HAL
open science

Transition énergétique, projets de société et tensions du présent

Minh Ha-Duong, Dominique Finon

To cite this version:

Minh Ha-Duong, Dominique Finon. Transition énergétique, projets de société et tensions du présent. Première journée de Dialogue CNRS sur la transition énergétique en France, une cartographie des enjeux et des controverses., Jun 2013, Paris, France. hal-01020566

HAL Id: hal-01020566

https://enpc.hal.science/hal-01020566v1

Submitted on 8 Jul 2014

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

La Transition Énergétique en France
Une cartographie des enjeux et des controverses

Cycle de journées de dialogue organisé par
CIRED (ENPC-CNRS) et PACTE (U. Grenoble-CNRS)
avec le soutien de l'INSHS et l'INSIS du CNRS

Actes de la première journée

vendredi 21 juin 2013

Transition énergétique, projets de société et tensions du présent

R&Dialogue
Projet européen FP7 - Research and Civil Society Dialogue towards a low-carbon society

Minh Ha-Duong et Dominique Finon (2013*) Transition énergétique, projets de société et tensions du présent : actes électroniques de la première journée de dialogue CNRS sur la transition énergétique en France*. Publié en ligne par le CIRED.

Transcription : Isabelle Billy, Minh Ha-Duong et Officience.

Production : Minh Ha-Duong, CIRED, CNRS

Relecture : Dominique Finon, Minh Ha-Duong

Table des matières

Ouverture par S. Laugier, A. Dollet et F. Lecocq.....5

Quelles décisions, quels objectifs ? Session présidée par A. Grandjean.....10

R. Bibas et J.-C. Hourcade : Transitions énergétiques en France, enseignements d'un exercice de prospective.....11

F. Moisan : Commentaires à partir des scénarios de transition Ademe et leurs impacts macroéconomiques.....38

P. Criqui : Transition énergétique : scénarios structurants, critères d'évaluation et points aveugles.....50

J.-E. Moncomble : Commentaires sur les scénarios français au regard de la méthodologie prospective de la transition énergétique du World Energy Council.....66

Table ronde avec T. Salomon, J.-P. Bompart et les intervenants.....69

Rapport de synthèse par Renaud Crassous.....76

Quelle place pour les mécanismes de marché en Europe ? Session présidée par Patrice Geoffron...79

D. Finon : Régime de marché, politiques bas carbone et politiques ENR, autour de quelques contradictions internes des politiques européennes.....80

C. Egenhofer : La tension entre le régime européen de marchés électriques intégrés et l'originalité des politiques nationales au sein de l'Union européenne.....107

G. Zachmann : La transition énergétique d'un État-membre peut-elle se penser sans prise en compte de l'intégration européenne ?.....119

Table ronde avec R. Baron, M. Bussiéras et les intervenants.....132

Rapport de synthèse par Fabienne Salaun.....140

Énergie, emploi et modes de croissance, session présidée par A. Bénassy-Quéré.....143

P. Quirion : L'effet net sur l'emploi de la transition énergétique en France : une analyse input-output.....144

P.-N. Giraud : Transition énergétique, un vecteur de rééquilibrage entre emplois sédentaires et emplois nomades ?.....160

P. Crifo : L'effet emploi d'une croissance verte.....179

Table ronde avec C. Tutenuit, A. Mestre et les intervenants.....187

Rapport de session par Frédéric Ghersi.....196

Financer la transition et sortir de la stagnation. Session présidée par D. Bureau.....199

G. Giraud : Canaliser l'épargne européenne vers la transition énergétique, une sortie des impasses de l'austérité de croissance.....200

J.-C. Hourcade : Fiscalité carbone, EU-ETS, « obligations carbone », entre initiatives nationales et coordination européenne.....215

Table ronde avec A. Lipietz et les intervenants.....231

Rapport de synthèse par Céline Guivarch.....242

The world transition towards a Low Carbon Society. Session présidée par J.-C. Hourcade.....245

M. J. Grubb : Planetary Economics, concepts and tools of transition and implications for European policy.....246

Comments by Christian Egenhofer.....261
Comments by Paul Watkinson.....264
Comments by Franck Lecocq.....267
Rapport de synthèse par Christophe Cassen.....269

Conclusions et invitation à poursuivre le dialogue par M. Ha-Duong.....271

Annexe 1 : Invitation au débat.....275

Annexe 2 : Programme du cycle des journées de dialogue.....276
1ère journée : Transition énergétique, projets de société et tensions du présent.....276
2e journée : La recherche controversée d'énergies 'propres'.....276
3e journée : La maîtrise de l'énergie, une option consensuelle et ses obstacles.....276

Annexe 3 : Programme de la journée.....278

Ouverture par S. Laugier, A. Dollet et F. Lecocq

Sandra Laugier : Dans un premier temps, je vous souhaite la bienvenue au nom du CNRS dans cet amphithéâtre pour cette première journée du cycle « La transition énergétique en France » qui sera consacrée à la « Transition énergétique, projets de société et tensions du présent ». Cette journée est vraiment un événement : pour nous, au CNRS, elle constitue un tournant dans les façons de concevoir les questions d'énergie et la transition énergétique. Pour ma part, c'est avec une grande satisfaction que j'ouvre cette journée, en particulier en compagnie d'Alain Dollet, directeur scientifique adjoint à l'INSIS. Cette journée marque une étape importante dans la collaboration que nous avons engagée depuis plus d'un an, Alain et moi, pour développer les sciences sociales de l'énergie. D'ailleurs se dessine une évolution positive et marquante au CNRS en ce sens. Auparavant, nous nous étions déjà retrouvés dans cet amphithéâtre pour le colloque Énergie avec l'Académie des technologies : un ou deux chercheurs SHS étaient présents. Aujourd'hui ils sont plus nombreux. Avec cette réouverture contemporaine des enjeux énergétiques que vous connaissez tous se produit un changement de ces questions dans la place des sciences humaines et sociales puisque c'est un renouvellement qui ne renvoie pas seulement à des choix techniques et scientifiques mais aussi à des enjeux qui modifieront profondément nos façons d'être ensemble, la façon que nous avons de composer avec notre environnement. Je crois que ce renouvellement que l'on appelle « transition énergétique » politise progressivement les différentes sphères du social : le quotidien, la vie intime, en passant par les politiques publiques à toutes les échelles, les représentations que nous nous sommes fait de notre société, de notre histoire jusqu'au rapport que nous entretenons avec la biosphère.

Nous aborderons ces questions d'énergie aujourd'hui et durant deux journées suivantes. L'une se tiendra le 22 octobre prochain, l'autre en fin d'année Toutes ces questions suscitent de nombreuses discussions, des arbitrages de plus en plus complexes, des controverses. Non seulement elles sollicitent également les disciplines scientifiques, l'économie qui a été au premier plan depuis longtemps dans le traitement des questions d'énergie, mais aussi toutes les disciplines des sciences humaines et sociales, de l'économie à la science politique mais également la géographie, l'histoire, la sociologie et même la philosophie. Plusieurs de mes collègues s'intéressent de près à ces questions, car, en effet, nous sommes dans une phase de profonde recomposition et transformation, des transformations économiques mais aussi des transformations dans ce qu'on peut appeler nos formes de vie à la fois individuelle et collective. Ce qui apparaît depuis un moment c'est que les sciences sociales ont à intervenir dans ce débat et dans toutes ces questions. À ce sujet, une évolution se dessine depuis un certain nombre d'années puisque les sciences sociales ne sont pas seulement vues dans un rôle, celui qu'on leur donne habituellement, qui est d'examiner,

par exemple, l'acceptabilité des technologies, leur impact. Dans ces journées, nous essaierons vraiment de changer la place de sciences sociales, de les faire intervenir à toutes les étapes du processus, pas seulement en aval. Nous nous y sommes employés et ce dans un certain nombre d'opérations au CNRS depuis des mois.

Ensuite, je voudrais mentionner, mais je crois qu'Alain le fera aussi, le défi, l'énergie, de la mission interdisciplinarité, défi qui mobilise à la fois les sciences sociales, les sciences humaines, l'environnement et l'ensemble des instituts du CNRS. Depuis l'an dernier, il y a donc eu également, et le cycle des journées en est le résultat, à partir de la cellule Énergie du CNRS, un soutien général, global, au développement des sciences sociales de l'énergie, des travaux sur l'énergie en sciences sociales, dans la mesure où il est rapidement apparu que les sciences humaines et sociales constituent une ressource pour prendre en compte un élément de plus en plus important aujourd'hui qui est celui de la capacité du public à acquérir une intelligence collective des questions énergétiques. Les sciences humaines et sociales permettent donc de prendre en compte un certain nombre de compétences diverses qui ont émergé depuis un moment et qui ont une nouvelle légitimité. Pour ces réflexions, nous avons pensé créer un réseau plus étendu de chercheurs et d'unités de recherche SHS sur l'énergie car c'est un sujet qui nous dynamise et sur lequel nous voulons mener des réflexions, mettre des moyens au CNRS. Il est vrai que les forces mises en jeu ne sont pas aussi importantes que nous le souhaiterions, c'est-à-dire que les chercheurs ne sont pas très nombreux, ni vraiment bien répartis sur le territoire. Il est vrai que nous nous sommes appuyés sur les unités qui se sont singularisées en SHS par le caractère dynamique et précurseur de leurs recherches dans ce domaine. C'est donc à ce titre que nous nous sommes adressés à deux laboratoires, le Cired et le Pacte.

J'en profiterai, avant de lui donner la parole, pour remercier le directeur du Cired et toute cette unité de recherche qui est importante pour nous. Je parlerai des différents partenariats qu'elle engage puisque cette unité n'est pas seulement CNRS, elle connaît aussi une forte implantation dans plusieurs institutions.

Le Cired a porté l'organisation de cette journée. Je souhaite remercier Minh et toute l'équipe. Je soulignerai que plusieurs chercheurs du Cired nous ont beaucoup aidés à l'InSHS dans nos réflexions sur l'énergie et ont participé à la rédaction d'un rapport sur les sciences humaines et sociales de l'énergie que nous sommes en train de terminer. Je souhaite remercier particulièrement Alain Nadaï, Jean-Charles Hourcade, Dominique Finon et beaucoup d'autres qui ont contribué à ce rapport que nous allons bientôt rendre public lequel a pour but de transformer la vision de l'énergie à travers le prisme des sciences sociales. Je souhaitais vous remercier tous et particulièrement Alain Dollet sans qui nous n'aurions pas pu lancer cette collaboration.

Alain Dollet : Je m'associe également aux remerciements exprimés par Sandra aux organisateurs de ces journées et en particulier aux laboratoires Cired et Pacte qui en sont les principaux initiateurs. Comme l'exprimait Sandra, je suis ravi au nom de la cellule Énergie du CNRS et de la direction de l'Institut des sciences de l'ingénierie et des systèmes d'introduire cette première des trois journées d'un cycle au côté de ma collègue Sandra Laugier de la direction de l'Institut des sciences humaines et sociales et du directeur du Cired, Franck Lecocq. Je viens ici témoigner du grand intérêt que porte la direction du CNRS aux enjeux sociétaux et économiques qui sont liés à la transition énergétique et plus généralement aux travaux qui sont menés par nos laboratoires de sciences humaines et sociales dans le domaine de l'énergie. Sandra l'a rappelé mais le CNRS est en effet convaincu, il n'est peut-être pas le seul, mais il est certainement l'un des mieux placés pour affirmer haut et fort que les aspects sociétaux sont au moins aussi importants que les aspects technologiques en matière de transition énergétique. Il est

essentiel que les citoyens soient associés aux choix politiques et techniques en matière de transition énergétique, c'est là l'un des objectifs d'ailleurs du débat national. Nous aurons aujourd'hui le plaisir et l'honneur d'accueillir des représentants du comité d'experts du débat, notamment son président Alain Grandjean. Il est tout aussi essentiel que les chercheurs en sciences humaines et sociales soient eux aussi associés en amont au programme de recherche. Nous sommes au-delà des simples questions et enjeux sociétaux. Au-delà donc, en amont, associés au programme de recherche sur l'énergie et sur la transition qui sont longtemps restés la « chasse gardée » des technologues, physiciens, énergéticiens dont je fais partie. Ceci impose un effort de la part des communautés concernées, effort d'ouverture de la part des sciences dites dures ou technologiques, mais aussi, Sandra le rappelait, un effort nécessaire de mobilisation de la part de la communauté des sciences humaines et sociales. Nous y travaillons étroitement avec ma collègue Sandra, en particulier pour encourager cet effort nécessaire et, avec l'aide des collègues qui sont prêts à s'investir, nous nous efforçons de créer les conditions qui permettront de structurer une activité de recherche de premier plan au niveau national dans ce domaine. Le président du CNRS est tout à fait conscient de l'importance de la recherche en sciences humaines et sociales et très attentif à toutes les initiatives qui sont prises par la communauté scientifique dans ce domaine et en particulier par le CNRS qui est légitime pour porter des grandes actions nationales dans ce domaine.

L'organisme est en effet riche de ses compétences multiples, de son interdisciplinarité. Nous avons évoqué quelques programmes sur lesquels je reviendrai brièvement et nous avons ouvert *a priori* à toutes les voies de progrès, soucieux d'une certaine indépendance de jugement qui le caractérise, et cette caractéristique justement, cette liberté de jugement, est fortement portée par la communauté des sciences humaines et sociales. Sandra rappelait que nous avons effectivement, à l'initiative de la mission pour l'interdisciplinarité, un grand défi aujourd'hui sur la transition énergétique avec pour priorité d'adresser à la fois les questions de société, d'environnement et de ressources en matière de transition énergétique : un défi très interdisciplinaire. J'ajouterai à la suite de cette première journée d'aujourd'hui qui est orientée sur les aspects sociétaux, sur les aspects scénarios, etc., toutes les questions qui seront débattues. À nouveau, la semaine prochaine, pour les personnes intéressées, une certaine publicité a été faite au sujet d'un colloque sur le CO_2 qui est organisé jeudi prochain ici même à l'initiative de la mission interdisciplinaire « Déchet ou molécule valorisable : le CO_2 ». Là aussi il s'agit d'un thème scientifique mais il y aura aussi des questions sociétales assez importantes à aborder autour de ce thème du CO_2. J'invite tous ceux qui peuvent encore le faire à s'inscrire pour participer à cette journée.

En conclusion de mon intervention, le CNRS encouragera et soutiendra fortement les nouvelles actions et les efforts de structuration de sa recherche du secteur des sciences humaines et sociales dans le domaine de l'énergie : c'est l'une de ses priorités. Je tiens à remercier à nouveau les organisateurs de cette journée, les nombreux intervenants de grande qualité qui sont aujourd'hui présents. Je remercie aussi la direction de la communication du CNRS qui relaie cet événement ce matin avec la présence de la Wikiradio et je voudrais, pour conclure, rappeler qu'il y a effectivement trois journées qui sont organisées dans le cadre de ce cycle sur la transition énergétique en France et que les deux prochaines journées auront lieu, l'une en octobre, l'autre en fin d'année. La journée 2 aura lieu le 22 octobre. Le thème sera « La recherche controversée des énergies "propres" », sujet qui nous tient beaucoup à cœur. Autant de thèmes intéressants, qui réuniront un grand nombre de participants. Permettez-moi de vous souhaiter à tous, au nom du CNRS, une journée de dialogues riche et fructueuse.

Franck Lecocq : Quelques mots pour conclure cette séance introductive. L'événement a été présenté. Outre le soutien du département SHS du CNRS et de la cellule Énergie, je tiens à saluer aussi le projet européen R&Dialogue dont Minh Ha-Duong est le porteur. Je tiens à remercier Dominique Finon, Jean-Charles Hourcade et Minh qui se sont dépensés sans compter pour que cette journée soit une réussite. Je remercie aussi Patrick Criqui de Pacte pour son soutien et je tiens à remercier vivement Sandra Laugier et Alain Dollet pour leur soutien. Ce n'est pas seulement pour leur soutien financier, en termes de moyens, mais, au-delà, je pense important de saluer l'appui de CNRS à l'initiative en soi. D'ailleurs le fait que nous soyons ici dans ces murs n'est pas complètement innocent. Je pense qu'il est important que les institutions de recherche, à travers leurs laboratoires, s'impliquent directement sans intermédiaires dans les débats de société en cours et en particulier dans un débat aussi important que celui de la transition énergétique. En tout cas, le Cired y est effectivement très attaché et aujourd'hui est une façon pour la communauté des chercheurs de mettre un pied dans ce débat.

C'est sûr qu'en tant que chercheur on est toujours un peu en décalage par rapport à un débat public pour de nombreuses raisons, mais une raison principale est que tout ce qu'on raconte doit un moment ou un autre passer à un tamis particulier qui est celui de l'évaluation par les pairs, les revues, les chapitres d'ouvrage, etc. Et ce processus-là, c'est un processus dont le temps caractéristique n'est pas exactement celui de la décision publique. Néanmoins, cette validation par les pairs reste la seule légitimité dont on peut se prévaloir lorsqu'en tant que chercheur on prend la parole dans un débat public, même quand on change de casquette, on prend la casquette expert. Cette légitimation reste centrale.

Cette réserve étant posée, qu'est-ce qu'on va essayer d'apporter dans ce débat ? Je crois, trois choses.

- Tout d'abord, nous apportons des outils d'évaluation, que ce soit numériques (des modèles) ou non, en tout cas qui permettent de mieux évaluer les différentes options qui sont sur la table. Bien sûr, ces évaluations elles-mêmes dépendent de nombreux paramètres qui sont controversés. Il ne s'agit pas pour le chercheur d'arriver, de dire le vrai, de dire comme ça devrait être, mais, au minimum, d'évaluer des degrés de cohérence entre des hypothèses sur le futur et des propositions d'action, ce qui n'est pas évident et aussi éventuellement de trier entre les différentes incertitudes qui pèsent sur les débats pour essayer de voir celles qui comptent et celles qui comptent un peu moins.
- Ensuite, un deuxième élément peut être également apporté qui est au-delà des résultats de l'évaluation elle-même, c'est la démarche, la problématisation, poser des questions. C'est aussi important, peut-être plus important encore que les résultats eux-mêmes. Le point étant de ne pas forcément poser des questions très compliquées mais, parfois, de poser des questions simples qui sont oubliées mais qui restent importantes pour le débat.
- Enfin, on peut aussi proposer des pistes, de nouvelles solutions. Évidemment, dans notre domaine nous n'innovons pas tous les jours, nous n'inventons pas un nouvel instrument de politique publique tous les matins. Malgré tout, c'est une part importante de notre travail et c'est ce que nous allons essayer de montrer aujourd'hui.

Nous avons organisé la journée de telle sorte que ces trois modalités d'intervention, évaluation, problématisation et proposition soient présentes. Le point de départ, ce sera un regard sur les scénarios de transition énergétique avec une double ambition, d'abord

d'évaluation sur les coûts et sur les marges de manœuvre, d'une part, et puis de réflexions sur quels sont les bons critères d'évaluation de ces scénarios, vrai enjeu de problématisation. Ensuite, les quatre séances qui vont suivre tireront le fil de questions qui auront été ouvertes dans cette première partie. En se consacrant d'abord à l'investissement, en particulier dans le secteur électrique, aux liens entre transition énergétique, croissance et emploi, aux questions de financement et puis enfin aux liens entre ce qui se passe en France ou en Europe et ce qui se passe dans le reste du monde, c'est-à-dire la transition énergétique dans un monde globalisé. On y trouvera donc évaluation, problématisation et aussi proposition, par exemple, sur les politiques européennes électriques, sur les moyens d'animer, de nourrir une partie de la relance économique par des options de politique énergétique ou encore sur les mécanismes de financement.

Permettez-moi de terminer en remerciant comme l'ont fait Sandra et Alain tous ceux qui ont accepté de contribuer aux différentes sessions, aux différentes tables rondes, et puis de vous remercier tous et toutes pour votre présence au nom de toute l'équipe du Cired. Je vous souhaite une excellente conférence.

Quelles décisions, quels objectifs ? Session présidée par A. Grandjean

R. Bibas et J.-C. Hourcade : Transitions énergétiques en France, enseignements d'un exercice de prospective.

Transitions énergétiques en France : enseignements d'un exercice de prospective

Ruben Bibas et Jean-Charles Hourcade

La transition énergétique en France
CNRS – Paris - 21 juin 2013

Jean-Charles Hourcade : Nous ferons, Ruben et moi, cette première présentation à deux. Je commencerai rapidement à en préciser le sens, car cela dit un peu de façon différente ce que Franck vient de dire.

Dans nos domaines, des savoirs viennent de partout : de l'économie, de la technique, et il faut quand même, de temps en temps, essayer de mettre un peu de cohérence dans tout cela. C'est le sens des exercices de modélisation prospective.

