



COLLÈGE
DE FRANCE
— 1530 —

Gérer les changements climatiques, promouvoir la croissance, le développement et l'équité

Nicholas Stern

**Titulaire de la chaire Développement durable – Environnement, économie
et société, 2009-2010**

Professeur d'économie à la London School of Economics, chaire I.G. Patel

**Leçon n 3 : Limiter l'émission de carbone dans les pays développés et en
voie de développement : les opportunités et les politiques**

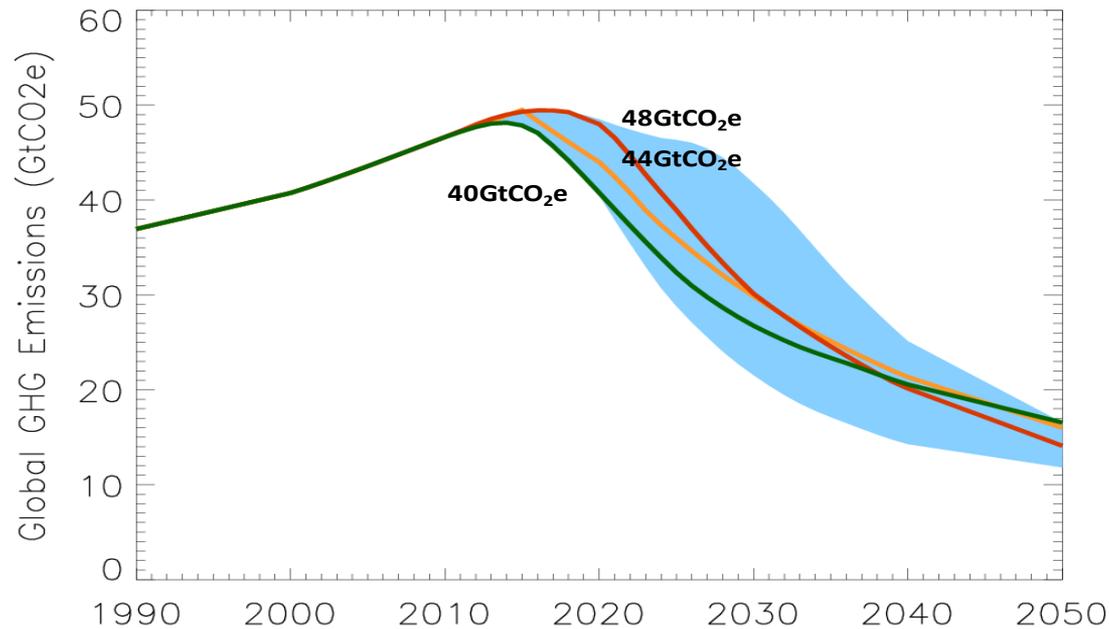
Paris, 5 mars 2010

Plan en six parties

- Partie 1 : Les domaines et les instruments
- Partie 2 : Les politiques pour l'émission de GES
- Partie 3 : La technologie
- Partie 4 : La lutte contre la déforestation
- Partie 5 : Les coûts de l'action
- Partie 6 : La croissance sobre en carbone



Ampleur de l'action



- Pour avoir une chance raisonnable (50-50) d'éviter une augmentation des températures de plus de 2 °C, il faut rester en deçà de 500 ppm CO₂e et diminuer les concentrations à partir de ce niveau. Ceci exige de ramener les émissions de 47Gt CO₂e aujourd'hui à moins de **20Gt CO₂e** (approx. 50 % des niveaux de 1990) d'ici à 2050.
- Une trajectoire d'émissions plausible est la suivante : environ **47Gt** CO₂e en 2010 (qui auraient probablement été 50 sans la récession), **44Gt** en 2020, **moins de 35Gt** en 2030 et **moins de 20Gt** en 2050. On devra probablement aller **bien en deçà**. Le pic doit être atteint avant 2020.

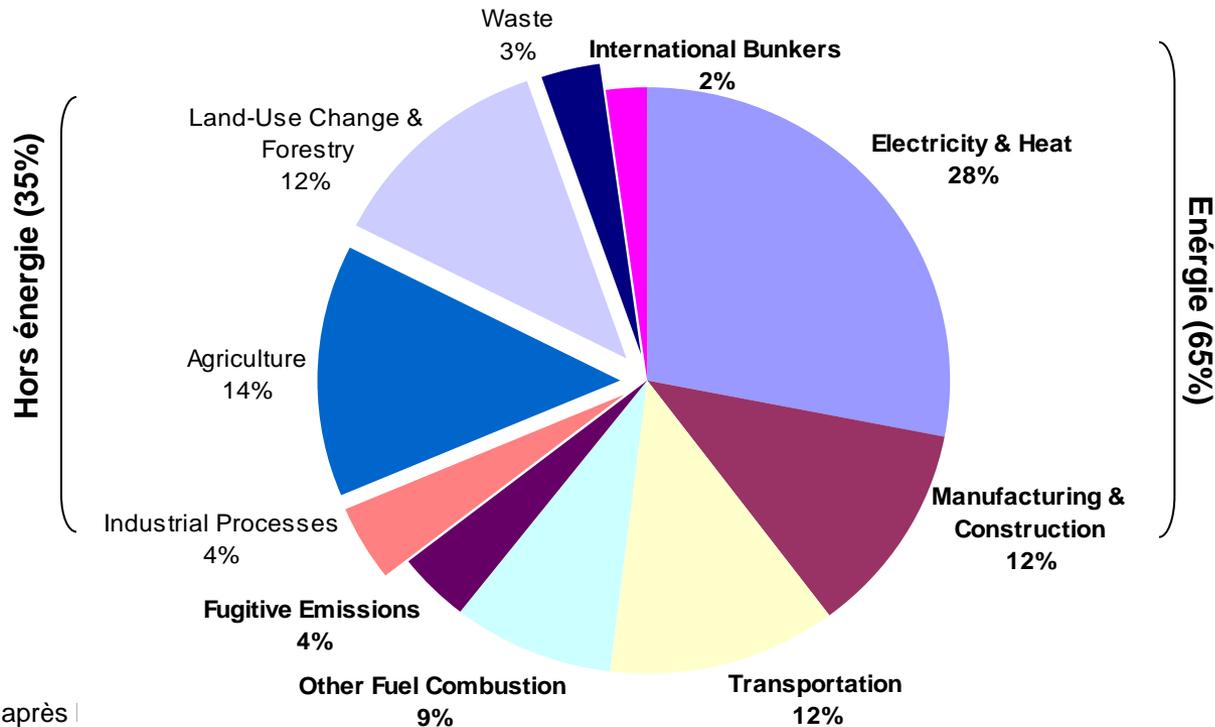


Ampleur de l'action

- Plusieurs trajectoires sont envisageables. Si le pic est atteint plus tard, il faudra agir plus vigoureusement dans le futur. Les émissions totales des quelques décennies à venir auront une importance cruciale.
- Puisque la population mondiale sera sans doute de 9 milliards d'habitants en 2050, les cibles précédentes impliquent des émissions réelles moyennes d'environ 2 tonnes par tête et par an en 2020. Puisqu'il est peu probable que beaucoup de monde émette moins de 2 tonnes, il ne pourra pas y avoir grand monde émettant plus. Des émissions réelles centrées autour de 2 tonnes ne signifient pas qu'il faille allouer autant de permis d'émissions à tout le monde.
- On ne peut pas se permettre d'attendre : reporter l'action de 10 ans aurait probablement pour conséquence de faire monter la « concentration initiale » de 435 ppm CO₂e environ à plus de 460 ppm CO₂e, ce qui rendrait les réductions d'émissions requises pour l'objectif 2 °C plus coûteuses ou impossibles.
- Les cibles pour l'Europe impliquent une réduction des émissions de 80 % sur la période 1990-2050 puisque les émissions moyennes étaient de 10-12 tonnes par tête en 1990. Des réductions plus importantes doivent avoir lieu aux USA.



