus maintenant dans le modèle en regardant ce à quoi nous faisons référence.

- Et bien nous, nous partons d'une demande qui nous est donnée sur un horizon de long terme et notre modèle va évaluer l'offre technologique qui lui sera associée dans le meilleur compromis coûts/efficacité.
- Donc, la décision d'investissement, l'hypothèse principale est qu'elle repose sur un planificateur, c'est-à-dire qu'elle est centralisée, c'est-à-dire que c'est totalement irréaliste dans le monde concurrentiel dans lequel nous vivons.
- Cependant, ce qui est intéressant, et comme on a un paradigme de modélisation qui repose sur une optimisation, c'est que les résultats que produit ce modèle indiquent ce que l'on pourrait envisager dans le meilleur des cas en donnant donc une borne inférieure en termes de système productif et du coup, en termes d'émissions.
- ⇒ Oui parce que j'ai oublié de vous préciser que l'on se restreint au système énergétique avec les hypothèses qu'il correspond à une très grande part des émissions de gaz à effet de serre d'origine anthropique réalisées aujourd'hui sur la planète.
- Donc, une force encore de ce modèle, c'est de représenter suivant le schéma que je ne détaillerai pas mais qui est assez explicite, l'ensemble des technologies d'offres pour satisfaire des demandes d'usage en énergie et qu'on va donc pouvoir tenir compte de compétition et de substitution dans une très grande cohérence.
- Donc dans les trajectoires que nous avons élaborées dans le graphe que je vous repropose, ces trajectoires, derrière chacune d'entre elles, on va retrouver un système de production d'énergie associé à une zone particulière puisque notre modèle décline le monde en seize régions.

Maintenant qu'on a un peu ouvert la boîte noire, on va pouvoir aller plus loin et reprendre notre discussion sur la compréhension de ce partage du fardeau.

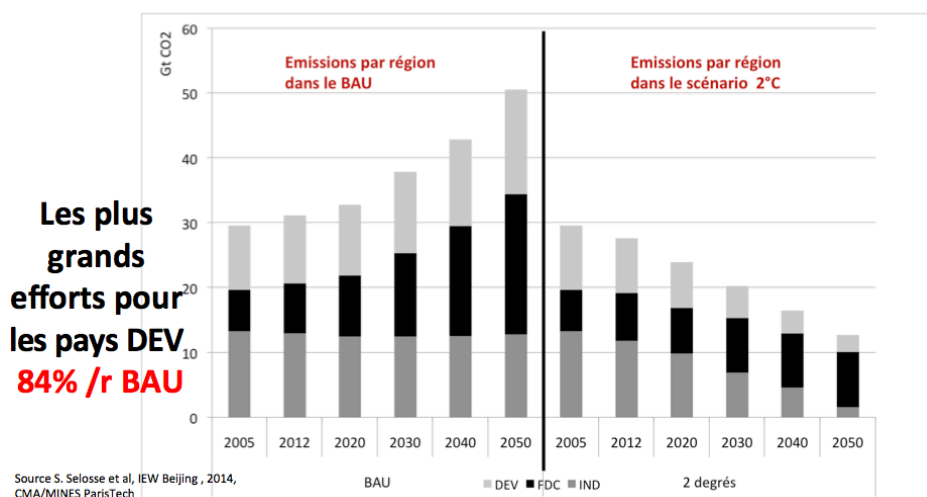
- Donc là, simplement le fardeau c'est ce qui correspond à la différence entre le scénario de référence (rappelez-vous, le *business as usual*) qui est donné en rouge en haut de la figure, et puis notre scénario climatique qui va être, dans le premier cas que nous étudions, celui où on est dans une vision *top down* de partage du fardeau.
- ⇒ Donc on a mis une contrainte et le scénario rouge de 2°C nous permet d'arriver à l'objectif climatique.
- On a un fardeau de 37,8 gigatonnes de CO₂ à se répartir et on a décliné cette répartition - puisque notre modèle permet d'ouvrir la boîte -, en trois grandes régions, les pays industrialisés, les pays à croissance rapide et les pays en développement.



Source S. Selosse et al, IEW Beijing, 2014, CMA/MINES ParisTech

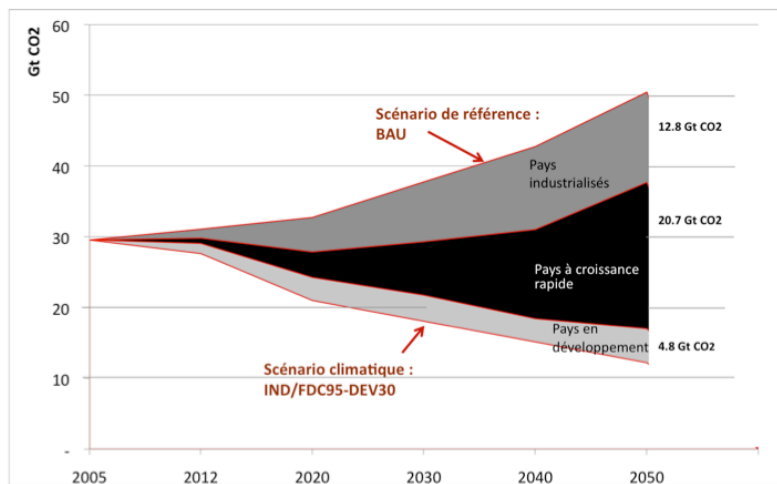
Vision
« top-down »
du partage
du fardeau