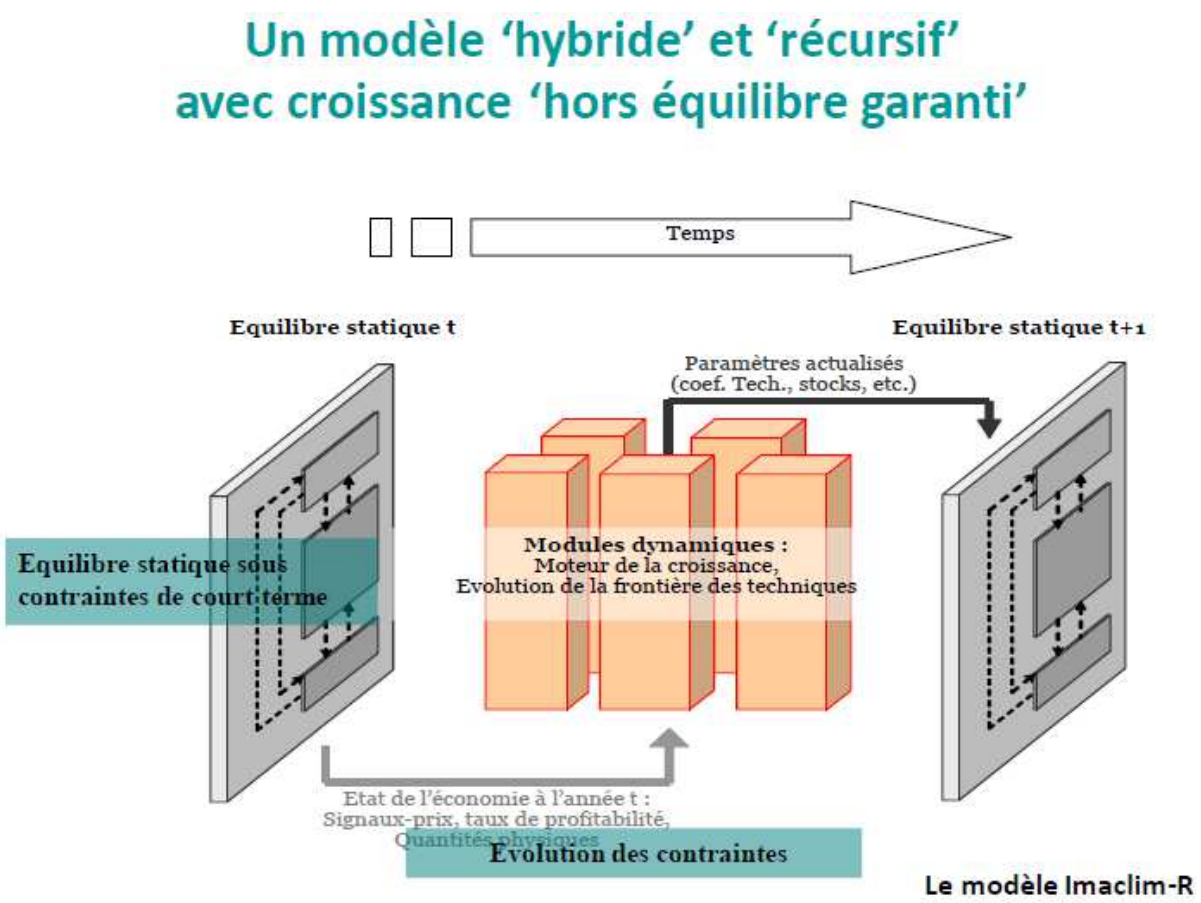
La méthode et le sens d'un exercice

- **Ni "prédire" ni "prescrire"**
- **'forcer à la cohérence'** des conjectures et visions sur le monde futur
- Un modèle **conçu comme outil de communication**
  - Entre disciplines (ingénieurs-économistes- sociologue)
  - Entre spécialistes de divers domaines d'activité
  - Entre "visions du monde" sur l'énergie et l'économie
- Expliciter les 'effets de système' entre économie et changement technique: **variations autour d'une 'vision du monde énergétique',** Encilowcarb

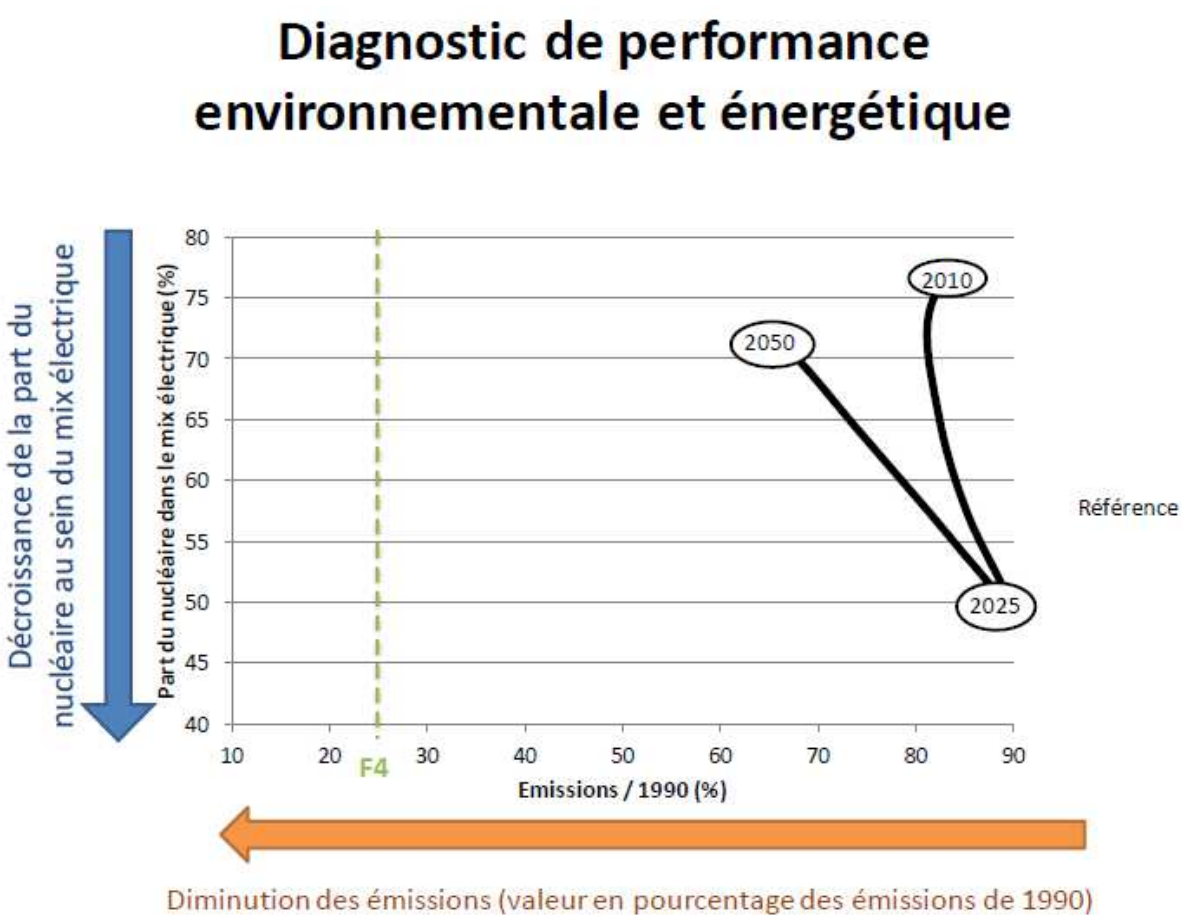
Un exercice ne cherche pas à prédire ou à prescrire, il cherche simplement à faire en sorte que les gens soient cohérents avec ce qu'ils ont en tête quand ils parlent du futur. C'est un outil de communication entre disciplines : économistes, sociologues, sciences humaines en général, ceux qui visent les comportements. Spécialistes de divers domaines d'activité. Chacun a son rôle. J'insisterai, par exemple, sur le lien entre les gens qui sont spécialistes de l'énergie et ceux qui sont spécialistes de l'habitat et de la ville. Nous ne communiquons pas souvent. Or, les trois sont très importants et je vais aussi essayer d'expliciter les « effets de système » entre économie et changement technique, c'est-à-dire le fait que, pour la même vision du monde énergétique, il peut y avoir beaucoup de contextes économiques et cela n'est pas indifférent.

Ce que nous allons faire ici, c'est que nous n'allons pas tester plusieurs visions énergétiques, nous n'allons en tester qu'une et vous allez comprendre tout de suite pourquoi. Par contre, nous insisterons beaucoup – c'est notre tâche d'économiste – sur le fait de dire qu'il est difficile de séparer le débat sur la transition énergétique du débat sur les politiques économiques et vous verrez pourquoi.

Nous en prendrons une, EnCiLowCarb, qui est un programme qui a été mené longtemps au Cired par Ruben Bibas et Sandrine Mathy avec des ONG sur une vision du monde débattable et contestable mais nous la prendrons telle quelle. Bien entendu, elle est contestable, mais nous verrons tout ce qu'on peut en faire. Un mot au sujet de la modélisation. Je ne vais pas vous faire un cours sur la modélisation, je vais seulement essayer de vous montrer le sens de ce que nous avons essayé de faire.



Ce graphique décrit le fonctionnement du modèle Imaclim. Les plaques qu'on qualifie ici d'« équilibre statique », c'est quasiment le métier de l'économiste « pur ». Un monde, des circulations d'informations, des circulations de valeurs entre l'État, les ménages et les entreprises et cela donne des équilibres de marché. Par rapport à beaucoup de modèles, la différence ici et cela demande un gros effort, lourd et très sous-estimé, c'est que nous avons fait en sorte qu'il y ait une cohérence explicite entre les quantités physiques et des scènes de prix. Cela demande un effort d'hybridation des matrices de comptabilité sociale. Aujourd'hui, on ne peut pas utiliser comme ça des bilans énergétiques d'un côté et des matrices de comptabilité sociale de l'autre et puis les faire coller. Cela nous permet de tracer des hypothèses d'ingénieurs avec des hypothèses économiques et de le faire dans un cadre très cohérent, puis des modules dynamiques avec des usages suivants : vous avez les transports, vous avez l'habitat et nous essayons, parfois, avec des sous-modèles très compliqués de dire (c'est simplement une équation) : « Tiens, les énergéticiens nous disent que, dans tel domaine, il y a telle contrainte ou telle option. » Les gens qui viennent plutôt des sciences sociales nous disent : « Vous savez, ce n'est pas sûr que les acteurs anticipent tout parfaitement. » Nous pouvons introduire des anticipations plus ou moins « myopes », plus ou moins réalistes. Des routines de comportement. Cela a une grande importance sur les résultats. Donc, dans le résultat de la plaque, ici, nous voyons des systèmes, des informations, des systèmes de prix, des revenus, etc., à ces modules-là et, en fonction de ce qu'on a dit, nous embarquons l'information qui vient des ingénieurs et des sciences sociales, comment les gens se comportent dans tel ou tel secteur et bien sûr ensuite nous recalculons l'étape d'après. C'est un outil de dialogue entre des visions du monde, des degrés d'expertise, à la fois en termes de sciences sociales et en termes de sciences technologiques. Comment allons-nous fonctionner, c'est très simple. Nous ne ferons pas de scénario normatif.

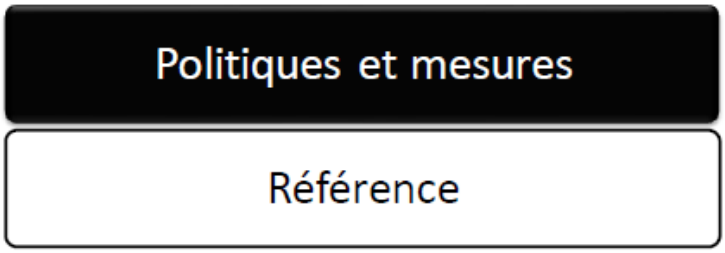


Nous prendrons un scénario, un EnCiLowCarb, et puis nous rajouterons un certain nombre de mesures sur ceci et nous mesurerons sur deux axes : premier axe, ce sont les performances environnementales, c'est très simple. Sur cet axe-là, vous avez la baisse des émissions de CO_2 et, avec le fameux F4, la réduction par quatre des émissions, et pour ceux qui pensent qu'il y a trop de nucléaire parce que ça pourrait être dangereux, on va dire que certains veulent baisser le plus possible la part du nucléaire, pour certains en sortir. Voici donc comment cela se passe. Ici, nous avons le scénario de base que nous avons pris, nous sommes en 2010. Jusqu'en 2025, dans le scénario de base, il y a un peu de croissance quand même. Donc on augmente nos émissions et, en même temps, on réduit la part du nucléaire de façon très spontanée dans ce scénario de base puis, ensuite, il se passe quelque chose : comme le prix de l'énergie augmente, le prix du pétrole augmente, le prix du gaz augmente, la demande augmente, et on repart vers un scénario qui, lui, réaugmente dans le scénario de base. Donc, dans le scénario de base, nous avons bien un nucléaire qui, au départ, décroît en part de la demande électrique et qui revient ensuite. C'est par rapport à ce scénario-là que tous les autres scénarios en matière environnementale vont être jugés.

Je passe la parole à Ruben maintenant en introduisant le fait que nous allons empiler petit à petit un certain nombre d'outils. Le premier, ce sont les mesures qui sont, elles, celles du scénario EnCiLowCarb.

Ruben Bibas : Comme Jean-Charles vous l'a expliqué, je vais mettre en évidence certains des mécanismes de la transition. Pour y réussir, je vais empiler un certain nombre de mesures sur le scénario EnCiLowCarb. Nous observerons comment ces scénarios évoluent sur plusieurs performances.

La transition énergétique: des outils à articuler



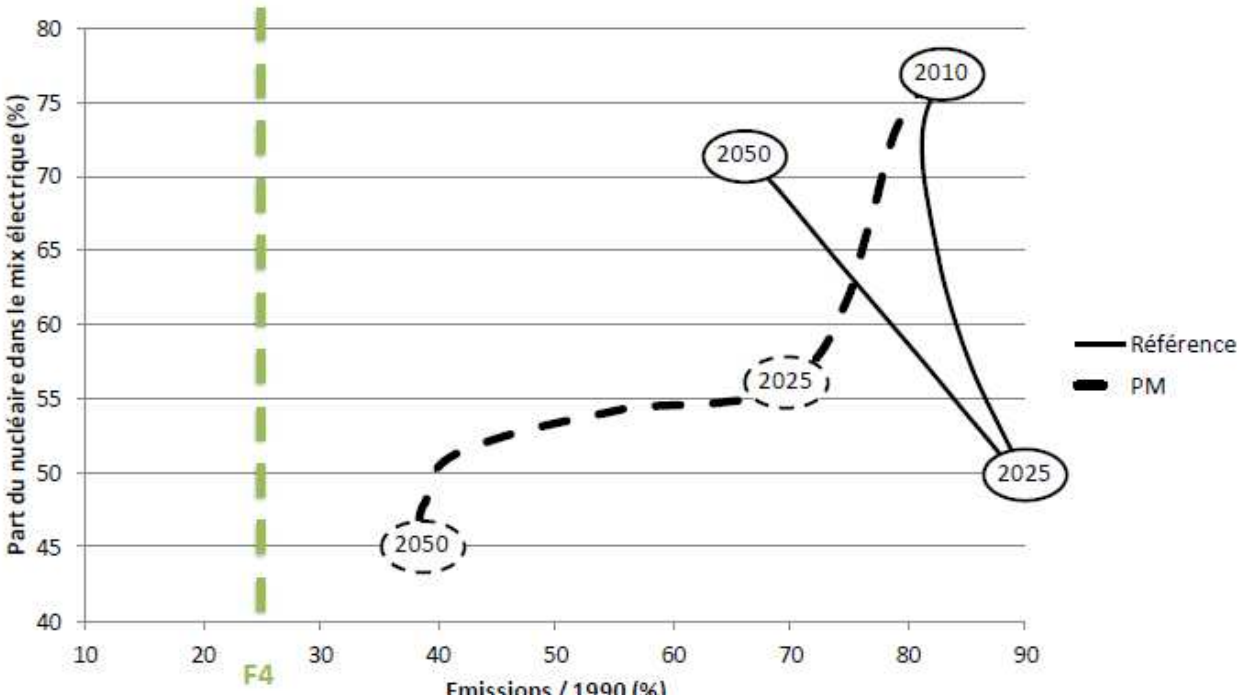
Une performance environnementale et énergétique comme sur le graphique que Jean-Charles vient de vous montrer et des performances économiques et sociales également. Nous allons essayer de comprendre comment l'articulation de différents outils et de différentes politiques permet d'améliorer à la fois les performances de ces outils et l'acceptabilité des politiques de transition.

Définition du scénario PM

- politiques et mesures des scénarios ENCILOWCARB
- en excluant celles qui impliquent une mutation plus profonde des comportements (sobriété, télétravail …)
- regroupent :
  - ***politiques réglementaires*** (Réglementation thermique du neuf…)
  - ***politiques d'incitation financière*** à la rénovation thermique
  - ***outils fiscaux*** (éco-redevance poids lourds et taxe sur le kérosène pour le transport aérien)

Le premier outil que je vais examiner sera les politiques et mesures qui sont tirées, comme Jean-Charles vous l'expliquait, du scénario EnCiLowCarb qui a consisté en exercices de collaboration avec des parties prenantes pour créer un scénario acceptable de transition énergétique et en fait de facteur 4. Nous exclurons de ces mesures celles qui impliquent une mutation plus profonde des comportements, notamment sur la sobriété. Donc ces mesures impliquent à la fois des mesures réglementaires, des mesures d'incitation financière, notamment la rénovation thermique, et des outils fiscaux comme, par exemple, l'éco-redevance poids lourds ou des tarifs d'achat sur les énergies renouvelables. La plupart de ces mesures déclenchent des potentiels ou d'économie d'énergie ou de réduction d'émissions qui sont souvent appelés « à coût négatif » et, il faut bien voir que, « à coût négatif », c'est sur l'ensemble de la durée de vie de ces équipements et que, en général, nous aurons un investissement parfois assez lourd au début que nous compenserons par des économies d'énergie sur la facture énergétique et donc sur l'ensemble de la durée de vie de l'équipement, nous aurons un coût négatif. Intéressons-nous d'abord à la performance énergétique environnementale de ce scénario. Pour ce faire, nous utiliserons le même graphique que Jean-Charles vous a présenté sur lequel nous avons rajouté le scénario de politiques et mesures.

PM: Performance énergie et environnement



Deux informations sont importantes à noter dans ce graphique. La première, c'est que les politiques et mesures réduisent les émissions à 2050 à peu près de moitié par rapport à 2010 mais ne permettent pas d'atteindre le facteur 4. La seconde, c'est donc qu'ici nous n'atteignons pas le facteur 4, que l'effort sur la demande énergétique et la pénétration des énergies renouvelables évitent de relancer les investissements nucléaires à un niveau qui relancerait les capacités installées après 2025, et nous obtenons donc un parc électronucléaire de 33 GW, contre 69 GW en référence en 2050. La chute du nucléaire en 2050 est due à la conjonction de plusieurs éléments. Premièrement, et très importante, le déclassement du parc électronucléaire qui est aujourd'hui construit et qui arrive en fin de vie tout au long de la période et, ensuite, l'installation de manière assez importante de capacités de production renouvelables.

Qu'en est-il de la performance économique de ce scénario ?

PM: Performance économique et sociale

Période	2010-2015	2010-2020	2040-2050	2010-2050
Référence	0.77%	0.83%	0.85%	1.06%
PM	0.73%	0.9%	0.9%	1.15%

Taux de croissance annuel moyen du PIB

	2015	2020	2030	2040	2050
PM	-2	26	183	254	307

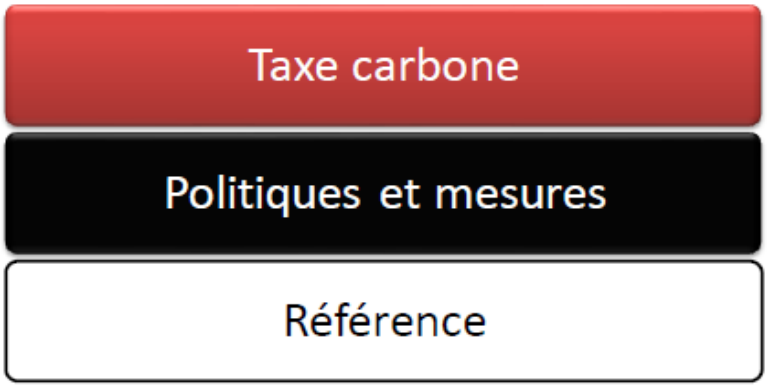
Créations d'emplois / référence (en milliers d'équivalents temps plein)

- Positif à long terme sur PIB et emploi
- Un problème de (léger) coût à court terme
- Décalage dépenses <-> résultats

Sur le premier tableau, les politiques et mesures ont un effet positif sur la croissance, il s'agit du carré rouge. Comparé à la référence, le taux de croissance annuel moyen augmente sur l'ensemble de la période. Ce n'est pas étonnant, pourquoi ? Parce que, en fait, nous avons implémenté des mesures à coût négatif, et les dépenses à court terme sont compensées par des gains d'économies d'énergie faites sur le moyen et long terme. Nous obtenons donc un gain de PIB. Il faut noter que ce qui n'est pas sur ce graphique, mais qui est très important, c'est que nous obtenons notamment un effet collatéral positif sur la balance énergétique. Sur la facture énergétique, nous réduisons de manière importante les imports d'hydrocarbures : elles sont réduites quasiment de moitié. Et ceci avait expliqué notamment que, en fin de période, nous avions un effet très positif lorsque, en référence, le prix des hydrocarbures montait.

Cependant, à court terme, ici en vert, nous avons un léger effet dépressif qui est concomitant avec une légère diminution des emplois qui traduit le coût initial de ces politiques à court terme et qui pointe un problème de décalage entre les dépenses qui sont immédiates et les gains, les bénéfices qui sont retirés de ces politiques, plus étalés dans le temps. Cependant, dès 2020, nous récupérons déjà une croissance plus élevée et nous assistons à un effet d'entraînement des investissements : c'est ce que les économistes appellent « un effet accélérateur ». Le décalage entre ces coûts d'investissement à court terme et ces bénéfices à moyen et long terme est un point que nous reverrons dans l'ensemble de l'exposé et sur tous les scénarios.

La transition énergétique: des outils à articuler



J'empile sur le premier paquet de politiques et mesures une taxe carbone qui suit les recommandations du rapport Quinet pour la valeur. Donc elle atteint 300 € la tonne en 2050. Il est important de noter que cet axe qui est créé à cette occasion génère des recettes fiscales et que, concernant ces recettes fiscales, nous verrons le choix que nous aurons de la façon de les allouer.