Provenance des émissions



D'après

Source : Climate Analysis Indicators Tool (CAIT) version 7.0. (Washington, DC: World Resources Institute, 2010).

- Des réductions de l'ampleur requise exigent que l'on progresse en matière d'efficacité énergétique, de technologies sobres en carbone, d'arrêt de la déforestation. Il faut agir dans tous les secteurs.



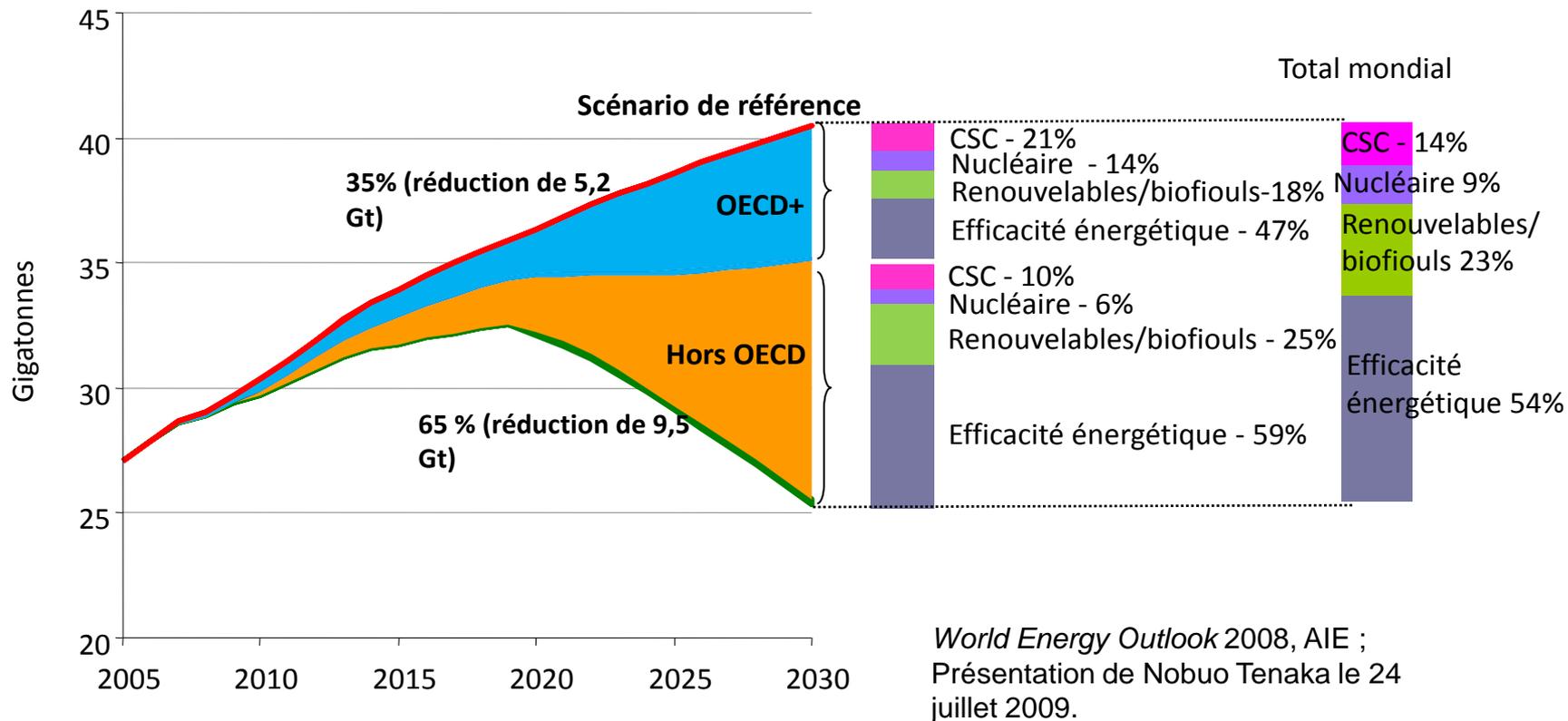
Comment réduire les émissions

- **Efficacité énergétique** : il faut chercher avec bien plus de détermination des moyens d'améliorer l'efficacité énergétique. Des politiques publiques vigoureuses augmenteront les incitations et réduiront les obstacles à l'amélioration de l'efficacité énergétique.
- Il existe des opportunités dans la plupart des secteurs. Certains acteurs agissent déjà résolument, par exemple Wal-Mart a réduit de 70 % la consommation d'énergie dans les allées de ses supermarchés en mettant des portes aux casiers réfrigérés.
- **Nouvelles technologies** : il faut développer et diffuser largement de nouvelles technologies. Des marchés du carbone bien développés, les taxes, les régulations, et les autres instruments constitueront autant d'incitations puissantes.
- **Déforestation** : une action vigoureuse est nécessaire pour arrêter la déforestation, avec un financement public. Il faut l'insérer dans des programmes de développement, et inclure l'évitement de la déforestation dans les systèmes d'échanges de permis (cf. partie 4).



Comment réduire les émissions

- Réductions des émissions de CO₂ liées à l'énergie d'ici à 2030.



- L'efficacité énergétique est le principal contributeur.
- Les énergies renouvelables, le nucléaire et la capture et séquestration du carbone (CSC) jouent aussi des rôles-clés. Les pays de l'OCDE et hors OCDE doivent chacun réduire leurs émissions de dioxyde de carbone.



Inciter à la réduction des émissions

- Mettre un prix sur l'externalité que constitue l'émission de carbone, que ce soit via des taxes ou un système de d'échanges de permis, ou implicitement via des réglementations.
- Développer des technologies plus sobres en carbone – recherche, développement, démonstrations et déploiement.
- Surmonter les barrières informationnelles et les coûts de transactions dans la promotion de l'efficacité énergétique – réglementations, standards.
- Promouvoir des normes partagées de comportements responsables – au-delà des approches de type « carotte et bâton ».
- Lutter contre la déforestation.



Plan en six parties

- Part 1 : Les domaines et les instruments
- Part 2 : Les politiques pour l'émission de GES
- Part 3 : La technologie
- Part 4 : La lutte contre la déforestation
- Part 5 : Les coûts de l'action
- Part 6 : La croissance sobre en carbone



La plus grande externalité que le monde ait jamais connue

- On parle d'externalité quand l'action d'une personne affecte directement le bien-être d'une seconde personne sans être médiatisée par un prix (par exemple : déverser des déchets toxiques dans une rivière).
- Quand nous émettons des gaz à effet de serre, nous causons des dommages à autrui. Sans politique appropriée nous ne supportons pas les coûts de ces dommages.
- Les marchés « échouent » donc en ceci que les prix donnent un mauvais signal : ils ne reflètent pas le véritable coût social de la production et de l'usage des biens et des services.
- L'externalité liée à l'émission de GES est la plus importante que le monde ait connue : nous sommes tous concernés, les effets potentiels sont globaux et très importants.