- À première vue, on pourrait penser que la répartition est équitable puisque l'on trouve des quantités, des niveaux d'émissions à peu près équivalents mais c'est une analyse assez superficielle et il faut aller un tout petit peu plus loin en regardant sur ce graphique ce que cela représente réellement en termes d'évolution par rapport au *business as usual* des différentes zones.
- ⇒ Donc à gauche, vous avez les scénarios qui déclinent le *business as usual* pour les trois grandes régions, et à droite, vous voyez, les efforts que chacune des régions a dû consentir pour diminuer et arriver au scénario climatique.



- ⇒ On voit bien sûr que c'est la région correspondant aux pays en développement qui en pâtit le plus, puisqu'elle doit consentir une réduction de 84 % par rapport à son *business as usual*.
- Ce résultat est logique. Ce n'est pas que le modèle n'est pas juste et ne s'embarrasse pas des spécificités régionales, c'est qu'il fonctionne sur un principe où il va tout d'abord agir là où le compromis coûts/efficacité est le plus rentable.

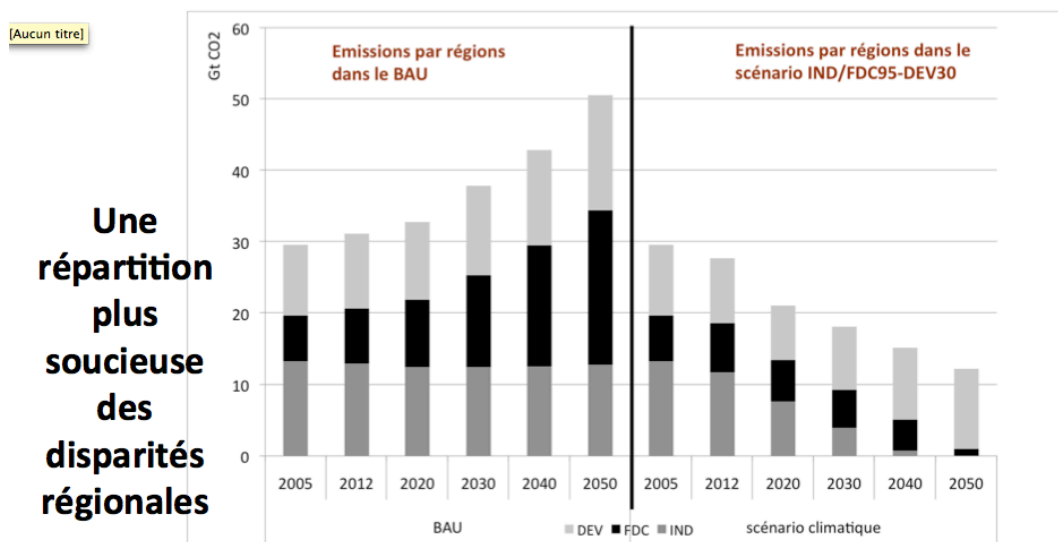
- ⇒ Et c'est donc sur les pays en développement que, rationnellement, les efforts devraient se porter, puisque c'est là où ça coûterait le moins cher et où ça serait le plus efficace.
- Alors, si on repart maintenant rapidement dans une vision *bottom-up* du partage du fardeau, donc la vision inverse où là les pays s'engagent de manière volontaire, on voit que la répartition se fait tout naturellement très différemment et qu'en bas, les pays en développement ont une part de fardeau bien moins importante.



Vision « bottom-up » du partage du fardeau

Source S. Selosse et al, IEW Beijing, 2014, CMA/MINES ParisTech

- ⇒ Alors je reprécise juste que le nouveau scénario climatique n'est plus de 2°C mais rappelez-vous celui de la courbe grise que l'on avait vue au tout début.
- Et pour finir sur cette analyse, on se rend compte que dans cette vision, bien sûr, la répartition va devenir beaucoup plus soucieuse des disparités régionales puisque pareil, si on regarde une comparaison entre le *business as usual* par région et notre nouveau scénario climatique, on se rend compte que l'effort consenti ne pèse plus que sur les pays en développement qui participent un petit peu, mais essentiellement sur les pays émergents et sur les pays industrialisés.



Une répartition plus soucieuse des disparités régionales

Source S. Selosse et al, IEW Beijing, 2014, CMA/MINES ParisTech

- Dans cette logique, nous avons considéré que les pays émergents n'étaient pas dans une vision de responsabilité historique, faute de quoi ils n'auraient pas proposé à la même hauteur que les pays industrialisés ce niveau de 95 % de réduction des émissions.
- ⇒ Donc c'est cette approche aujourd'hui, celle de l'engagement volontaire, qui va présider aux prochaines négociations lors de la COP 21 qui se tiendra à Paris en décembre.