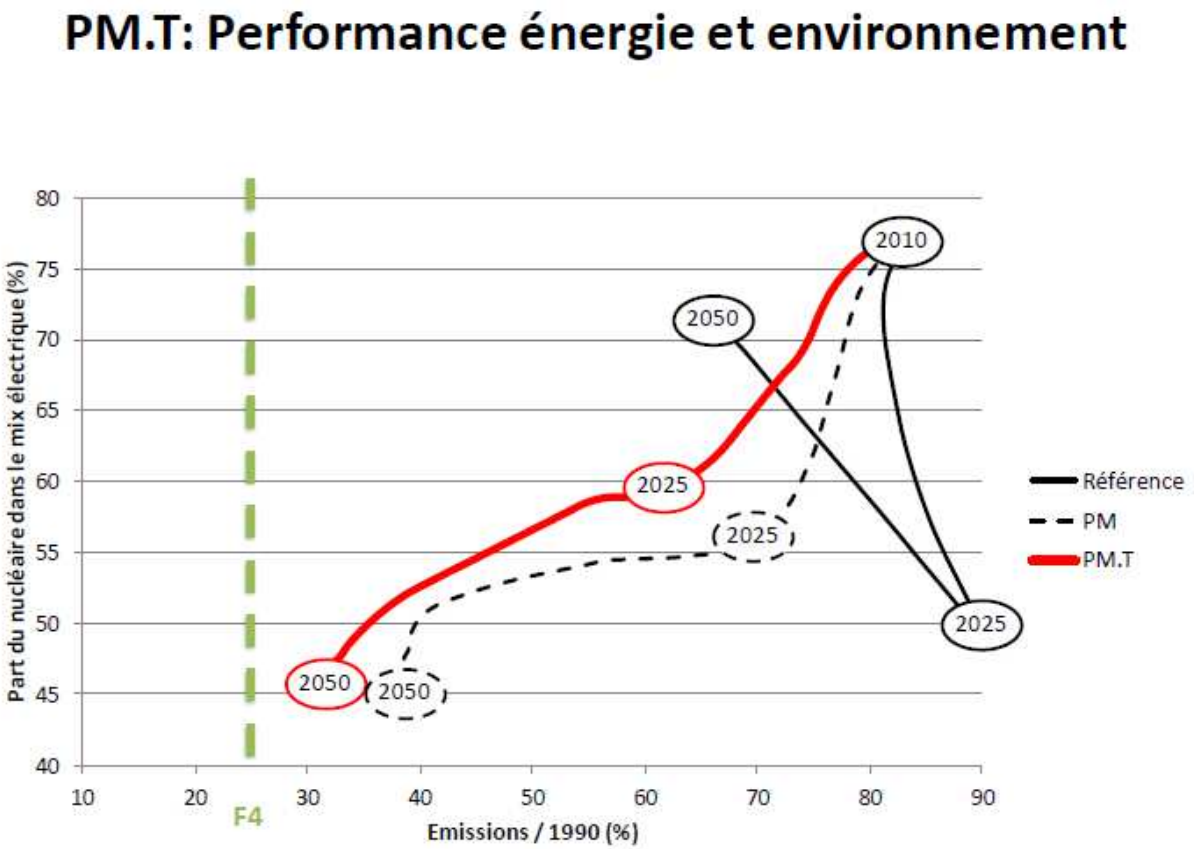
Définition du scénario PM.T

- Taxe carbone Quinet: 32€/tCO2 en 2012, 100€/tCO2 en 2030 et 300€/tCO2 en 2050
- Recyclage des recettes: compromis entre
  - effets compétitivité

    50% baisse des charges sociales sur le travail
  - soutien au pouvoir d'achat des ménages

    50% chèque vert aux ménages

Dans les scénarios que je vais vous présenter, nous avons choisi de faire un compromis entre une action pour promouvoir la compétitivité par les prix. Nous diminuons les charges sociales sur le travail, donc nous faisons ce compromis entre la compétitivité et une action pour soutenir le pouvoir d'achat aux ménages sous forme de chèque vert.



Par rapport au scénario précédent, sur la courbe rouge, la chose marquante, c'est que, premièrement, on se rapproche du facteur 4 de manière assez notable. Nous ne l'atteignons pas exactement mais nous en sommes vraiment très proches avec une accélération notable des réductions d'émissions au début de la période. Nous ne changeons pratiquement pas le point d'arrivée du nucléaire dans la production électrique mais, sur toute la période, le nucléaire reste plus important que par rapport aux scénarios précédents. Les capacités du nucléaire passent de 33 GW à 45 GW contre 69 en scénario de référence, mais cela est dû au fait que la part de l'électricité croît dans la demande finale puisqu'elle est moins carbonée que les autres sources d'énergie et qu'on a une diminution de la compétitivité de la production d'électricité à partir de gaz.

PM.T : Performance économique et sociale

Période	2010-2015	2010-2020	2040-2050	2010-2050
Référence	0.77%	0.83%	0.85%	1.06%
PM	0.73%	0.9%	0.90%	1.15%
PM.T	0.69%	0.86%	0.87%	1.09%

Taux de croissance annuel moyen du PIB

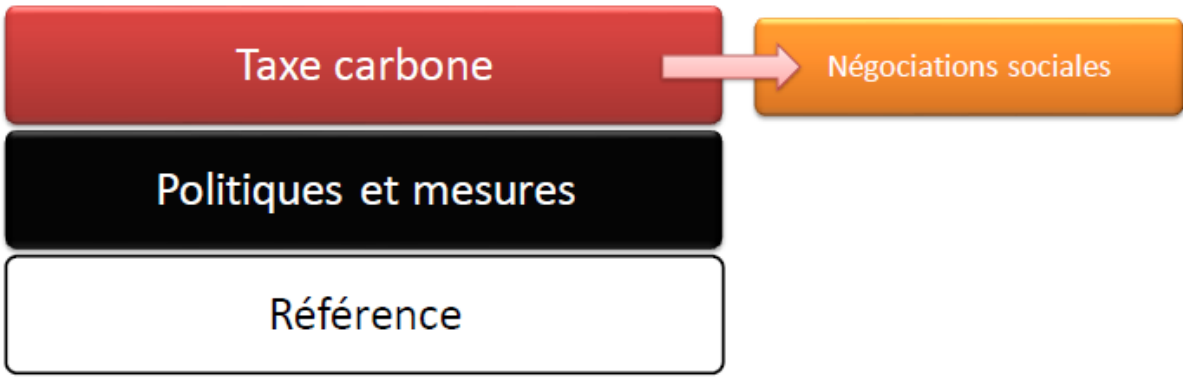
	2015	2020	2030	2040	2050
PM	-2	26	183	254	307
PM.T	2	5	166	174	202

Créations d'emplois / référence (en milliers d'équivalents temps plein)

- ***Effet globalement positif par rapport à la référence***, mais …
- ***Effet dépressif de la taxe carbone par rapport à PM***
  - Propagation à toute l'économie et coûts de production renchéris
  - Impact sur compétitivité internationale et pouvoir d'achat des revenus des ménages (biens énergétiques mais aussi non énergétiques)
- ***Effet de propagation insuffisamment contenu par la baisse des charges*** sociales permises dans le cadre de ces scénarios

En termes de performance économique et sociale, on a un effet globalement positif sur le long terme par rapport à la référence. Par contre, il y a un effet dépressif de la taxe carbone par rapport au scénario avec seulement les politiques et mesures. Pourquoi ? Parce que nous avons une propagation à toute l'économie d'un renchérissement des coûts et notamment des coûts de production industrielle, ce qui va impacter la compétitivité internationale et le pouvoir d'achat des ménages à la fois en biens énergétiques et en biens non énergétiques. Dans ce scénario-là, ce que nous pouvons en tirer comme conclusion, c'est que l'effet de propagation de ce renchérissement des coûts est insuffisamment contenu par la baisse des charges sociales dans le cadre de ce scénario. C'est donc un des points qui sont vraiment très importants et dont nous allons essayer de débattre. Il y a donc beaucoup de travaux qui ont été menés sur ce sujet et, si nous ne prétendons pas à l'exhaustivité et à la complétude de l'étude, nous essaierons juste de comprendre quels peuvent être les compromis à faire et nous aborderons ce débat par une variante qui va être fondée sur une négociation plus fine des conditions de recyclage de la taxe.

La transition énergétique: des outils à articuler



Nous modifierons la représentation de la relation entre le salaire et le chômage pour traduire un compromis sur l'augmentation du salaire net après la diminution des charges sociales et salariales.

Définition PM.TN : PM.T + négociation sociale et salariale

- Courbe salaire chômage traduisant un compromis sur l'augmentation du salaire net après baisse des charges sociales et patronales
- Si cette hausse est trop forte l'effet « baisse des coûts du travail » est réduit
- Si cette hausse est trop faible, un effet dépressif immédiat sur la demande domestique et l'emploi

En fait, si l'augmentation du salaire net est trop élevée, l'effet baisse des coûts du travail sur la baisse des prix se trouve diminué d'autant et donc l'effet est annulé. *A contrario,* si cette baisse est trop faible, cette baisse des coûts du travail va avoir un effet dépressif immédiat sur la demande domestique et l'emploi. Cette modification montre un résultat net très positif en général et ceci dès le court terme. Donc, sur l'ensemble de la période, nous augmentons le taux de croissance et, à court terme, de manière encore plus importante, parce qu'il y a une hausse de la compétitivité immédiate surtout pour les secteurs fortement intensifs en énergie.

En termes de création d'emplois, cela a un effet également très bénéfique puisque nous augmentons de manière très significative les créations d'emploi par rapport au même scénario avec politiques et mesures et taxe carbone mais sans négociation améliorée, sans négociation fine de la baisse des charges sociales.

PM.TN : Performance économique et sociale

Période	2010-2015	2010-2020	2040-2050	2010-2050
PM.T	0.69%	0.86%	0.87%	1.09%
PM.TN	0.81%	0.96%	0.88%	1.14%

Taux de croissance annuel moyen du PIB du scénario PM.TN

	2015	2050
PM.T	2	202
PM.TN	36	628

Créations d'emplois / référence (en milliers d'équivalents temps plein)

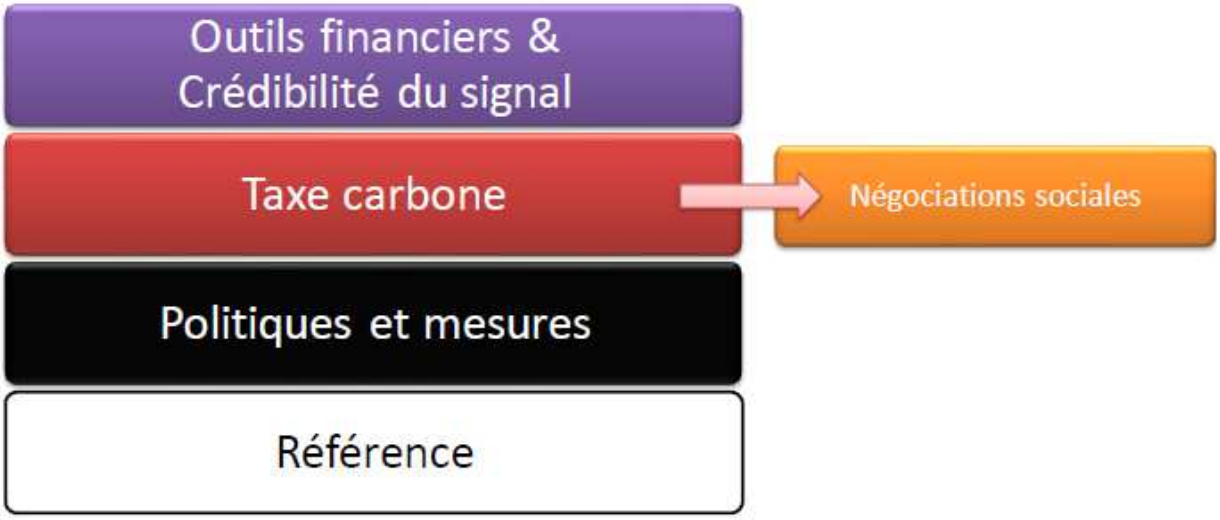
	2015	2050
PM.T	-0,3%	+8,8%
PM.TN	+0,5%	+11,2%

Pouvoir d'achat en bien non-énergétique / Référence

- NB. résultat similaire dans tout scénario avec une négociation sur le partage de la baisse des charges sociales obtenues par tout autre biais.
- ***La taxe carbone comme marge de manœuvre nouvelle à la négociation sociale via la diversification des bases fiscales***
- Une part de cette marge de manœuvre vient de la réduction de la facture : importations en baisse de 52%

Dès 2015 et à 2050, on a multiplié par trois les emplois créés par cette transition énergétique. Ensuite, sur le troisième tableau à droite, on voit qu'on augmente le pouvoir d'achat des ménages sur le long terme. En fait, on retrouverait un résultat similaire dans un scénario sans taxe carbone mais avec une négociation sur le partage des charges sociales obtenu par n'importe quel autre biais.

La transition énergétique: des outils à articuler



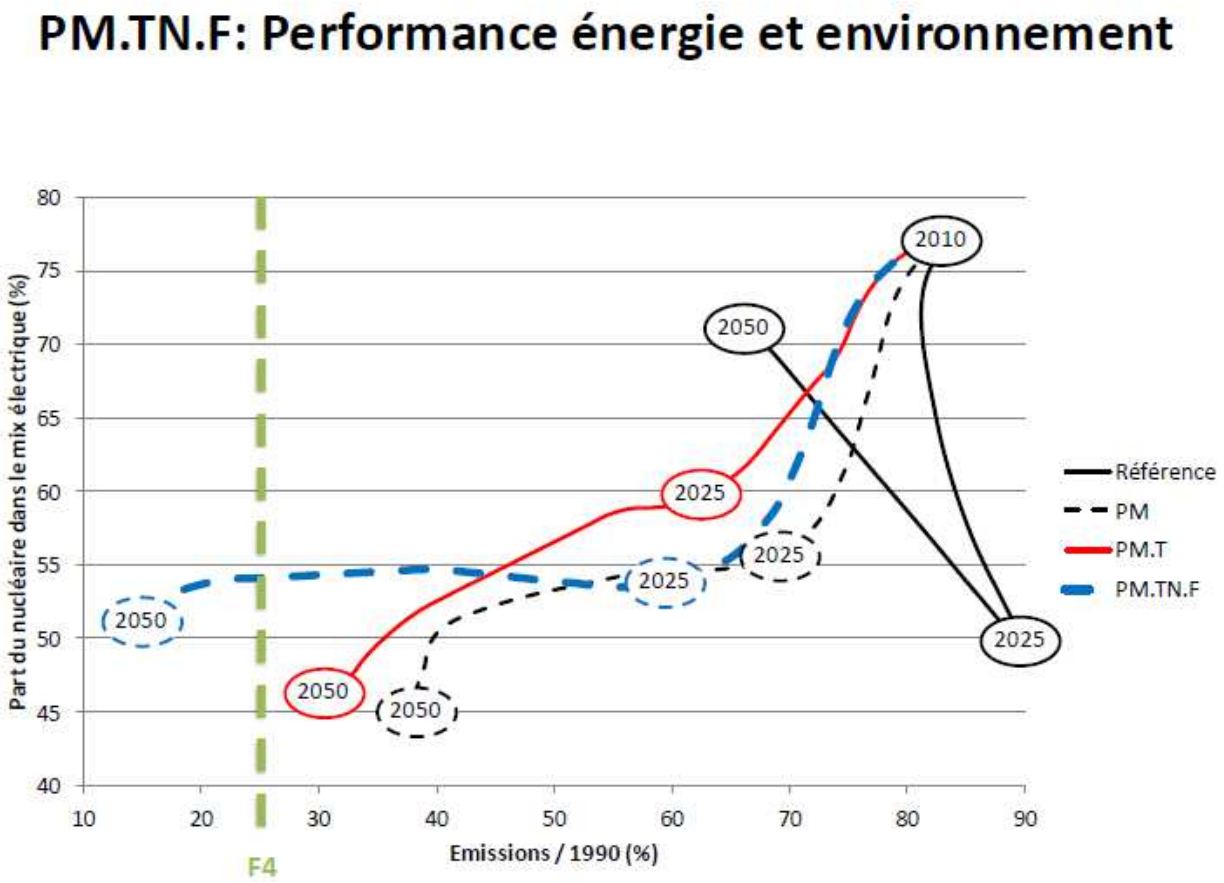
La taxe carbone, puisqu'elle est discutée en ce moment, donne une marge de manœuvre nouvelle aujourd'hui à la négociation sociale *via* la diversification des bases fiscales. Une part de ces marges de manœuvre provient du fait que nous diminuons de manière très importante la facture énergétique du pays : les importations sont réduites de 52 %.

Définition du scénario PM.TN.F

- Baisse du risque d'investissement face à la volatilité des prix de l'énergie, l'incertitude sur la demande finale et les performances des technologies

- Deux leviers d'action complémentaires :
  - un ***système de finance carbone*** permettant une baisse du taux d'actualisation utilisé pour les investissements bas carbone (cf. session de cet après-midi)
  - amélioration de la crédibilité d'une valeur carbone en hausse $\Rightarrow$ ***décisions 'moins myopes'***

Nous allons ajouter aux outils précédents des outils financiers qui auront pour effet d'améliorer la crédibilité du signal. Cela fait écho à ce que Jean-Charles disait : « Les agents, à la fois les ménages et les industriels, peuvent avoir des anticipations "myopes", avoir une vision assez floue du futur énergétique de la France », et nous allons donc améliorer la crédibilité du signal politique sur la transition énergétique. L'objectif, c'est la baisse du risque d'investissement bas carbone, donc ces investissements font face à différents aléas, des volatilités sur les prix de l'énergie, l'incertitude sur la demande finale, sur la performance des technologies et, ce que nous introduisons nous ici, ce sont deux leviers complémentaires, un système de finance carbone qui permet un taux d'actualisation réduit pour les investissements bas carbone et une amélioration de la crédibilité des politiques publiques qui se traduit par des acteurs qui sont moins « myopes » sur le futur.



Ici la courbe bleue atteint et dépasse même le facteur 4. À ce stade, ceci me permet d'insister sur le fait que ce sont des scénarios exploratoires, que je ne voudrais pas qu'il y ait de malentendu possible sur la méthodologie de prospective, notamment en termes du jugement sur le caractère plus ou moins réaliste d'un tel chiffre. Ce scénario est simplement la conséquence logique d'un jeu d'hypothèses mais on n'est pas obligé de croire que c'est un scénario réaliste. Tout ce que nous pouvons dire sur ce scénario, c'est qu'il forme une image cohérente à la fois du système économique et du système énergétique. Il ne faut pas oublier que ce scénario suppose un ensemble d'hypothèses très optimistes dont le cumul est très ambitieux, des mesures à coût négatif pour la moitié des réductions, une taxe carbone qui monte jusqu'à 300 € la tonne de carbone en 2050, un recyclage optimisé sur la baisse des charges sur le travail, une réduction par deux du risque d'investissement bas carbone et que tout ça conduit à un déplacement de plus de 3 points de PIB vers les investissements de la transition bas carbone. Nous pouvons donc légitimement remettre en cause ce scénario. Il est intéressant toutefois de l'examiner justement comme provocation intellectuelle pour susciter le débat et examiner les impacts sur la transition énergétique.

PM.TN.F : Performance économique et sociale

Période	2010-2015	2010-2020	2020-2030	2010-2050
PM.TN	0,81%	0,96%	1,37%	1,14%
PM.TN.F	0,77%	0,90%	1,43%	1,2%

Taux de croissance annuel moyen du PIB du scénario PM.TN

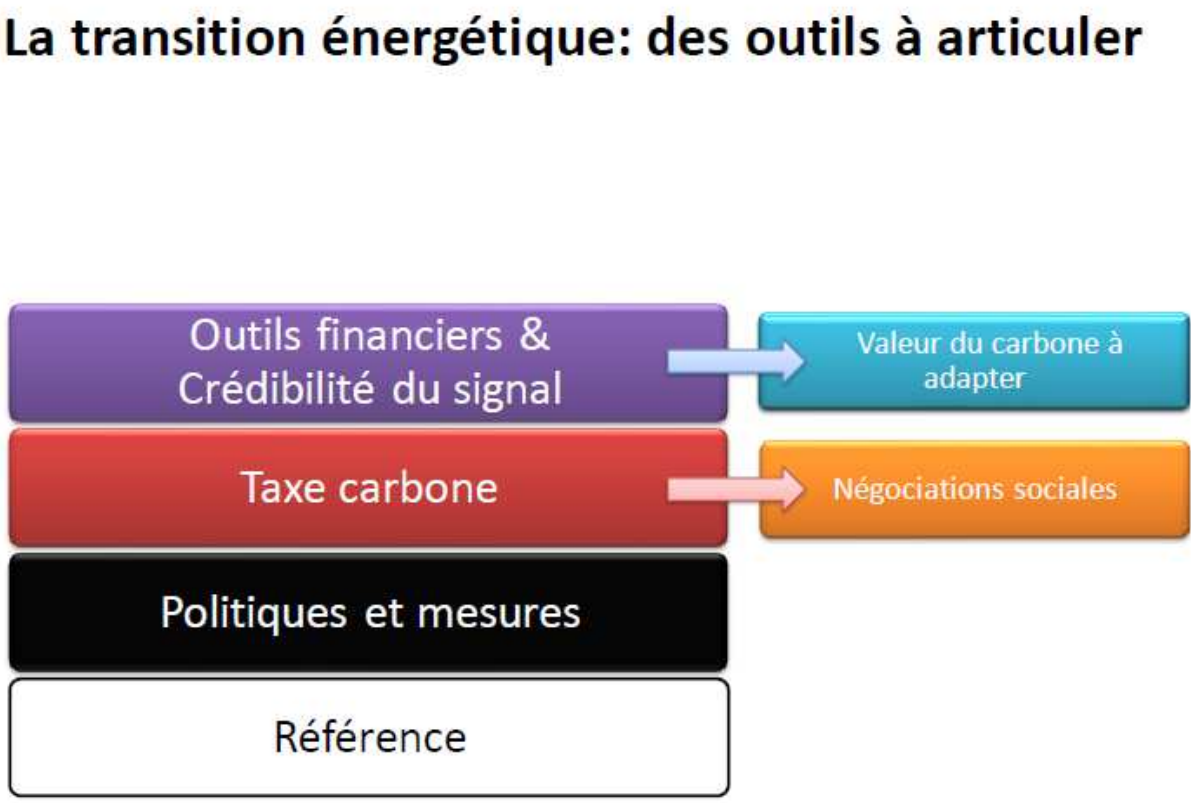
	2015	2030
Référence	12	13
PM.TN	22	27
PM.TN.F	32	38

Montants dépensés par les ménages pour construction et rénovation (G€)