Une externalité particulière

- Elle est de nature **globale**, à la fois par ses origines et ses conséquences.
- Elle est porteuse d'**incertitudes** majeures, à la plupart des étapes du raisonnement scientifique.
- Elle se manifeste à **long terme** et obéit à un processus **stock-flux** ;
- Ses effets sont potentiellement **d'ampleur gigantesque** et **irréversibles**.
- En raison de ces caractéristiques fondamentales, il faut aller bien au-delà de la théorie microéconomique standard des externalités pour analyser et implémenter des politiques publiques appropriées. Les théories standard restent néanmoins un point de départ (cf. leçons 4 et 5 pour les enjeux globaux).



Politiques standard face aux externalités

- **Taxes** (Pigou) – politique traditionnelle pour corriger les externalités négatives : instaurer une taxe égale au dommage marginal.
- **Droits** (Coase) – s'il n'y a pas de coût de transaction et que les droits de propriété sont bien définis, la négociation entre les agents permet de corriger une externalité négative. Des agents sont prêts à payer d'autres agents pour qu'ils réduisent leurs émissions si ces derniers ont des droits à émettre ; ou bien, s'il existe des droits à ne pas être pollué, ceux qui souhaitent polluer doivent payer les autres.
- **Internalisation** (Meade) – Le propriétaire d'un champ de pommiers peut acheter l'apiculture voisine et ainsi contrôler entièrement l'externalité. Les résidents d'une commune polluée peuvent prendre le contrôle d'une usine polluante.
- Chacune de ces solutions a ses avantages et ses inconvénients selon la nature de l'externalité. En général, les coûts d'information, d'administration et de négociation sont importants.
- L'optimum est atteint quand le coût marginal social (CMS) du dommage, i.e., le coût social d'une unité supplémentaire d'émissions, est égal au coût marginal d'abattement (CMA), c.à.d au coût de réduction d'une unité supplémentaire.



Mettre un prix sur l'externalité

- **Taxe** : le prix des gaz à effet de serre est déterminé par le niveau de la taxe. La taxe est fixée selon le dommage social marginal au niveau d'émissions pour lequel le CMS et le CMA sont égaux.
- **Systèmes d'échanges** : le gouvernement émet un nombre donné de permis d'émissions, et décide de leur allocation initiale ; l'échange des permis fait émerger un prix de marché. Quand l'information est complète, le quota total d'émissions correspond au même niveau d'émissions qu'avec une taxe.
- **Réglementation** : règles explicites ou standards qui peuvent nécessiter un changement de processus ou d'équipements. Le prix implicite est égal au coût additionnel divisé par le volume d'émissions évitées.



Comment choisir la taxe ?

- Le taux de taxation optimal égalise le coût marginal d'abattement (CMA) et le coût marginal social des émissions (CMS). Il faut pour cela estimer des niveaux d'émissions « optimaux » – le CMA et le CMS pouvant grandement varier selon les niveaux d'émissions.
- Pour calculer le CMA il faut faire des hypothèses sur les possibilités et les développements technologiques, qui sont très incertains. En outre les coûts varient si l'abattement est plus ou moins bien organisé.
- Le CMS est calculé en estimant les dommages provoqués par une unité supplémentaire d'émissions qui sera présente dans le stock de gaz à effet de serre pendant très longtemps : **la plage d'estimation est très large.**
- Le CMS est très sensible à un certain nombre d'hypothèses :
 - Trajectoires futures de l'économie et des émissions (les deux étant fortement endogènes) ;
 - Paramètres des analyses distributives et inter-temporelles ;
 - Nature et ampleur des risques et de l'incertitude : cycle du carbone, sensibilité climatique, etc.



Comment fixer les quotas ?

- L'allocation des permis d'émissions de gaz à effet de serre constitue la base de l'échange : si un agent veut émettre plus il doit acheter des permis supplémentaires, s'il veut émettre moins, il peut en vendre.
- Le nombre total de permis alloués doit correspondre à la cible d'émissions après réductions, qui devrait être déterminée par la science et les accords internationaux.
- Comment allouer les permis d'émissions ? Par enchères ? Gratuitement ? L'objectif devrait être de vendre 100 % des permis aux enchères. Un permis est un actif financier. Pourquoi le donner gratuitement aux actionnaires de certaines entreprises ?
- L'allocation gratuite de permis selon les quantités d'émissions passées est très attirante pour les entreprises. Elle leur permet de ne rien changer, et de faire des profits supplémentaires en échangeant des permis. Problèmes potentiels : le lobbying peut conduire à une sur-allocation ; les entreprises peuvent surestimer leurs émissions passées, leurs projets futurs ou les coûts de l'ajustement, et faire d'importants profits en vendant leurs permis en excès.



L'expérience de l'EU-ETS

- Au cours de la phase I (2005-2007), les permis ont quasiment tous été alloués gratuitement, selon les émissions historiques et les projets (plans d'allocations nationaux), avec accord de la Commission européenne.
- Le manque de transparence a conduit à une sur-allocation et à une forte volatilité des prix. Les prix ont fortement baissé en avril 2006 quand les marchés ont pris conscience que plus de permis avaient été alloués qu'anticipé. Les allocations totales et les réductions d'émissions auxquelles elles correspondent devraient être transparentes.
- Au cours de la phase II (2008-2012), l'allocation des permis a été beaucoup plus stricte et transparente.
- En 2008 les prix tournaient autour de 25 euros la tonne de CO₂. Les prix actuels tournent autour de 12-14 euros la tonne. La récession économique a eu un effet important sur les prix.
- L'objectif Kyoto commun de l'UE-15 est une réduction des émissions de 8% en 2008-2012 par rapport à 1990. Les dernières projections de l'Agence européenne de l'environnement donnent - 13 %.



Comparaison des taxes et des quotas

- **Administration** : En principe, les taxes comme les quotas et la réglementation exigent que les émissions soient mesurables. Mais des raccourcis peuvent exister ; on peut par exemple avoir des taxes spécifiques sur le charbon, le gaz et le pétrole ; ou bien réglementer pour interdire toute centrale à charbon sans capture et séquestration du carbone.
- **Rapidité** : Les marchés de permis permettent un ajustement immédiat des quantités. Les effets de la taxe sur les quantités peuvent être plus longs à se manifester.
- **Incertitude** : Le marché de permis donne de la certitude sur la quantité mais de l'incertitude sur le prix. La taxe donne de la certitude sur le prix.



Comparaison des taxes et des quotas

- **Recettes** : les taxes génèrent immédiatement des recettes. Les quotas ne génèrent des revenus que quand ils sont vendus aux enchères. Mais il n'existe aucun argument de moyen/long terme en faveur d'une distribution gratuite des quotas.
- **Coûts d'ajustement / options** : les quotas peuvent initialement être introduits sans grand recours aux enchères, avec une montée en charge progressive des enchères. Ceci diminue le coût de l'ajustement et augmente l'acceptabilité politique.
- Les quotas permettent un échange international de permis d'émissions entre pays riches et pauvres. Ceci accroît l'efficacité, fournit un financement privé à la réduction des émissions dans les pays pauvres, et permet des transferts de richesse via l'allocation des permis.
- Les approches par les prix (taxes) et par les quantités (quotas) avec enchères complètes semblent similaires, s'il y a apprentissage et examen.
- A mesure que de l'information arrive sur la courbe des coûts marginaux d'abattement, les politiques peuvent se perfectionner en ajustant la taxe / le quota total (plutôt qu'en les gardant constants). De même à mesure que de l'information arrive sur les dangers.