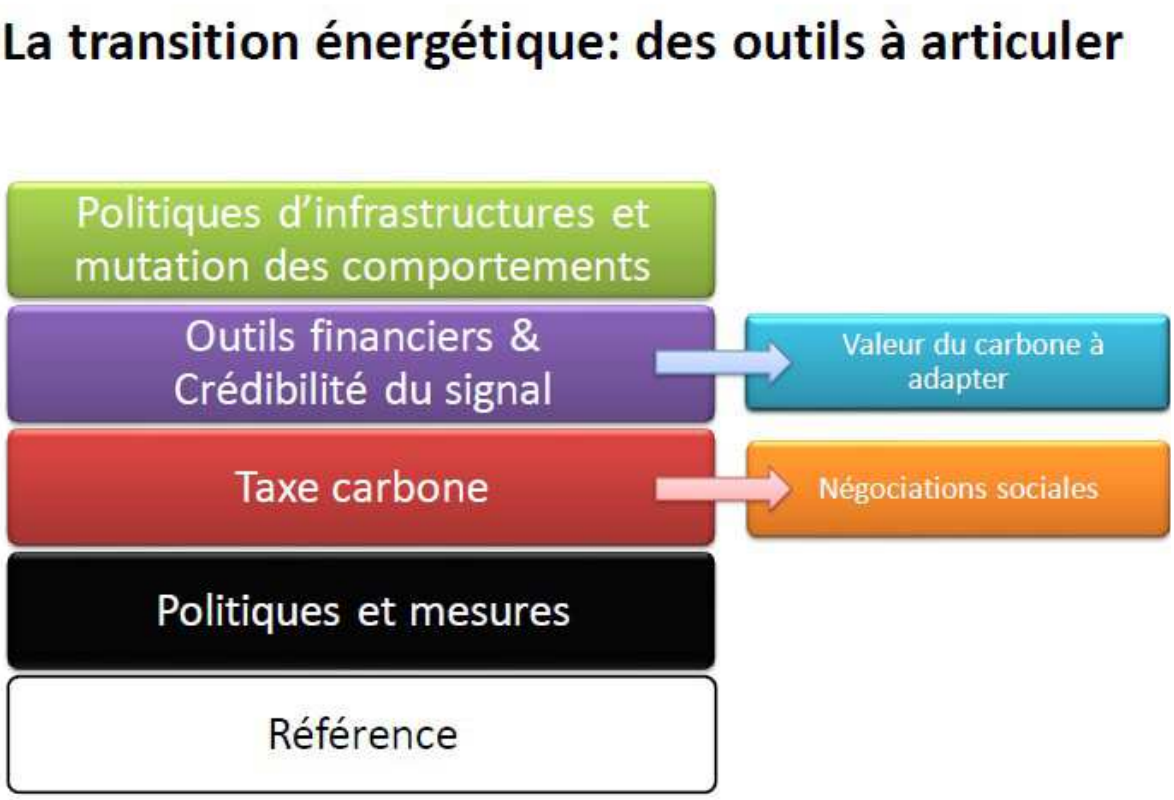
	2030	2050
PM.TN	+0,8	+2
PM.TN.F	+1,1	+3

Investissements additionnels / référence (points de PIB)

À très long terme, nous avons une augmentation de la croissance. Nous améliorons le risque des investissements bas carbone sur le long terme. En revanche, à court terme jusqu'à 2020, le déclenchement anticipé d'investissements bas carbone suscite une perte de croissance qui reste toutefois plus élevée qu'en référence. Le tableau, au milieu en orange, illustre cette augmentation des investissements dans le secteur résidentiel. Par rapport au scénario de référence, nous avons un doublement des investissements dans le scénario avec une politique de mesures et taxes et, lorsque nous rajoutons cette crédibilité, ces outils financiers pour améliorer la crédibilité et les anticipations, nous avons un triplement des investissements dans le secteur résidentiel. Cette augmentation se traduit par une augmentation de la part du PIB consacré aux investissements.



Je finirai par un scénario qui va ajouter simultanément deux éléments puisque l'amélioration des anticipations et de la crédibilité des politiques publiques en termes d'énergie permet de dépasser dans le cadre d'un scénario précédant le facteur 4. Nous pouvons remettre en question l'adéquation de la taxe avec les objectifs. Donc nous allons réduire le niveau de la taxe pour ne pas dépasser un facteur 4.



Deuxièmement, nous ajoutons, sur le long terme, des politiques d'infrastructures et des politiques de sobriété qui sont des mutations de comportement de long terme. Dans ce scénario, nous atteignons le facteur 4 avec une taxe qui est réduite de manière très importante.

Scénario PM.TN.F.R.A

Période	2010-2015	2010-2020	2020-2030	2010-2050
Référence	0.77%	0.83%	1.09%	1.06%
PM.TN.F	0,77%	0,9%	1,43%	1,2%
PM.TN.F.R.A	0.87%	1.00%	1.46%	1.23%

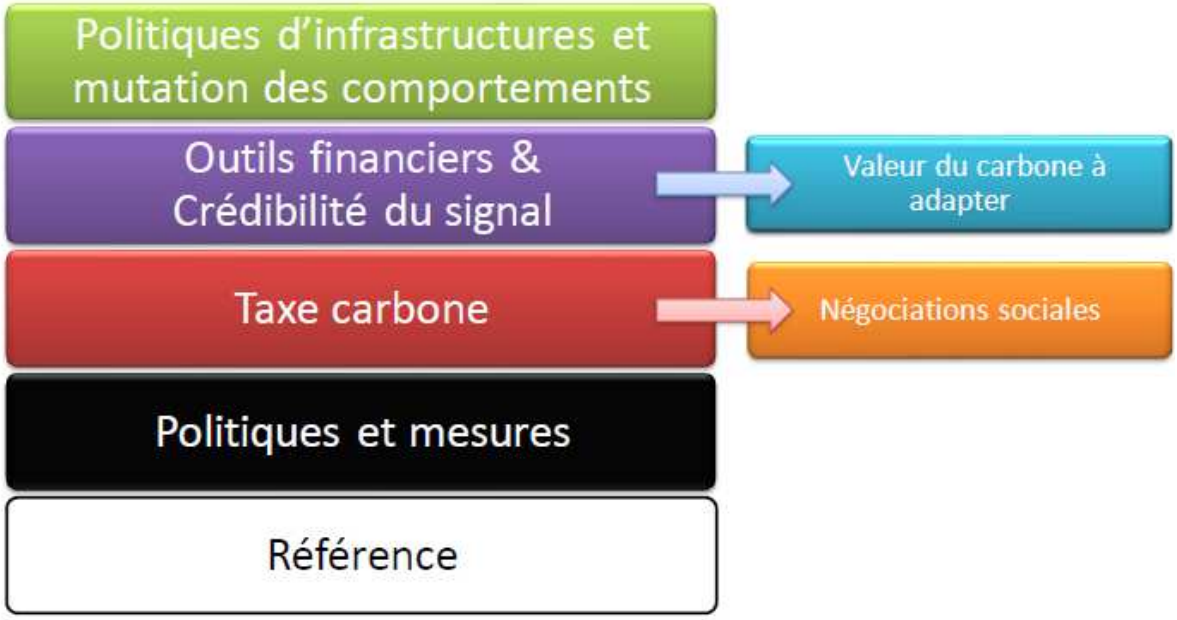
Taux de croissance annuel moyen du PIB

- F4 atteint avec une taxe réduite (50€ en 2050)
- complémentarité entre le signal prix et la finance carbone => temporalité de leur montée en puissance?
- Une question de « tuilage » des mesures

En 2050, elle vaut 50 € la tonne de carbone. Ce rythme de croissance de la taxe permet d'éviter les chocs des investissements de court terme sur la consommation que nous rencontrons dans l'essentiel des scénarios précédents.

Il y a complémentarité entre deux leviers, le signal-prix et la finance carbone. Vraiment nous avons une question de temporalité à étudier. Tous ces scénarios ont pour objectif de mettre en évidence des mécanismes de la transition et des outils pour en débloquer l'enclenchement aujourd'hui.

Conclusion: un nécessaire tuilage des mesures en fonction du déploiement temporel de leurs impacts



Cet exposé montre la nécessité d'un « tuilage » temporel des mesures non seulement pour éviter les pertes, notamment à court terme, améliorer l'acceptabilité mais également tirer parti sur le long terme d'un chemin de croissance plus durable et amélioré. Je laisse la parole à Jean-Charles pour conclure sur le « tuilage » temporaire des mesures.

Un essai risqué: sortir du nucléaire en 2050?

	Emissions / 1990	TCAM du PIB	Capacités nucléaire	Part du nucléaire	Capacité CSC	Part du mix élec CSC
PM.TC.F.R.A	17%	1,23%	53 GW	49%	2 GW	1%
PM.TC.F.R.A + N1	18%	1,21%	38 GW	43%	10 GW	5%
PM.TC.F.R.A + N2	18%	1,22%	39 GW	43%	16 GW	6%
PM.TC.F.R.A + N3	25%	1,1%	2 GW	2%	37 GW	37%

Jean-Charles Hourcade : C'est facile de montrer qu'une transition énergétique à long terme améliore les choses. Ce n'est pas très surprenant. On devient plus indépendant. Mais il y a un problème à court terme. Quand on vous dit : « On va relancer l'investissement », c'est bien sûr le long terme mais, il faut le payer. Donc, à court terme, nous avons un effet dépressif. Tout se joue sur cette appréciation entre court terme et long terme. Et sur le court terme, nous passons de plus à moins. Mais cela dépend de problèmes, d'articulations aussi lourds que la négociation sociale et salariale, que ce qu'on va faire comme lien avec des petites politiques urbaines, c'est ce qui est implicite dans le dernier scénario d'infrastructures, sur le marché de l'emploi, etc. : donc cela est un message central.

Voici un seul graphique parce que ce ne serait vraiment pas normal que nous n'ayons pas au moins essayé de répondre à la question du nucléaire dont vous savez bien qu'elle est crispante dans la société, qu'elle est clivante. Ce que nous avons fait, c'est la chose suivante. C'est une matière à penser, c'est tout. Nous avons pris des scénarios, nous nous sommes dit : « Tiens, voici le principe de précaution. Nous allons doubler le coût d'investissement des centrales en supposant comme cela qu'elles seront plus sûres. » Cela a un impact, mais nous avons toujours beaucoup de nucléaire en 2050, nous passons à 38 GW, puis nous dirons : « Tiens, nous n'allons pas augmenter de vingt ans leur durée de vie mais seulement de dix ans. » De la même manière, cela a un impact mais qui n'est pas important. Cela veut donc dire que, s'il y a choix de sortie du nucléaire, il est volontaire, c'est un peu comment ont fait les Allemands, et voyez ici dans les chiffres la chose suivante, c'est que si vous comparez le taux de croissance du PIB de la ligne du bas, le scénario 23, c'est le scénario où l'on force la sortie, on a un écart de taux de croissance de 0,13 point par an. Dans ces scénarios-là, cela fait à peu près quatre ans de retard de croissance sur quarante ans. Ce n'est pas un drame mais il faut le savoir.

Question inaudible.

Jean-Charles Hourcade : Dans ce modèle-là, le nucléaire est payé à son prix, donc si on double son prix, il va être payé. C'est pour ça qu'on a un problème, c'est que ça coûte.

Deuxièmement, il y a une colonne qui est très importante, c'est la capacité CSC, c'est-à-dire les capacités de stockage et de piégeage de carbone, c'est l'équivalent de 37 GW. Donc ça ne se passe dans notre scénario que si nous croyons que cette capacité est possible en 2050. Simplement, ces deux ordres de grandeur, qu'est-ce que ça veut dire ? C'est tout à fait discutable. Si l'on veut penser qu'on peut faire ça sans un piégeage aussi important, il faut revoir beaucoup de choses dans cette hypothèse de base des scénarios.

Conclusion sur des chantiers à poursuivre

- D'autres 'visions énergétiques' à tester
- Travailler sur les stratégies avec forte 'valeur d'option'
- Débattre des mécanismes à l'œuvre
  - questions d'inertie et d'effets accélérateurs
  - effets de direction des anticipations taxes vs finance
  - questions de compétitivité internationale
  - liens entre effets redistributifs et croissance
- Investir sur les outils intellectuels de décloisonnement des "expertises"

C'est une matière à penser sur l'ensemble des implications d'un ensemble d'hypothèses et, l'essentiel, c'est que nous ne sortirons pas du nucléaire économiquement même en doublant les prix, en le faisant payer. Nous en sortirons que si nous forçons à la sortie.

Références :

Transparents disponibles sur http://www.imaclim.centre-cired.fr/IMG/pdf/20130621-BibasHourcade-energyTransition-France.pdf

Document de travail du Cired disponible sur http://www.centre-cired.fr.

F. Moisan : Commentaires à partir des scénarios de transition Ademe et leurs impacts macroéconomiques.

SCENARIOS DE TRANSITION ENERGÉTIQUE EN FRANCE

François Moisan : Je vais rapidement vous présenter quelle démarche nous avons eue à l'Ademe par rapport aux scénarios et à la modélisation économique dans le cadre du débat sur la transition. Puis nous verrons quelques points, qui seront très introductifs, des différences d'approche sur l'aspect macroéconomique.

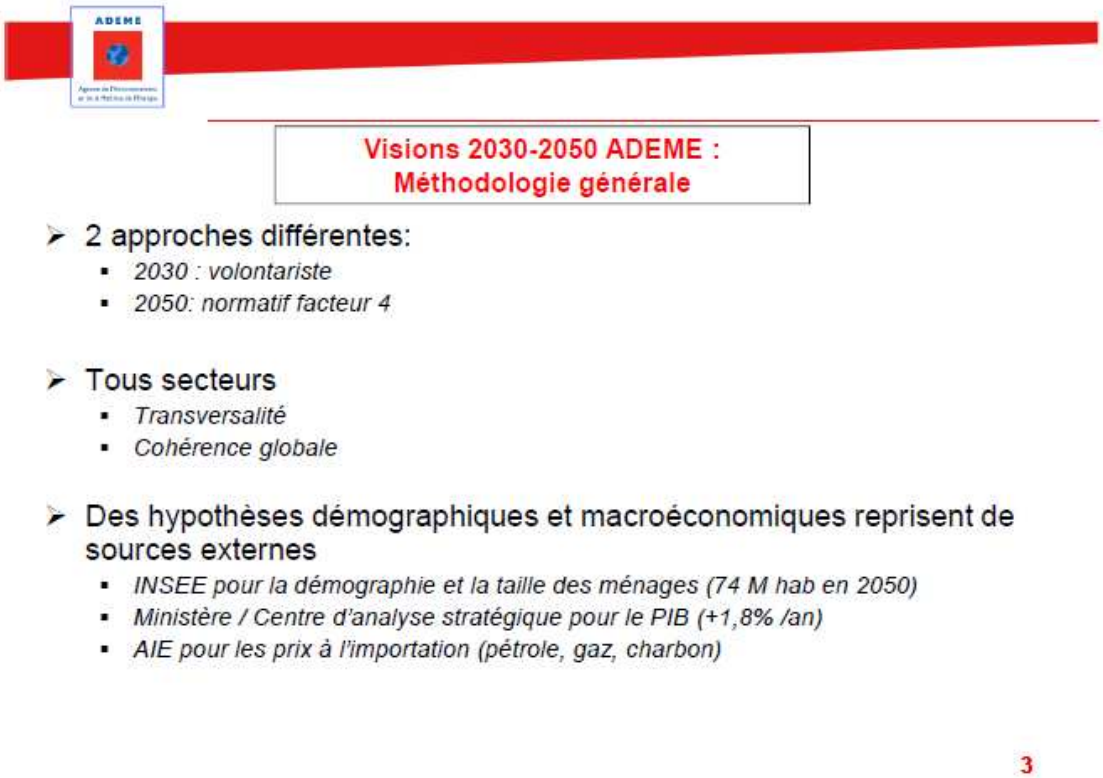
Deux approches et méthodes différentes

- Approche CIRED (IMACLIM) :
  - *propositions de différents paquets de mesures, dont taxe carbone au niveau Quinet ou optimisé pour atteinte facteur 4*
  - *évaluation de leur impact CO2*
  - *évaluation de leur impact macroéconomique par rapport à un scenario de référence*
- Approche ADEME (MEDPRO + Three-ME) :
  - *définition d'un scenario technique permettant l'atteinte du F4 en 2050*
  - *détermination du niveau de taxe carbone (+ taxe électricité et chaleur) permettant de reconstruire un niveau de demande donné avec un mix énergétique imposé*
    - Demande 2050 = 82 Mtep Ef
    - 3 scenarios de mix électrique : 50%, 25%, 18% de nucléaire
  - *Évaluation de l'impact par rapport à un scénario de référence*
- Scenarios de référence différents :
  - *CIRED : croissance long terme 1,5%, 50% nucléaire en 2025 et 70% en 2050*
  - *ADEME : croissance équilibrée 1,8%, parts relatives dans mix énergétique stables*

2

Tout d'abord, nous avons eu deux approches différentes entre le modèle Imaclim qui vient de vous être proposé et ce que nous avons fait nous. Je ne vais donc pas le répéter puisque ça vient d'être présenté. Et la façon dont les mesures sont introduites dans le modèle Imaclim, la taxe carbone, l'évaluation de leur impact CO_2 et l'évaluation macroéconomique. Pour ce qui concerne l'approche de l'Ademe, nous avons eu une approche avec un modèle technico-économique MEDPRO,qui nous a permis de construire une vision à 2030 et une vision à 2050, donc une approche d'ingénieurs, et puis nous avons utilisé un modèle macroéconomique ThreeME avec la définition d'un scénario technique, celui de MEDPRO qui permet d'atteindre le facteur 4 en 2050 : c'était notre hypothèse de base.

Ensuite, dans l'utilisation du scénario ThreeME, puisque dans le scénario MEDPRO technico-économique, il n'y a pas de fiscalité, explicite en tout cas, nous avons déterminé un niveau de taxe carbone incluant aussi une taxe sur l'électricité qui permet de reconstruire le niveau de demande donné dans le scénario technico-économique avec un mix énergétique qui lui est imposé par la vision technico-économique. Les résultats de cette demande, de cette approche technico-économique, c'est une demande qui est divisée presque par deux en 2050, à 82 Mtep en énergie finale. Pour ce qui concerne le mix énergétique et plus spécifiquement électrique, nous avons trois hypothèses pour 2050 sur la part du nucléaire, sujet sur lequel je reviendrai dans la présentation. Et enfin nous évaluons l'impact de cette vision par rapport à un scénario de référence que nous avons construit pour pouvoir réaliser ce scénario ThreeME macroéconomique. En ce qui concerne les scénarios de référence utilisés par Imaclim, nous avons une croissance de 1,5 % environ. Puis, la référence à 50 % de nucléaire en 2025 remonte à 70 % en 2050. Pour ce qui nous concerne, nous avons une croissance équilibrée de 1,8 % par an avec des parts relatives dans le mix énergétique qui restent stables.

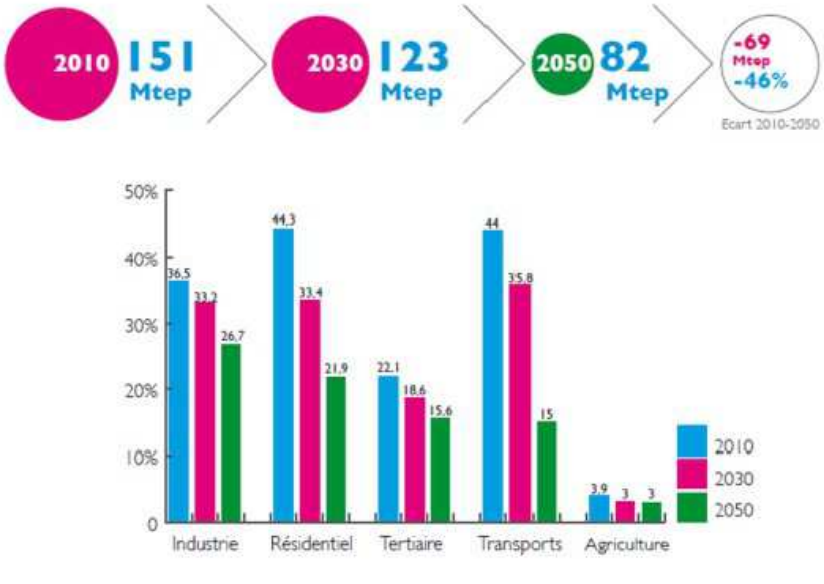


Je reviens sur la façon dont nous avons travaillé : d'abord sur le scénario de la vision 2030-2050 que nous proposons avec, au sein même de cette approche technico-économique, deux postures, deux approches différentes. Pour 2030, nous sommes sur un scénario tendanciel, c'est-à-dire que nous partons de la situation actuelle et puis nous induisons un certain nombre d'évolutions dans les activités. Vous savez bien que c'est un scénario technico-économique avec des niveaux d'activités et des consommations unitaires qui vont varier dans le temps et qui sont à dire d'expert introduite dans le modèle. Pour 2030, nous supposons que nous avons une trajectoire volontariste, donc nous avons une inflexion des tendances. Pour 2050, en revanche, nous sommes partis sur une approche dite « *backcasting* » avec l'hypothèse *a priori* que nous devions faire cette division par quatre des émissions de gaz à effet de serre, et je précise que diviser par quatre les émissions de gaz à effet de serre, c'est faire plus que le facteur 4 sur le CO_2 énergie puisque, sur les autres gaz, déjà atteindre le facteur 2 sera très ambitieux. Nous nous sommes donc mis dans une hypothèse où, en 2050, nous faisions ce facteur 4. Nous ne sommes plus du tout dans du tendanciel ou de l'inflexion de tendance. À dire d'expert interne à l'Ademe, c'est dans le secteur des énergies renouvelables, des économies d'énergie, de l'agriculture, que nous avons pu construire cette vision 2050 *a priori* cohérente, mais elle n'a pas été arbitrée par des coûts marginaux de réduction des émissions dans les différents secteurs. Les hypothèses démographiques et macroéconomiques que nous avons retenues, nous avons volontairement pris des données qui n'étaient pas celles de l'Ademe, nous n'avons pas de compétence sur l'évolution de la croissance. Nous avons voulu prendre un taux de croissance économique qui reflète une situation qui n'est pas *a priori* trop favorable pour faire le facteur 4. Donc, les données qui ont été utilisées au CAS par exemple de 1,8 % par an. En ce qui concerne la démographie, nous étions sur l'hypothèse haute de fécondité avec 74 millions d'habitants en 2050. Pour les prix, nous avons utilisé ceux de l'Energy Outlook 2011 de l'*AIE*.

- Bâtiment : 500 000 rénovations thermiques en moyenne par an dans le résidentiel. Equipements de chauffage performants (PAC, chaudières à condensation) et généralisation des équipements électroménagers les plus performants.
- Transport : Amélioration des motorisations thermiques actuelles et pénétration de nouvelles motorisations (plug in, électrique : près ½ motorisation en full-elec), développement progressif de services de mobilité surtout au-delà de 2030, développement des transports collectifs, et des modes doux
- Industrie : Croissance globale de la production physique, gains d'efficacité énergétique possibles, recyclage…
- Agriculture : réduction des pertes, évolution des pratiques agricoles vers des modes plus intégrés et, au-delà de 2030 assiette alimentaire modifiée,

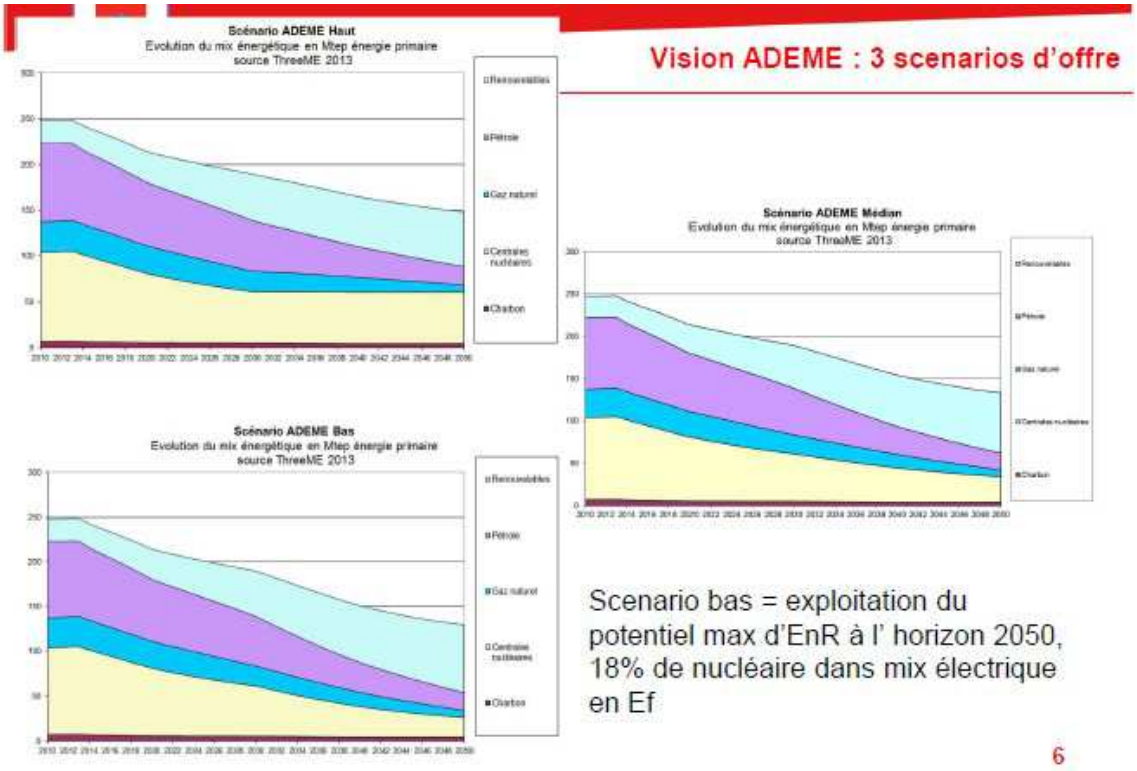
4

Pour que le scénario technico-économique arrive à une inflexion à 2030 et au facteur 4, en 2050, nous avons supposé les évolutions suivantes, par secteur. Dans le bâtiment, un rythme de rénovation de l'ordre de 500 000 rénovations thermiques par an du parc existant. Dans le résidentiel, nous supposons le développement d'éléments performants pour ce qui concerne le chauffage et notamment les pompes à chaleur. Pour ce qui concerne l'électricité, généralisation des appareils électroménager les plus performants. Dans nos scénarios nous n'avons pris aucune rupture technologique, nous n'avons pas de pénétration de technologies qui seraient encore au stade de la recherche, ce sont des technologies qui commencent à être commercialisées. Sur les transports, nous avons bien sûr l'amélioration des motorisations thermiques, le développement des véhicules hybrides et électriques à un certain niveau, surtout dans la période 2030-2050. Ce qui caractérise notre vision, ce sont les baisses très importantes dans le domaine des transports dues aux nouvelles mobilités, aux nouveaux services de mobilité. Donc le développement de l'auto-partage, du covoiturage, de tous ces éléments qui permettent non seulement d'augmenter le nombre de personnes par véhicule, d'avoir surtout des véhicules dédiés beaucoup plus performants comme ceux que nous voyons circuler actuellement. Nous avons supposé que les tendances actuelles et les chiffres qui sont très récents, la croissance très forte de ces services, se déployaient à long terme. Sur l'industrie, une croissance globale de la production: nous n'avons pas supposé qu'il y avait de désindustrialisation, et les industries grosses consommatrices d'énergie continuent à avoir des marchés significatifs, mais des gains d'économies d'énergie qui sont plus faibles dans l'industrie que dans les autres secteurs et le recours au recyclage. L'agriculture a fait l'objet d'une étude particulière, non pas en raison de ses consommations d'énergie, mais de sa contribution à l'offre à travers la biomasse et aussi en raison des gaz à effet de serre qui sont induits, des gaz autres que le CO_2.



5

Ce sont les résultats de ce modèle technico-économique par rapport à 2010-2030. Nous avons une baisse de l'ordre de 20 % en 2030 à peu près et, en 2050, une réduction de 46 % de la demande. Entre les différents secteurs, l'industrie a une baisse relativement faible. En revanche, le bâtiment connaît une baisse régulière et les transports une baisse assez faible jusqu'en 2030, puis après une baisse plus importante. En ce qui concerne l'offre, nous l'avons ici fait pour 2030, nous avions un mix énergétique avec une part du nucléaire de 50 % qui était une donnée que nous nous étions fixée *a priori*. En 2050, en revanche, nous avons fait différentes hypothèses sur l'évolution.



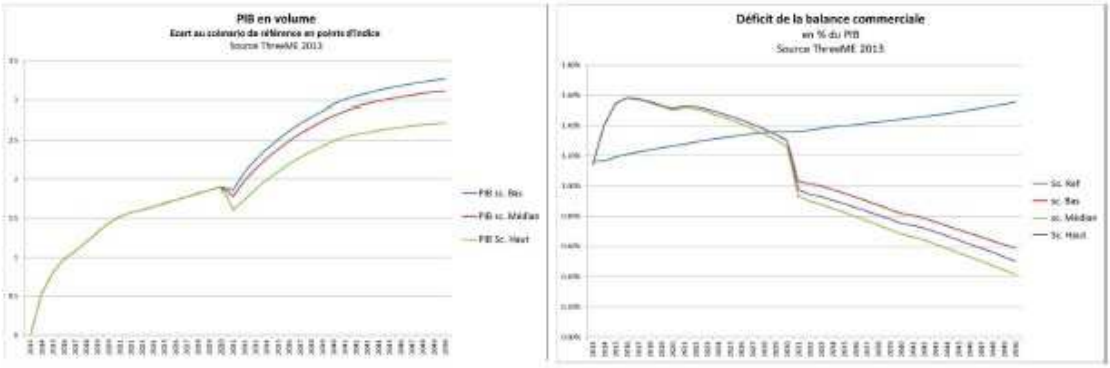
Une première hypothèse, c'est que le nucléaire resterait. Donc c'est exogène par rapport aux travaux qui ont été présentés. Des hypothèses en 2050 parce que nous avions un mix décarboné, d'électricité, dont la part entre nucléaire et énergies renouvelables pouvait être variable. Donc, nous avons fait trois hypothèses. Une hypothèse avec un nucléaire qui reste à 50 %, une hypothèse où la part du nucléaire continue à baisser suivant la même trajectoire qu'entre 2010 et 2030 et, à ce moment-là, on arrive à 25 %, et enfin un dernier scénario dans lequel nous maximisons la contribution du potentiel mobilisable de la biomasse. Donc, en fait, il y a un travail d'expert interne en disant : « Les énergies renouvelables, le potentiel de biomasse, par exemple, nous allons l'exploiter au maximum, mais ça, en 2030, nous trouverons des limites, de toute façon, que ce soit pour la chaleur ou pour l'électricité. » Sur le solaire et l'éolien, nous avons des potentiels qui sont physiques et techniques, qui seront limités mais, dans le scénario où le nucléaire est le plus bas, c'est là que nous les exploitons au maximum et à ce moment-là le nucléaire ne représente plus que 18 % dans le mix. Mais il n'y a pas de scénario de sortie du nucléaire.

Comparaison des exercices difficile

- Mesures pour atteindre facteur 4 différentes
  - *CIRED = taxe carbone en plus de mesures « acceptables » + évolutions comportementales*
    - Mesures acceptables = Crédit d'impôt, prête taux 0, taxe poids lourds, prolongation temps de vie centrales nucléaires, interdiction chauffage électrique à effet Joule, etc…
    - Changement de comportement = limitation étalement urbain, télétravail, taux occupation automobile, etc.
  - *ADEME = taxe carbone en supposant évolutions comportementales :*
    - Existence de services de mobilité, mobilité par personne diminuée de 20%, rupture en termes de demande du trafic de marchandises, réduction des pertes alimentaires évitables de 60%, etc.

En comparant entre les deux scénarios, les principales différences que nous voyons à partir de ce qui a été présenté, c'est que, dans l'exercice Imaclim, nous avons une taxe carbone plus des mesures acceptables et des évolutions comportementales. Je ne les cite pas. En revanche, notre scénario macroéconomique- cette fois, puisque le scénario technico-économique a été décrit précédemment- réalisé à partir de l'exercice ThreeME de modélisation- qui est un modèle macroéconomique que nous avons développé avec l'OFCE-, a visé à caler ce modèle sur les résultats que nous avions obtenus avec le scénario technico-économique. Il nous fallait cette fois un scénario de référence, donc nous avons fait tourner le modèle pour avoir un scénario de référence qui était la continuité sur la part du nucléaire, la continuité sur les politiques et mesures existantes, et nous avons ensuite fait tourner le modèle avec un certain nombre d'options pour retrouver les mêmes données que celles de notre scénario technico-économique.

Résultats Three ME : PIB et commerce extérieur



Différences des impacts à court terme

- IMACLIM : identification d'effets récessifs nécessitant introduction de modifications comportementales à effet immédiat
- 3ME : seul effet négatif court terme -> sur la balance commerciale

8

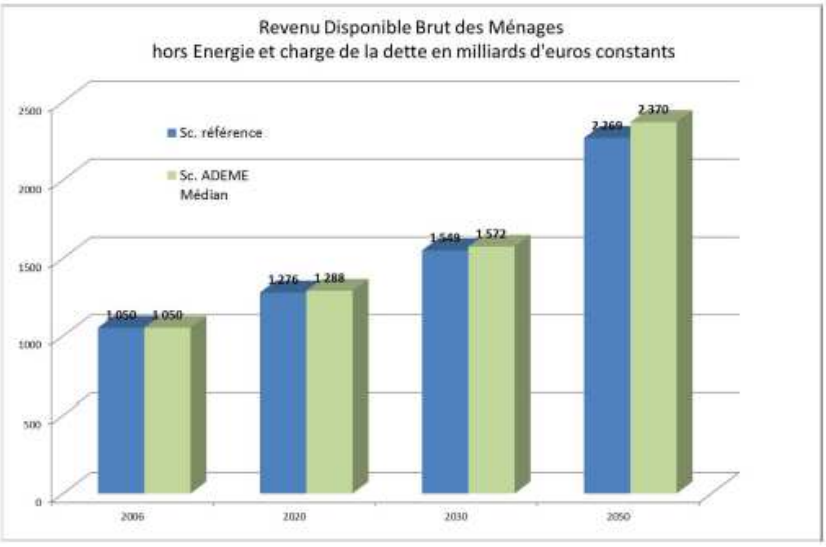
Les résultats du modèle ThreeME : ces résultats sont l'écart entre un scénario de référence qui poursuit les tendances actuelles et le scénario technico-économique que nous proposons mais dans lequel effectivement nous introduisons sous forme d'une fiscalité une taxe CO_2 et énergie, les variations de prix dans le modèle et les investissements nécessaires pour obtenir les résultats que j'ai présentés tout à l'heure en ce qui concerne à la fois le niveau de demande et le mix énergétique. Donc sur l'évolution du PIB, à partir de 2030, puisque c'est à partir de ce moment-là qu'on a l'introduction d'une taxe sur l'énergie qui croît, nous avons une baisse du gain en termes d'écart au scenario de référence au début, mais ce gain continue ensuite de croître en fonction- encore une fois, c'est un écart de point de PIB pour un scénario de référence- des trois variables jusqu'en 2050. En 2050, par rapport au scénario de référence, nous gagnons à peu près deux années de croissance globalement.

À droite, vous avez l'effet sur le commerce extérieur avec une légère dégradation en début de période, puis la balance commerciale se rattrape.

Dans notre modèle, les investissements ne sont pas seulement financés par l'épargne existante mais aussi par la monnaie, le crédit, ce qui permet effectivement à ce moment-là de limiter l'éviction entre les investissements (au seul montant des annuités de la dette, et non au coût global des nouveaux investissements) et de ne pas avoir l'effet dépressif en début de période qui était identifié dans le présentation IMACLIM précédente.

Ça va dépendre de la rentabilité attendue du capital et donc de la demande anticipée. La production et l'emploi dépendent de cet investissement.

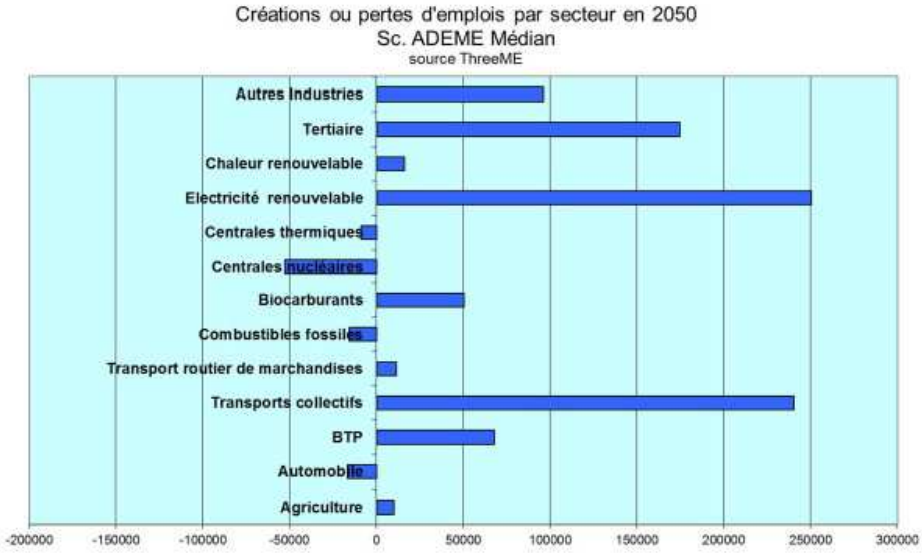
Résultats ThreeME : Evolution du revenu disponible brut des ménages



La charge de la dette des ménages correspond au remboursement de leurs annuités majoré de la charge d'intérêts, pour l'ensemble des emprunts contractés pour le financement de leurs investissements dans le logement et les achats d'automobiles

Voici deux autres résultats pour terminer sur notre modèle. C'est l'évolution du revenu des ménages, déduction faite de la facture énergétique et de l'amortissement des investissements d'économies d'énergie que font les ménages.

Les deux valeurs sont dans le scénario de référence en bleu et dans le scénario Ademe en vert, nous avons une croissance pour le scenario Ademe par rapport au scenario de référence, un écart faible, mais il n'est pas négatif malgré les investissements et les augmentations des coûts de l'énergie. Le revenu disponible des ménages reste plus important.



+329 000 emplois en 2030 et +825 000 emplois en 2050

Enfin sur les emplois, nous avons une création d'emplois de l'ordre de 300 000 en 2030 par rapport au scénario de référence bien sûr et 800 000 emplois supplémentaires en 2050 avec des écarts entre les différentes branches parce qu'il y a des branches qui perdent des emplois et d'autres qui en gagnent.

Conclusions

- Proposition : comparer scénarios DNTE avec IMACLIM et 3ME sur même scenario de référence
- Intéressant de travailler sur conditions de réalisation d'hypothèses sur la propension à importer des biens d'équipement des filières EnR
  - Scenario ADEME :

Part de la FBCF importée	2006	2030	2050
éolien	65%	23%	21%
solaire	21%	22%	15%
hydraulique	17%	7%	7%
bois énergie (industriel et collectif)	34%	15%	15%
biogaz	41%	22%	15%

- 2 exercices se rejoignent pour montrer que mesures sans rupture technologique majeure + taxe carbone autour de 300€/tCO2 en 2050 permettent gains de PIB, emplois et respect du F4 !

Pour conclure, il me semble que ce serait évidemment très intéressant de continuer à travailler en parallèle sur ces deux approches de façon à pouvoir regarder quels sont les problèmes que ça pose, à quoi sont dues les différences, quel mode de compréhension nous avons des différents mécanismes. Il y a un point qui nous semble particulièrement important dans notre exercice et sur lequel nous voudrions travailler, c'est quel est l'impact de la part de la production des énergies renouvelables en France sur les résultats de notre modèle, à savoir : quelle est sa sensibilité ? C'est-à-dire que nous avons fait une hypothèse dans notre scénario qu'une part croissante mais assez raisonnable de la production des équipements d'énergie renouvelable serait faite en France dans le futur. Je ne sais pas comment ça se passe dans le modèle Imaclim mais si cet élément joue un rôle important, je pense que c'est quelque chose d'essentiel.

Autour des valeurs de la taxe carbone, nous avons une relative convergence entre les deux approches et les deux exercices.

P. Criqui : Transition énergétique : scénarios structurants, critères d'évaluation et points aveugles.

Transition énergétique:

scénarios structurants, critères d'évaluation et « points aveugles »

Patrick Criqui

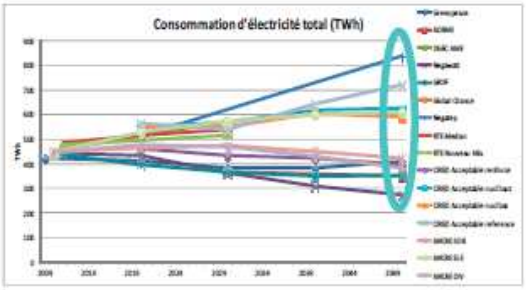
CNRS-Université de Grenoble

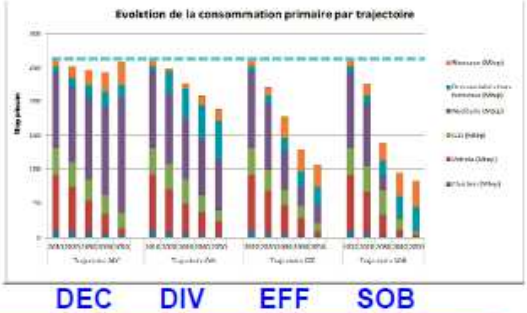
Patrick Criqui : Je vais tenter de retracer les résultats, encore préliminaires, du processus qui a eu lieu, coordonné du côté des experts par Alain Grandjean, dans le cadre du débat national sur la transition énergétique, et je vais essayer de mettre en situation ce qui nous a été présenté tout à l'heure par rapport à la réflexion qui a été conduite sur l'identification d'un certain nombre de trajectoires clés pour le futur énergétique en France. Je vous expliquerai la différence entre trajectoire et scénario, et je vais essayer de procéder en trois temps en distinguant, d'une part, les scénarios structurants et les trajectoires, rappeler ce qui a été identifié dans le processus du débat national. Dans un deuxième temps, je poserai la question des critères d'évaluation parce que c'est une question qui est apparue à la fois très importante dans le cadre du groupe de travail n° 2 sur Scénarios énergétiques et mix pour lesquels, avec Michel Colombier, j'étais l'expert référent. Cette question des critères me paraît importante et parmi les choses que l'on a les mieux cernées dans le processus du débat, il y a notamment un certain nombre de points aveugles ou du moins un certain nombre de sujets sur lesquels on voyait assez trouble, c'est-à-dire qu'il y a vraiment des sujets très importants qui demanderaient encore des recherches assez approfondies pour améliorer véritablement notre appréciation des conséquences des différents scénarios.

Tout d'abord, quelle a été la démarche suivie dans ce processus ? Nous sommes partis finalement de l'ensemble des scénarios énergétiques existants, et Richard Lavergne avait déjà fait un gros travail d'identification et de repérage des scénarios disponibles. Nous sommes partis en fait de seize scénarios qui ont été rassemblés et analysés en mettant d'ailleurs en œuvre une procédure qui était intéressante, *template* commun pour l'ensemble des scénarios. Nous avons donc demandé à tous les producteurs de scénario de nous transmettre une information standardisée.