Incertitude et volatilité

- Si la courbe des CMA est à peu près plate, alors une petite « erreur » dans la fixation du taux de taxation peut provoquer un changement important du niveau d'émissions. Si la courbe des CMS est pentue, alors de larges modifications des émissions peuvent avoir des conséquences très importantes. Inversement, si on opte pour des quotas, et que la courbe des CMA est pentue et celle des CMS est plate, alors une « erreur » dans la fixation du quota peut se révéler coûteuse.
- A moyen terme, la courbe des CMS est sans doute pentue – les dommages augmentent rapidement avec les émissions. Ceci plaide en faveur d'une approche par les quotas.
- Le problème de la volatilité des prix sur les systèmes d'échanges peut être géré par l'approfondissement des marchés et l'amélioration de leur transparence. Où l'on voit l'intérêt d'un échange international de permis. Il existe aussi un rôle pour des prix plancher / prix plafond.



Avantages et inconvénients de la réglementation

- Elle évite l'incertitude aux investisseurs et permet des économies d'échelle : cf. exemple de l'essence sans plomb.
- Les industries surestiment souvent les coûts.
 - Les producteurs automobiles américains ont estimé que les coûts de mise en conformité avec les standards d'émissions 1995 seraient de 1 500\$. Un an après, Honda produisait une voiture émettant moitié moins que le standard 1995. Elle coûtait 100\$ de plus qu'un modèle comparable (King Review, partie II, 2008).
 - Les coûts de réduction des émissions de dioxyde de soufre (US Clean Air Act de 1990) estimés par l'industrie atteignaient 1 500\$ par tonne. Les permis valaient 150\$ la tonne environ en 1999 (RFF, 1999). Dans les enchères de 2009, le prix moyen au comptant des permis était de 89\$ la tonne (EPA).
- « Quand l'industrie doit réduire la pollution, elle ne se contente en général pas de flanquer le processus de production d'un nouveau filtre, mais elle investit souvent dans de nouvelles technologies. » (Goodstein et Hodges, 1997).
- Les nouvelles technologies font baisser les coûts. Les coûts initiaux sont donc souvent surestimés.



Quelle combinaison des taxes, quotas et règlements ?

- Puisqu'ils ont chacun leurs mérites respectifs, il y aura sans doute combinaison de taxes, de systèmes d'échanges de quotas et de réglementations. Il faut gérer et réduire les chevauchements inutiles afin de garder des signaux clairs et cohérents.
- En Europe par exemple, nous avons des taxes sur l'essence, l'EU-ETS couvrant à peu près 40 % des émissions, et des règlements dans le domaine automobile et de la construction.
- Cette combinaison provient des problèmes discutés précédemment, qui ont chacun leur pertinence dans les différents secteurs.
- Il est important que tous les secteurs soient impliqués.
- Les pays ont des politiques différentes : aux Etats-Unis, il semblerait que la réglementation soit plus facile, politiquement parlant, que la taxation.



Plan en six parties

- Partie 1 : Les domaines et les instruments
- Partie 2 : Les politiques pour l'émission de GES
- Partie 3 : La technologie
- Partie 4 : La lutte contre la déforestation
- Partie 5 : Les coûts de l'action
- Partie 6 : La croissance sobre en carbone

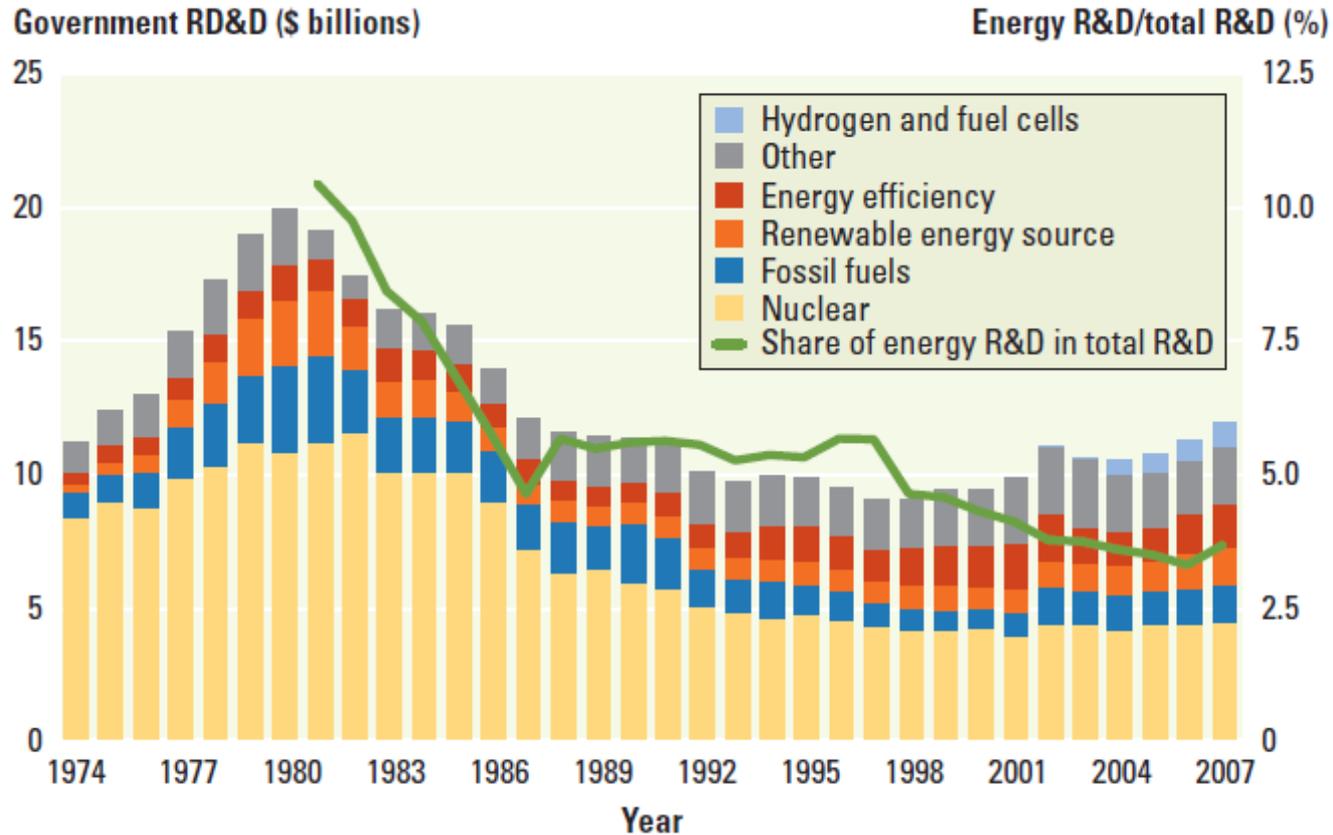


Les idées sont des biens publics

- Si je produis une nouvelle technologie ou en démontre les potentialités, d'autres peuvent utiliser ce savoir. C'est une externalité positive.
- Il existe ainsi une importante littérature sur le rôle du soutien public à la R&D, incluant la théorie des brevets, etc.
- Le R&D publique mondiale en matière d'énergie a diminué significativement depuis les années 1980 (cf. diapositive suivante). La R&D du secteur privé a également diminué.
- Les chiffres du secteur privé indiquent que le nombre de brevets suit de près l'évolution de la R&D publique, ce qui suggère que la R&D publique aiguillonne l'innovation.
- Compte tenu de l'ampleur des risques, du caractère urgent de l'action et des coûts de l'inaction, les arguments en faveur d'un soutien public aux technologies de lutte contre le changement climatique sont encore plus forts que ceux en faveur du soutien à la R&D en général.