Au-delà de la diversité des scénarios, quatre grandes trajectoires

- Les hypothèses et résultats de 16 scénarios ont été rassemblés et analysés (ex. de la conso. d'élec.)
- Dans la diversité des images du futur, 4 trajectoires peuvent être dégagées, en fonction du niveau de la consommation et du mix énergétique:
  - DEC pour demande forte et décarbonation par l'électricité
  - DIV pour demande moyenne et diversité des vecteurs
  - EFF pour efficacité énergétique et diversité des vecteurs
  - SOB pour sobriété énergétique et sortie du nucléaire





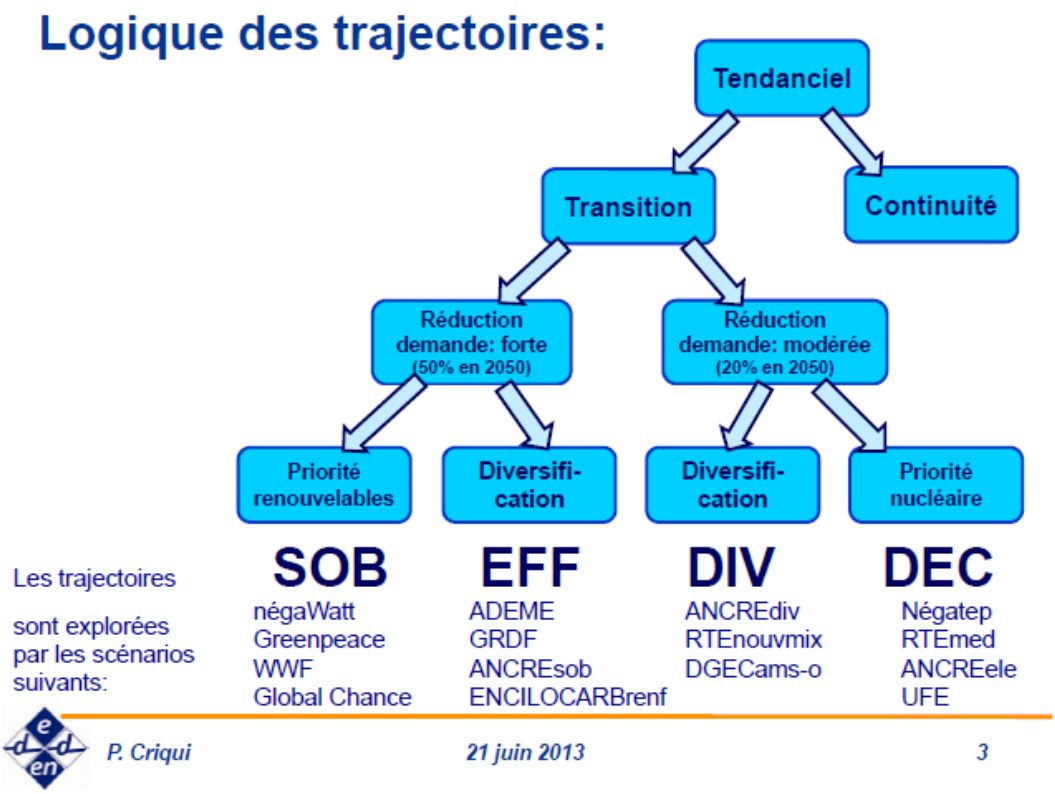
DEC DIV EFF SOB

P. Criqui 21 juin 2013 2

Comme vous le voyez sur le diagramme du haut, nous nous sommes intéressés, par exemple, à la variable « consommation d'électricité ». Vous voyez la considérable dispersion des résultats et la difficulté à s'y retrouver en quelque sorte dans les résultats de ces seize scénarios. C'est un peu la difficulté qu'on a eue au départ : comment mettre de l'ordre dans des ensembles de scénarios qui étaient intéressants par leur diversité, du fait de leurs origines, mais, en même temps, qu'il était très difficile de caractériser et d'analyser. La solution effectivement retenue a été d'essayer de construire ce qu'on a appelé « des trajectoires », c'est-à-dire en gros des scénarios génériques ou des idéals types. On pourra employer différents termes mais quatre grandes trajectoires nous sont apparues comme permettant de regrouper en quatre familles les scénarios disponibles. Et il y a donc ce que nous avons identifié : c'est, d'une part, des scénarios dits de décarbonisation par l'électricité, donc des scénarios avec une demande assez forte, en tout cas au niveau primaire, pas forcément au niveau final, c'est un point intéressant à noter, et dans lequel l'électricité apparaît comme le vecteur privilégié de la décarbonisation du système énergétique en France et, par conséquent, l'une des voies privilégiées pour atteindre le facteur 4.

Le scénario Diversité est un scénario de demande plutôt moyenne au plan de la demande primaire avec une assez grande diversité des vecteurs. Là, c'est un peu dans le concept même du scénario. L'idée est de dire : « On va mobiliser l'ensemble des énergies peu ou pas carbonées et les faire contribuer à l'équilibre du bilan énergétique français dans la réduction des émissions. » Le scénario Efficacité, c'est la famille de scénarios dans laquelle nous trouvons le scénario de l'Ademe que François vient de présenter et enfin le scénario Sobriété énergétique est un scénario dans lequel, au-delà de la mobilisation de technologies efficaces dans l'utilisation de l'énergie, nous supposons également des changements significatifs dans les comportements, tant au plan individuel que collectif, à travers des changements *via* les infrastructures, les changements dans les pratiques de

transport, dans les modes d'habité, etc. Voilà donc les quatre grandes familles de scénarios et, finalement, au cours du débat, nous sommes arrivés à une présentation qui structure assez bien les choses. Nous partons des tendances actuelles. Nous nous posons la question de savoir si nous pouvons poursuivre dans la continuité ou laisser aller en quelque sorte le système énergétique ou bien est-ce qu'on va véritablement engager une transition qui, dans le contexte français et européen, se caractérise effectivement en particulier par la réduction significative des émissions de gaz à effet de serre.

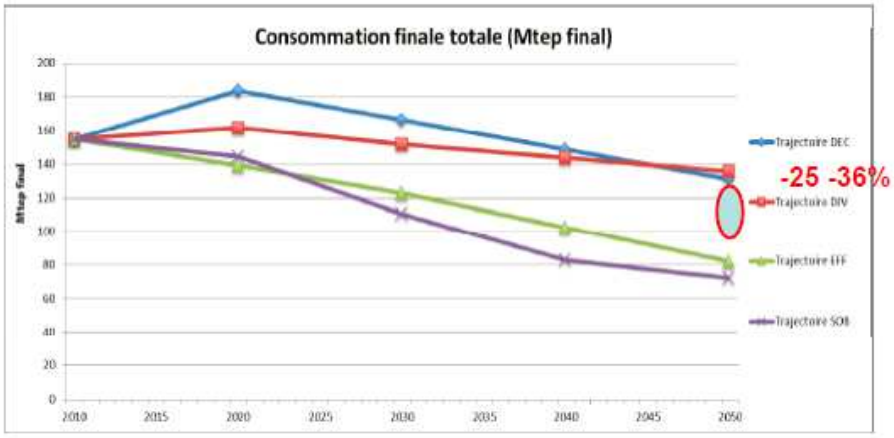


Ensuite, nous avons une première bifurcation qui s'est avérée extrêmement importante dans l'identification des trajectoires et dans les débats. Nous avons bien vu que certains scénarios supposaient une réduction extrêmement forte de la demande et de la consommation d'énergie en 2050 de l'ordre de 50 %, alors que d'autres scénarios essayaient d'atteindre les mêmes objectifs ou des objectifs éventuellement un peu moins ambitieux en matière de réduction mais avec une réduction nettement moins prononcée de la demande d'énergie, une réduction quand même, alors que la population augmente de l'ordre de 15 % dans la plupart des scénarios entre aujourd'hui et 2050.

Il y a évidemment des efforts d'efficacité, mais c'est moins poussé que dans les scénarios de réduction de la demande. Ensuite, nous avons, et c'était bien un peu la mission qui était assignée au groupe de travail n° 2, ce scénario et mix énergétique. Une fois analysée la demande d'énergie, il fallait s'intéresser au mix énergétique. Sur le côté gauche de cette diapositive, nous avons des scénarios qui donnent la priorité aux renouvelables et, dans la plupart des cas, de manière concomitante, à une sortie du nucléaire *versus* des scénarios qui supposent le maintien d'une certaine diversification des vecteurs, en particulier. Il reste du nucléaire dans ces scénarios même si c'est dans des proportions relativement faibles, et puis du côté de la demande modérée des scénarios avec diversification et la dernière famille des scénarios qui considère que le maintien d'une proportion importante de production électrique nucléaire est le moyen de décarboner, donc des scénarios à priorité nucléaire.

On retrouve les quatre catégories que j'ai évoquées, et j'indique que ces quatre grandes familles, ce sont les scénarios que nous avons stockés, que nous avons analysés. Le scénario Sobriété est représenté en quelque sorte par le scénario négaWatt, le scénario Efficacité par le scénario Ademe, le scénario Diversité par le scénario produit par l'Ancre (Alliance nationale de coordination de la recherche pour l'énergie) et enfin le dernier scénario, c'est le scénario Négatep.

Les trajectoires étudiées s'appuient sur une réduction de la demande finale d'énergie de 20 à 50% d'ici 2050

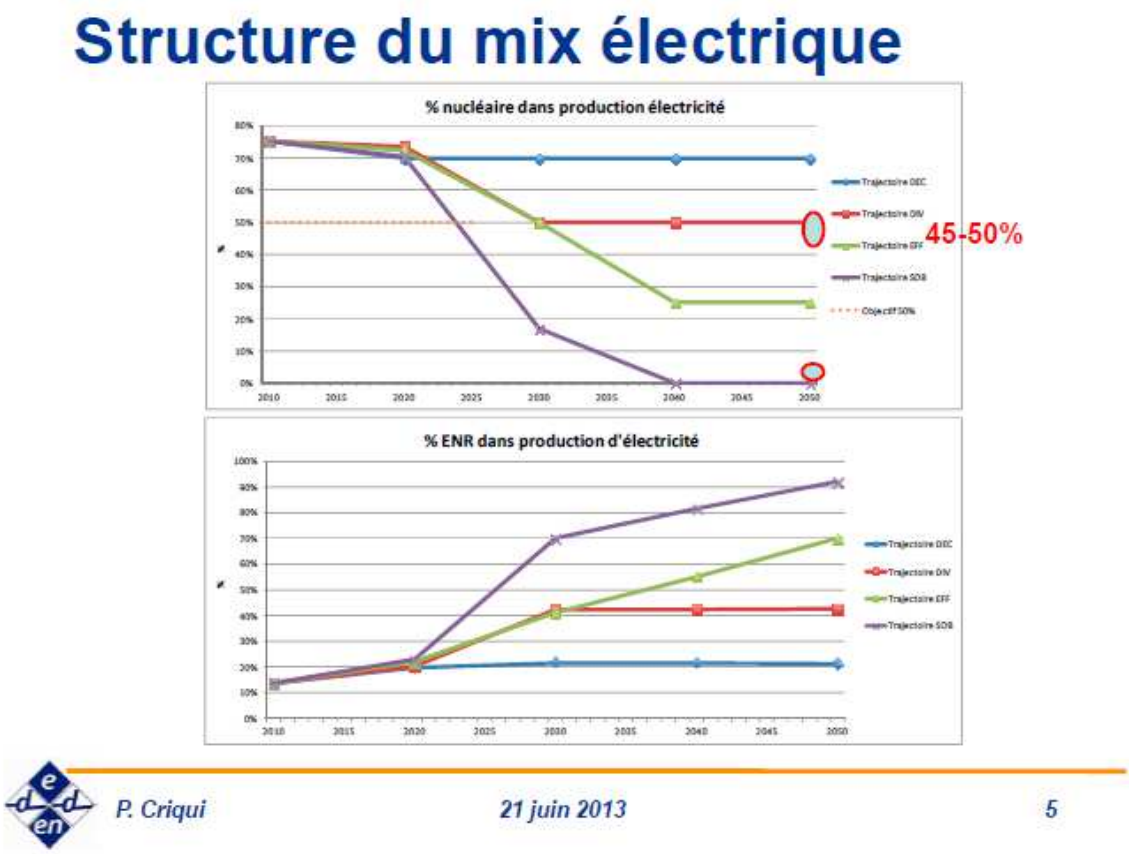


Mais cette évolution est très différente selon les secteurs, notamment:

- Industrie + 15% à - 30%
- Transports - 40% à - 70%

P. Criqui 21 juin 2013 4

Je passe sur ce sujet rapidement parce que j'en ai dit l'essentiel. Voilà comment se regroupent les trajectoires en termes de consommation finale. Les scénarios que nous a présentés Ruben, il y a peu de temps, sont des scénarios, en quelque sorte, un peu intermédiaires : il m'a fourni les informations nécessaires pour faire un relevé. Vous avez une réduction de la demande finale comprise entre 25 et 36 % en 2050. Pour le nucléaire, on voit comment les quatre familles se différencient et c'est quand même clairement marqué. Nous avons des scénarios où nous maintenons la part du nucléaire à 70 %. Le scénario Diversité, c'est 50 % du nucléaire. On a associé au scénario Efficacité 25 % de nucléaire et puis le scénario de sortie du nucléaire en 2040. Les scénarios du Cired se situent entre 45 et 50 sauf dans le cadre de la sortie évidemment.



Je passe rapidement au deuxième point qui est celui des critères d'évaluation qui constituent une partie tout de même assez intéressante dans le processus du débat et qui, peut-être, peuvent à la fois enrichir les discussions et a permis en quelque sorte de les stabiliser parce qu'on a identifié les sujets à évoquer. Puis, aussi, pour les futurs, c'est un point très important que de travailler en quelque sorte sur cette matrice Trajectoires et critères. Je pense que c'est un outil heuristique qui permet de bien classer les choses. J'insiste sur le fait que ces critères n'ont pas été produits par les experts mais par les représentants du conseil national au sein du groupe de travail, ce qui est une chose importante.

La grille de lecture croisée: trajectoires et critères

	Trajectoire / Critère	Electrification et décarbonation	Demande stable et diversification	Efficacité et diversification	Sobriété et sortie du nucléaire
		DEC	DIV	EFF	SOB
	Exemple	Négatep	ANCRE div.	ADEME	négaWatt
1	Coûts et prix de l'énergie				
2	Investissement				
3	Emploi, filières				
4	Sécurité d'approvisionnement				
5	Ressources / environnement				
6	Santé / accidents				
7	Changement climatique				
8	Engagements				
9	Résilience / flexibilité				
10	Cohésion / justice sociale				
11	Autonomie territoriale				
12	Faisabilité macro-économique et technol.				

P. Criqui 21 juin 2013 6

1. Coût et prix de l'énergie ; 2. Investissement ; 3. Emploi et filières professionnelles ; 4. Sécurité d'approvisionnement extérieur et intérieur ; 5. Impact sur les ressources et l'environnement ; 6. Impact sur la santé et les conséquences des accidents ; 7. Changement climatique ; 8. Les engagements internationaux et nationaux de la France ; 9. Résilience et flexibilité du scénario à d'éventuels chocs ou crise ; 10. La question de la cohésion de la justice sociale — derrière cela, il y a la question de la précarité énergétique évidemment. 11. La question de l'autonomie territoriale qui renvoie à un autre des groupes de travail du débat, celui sur la gouvernance qui est un sujet extrêmement important en termes de structuration des systèmes énergétiques. Quelle est la part laissée au local *versus* les grands systèmes nationaux et, enfin, faisabilité macroéconomique et technologique. Je vais vous commenter en détail chacune des quatre fois douze, quarante-huit cases. Je plaisante, mais c'est ce qui nous a été demandé à nous experts, et on nous a même dit à un moment : « Il faudrait que vous, les experts, vous nous mettiez des étoiles. » Alors une, deux, trois, quatre voire cinq étoiles, et puis, à partir de là, ainsi, le conseil national du débat pourra choisir. Nous avons tout de suite mis d'énormes précautions sur ce dispositif et nous avons considéré ce qui a finalement été accepté lorsque la complexité des sujets a été découverte. Nous avons considéré que le rôle des experts c'était en quelque sorte d'instruire le mieux possible chacune des questions qui était soulevée par les critères. Quand nous avons apporté des éléments quantitatifs, nous avons apporté des éléments de quantification spécifique mais nous n'avons pas pu le faire systématiquement. Je conclus sur ce point en disant que vraiment là il y a un sujet important sur comment améliorer notre capacité à caractériser les impacts des différents scénarios de points de vue différents.

ANCRE: Le tableau de bord 3x6

Indicateurs/critères économiques:

1. Coûts de production: filières , parc, infrastructures
2. Emploi: direct, indirect et induit trajectoires et compétitivité
3. Prix de l'énergie au consommateur
4. Balance commerciale: MP, équipements et serv.
5. Trajectoires d'investissement
6. Besoins de financement public / fiscalité env.

Indicateurs/critères enviro. et sociaux:

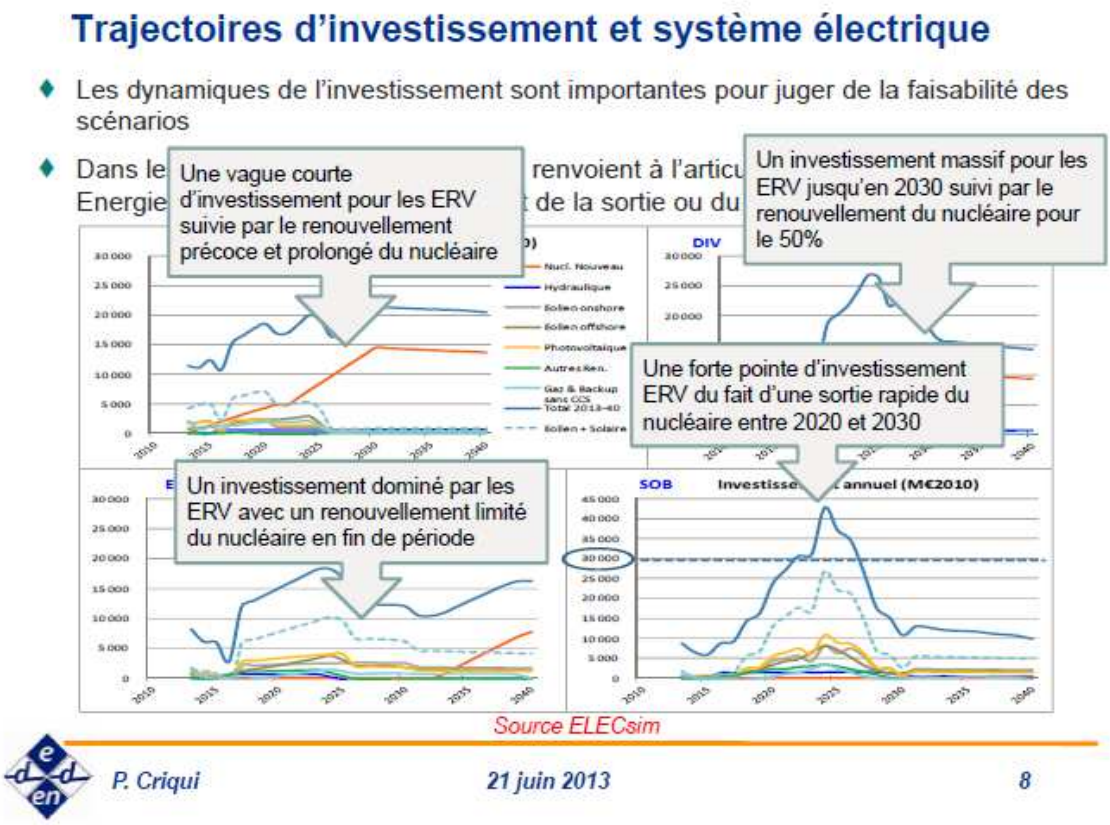
1. Environnement local, sols, biodiversité
2. Environnement global/climat
3. Risques accidentels naturels ou industriels
4. Perception sociale des risques, faisabilité politique
5. Ressources naturelles et matériaux stratégiques, recyclabilité
6. Dépendance énergétique, vulnérabilité géopolitique

Indicateurs/critères pour la science et la technologie :

1. Maturité des technologies
2. Feuilles de route en Europe et dans le monde
3. Besoins de R&D
4. Instruments d'incitation démonstration et diffusion
5. Diffusion, innovations institutionnelles et comportementales
6. Synergies développement technologique et développement industriel

P. Criqui *21 juin 2013* *7*

Je vais passer sur le tableau de bord des critères de l'Ancre parce que l'Ancre, de son côté, a développé un ensemble de critères qui sont, pour une part, comparables en rajoutant une troisième dimension qui est un ensemble de critères pertinents pour la conduite des politiques de la science et de la technologie. Ici, dans l'amphithéâtre du CNRS, c'est important de faire apparaître cette dimension du problème.



Par exemple, ceci est un exercice avec un outil dédié qui a été construit pour les fins du débat, c'est un outil de simulation assez simple qui s'appelle ELECsim, qui permet de regarder les flux d'investissement indiqués par la dynamique du système électrique et ça permet de bien faire apparaître les dynamiques dans les différents scénarios. Nous voyons que, dans le scénario DEC, c'est l'investissement nucléaire qui domine. Dans le scénario Diversité, c'est d'abord une vague d'investissements dans les renouvelables solaire et éolien, puis le renouvellement du parc nucléaire. Dans le scénario Efficacité, tel que nous l'avons utilisé, nous voyons que c'est avant tout, sauf à la fin, un investissement dans le domaine des renouvelables, et dans le scénario Sobriété, nous voyons apparaître ce pic d'investissement qui est nécessaire au moment où il y a un déclassement très rapide des centrales nucléaires existantes pour le relais par les énergies renouvelables et variables. Je n'ai pas le temps de détailler mais ceci est l'exemple type d'effort qui a pu être intéressant à l'une des sorties.

Points aveugles

1. Les progrès dans l'explicitation comparative des couts sectoriels des différents scénarios laissent deux champs d'incertitude symétriques sur le coût du nucléaire 3G et sur les coûts systémiques de renouvelables variables (effets de seuil ?)
2. Le repérage du caractère dominant des effets induits sur l'emploi ne suffit pas à résoudre l'équation macro-économique CT-MT-LT (malgré les efforts du CIRED, de l'ADEME, du CAS [et de la DGT]): gains de facture énergétique vs perte de compétitivité pour différents horizons de temps et compte-tenu de l'incertitude sur les prix des fossiles
3. L'évaluation des conséquences environnementales des différents scénarios est pratiquement au point zéro, alors même qu'existe un véritable corpus européen (ExternE, NEEDS), pratiquement ignoré en France

P. Criqui 21 juin 2013 9

Nous voyons les points aveugles rapidement. Premièrement, dans l'explicitation comparative des coûts sectoriels, nous avons fait apparaître ce qui n'est qu'à moitié une surprise, c'est-à-dire deux incertitudes majeures. Je ne dirais pas « symétriques » parce qu'elles sont de nature différente. Nous avons d'abord une grosse incertitude sur le coût du nucléaire troisième génération. Il y a là vraiment un gros point d'interrogation. Nous pouvons élucider une partie parce que, par exemple, il a été dit dans le débat qu'entre 60 et 120 € le mégawattheure, ça fait quand même une grosse différence. Nous pouvons néanmoins montrer que les hypothèses, par exemple, sur le taux d'actualisation retenue, sont tout à fait décisives et peuvent expliquer une bonne part de ces écarts, mais, néanmoins, il y a une grosse incertitude de ce côté-là.

Deuxième sujet majeur pour la transition énergétique : le coût systémique des renouvelables variables à partir d'un certain seuil que personne, à vrai dire, n'est capable de bien identifier. C'est quelque part autour de 20 et 30 %. Il pourrait y avoir un seuil à partir duquel le fonctionnement des systèmes électriques devrait être considérablement revu, repensé et réorganisé pour prendre en compte les renouvelables variables. Nous avons quand même deux gros sujets qui restent des sujets sectoriels mais des gros sujets. Sur les questions d'emploi, de macroéconomie et malgré les efforts tout à fait louables du Cired, de l'Ademe, du CAS également. La Direction générale du trésor aussi avec son modèle Mésange. Il y a un certain nombre de groupes qui en France étudient ces questions de macroéconomie mais, pour l'instant, nous n'arrivons pas véritablement, non pas à unifier les savoirs, parce que ce serait beaucoup trop demander, mais au moins à avoir des approches comparatives qui permettraient de bien identifier quels sont les points critiques finalement dans les résultats des scénarios macro. Et enfin sur la question de l'évaluation des conséquences environnementales des différents scénarios, je dirais que là on a pu constater une vision socratique du rôle de l'expert. C'est-à-dire que l'expert sait qu'il en sait beaucoup moins que ce que les autres pensent qu'il sait. Et là, nous avons pu constater

que, dans ce domaine finalement, nous sommes en France à un degré assez faible de connaissance sur les impacts environnementaux de scénarios énergétiques même s'il y a des gens qui font des travaux intéressants, mais nous sommes très loin de pouvoir quantifier des scénarios, alors même qu'il existe un corpus européen intéressant, même si je le trouve contestable. Mais l'un de ses avantages justement, c'est qu'il est contestable parce que les hypothèses sont explicites avec les projets ExternE, etc. Donc il y a aussi des plages de progrès.

Entre "réduction à la valeur monétaire" et "culture du tableau de bord"

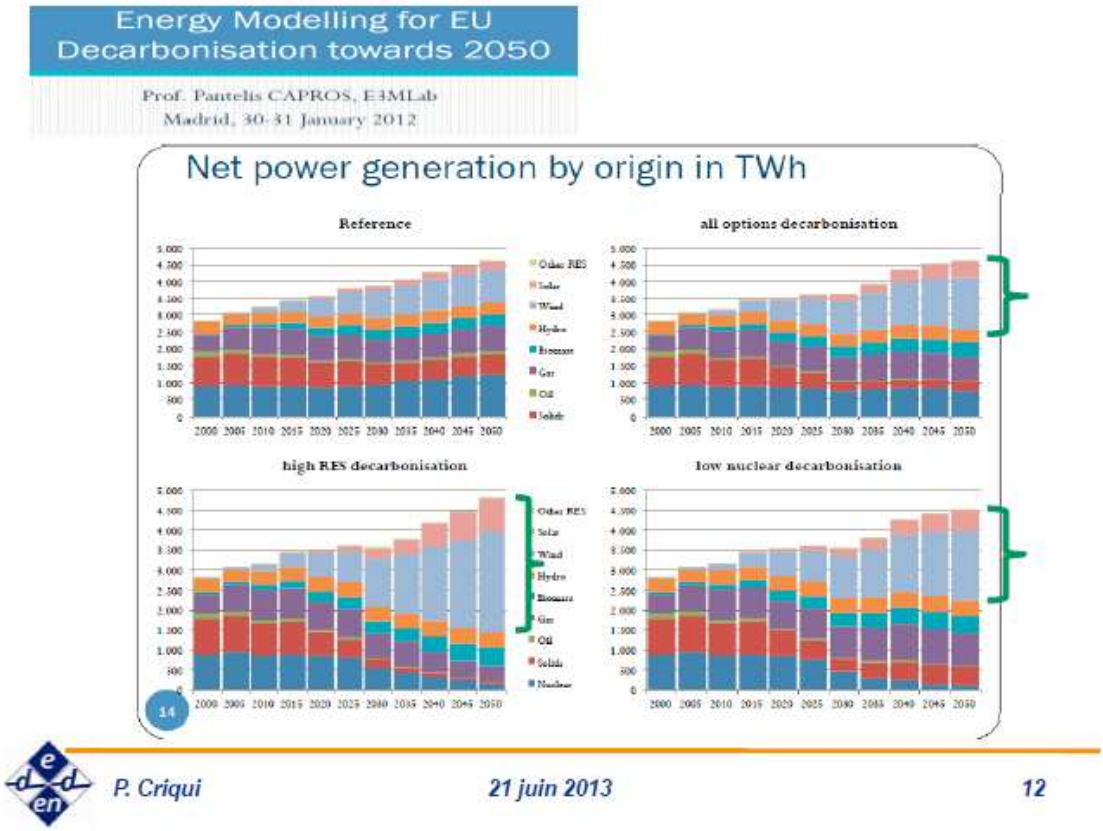
- Les évaluations menées dans la perspective du développement durable appellent les approches multicritères: " On ne pilote pas un Airbus avec seulement un altimètre " (I. Sachs) ou la " culture du tableau de bord " (Rapport Sen, Stiglitz, Fitoussi)
- Dans le même temps les efforts de mesure quantitative et de valorisation des impacts permettent une meilleure prise en compte de l'environnement (approche ExternE, NBPGE Barbier et Markandya)

Entre "modèles d'évaluation intégrés" (IAMs) et "modèles appliqués compacts"

- Au plan international, la recherche se structure autour des grands modèles d'évaluation intégrés (rôle-clé des IAMs dans le GIEC)
- La décision publique et les processus délibératifs associés peuvent aussi s'appuyer, pour le cadrage des enjeux, sur des modèles appliqués compacts

P. Criqui *21 juin 2013* *10*

Dans la perspective d'une conduite dynamique de la transition énergétique, cette dernière sera un processus de très long terme dans un monde qui est plus qu'exposé, qui est voué à des chocs, à des changements de tendance, à des mouvements structurels. À l'évidence, nous pouvons aujourd'hui fixer un certain nombre de caps dont celui probablement de la réduction des émissions mais nous ne pouvons pas fixer une fois pour toutes la politique.



Je pense qu'il est très important de concevoir une gestion dynamique de la transition énergétique.

Propos d'étape:

1. La conduite de la Transition Energétique sera un effort de long terme à mener dans un monde énergétique exposé aux changements de tendances, aux surprises et aux chocs…
2. Il faudra donc fixer un cap en ajustant régulièrement les réglages de la politique et en jouant des effets d'apprentissage sur la capacité à mobiliser les différents leviers
3. De même, il faudra prendre en compte dans la stratégie les valeurs d'option pour les décisions stratégiques
4. Ceci renforce l'hypothèse de la mise en œuvre d'un dispositif pérenne pour une gestion dynamique de la transition

P. Criqui 21 juin 2013 13

Cela voudra peut-être dire la création d'institutions un peu pérennes ou de dispositifs qui permettront d'assurer peut-être plus modestement la navigation (c'est la meilleure métaphore qui me vient à l'esprit). On se fixe un cap et, sur le chemin, il y des sautes de vent, il y a des courants, etc. Il faut modifier à chaque fois le réglage du bateau, les orientations. Dans ce processus, il y a deux questions qui me paraissent importantes. D'un point de vue plus méthodologique qui est, d'une part, que nous allons être tiraillés entre la tendance à la réduction à la valeur monétaire en particulier pour l'analyse des impacts et la culture du tableau de bord. Nous pouvons vraiment identifier le fait que les évaluations menées dans une perspective de développement durable appellent des approches multicritères. Je citerai quelqu'un qui est le maître de plusieurs d'entre nous, Ignacy Sachs, qui disait : « On ne pilote pas un Airbus avec seulement un altimètre. » Ce qui renvoie d'ailleurs aux conclusions du rapport Sen-Stiglitz-Fitoussi qui prônait la culture du tableau de bord. Cela, je crois que c'est très important et, en même temps, je pense qu'il faut faire aussi un effort de mesure quantitative, voire de valorisation monétaire des impacts qui permettent une meilleure prise en compte de l'environnement. Markandya dit dans son dernier ouvrage : « On constate toujours que quand on ne valorise pas l'environnement, l'environnement est sous-évalué dans les décisions. »

Deuxième piste méthodologique : la tension entre les grands modèles d'évaluation intégrée, Integrated Assessment Models en anglais, et les modèles appliqués compacts. Je pense qu'au plan international la recherche se structure autour de grands modèles d'évaluation intégrée, c'est très clair sur le rôle des IAM dans le GIEC. Il est important qu'en France il y ait le maintien de ce type de modèles et, en même temps, que la décision publique et les processus délibératifs associés puissent aussi s'appuyer pour le cadrage des enjeux, la discussion, les débats, sur des modèles peut-être plus compacts tout en restant d'ailleurs des modèles appliqués parce qu'il y a des modèles appliqués théoriques et compacts mais je pense qu'il faut aussi de tels modèles.

Point aveugle 4: L'Europe et la « Roadmap 2050 »

2	**High Energy Efficiency**	This scenario is driven by a political commitment of very high primary energy savings by 2050 and includes a very stringent implementation of the Energy Efficiency plan. It includes further and more stringent minimum requirements for appliances and new buildings; energy generation, transmission and distribution; high renovation rates for existing buildings, the establishment of energy savings obligations on energy utilities; the full roll-out of smart grids, smart metering and significant and highly decentralised RES generation to build on synergies with energy efficiency.
3	**Diversified supply technologies**[51]	This scenario shows a decarbonisation pathway where all energy sources can compete on a market basis with no specific support measures for energy efficiency and renewables and assumes acceptance of nuclear and CCS as well as solution of the nuclear waste issue. It displays significant penetration of CCS and nuclear as they necessitate large scale investments and does not include additional targeted measures besides carbon prices.
4	**High RES**	The High RES scenario aims at achieving a higher overall RES share and very high RES penetration in power generation, mainly relying on domestic supply[53].
5	**Delayed CCS**	This scenario follows a similar approach to the Diversified supply technologies scenario but assumes difficulties for CCS regarding storage sites and transport while having the same conditions for nuclear as scenario 3. It displays considerable penetration of nuclear.
6	**Low nuclear**	This scenario follows a similar approach to the Diversified supply technologies scenario but assumes that public perception of nuclear safety remains low and that implementation of technical solutions to waste management remains unsolved leading to a lack of public acceptance. Same conditions for CCS as scenario 3. It displays considerable penetration of CCS

P. Criqui 21 juin 2013 11

Le gros point aveugle, c'est que tout cela est franco-français et que la dimension européenne est largement absente, ce qui dénote d'un point aveugle collectif au niveau européen. À part quelques travaux, il y a vraiment un problème.

Référence : Je recommande l'ouvrage de nos collègues du CNRS sous la direction de Rémy Mosseri et Catherine Jeandel, *L'Énergie à découvert,* sorti en mars.

J.-E. Moncomble : Commentaires sur les scénarios français au regard de la méthodologie prospective de la transition énergétique du World Energy Council.

Jean-Eudes Moncomble : Je suis au Conseil français de l'énergie qui est la partie française du Conseil mondial de l'énergie. Cela a son importance. Le Conseil mondial de l'énergie est une organisation qui est présente dans cent pays dans le monde, dont deux tiers de pays en développement, cela aussi est important. Toutes énergies, toutes technologies et, en termes de membres, environ 3 000 dans le monde : on trouve des entreprises, des administrations, des universitaires. Il y a d'ailleurs quelques-uns de ses membres à la tribune. Nous avons donc ici une grande diversité.

Par le passé, à plusieurs reprises, le Conseil s'est posé la question : « Comment faire de bons scénarios en matière d'énergie ? » Je suis plein d'humilité par rapport aux présentations qui ont été faites. Ce que j'aimerais vous expliquer, c'est la façon dont nous essayons de résoudre les contradictions que nous avons eues au sein du Conseil mondial de l'énergie. Pour ce faire, il y a une dizaine d'années, nous nous sommes un jour posé la question et nous nous sommes dit : « Nous allons refaire des scénarios, nous allons refaire des exercices de prévision ». Lors de la première réunion, le président de l'étude nous a dit : « Venez chacun avec les scénarios qui sont faits, les scénarios mondiaux qui sont dans votre pays ». Puis nous avons comparé. D'abord, nous avons tout mis ensemble : nous avions environ mille scénarios. Quand on a mille scénarios, on se dit : « Pourquoi ne prendrais-je pas le 632e ou bien le 250e ? Qu'est-ce qui fait que je vais apporter quelque chose de nouveau ? » Ceci est la première question, et essayer d'y répondre rend un peu plus humble.

Finalement, la raison pour laquelle nous avons continué à travailler, et c'était peut-être une bonne chose, c'est que nous nous sommes dit : « On n'a pas la bonne méthode quand on construit des scénarios. » Quand on construit des scénarios, on a un ensemble de trois éléments qu'on fait tourner un peu comme une sorte de moteur à trois temps. D'une part, il y a le modèle. D'autre part, il y a le modélisateur et, puis, enfin, il y a l'utilisateur, le commanditaire. Et c'est une espèce d'équilibre entre ces trois parties qui fait qu'on va sortir des scénarios. La réflexion que nous avons eue à ce moment-là au sein du Conseil mondial de l'énergie était de se dire : « Eh bien, on a beaucoup trop l'habitude – et le conseil construisait ses scénarios comme ça par le passé – de partir du modèle et du modélisateur et puis éventuellement d'aller vers l'utilisateur ou le commanditaire à la fin ». Nous avons décidé d'inverser les choses et, en inversant les choses, nous avons renoncé à ces approches *top*

down pour aller vers des approches *bottom up* où nous faisions d'abord parler les utilisateurs et nous nous servions de ce qu'ils disaient pour dessiner une vision du futur énergétique.

Dans le domaine de l'énergie, je pense que ça a un intérêt particulier, c'est que chacun sait que le temps de l'énergie est un temps long et que lorsqu'on se pose la question de ce qui va se passer aujourd'hui à 2050, les décisions sont déjà en train d'être prises qui engagent déjà 2050. Aujourd'hui, des personnes dans le monde décident de développer des infrastructures de transport. Des personnes ont des plans d'urbanisation. Des personnes lancent la construction de centrales quelles qu'elles soient, construisent des ports pour importer l'énergie et cela structure, cela contribue déjà à faire 2050 et, d'une certaine manière, l'avenir est déjà un peu fermé. Ce qui veut dire que c'est surtout intéressant de regarder ce que vont dire aujourd'hui les décideurs ou ceux qui poussent à prendre des décisions.

Nous sommes donc partis sur des analyses qui consistaient à faire parler les leaders partout dans le monde et pour ce faire, nous avons organisé des forums et nous sommes donc allés écouter les gens sur place pour qu'ils nous disent leur vision du monde. C'est tout à fait passionnant d'aller voir, par exemple, en Afrique comment raisonnent les preneurs de décision, ou en Inde, ou en Chine, y compris d'ailleurs à Paris ou à Londres. C'est bien cela qui, en remontant, donne la vision que l'on peut avoir du futur de l'énergie. Alors ce qui est intéressant aussi c'est que la vision qui remonte dans ce cas-là peut être assez différente de celle des experts. C'est-à-dire que les critères ne sont pas tout à fait les mêmes. Par le passé, nous étions souvent sur des critères qui donnaient plus d'importance aux aspects économiques comme, par exemple, la croissance économique, le PIB ou le prix de l'énergie. Les experts ont une autre vision ; ils peuvent mettre en avant l'importance des questions de coordination ou d'harmonisation des marchés. Ils peuvent mettre en avant la façon dont les gouvernements s'impliquent dans les politiques énergétiques. Et dans les scénarios que nous sommes en train d'élaborer ce qui semble être l'élément le plus déterminant est la façon dont se comporte le consommateur. C'est ça qui va structurer finalement les scénarios que l'on va publier. Est-ce que le consommateur est plutôt un consommateur qui prendra les décisions ou est-ce qu'il sera plutôt un citoyen d'une certaine manière ? Comment vont s'articuler les choses ? Nous sommes en train d'élaborer deux scénarios qui ne sont pas terminés. Aujourd'hui nous effectuons un travail en cours qui décrira la façon dont on donne la primauté au consommateur ou au citoyen. Nous aurons des manières, des influences un peu différentes. Patrick a pris quelques comparaisons, quelques citations sur l'aviation. Moi je ferai parler Sénèque : « Il n'est de bon vent pour celui qui ne sait où il va. »

Ce que nous allons essayer de mettre en évidence, c'est quels étaient les objectifs que nous recherchions. Lorsque nous avons plutôt un consommateur, ce sont les questions d'accès à l'énergie, les questions d'accessibilité au sens de « *affordability* » qui sont les points les plus prégnants. Lorsque c'est plutôt le citoyen qui est présent, ce sont les questions environnementales ou plutôt les questions de sécurité énergétique qui priment. Cela a structuré la façon dont nous orientions en quelque sorte nos scénarios. Évidemment, après ce travail, nous sommes revenus un moment vers le modèle, c'est-à-dire que le discours de l'expert ne suffit pas. On lui demande d'exprimer ses fameuses « *storylines* » qui permettent de raconter des histoires et qui permettent de formuler peu à peu des hypothèses et arrive le moment où l'on doit faire travailler le modélisateur et son modèle. Dans la première partie des scénarios, c'était un modèle que vous connaissez bien, puisqu'on avait travaillé avec Enerdata et Poles. Aujourd'hui, nous avons changé de modèle, et celui que nous utilisons est plutôt de type Markal, un modèle développé par le Paul Scherrer Institute : ce sont deux modèles de nature tout à fait différente.

Je souhaiterais faire une première remarque sur les exposés précédents. Ce qui est très perturbant, c'est déjà la diversité des modèles et, sans raconter des histoires d'ancien combattant, il y a quelques années, quand on faisait des modèles, il y avait une première étape de validation de ceux-ci. Je me souviens que lorsqu'on faisait un petit modèle macroéconomique, il fallait forcément faire quelques variantes du genre multiplicateur keynésien, baisse des cotisations sociales, etc., et cela permettait de situer, de comprendre les mécanismes des modèles les uns par rapport aux autres. Aujourd'hui, ce que je trouve dommage c'est qu'on ne fait plus ça. Nous n'avons pas le temps ou nous ne le faisons pas assez bien. C'est très dommage parce que, d'une certaine manière, après, en tant qu'utilisateur, on a du mal à comprendre ce qui vient du modèle, ce qui va venir des hypothèses et de l'utilisation qui est faite du modèle. C'est un point assez important qui mériterait d'être reconsidéré.

La seconde remarque, c'est que ces modèles sont tous de bonne qualité, mais il n'est pas toujours explicité de manière très précise la façon dont le modélisateur introduit son savoir-faire. Savoir qu'il y a des problèmes de calibration, savoir qu'il y a des problèmes de variables d'écart sont des points, par exemple, selon les types de modèle, qui mériteraient d'être plus transparents. Quand nous avions travaillé avec Bertrand Château, nous avions eu accès à cette information, ce qui permet aux utilisateurs qui font l'effort d'aller dans cette démarche de mieux comprendre la façon dont les résultats arrivent et de mieux se les approprier. Évidemment, au niveau du Conseil mondial de l'énergie, nous sommes tombés dans ce piège. Nous sommes partis sur une dynamique où nous essayons d'avoir un modèle qui va être publié en *open source*. Je ne sais pas si nous arriverons jusqu'au bout parce que nous étions partis tous la fleur au fusil et quand nous sommes arrivés à la fin du processus, il y avait beaucoup de réticence pour avoir le modèle en *open source.* Ce qui est d'ailleurs assez pertinent parce que, lorsqu'on a une voiture qui est sophistiquée, on sait qu'il faut avoir un pilote un peu habile pour pouvoir la conduire.

Le dernier point est au sujet des résultats que l'on obtient. Tout d'abord, peut-être est-ce une déception lorsqu'on raisonne au niveau mondial, on pourrait penser qu'on donnera une part importante à l'Europe, et ce n'est pas le cas. Nous avons quinze zones dans notre modèle, et l'Europe est une de ces zones. C'est une leçon parce que, chacun le sait, l'Europe est aujourd'hui une petite chose lorsqu'on regarde le monde globalement, et dans les publications qui seront faites du Conseil mondial de l'énergie, il n'y aura qu'une seule zone agrégée, un peu plus large que l'Union européenne. Ceci est une représentation de la réalité des enjeux climatiques que vous connaissez bien mieux que moi.

Pour conclure, nous sommes toujours un petit peu désolés lorsque nous n'arrivons pas à participer à un débat, mais l'approche que nous avons au niveau du Conseil mondial de l'énergie est aussi une approche qui est, d'une certaine manière, politiquement non correcte. Pourquoi ? Parce que, souvent, dans les résultats que l'on trouve dans les pays lorsque les exercices sont faits dans les pays occidentaux, un des moyens de résoudre les problèmes globaux, c'est de reporter l'effort sur les pays en développement. Dans le cadre du Conseil mondial de l'énergie, ça ne marche pas du tout comme cela parce que ces pays-là sont autour de la table et donc ils peuvent donner leur vision. Nous avons notamment des pays en développement qui ne veulent pas aller sur des sentiers de sobriété énergétique parce que leurs problèmes, par exemple, sont davantage des problèmes d'accès à l'énergie ou des problèmes de développement. Les scénarios que l'on a ne sont pas des scénarios qui sont aussi favorables en termes de lutte contre le changement climatique que ceux que vous avez montrés. C'est peut-être aussi un moyen d'expliquer que les contraintes sont ailleurs et qu'il faut trouver d'autres solutions pour arriver à tous ensemble résoudre ce problème global.