Budgets publics de R&D dans le secteur de l'énergie

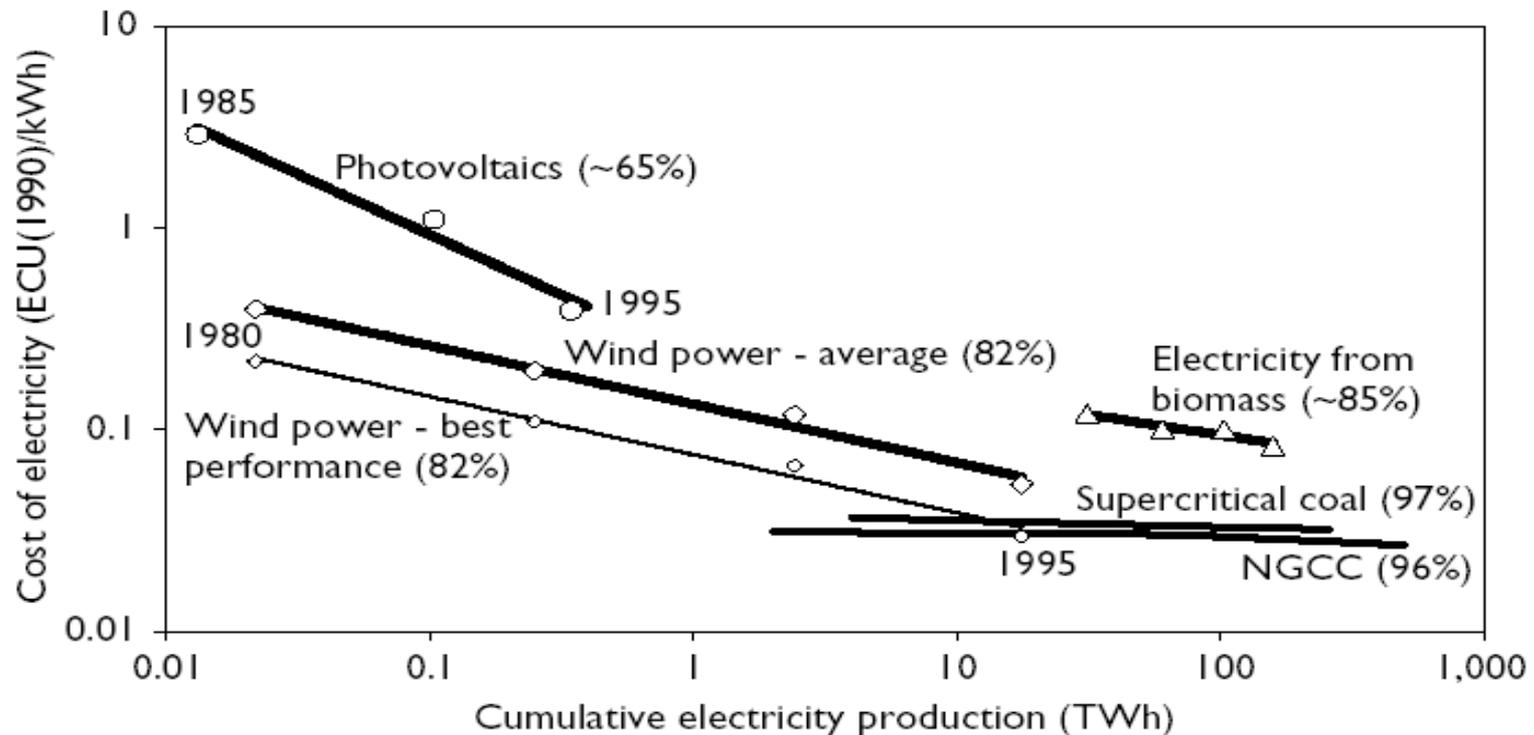


Source : World Development Report 2010, p 292. Note: R&D calculée aux prix et taux de change de 2007.



Déploiement et apprentissage

- Il n'y a pas que la R&D qui compte.



- La politique technologique doit financer l'innovation et le déploiement de nouvelles technologies, parce que l'apprentissage dépend de l'expérience globale.



Chercher et trouver

- DuPont, la grande compagnie de produits chimiques basée aux Etats-Unis, a économisé 2 milliards de dollars par an en examinant minutieusement et en agissant contre les gaspillages, notamment en matière énergétique.
- Le Carbon Disclosure Project (CDP) pousse les plus grandes compagnies mondiales à révéler leurs émissions de carbone.
 - Cisco Systems se livre à l'exercice du CDP depuis 6 ans. La société a développé un logiciel permettant de mesurer l'utilisation de l'énergie au sein de l'organisation, et a adopté des objectifs de réductions d'émissions (moins 25 % en 2012 par rapport à 2007).
 - Logica plc se livre aussi à l'exercice du CDP, et a réduit les émissions d'un certain nombre de ses unités de production (diminution, par exemple, de plus de 11 % des émissions de ses opérations indiennes au cours des 18 derniers mois). Logica a adopté un objectif ambitieux de réduction de 50 % des émissions au niveau de la société dans son ensemble d'ici à 2020.



Plan en six parties

- Partie 1 : Les domaines et les instruments
- Partie 2 : Les politiques liées à l'émission de GES
- Partie 3 : La technologie
- Partie 4 : La lutte contre la déforestation
- Partie 5 : Les coûts de l'action
- Partie 6 : La croissance sobre en carbone



L'ampleur du problème lié à la déforestation

- La déforestation explique jusqu'à 20 % des émissions mondiales (il y a beaucoup d'incertitudes et on a besoin de meilleurs chiffres). Un chiffre comparable aux émissions totales des Etats-Unis ou de la Chine.
- Le Brésil, l'Indonésie, la Malaisie et le Congo sont responsables de 60 % des émissions dues à la déforestation.
- 13 millions d'ha de couverture forestière sont perdus dans les tropiques chaque année (c'est la taille de l'Angleterre) ce qui produit 5,8 Gt CO₂ par an.



La déforestation et le développement sont liés

- L'agriculture est le principal moteur des émissions liées à la déforestation.
- De nombreuses activités agricoles font un usage très extensif de la terre (le Brésil a à peu près une tête de bétail par hectare). La culture sur brûlis subsiste dans certaines régions d'Afrique et d'Indonésie. Dans de nombreux endroits, les forêts sont d'importantes sources de combustibles.
- Il faut accroître la productivité et la soutenabilité de l'agriculture. L'augmentation de la production par hectare est essentielle pour éviter un accroissement de la pression sur les forêts.
- De façon bien plus large, nous avons besoin de politiques de développement qui protègent les droits et les modes de vie de ceux qui dépendent des forêts.
- Il faut fournir des opportunités en dehors de l'agriculture (éducation et santé) ; nous avons également besoin d'une meilleure gouvernance en matière d'observation et de mise en application, de droits de propriétés plus clairs et plus effectifs, de surveillance des forêts, d'autorités forestières efficaces, de structures juridiques, de police, de parcs nationaux.
- L'arrêt de la déforestation aura bien d'autres bénéfices, au-delà du changement climatique : biodiversité, eau et érosion des sols...



Les politiques et les réformes institutionnelles nécessaires

- Il faut instaurer un prix / un mécanisme incitant à la protection des forêts.
- Nous avons besoin d'institutions de planification et de conservation efficaces et effectives, ainsi que de surveillance et de mesures effectives.
- Il est important d'agir à l'échelle internationale pour éviter les fuites. En d'autres termes, il faut éviter que la déforestation ne se déplace de A vers B.



Estimations des coûts

- Le rapport Eliasch (2008) estime :
 - Qu'inclure la sylviculture dans un marché du carbone mondial pourrait réduire les coûts mondiaux de la réduction des émissions de 50 % (au plus) en 2030.
 - Qu'il faut mobiliser 4 milliards de \$ pendant 5 ans pour préparer les 40 pays forestiers à participer à des systèmes de marché – sachant que l'enjeu de cette aide dépasse largement la seule préparation à l'entrée sur les marchés.
 - Que ne pas lutter contre la déforestation coûterait 1 000 milliards de \$ par an d'ici à la fin du siècle (probablement sous-estimé).
- Estimation des coûts d'une diminution de moitié de la déforestation dans le monde :
 - 15 milliards de \$ par an (Stern), ce qui est dans l'ensemble cohérent avec les estimations du rapport Eliasch.
 - Pour des réductions d'environ 3-4 Gt de CO₂, cela donne un coût d'environ 5\$ la tonne.



Idées et planification

- Des idées innovantes émergent. Le gouvernement équatorien est prêt à renoncer à l'extraction de pétrole dans certaines zones forestières sensibles en échange d'une compensation des pays développés de 350 millions de \$ pendant 10 ans.
- Le plan national d'action contre le changement climatique indonésien prévoit de réhabiliter 35 millions d'ha de forêts dégradées d'ici à 2025. Prévoit d'éviter la déforestation de 40 millions d'ha d'ici à 2025, de réduire les feux de forêts de 95 % d'ici à 2025 par rapport à 2006. Il faut aider l'Indonésie à développer ce plan – elle ne pourra pas le réaliser sans aide et financements internationaux.
- Le Brésil vise une réduction de la déforestation en Amazonie de 80 % d'ici à 2020, ce qui épargnerait 4,8 milliards de tonnes de carbone sur la période. Souhaite éliminer les pertes nettes de forêts d'ici à 2015. C'est un exemple-clé. Soutien au fonds Amazon (Norvège : 1 milliards de \$, Royaume-Uni également, projet de loi Waxman-Markey adopté par la Chambre des Représentants).



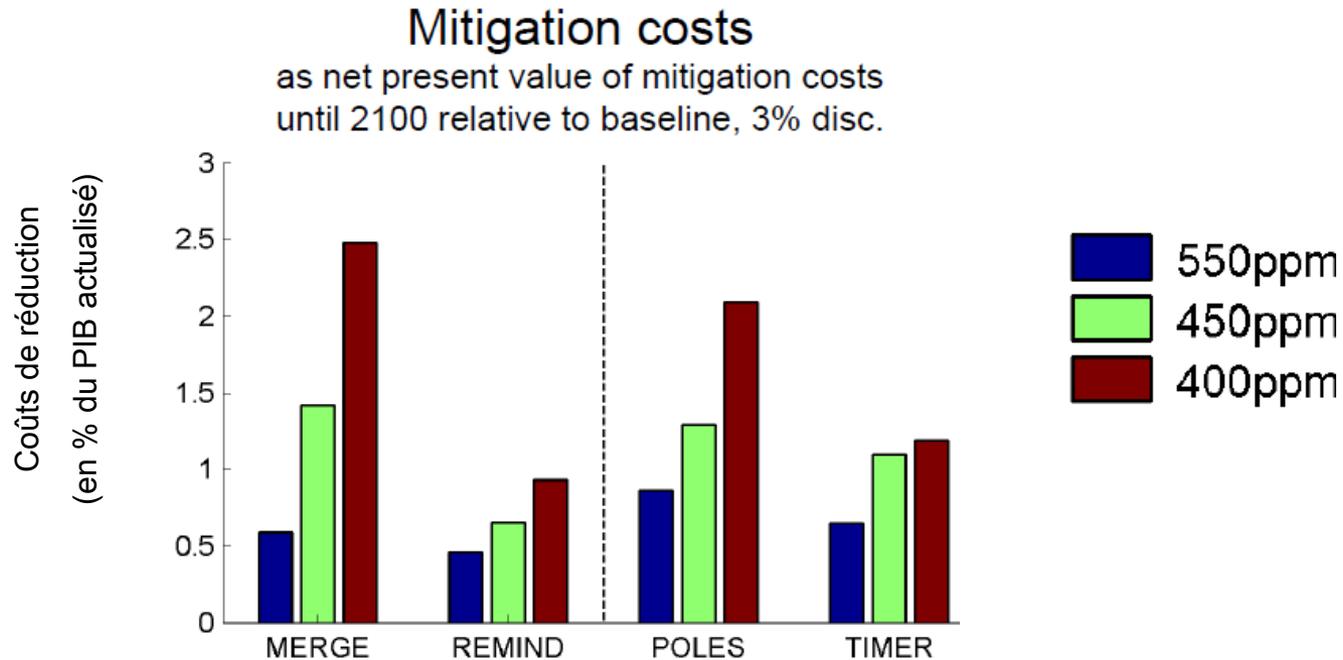
Plan en six parties

- Partie 1 : Les domaines et les instruments
- Partie 2 : Les politiques liées aux émissions de GES
- Partie 3 : La technologie
- Partie 4 : La lutte contre la déforestation
- Partie 5 : Les coûts de l'action
- Partie 6 : La croissance sobre en carbone



Les coûts : approche top-down

- Réductions d'émissions :
 - 30 Gt CO₂e par an en 2030
 - 60 Gt CO₂e par an en 2050
 - 60 x 30\$ par tonne = 1,8 tr \$; environ 2 % du PIB mondial en 2050.



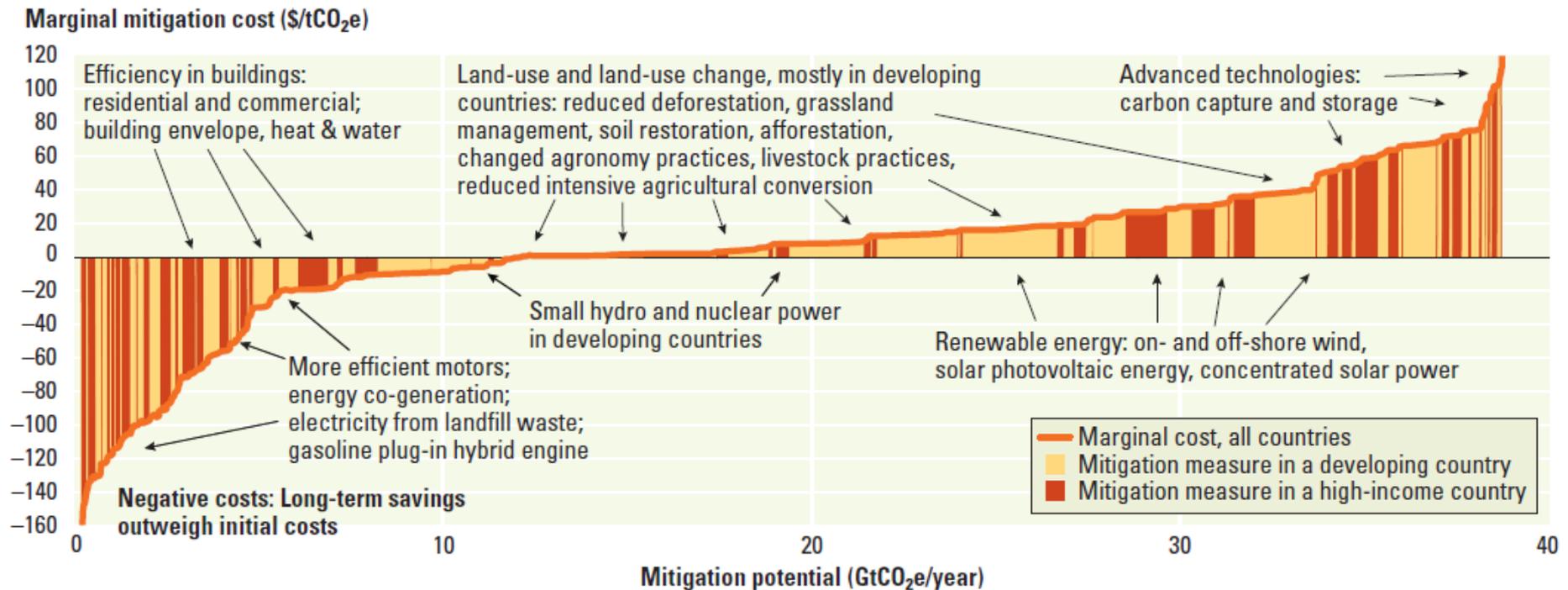
Coûts et ambitions

- 1 % du PIB permet de maintenir les concentrations dans l'intervalle 500-550 ppm CO₂e (Rapport Stern).
- 2 % du PIB si l'on vise l'intervalle 450-500 ppm CO₂e : depuis la publication du rapport Stern, les risques semblent plus importants et nous devrions, de mon point de vue, considérer 500 ppm CO₂e comme un maximum et chercher à diminuer les concentrations à partir de là vers 450 et moins.
- La politique climatique est moins coûteuse si elle utilise des ressources qui seraient sinon inemployées (personnes sans-emploi ou employées à temps partiel, etc.).
- Les coûts pourraient être fortement diminués par le progrès technique.
- Nombreux bénéfices additionnels (monde plus propre, plus sûr, amélioration de la sécurité énergétique et préservation de la biodiversité).



Coût : approche bottom-up

a. Global greenhouse gas mitigation marginal cost curve beyond 2030 business-as-usual



Source : World Development Report 2010, p. 57 (préparé par McKinsey & Company).



Coût et aide aux pays en développement

- Des engagements financiers clairs sont nécessaires pour soutenir l'action en matière de réduction d'émissions et d'adaptation. Les pays riches doivent fournir aux pays en développement 50 milliards de \$ par an d'ici à 2015, un chiffre qui pourrait atteindre 100 milliards d'ici 2020 et 200 milliards dans les années 2020.
- Les progrès dans les pays en développement au cours des prochaines décennies dépendront des manifestations de progrès substantiels de la part des pays riches, du partage des technologies, et de l'importance des financements. De nombreux plans des pays en développement sont déjà conditionnels à une aide des pays développés.
- Priorités immédiates : environ 15 milliards de \$ par an pour l'adaptation en Afrique et dans d'autres pays vulnérables, des montants similaires pour la déforestation et la technologie (accent sur la R&D, le déploiement).
- Les pays développés ne peuvent pas souligner l'immensité du défi et le « rôle crucial » des pays en développement, puis soutenir que l'aide aux pays en développement est trop coûteuse. 50 milliards de \$ par an représentent environ 0,1 % du PIB des pays riches en 2015. Ce n'est rien comparé aux coûts que nous subissons si nous n'agissons pas fermement. L'aide doit s'ajouter aux engagements existants en matière d'aide au développement.
- Des progrès ont été faits avant et à Copenhague en matière de financement.



Coûts et apprentissage

- Poser le problème en termes de « fardeau » ou de « coût » est-il pertinent ?
- Réfléchissons aux investissements et aux opportunités :
 - Immenses opportunités pour les investissements privés. De nombreux gros fonds de long terme cherchent de telles opportunités.
 - L'économie sobre en carbone sera l'une des périodes les plus passionnantes et dynamiques de l'histoire : innovation, découverte, investissement.
 - La croissance sobre en carbone sera plus sûre sur le plan énergétique, plus propre, plus paisible, davantage respectueuse de la biodiversité.
 - La croissance intensive en carbone ne peut que s'autodétruire, d'abord en raison de l'augmentation du prix des hydrocarbures ; ensuite, et plus fondamentalement, parce qu'elle créerait un environnement particulièrement hostile.



Plan en six parties

- Partie 1 : Les domaines et les instruments
- Partie 2 : Les politiques liées aux émissions de GES
- Partie 3 : La technologie
- Partie 4 : La lutte contre la déforestation
- Partie 5 : Les coûts de l'action
- Partie 6 : La croissance sobre en carbone



Théories de la croissance : modèles du XX^e siècle

- Est-ce que le « verdissement » de l'économie fait baisser la croissance ?
- Harrod-Domar : $g = s/v$
- Modèle de Feldman–Mahalanobis. Deuxième plan quinquennal indien (1956-61).
Modèles input-output (I-O) de Leontief.
- Alternativement, le ratio capital/PIB (v) augmente en raison du coût « additionnel » des technologies vertes.
- $v \uparrow \rightarrow s/v \downarrow \rightarrow g \downarrow$
- De façon similaire, dans le modèle I-O de Leontief, un coefficient d'input plus élevé est requis : les taux de croissance diminuent.
- C'est la théorie du verdissement de l'économie comme « fardeau » ou « défavorable » à la croissance.

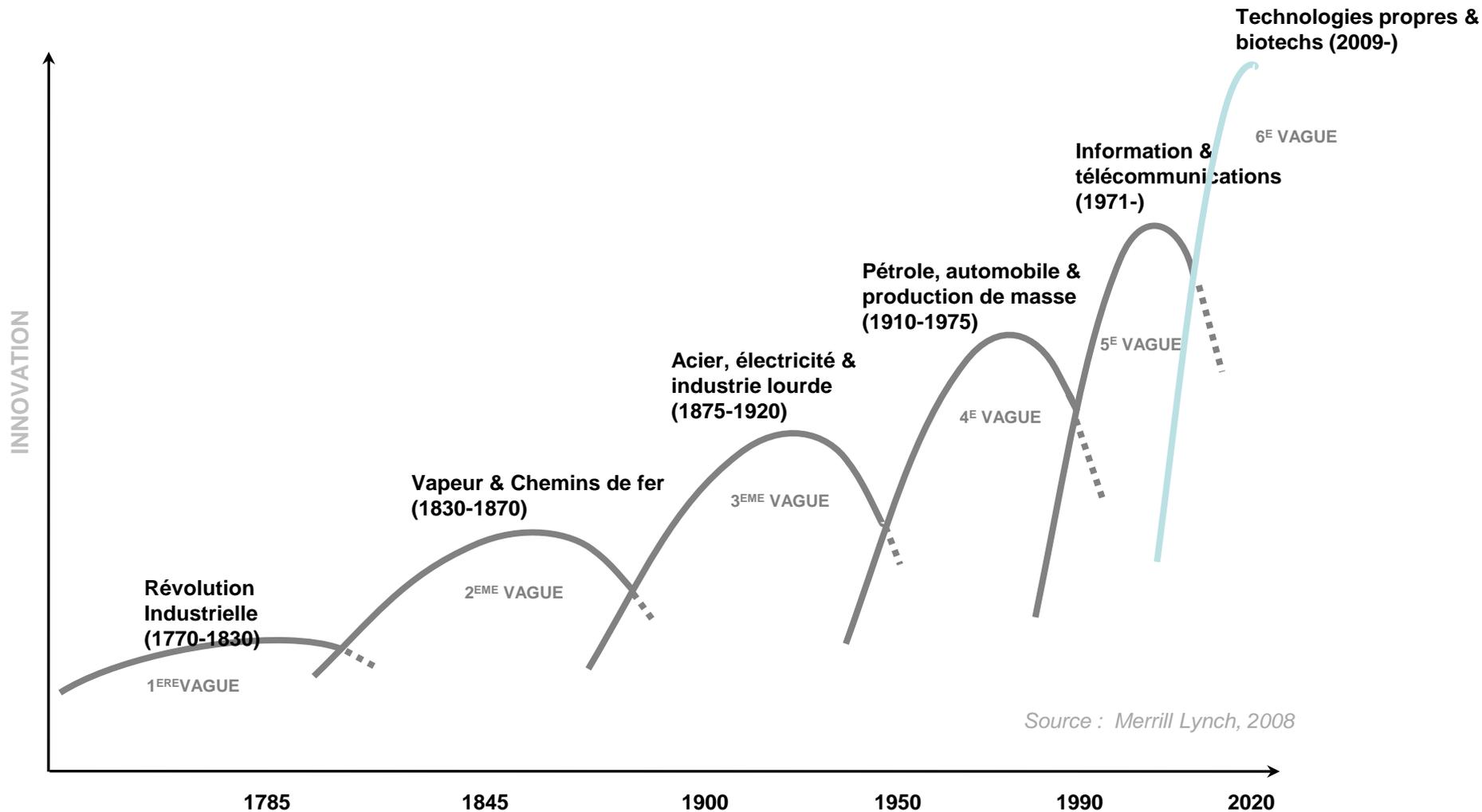


Croissance et apprentissage : modèles de la fin du XX^e siècle et du XXI^e siècle

- Modèles schumpeteriens de « croissance endogène » et de destruction créative ; de nouvelles entreprises et de nouvelles méthodes remplacent les anciennes.
- Le progrès technologique est endogène : on apprend de l'expérience, d'un processus d'essais et d'erreurs, d'investissements directs dans la R&D.
- Acemoglu et al. (2009) et Aghion et al. (2009) : le soutien aux technologies vertes peut accélérer l'apprentissage.
- Il y aura de nombreux nouveaux biens et des améliorations de qualité.



Vagues d'innovations



Rythme des nouvelles technologies

- Les prix de l'énergie solaire (photovoltaïque) ont diminué, en moyenne, de 4 % par an au cours des 15 dernières années. La demande a augmenté de 30 % par an.
- L'industrie solaire utilise traditionnellement le prix par watt-crête (**Wc**) comme unité de mesure principale (le watt-crête est la puissance électrique délivrée par un panneau solaire). Le prix des panneaux solaires à forte puissance électrique (>125 watts) est passé de \$27/Wc en 1982 à environ \$4/Wc aujourd'hui.
- Un panneau solaire représente environ 40 à 60 % du coût d'un système solaire installé. Les coûts d'installation totaux dépendent des types d'installation et de leur taille.
- Il faut comparer ces coûts à ceux de la production d'énergie en réseau : en général les coûts de production dans les réseaux tournent autour d'1/3 des coûts totaux.

(Source: www.solarbuzz.com)

L'étendue des idées nouvelles

- Logements : solaire, pompes à chaleur, toiture réflexive, toiture « verte », compteurs intelligents.
- Agriculture : faible labour, cultures améliorées à haut rendement et résistant aux maladies, systèmes d'irrigation avancés.
- Transports : véhicules hybrides et électriques (alimentés par de nouvelles batteries lithium ion ou des moteurs à hydrogène), biofiouls de prochaine génération (par exemple : algues).
- Electricité : solaire à film léger, éolien, marée, géothermie, fission nucléaire.

L'importance des marchés

- En 2008, 155 milliards de \$ ont été investis mondialement dans des compagnies et des projets « verts ».
 - Les investissements financiers « verts » dans les pays en développement ont augmenté de 27 % par rapport à 2007 pour atteindre 36,6 milliards de \$.
 - La Chine était le premier investisseur « vert » asiatique, avec 15,6 milliards de \$ de nouveaux investissements (principalement dans l'éolien, et certaines usines à biomasse), en augmentation de 18 % par rapport à 2007.
 - La Chine est devenue le premier producteur de panneaux photovoltaïques, 95 % de sa production étant destinée à l'exportation.
 - En Inde, les investissements ont augmenté de 12 % pour atteindre 3,7 milliards de \$.
- Le dernier projet de recherche de HSBC sur les « chiffres d'affaires climatiques » mondiaux montre que :
 - Les chiffres d'affaires climatiques mondiaux ont augmenté de 75 % en 2008, à 530 milliards de dollars ;
 - 5 pays représentent 76 % des chiffres d'affaires climatiques mondiaux : les Etats-Unis et le Japon autour de 20 % chacun, la France 17 %, l'Allemagne 15 % et l'Espagne 4 %.
- L'AIE suggère qu'il faudra investir en moyenne 1,3 Tr de \$ dans les énergies propres entre 2005 et 2050 (dont plus de 80 % viendra du secteur privé d'après la CCNUCC).



Innovation et concurrence

- Compétitivité : peu de preuves de déplacements d'industries dans des endroits « sales » ; les politiques climatiques ne sont qu'un déterminant de la localisation des usines et des unités de production (cf. chapitre 11 du rapport Stern).
- Des accords mondiaux ou sectoriels peuvent réduire significativement les pertes d'avantages concurrentiels provoqués par les politiques climatiques.
- Risques de pertes de parts de marché ou de fermeture pour ceux continuant à polluer (au niveau des firmes aussi bien qu'au niveau des pays).
 - Le changement climatique devient une dimension-clé de la concurrence dans une économie sobre en carbone.
 - Risques accrus d'actifs laissés en rade – que ce soit en raison du changement climatique ou de l'augmentation des prix du carbone.
 - Augmentation des risques de réputation – changements d'attitude des investisseurs et des consommateurs.



Plans d'actions dans les pays en développement

- Inde :
 - 8 missions : solaire, amélioration de l'efficacité énergétique, habitat durable, soutenabilité de l'écosystème himalayen, sylviculture, agriculture soutenable, savoir stratégique en matière de changement climatique.
- Chine :
 - Réduction de 40-45% de l'intensité carbone sur 2005-2020 ;
 - Progrès significatifs vers la transformation en une économie sobre en carbone grâce aux véhicules peu polluants, aux économies d'énergie, aux énergies renouvelables et aux bâtiments économes en carbone ;
 - Augmentation de la part des combustibles non fossiles dans les énergies primaires à 15 % d'ici à 2020 ;
 - Augmentation de la couverture forestière de 40 millions d'hectares.
- Brésil :
 - Réduction de 80 % de la déforestation d'ici 2020 ; annulation des pertes nettes de couverture forestière d'ici à 2015 ;
 - Améliorations de l'efficacité (politique nationale d'efficacité énergétique, remplacement des vieilles unités de réfrigération, chauffage solaire, suppression progressive de l'utilisation du feu dans la culture de la canne à sucre, etc.) ;
 - Préservation de la part importante des énergies renouvelables (48,5 %) ;
 - Incitations à une augmentation soutenable de l'usage des biofiouls.



Ethiopie : projet MERET

- Le projet MERET est une *joint venture* entre le gouvernement éthiopien et le programme alimentaire mondial visant à aider les communautés à réhabiliter la terre et à assurer la sécurité alimentaire.
- « ... des millions d'ha ont été réhabilités, un demi million d'arbres plantés, et depuis le lancement du projet, la sécurité alimentaire a été assurée pour plus de 2 millions de personnes dans des zones qui avaient été, de longue date, sévèrement dégradées », Dr Aberra, ministre de l'agriculture et du développement durable, décembre 2009.
- Le développement, l'adaptation et la réduction des émissions sont liés.