Table ronde avec T. Salomon, J.-P. Bompart et les intervenants

Aain Grandjean : Cela a été très compliqué de faire venir sur la table de la réflexion d'un conseil énorme – il y a plus de cent personnes – les travaux qui sont disponibles en matière de trajectoires et de scénarios. C'est très compliqué et pourtant c'est quand même le cœur de la commande. Je vous rappelle que ce débat est supposé se terminer sur deux grandes directions : c'est premièrement vers quelle trajectoire on se dirige. Ce n'est pas juste : « Je veux faire facteur 4 et puis je fais 50 % de nucléaire en 2025 », c'est quelque chose qui doit être beaucoup plus documenté, et puis, deuxièmement, une loi de programmation. Dans un contexte extrêmement varié en termes d'interlocuteurs, d'acteurs, varié en termes d'intérêt, donc avec des intérêts très divergents et, par ailleurs, dans une situation macroéconomique de tension, avec des entreprises en difficulté, avec un secteur de l'énergie électrique qui souffre des gigawattheures pas chers en ce moment sur le prix européen et avec des représentants des ménages qui sont le témoin du fait qu'il y a des difficultés, il y a de la précarité énergétique. Ces périodes de tension ne sont pas très favorables à l'ouverture. Le débat n'est pas terminé. Les travaux des experts sont, pour l'essentiel, faits avec, évidemment, à ce stade, une très grande frustration parce qu'on se dit qu'on commence grâce à ce qui a été exposé par Patrick, grâce à une identification des trajectoires autour desquelles nous avons envie de discuter. Nous avons envie de continuer, nous avons envie de faire progresser la réflexion des membres du CNDT avant que toute conclusion soit prise. Cela, c'est la frustration. Le côté positif, c'est que je pense que tout le monde comprend aujourd'hui autour de la table, y compris le gouvernement, qu'il va falloir organiser de manière beaucoup plus professionnelle l'articulation entre ces grands débats et la production de l'expertise française ou internationale. Je pense que c'est assez clair et j'espère bien que nous réussirons à obtenir une structure d'organisation qui permette de le faire et, évidemment, comme nous avons tous compris que les modèles sont très différents les uns des autres et donnent des résultats assez différents, il est hors de question que cette organisation donne le pouvoir intellectuel à un modèle ou à une structure quelle qu'elle soit. Il faudra forcément que ce soit un dispositif pluraliste. Le deuxième point qui m'a paru évident dans la discussion, c'est qu'il y a un énorme travail de la part des experts, des modélisateurs, des scénaristes, un énorme travail en aval de ce qu'ils font, c'est-à-dire que, quand ils ont fait leur produit, tout reste à faire, c'est-à-dire, il faut expliquer, il faut mettre en valeur, il faut mettre en perspective, il faut simplifier, il faut *packager*, il faut formaliser parce que le niveau d'intérêt, le niveau de compréhension et la quantité de temps disponible par les utilisateurs est très faible, donc il faut faire beaucoup de pédagogie, donc il y a encore du travail. Nous nous sommes rendu compte avec Patrick Criqui, avec Michel Colombier et avec Thierry Salomon, avec François Moisan aussi,

combien de temps ça prenait de faire des choses. Donc la pédagogie, c'est vraiment une des clés.

Patrick Criqui a beaucoup insisté sur la question du critère. Ce qui est vraiment évident : nous sommes dans une société qui se pose beaucoup de questions sur le PIB parce que c'est sympa de faire des modèles ou des scénarios avec 8 % de croissance du PIB par an pendant que nous sommes à zéro ou que nous sommes en récession. 1. Personne n'y croit. Enfin si, certains y croient. 2. Tout le monde se demande quand même si c'est le bon critère. Donc, la tyrannie du PIB, c'est quelque chose qui ne va pas résister longtemps. Par conséquent, nous sommes dans des approches multicritères, mais si nous disons à un décideur public : « Tiens, j'ai juste dix-huit critères, débrouille-toi », c'est un peu compliqué. Donc c'était plus simple le temps de la tyrannie du PIB parce que les critères de décision, c'est commode.

Le troisième point, c'est la question des agendas. L'agenda de la recherche, il est ce qu'il est. Les travaux scientifiques sont ce qu'ils sont. Ils ont besoin de ces procédures de vérification sauf que, du coup, vous n'êtes jamais au rendez-vous politique. En plus, le problème d'agenda est compliqué par les procédures d'appel d'offres. J'aurais rêvé qu'au début du débat nous ayons un joli petit dispositif qui permette de faire deux-trois-quatre cahiers des charges et ensuite de faire venir des travaux, de manière que nous ayons au moins des systèmes de comparaison un peu complets des différentes trajectoires avec un certain nombre de critères. Mais cela n'est pas possible. Nos monnaies dans la poche du gouvernement et des procédures qui sont beaucoup trop compliquées : il faut donc deux ans alors que la commande politique a été de six mois. Il y a un petit peu de travail pour que les choses avancent.

Thierry Salomon : Un sentiment sur les points qui me paraissent assez forts entre scénarios, les points sur lesquels je pense travailler et, en étant un peu positif aussi, ce que le débat entre experts et au sein du conseil a commencé à mettre en œuvre. Cela vaut aussi un peu dans ce que disait Patrick Criqui tout à l'heure sur les points restés obscurs. Premier point qui me paraît important, cette notion de sobriété qu'on a pu amener au travers du scénario négaWatt et qui a été maintenant clairement posée dans le débat. Elle est encore floue. Il y a des images qui sont assez différentes de la sobriété selon l'ensemble des acteurs. On définit nous, à négaWatt, une sobriété plutôt dans le surdimensionnement ou dans la surpuissance de la grande installation, dans le surusage ou le mésusage, et puis une sobriété aussi qui est à construire sur la coopération ou la mutualisation des équipements. Et je crois qu'on est là face à une notion qui est tout à fait importante et qui ne peut se développer que dans une analyse pluridisciplinaire. Ce ne sont pas les ingénieurs que nous sommes qui allons développer, c'est dans un travail collectif avec derrière des sociologues, avec des urbanistes, mais c'est une notion qui est importante. C'est assez fructueux de bien la distinguer de l'efficacité qui est simplement une réponse qui peut être purement technologique. On peut avoir un appareil particulièrement efficace mais, en même temps, en faire un usage qui ne soit pas du tout sobre. Un réfrigérateur particulièrement efficace de 200 litres mais qui contient simplement quelques centaines de grammes de produit, on voit bien qu'il y a efficacité d'un côté et, au contraire, une très mauvaise utilisation de l'autre par rapport à la taille de l'équipement, par exemple. On pourrait multiplier les exemples et, en matière de mobilité, il est clair que se dire à partir du moment où un véhicule fait du covoiturage, la deuxième personne qui entre dans le véhicule va diviser par deux la consommation d'énergie, et les émissions de CO_2 par kilomètre passager transporté. C'est tout bête, c'est simple, c'est du bon sens, mais, en même temps, c'est extrêmement fructueux. Donc première chose sur la sobriété.

La deuxième chose sur le nucléaire et sur l'ensemble des risques technologiques. Nous avons clairement des scénarios qui, au départ, comme le nôtre, disent il y a un certain nombre de risques qu'il ne faut pas prendre. Nous le disons clairement en ce qui concerne les gaz de schiste, nous l'avons dit également en ce qui concerne la partie capture et séquestration du carbone sur lequel vous savez que nous avons quand même de grosses inconnues et puis nous le disons aussi au niveau du nucléaire. Ce qui contraint, au niveau du nucléaire, à réfléchir derrière à un scénario qui soit aussi un scénario cohérent sur le plan de la sortie à la fois sur le plan de la sûreté, sur le plan industriel, sur le plan évidemment des personnels et puis aussi sur le plan géographique dans la mesure où, derrière, il faut assurer une sorte d'équilibre du réseau. D'où, à mon sens, que des scénarios qui vont vers la sortie du nucléaire doivent nécessairement avoir aussi, comme on la fait, une analyse en puissance heure par heure jusqu'à 2050 pour bien appréhender les problèmes de réseau qui ne sont pas simples et, en l'occurrence, il n'y a pas uniquement que la capture séquestration du carbone qui soit bien sûr une des solutions. Ceci, c'est important, avec aussi un point qui me paraît difficile dans les scénarios : cela a aussi été évoqué un peu tout à l'heure. Sur le nucléaire et sur la temporalité, c'est que, en l'occurrence, on a à la fois un horizon à 2050, on peut se dire : « On va plus ou moins vite », avec des rythmes et des tempos différents, mais, en même temps il y a des points temporels fixés qui sont les quarante ans sur une centrale nucléaire ou cinquante ou soixante, mais il y a une combinaison entre des points fixes qui sont des échéances de vétusté, d'usure, de renouvellement, etc., dans ce domaine-là, sur également d'autres équipements, et puis cette temporalité qui n'est pas nécessairement glissante, autrement dit, se dire on met cinq ans de plus, cela ne fonctionne pas nécessairement et ça crée, si des décisions ne sont pas prises rapidement, à ce moment-là, des espèces d'effets de convergence, de contraction, etc., et nous voyons bien quand nous travaillons sur des scénarios, comme on l'a fait, qu'une des façons de desserrer la contrainte, c'est l'efficacité et la sobriété énergétique qui permet de regagner un peu de temps derrière pour prendre des décisions qui ne soient pas prises dans l'urgence.

Troisième point, c'est le point très important sur les émissions de GES, de gaz à effet de serre. Nous avons pu constater à l'intérieur du travail sur les scénarios, même dans les *templates* qui ont été évoqués tout à l'heure, dans les réponses des différents porteurs de scénario, nous avons pu observer une grande confusion entre le facteur 4 sur uniquement le CO_2 d'origine énergétique et puis le facteur 4 au niveau du GES. Je rappellerais quand même que le facteur 4 tout GES, il est inscrit dans deux lois françaises, dans la loi Pope, dans la loi Grenelle 1, votée quand même à 99 % de nos députés, qu'il y a donc des engagements au niveau de la France, que c'est bien tout GES, y compris nos DOM-TOM, sur lequel nous voyons bien une augmentation par deux depuis 1990 de l'ensemble des émissions avec aussi une augmentation de la population forte. Et lorsque nous regardons de façon un peu clair ceci, nous nous apercevons que la partie uniquement combustion CO_2, c'est 69 % du problème actuellement. C'est presque la plus facile à résoudre, et les 31 % qui restent, c'est difficile notamment en matière d'agriculture où les deux scénarios qui ont évoqué et étudié cette question-là, qui sont les scénarios de l'Ademe et négaWatt sur l'ensemble de systèmes d'alimentations agroalimentaires, etc., n'arrivent qu'à un facteur 2,2-2,5 au maximum sur ce point-là et, donc, il faut aller beaucoup plus loin que le facteur 4 sur la partie CO_2. Les scénarios qui réussissent sur le facteur 4 tout GES sont des scénarios qui sont au moins en facteur 6 à plus. Sur la partie CO_2, c'est pratiquement vers une décarbonisation qu'il faut tendre. Un autre point qui me paraît très important, c'est qu'on parle toujours de facteur 4 par rapport à 1990 pour la France, mais, si on le regarde par habitant, au vu des projections Insee sur 2050, c'est un facteur 5,3 par habitant sur lequel il faut agir.

Dominique Chauvin, prospectiviste chez Total : Je voulais souligner dans la présentation de Patrick Criqui l'intérêt de ce tableau que tu as montré qui, à mon avis, est le premier élément un peu rationnel des choses qu'on voit apparaître dans ce débat et qui s'écarte d'une approche idéologique. Les trois scénarios que tu as montrés au début montrent l'impact ou plutôt l'intérêt de regarder la dimension des vecteurs, et je suis assez heureux moi-même parce que c'est un peu une idée que j'avais soufflée bruyamment à M. Colombier. La question que je pose, c'est qu'il y a une architecture des vecteurs qui peut avoir un effet beaucoup plus considérable plutôt que de se bagarrer sur les énergies primaires, et je vais donner juste un exemple pour me faire comprendre même si cet exemple est un peu homéopathique. Avec le vecteur gaz, c'est-à-dire les pipelines, GDF, GrDF viennent d'inventer une nouvelle énergie primaire, et cette énergie primaire nouvellement inventée, ce n'est pas les paysans qui l'ont inventée, c'est bien le vecteur, il s'agit de biogaz. Nous avons là un exemple d'un effet où c'est une marche à contresens, où, en partant de l'énergie utile, l'énergie finale, le vecteur, nous remontons à l'énergie primaire et nous avons donc un fil rouge pour raisonner d'une façon rationnelle et pas idéologique. C'est la même histoire avec la voiture électrique qui n'est pas un objet technologique, c'est une extension du vecteur électrique et, à partir de là, ça change tout. Je crains que le débat ne fasse que commencer, et nous avons sûrement besoin de plus de temps pour faire une analyse rationnelle et pas idéologique, et je crains que j'aie entendu dans la bouche d'Alain Grandjean de l'idéologie quand il a dit qu'il y avait 50 % de nucléaire comme quelque chose de marqué et de pas discutable tel que ça a été écrit dans l'article du *Monde* du 29 novembre 2012…

Christian Vincenty, en charge de la Chine, de la Russie au ministère de l'Économie, la DG6 : Pour M. Moncomble : comment voyez-vous la Chine et la Russie par rapport à ce que vous observez puisque, évidemment, dans un cas, il y a un mix énergétique à 60 % au moins de charbon et, de l'autre côté, il y a une rente énergétique pétrolière et gazière. Est-ce que ces deux pays, d'après vous, travaillent sur des scénarios de ce genre comme on les fait en France, est-ce qu'ils sont gênés, qu'ils ont des difficultés. Nous pouvons en parler en aparté si vous le souhaitez.

Frédéric Desbonnet, travaille dans le domaine des énergies renouvelables et des éclairages Led pour Novaday : Il y a quelques jours, Amory Lovins présentait ses recherches, la publication de son livre *Réinventer le feu,* et il expliquait que les États-Unis avaient un très gros avantage, c'était que leur infrastructure de distribution d'électricité était totalement vétuste et totalement à refonder et que cela les contraignait à des investissements utiles, immédiatement opérationnels, et que ça allait être pour eux un avantage forcé mais énorme. Ce qui manque beaucoup dans ce débat, c'est l'absence de vision, ça a été évoqué bien sûr, mais il n'y a aucun Européen, aucun autre participant d'autres pays de l'Europe dans les débats ou associé où les résultats du Comité de la recherche sur la transition énergétique ne prennent pas beaucoup en compte la vision européenne du réseau. C'est quand même quelque chose qui est assez fondamental dans toute cette réorganisation des énergies. C'est vrai que vous avez parlé du fait que ce débat arrive à des résultats très franco-français et c'est vraiment quelque chose qui devrait être beaucoup plus mis en avant dans ce débat.

Patrick Criqui : C'est épatant. Je pense que la question de Dominique n'était pas tant sur les critères en eux-mêmes mais dans la manière dont cela faisait apparaître la problématique des vecteurs.

Intervention de Dominique Chauvin inaudible.

Sur le rôle des vecteurs, je serais tout à fait d'accord pour indiquer que c'est vraiment tout à fait crucial, et ce n'est d'ailleurs pas tout à fait un hasard si, dans les travaux qui sont menés au sein de l'Ancre auxquels je participe également, nous avons

défini une projection centrale sur la demande et puis ensuite trois variantes. Une variante de sobriété, qui est beaucoup moins poussée que celle qu'on voit apparaître dans négaWatt, mais vous l'avez appelée comme ça, et deux variantes qui précisément portent sur les vecteurs. Une dans laquelle c'est, de fait, l'électricité qui porte la décarbonisation et l'autre, dans laquelle, c'est en effet une diversification des vecteurs avec un rôle du gaz, d'un gaz d'origine diverse, avec le rôle des réseaux de chaleur, pas seulement haute température, mais aussi basse température. Ce scénario s'appelle « Vecteurs diversifiés », c'est tout dire.

Jean-Eudes Moncomble : Je ne suis pas sûr de savoir répondre à votre question. Ce que je peux dire, par contre, c'est que dans l'exercice qu'on est en train de faire, tant la Russie que la Chine sont des zones, donc ça veut dire qu'on aura des résultats sur ces parties. Conformément un petit peu à ce que j'ai dit, ça veut dire que la réflexion sur ces zones est faite respectivement avec les Russes et les Chinois. Cela veut dire que, concrètement, dans le groupe de travail, pour être précis, il y a des représentants de Gazprom et des représentants de Rosatom. Et puis du côté de la Chine, c'est un petit peu plus compliqué parce que la structure est un petit peu plus différente, mais c'est le même principe qui est appliqué avec ces pays, partout une espèce de discussion interactive qui fait que l'on essaye de prendre en compte la réalité de ces pays. S'il faut aller un petit peu au fond des choses pour essayer de comprendre, pour essayer d'aller au-delà de ce qui peut être affiché comme ça peut être le cas dans ces pays. Par contre, nous n'avons pas encore les résultats mais nous les aurons et nous verrons.

Alain Grandjean, président : Je vais dire un petit mot sur cette histoire de débat et de planning. Effectivement, comme l'a rappelé Thierry, nous sommes à un stade où il y a des choses qui sont apparues dans le débat public, et nous avons la modestie de penser que c'est un peu grâce à ce débat et que, deuxièmement, c'est quelque chose qui va faire corps, qui va se développer. Donc nous avons, évidemment, ce sentiment de frustration qui est que nous ne sommes pas allés au bout. Pour revenir sur le point des vecteurs, c'est vrai que ça apparaît dans le débat, nous sommes donc en train de nous rendre compte que nous décalons un peu les représentations et que les points d'attention ne se font plus tout à fait de la même manière à partir de maintenant. Je pense aussi que j'ai eu un peu l'audace de faire venir quelqu'un qui faisait de l'agroforesterie dans le comité des experts. Cela faisait rire tout le monde au départ et, en fait, nous nous sommes aperçus que ces sujets, biomasse, agriculture, n'étaient pas du tout anecdotiques dans le débat, et je pense que cette idée-là est passée. L'idée qu'il y a des liens entre le sujet de la biomasse et l'enjeu des vecteurs est aussi quelque chose qui est en train d'apparaître assez fortement. Je crois maintenant que toute la question sera de trouver des mécanismes institutionnels et des organisations qui permettent que tout cela continue à irriguer la société et ne soit pas juste un coup d'épée dans l'eau.

François Moisan : On sait que le réseau américain est beaucoup plus vétuste que le réseau européen. De là à dire que c'est une opportunité… Certes, ils vont avoir à investir, mais le fait d'avoir un réseau qui est de meilleure qualité, ça peut, peut-être, permettre d'investir pour l'améliorer encore plus. Donc, je ne suis pas sûr que ce soit un avantage d'un strict point de vue économique.

Il y a une question sur les énergies renouvelables par rapport au réseau qui me semble qui n'a pas été tellement développée dans les scénarios, mais je ne sais pas si Patrick Criqui sera d'accord avec moi. Je trouve que les options de stockage à très long terme, parce que, effectivement, par rapport aux énergies intermittentes, il y a un enjeu important au stockage et à la capacité d'effacement que les *smart grid* vont pouvoir générer. Il me semble que cela est relativement peu, pas suffisamment, pris en compte dans les différents scénarios, et il y a un point qu'il faudrait que nous regardions, ce sont les

perspectives des coûts des ENR parce que, effectivement, dans le scénario Imaclim, les énergies renouvelables restent relativement peu compétitives, y compris à long terme et ça, il faudrait que nous en discutions dans un lieu.

Jean-Charles Hourcade : Je vais partir d'un point de débat que tu as soulevé entre nos résultats. Il y a quand même une chose qui est assez frappante et qui me choque beaucoup : j'étais, il y a une semaine, dans un débat avec quelqu'un qui s'occupait de protection sociale. Alors comment faisons-nous pour financer les retraites, la santé, etc. ? Puis je pose la question : « Vous avez regardé du côté des taxes écologiques, des taxes carbone, etc. ? » La personne me répond : « Vous savez, dans notre commission, c'est quelque chose que nous ne connaissons pas bien et puis nous pensons que comme tout cela, c'est fait pour que la base fiscale s'effondre, peut-être, ce n'est pas sûr, etc. » Nous sommes dans une schizophrénie totale. Nous parlons de transition énergétique avec, d'un côté, l'énergie, de l'autre côté, des économistes qui ne savent même pas qu'éventuellement il pourrait y avoir un lien entre les deux dossiers. Or ici nous avons parlé investissement, nous avons parlé compétitivité, nous avons parlé de tout ça. Je vous promets que le degré de schizophrénie, nous l'avons vécu – moi je l'ai vécu pendant extrêmement longtemps – … c'est très long. C'est pour ça que dans l'exposé que j'ai fait j'ai pris un scénario énergétique, un seul, on peut en faire bien d'autres, et j'ai dit : « Attendez les gars, la distribution des coûts à court et long terme dépend d'autres paramètres, mais il y a d'autres gens dans la société française qui sont en train de les gérer sans même savoir que vous travaillez. » Ce point est important.

Deuxièmement, ceci me permet d'illustrer cela sur le petit débat sur la friction, sur ce qu'on trouve comme perte, cela me permet de répondre et d'insister ici au CNRS éventuellement sur un de ces rôles parce que lorsque Jean-Eudes dit : « Il faudrait quand même du temps pour calibrer les modèles, les discuter, faire des tests, les communiquer », je vous promets du temps qu'il était jeune et que j'étais jeune aussi… Les ordinateurs ont fait tellement de progrès que les capacités de faire des tests de sensibilité, d'analyse de cohérence, sont extrêmement multipliées par rapport à ma génération. Les jeunes actuellement chez moi, je leur demande de refaire des tests, ils les font. Quand je dis que tout le monde s'en fiche, c'est que tout le monde s'en fiche. Enfin, c'est ça le problème. Ça veut dire que ça, ça peut se faire. Le problème c'est qu'il faut qu'il y ait des outils qui nous aident. Il faut donc que les organismes scientifiques nous aident, qu'on investisse, que se rendre compte que ce sont des outils lourds qu'on a mis du temps à constituer et que ça ne se fait pas au détour d'une habileté mathématique. Donc la question du maintien des outils, de leur développement, est un point important, y compris pour faire ce que tu dis, c'est-à-dire accéder à la transparence. Pour montrer un exemple, je disais à François en aparté : « La petite astuce du modélisateur, si vous voulez qu'avec notre modèle on trouve des choses similaires à ce que vous trouvez on peut le faire, pas parce qu'on triche. » J'ai fait exprès de présenter comme cela avec des pertes à court terme pour une chose très simple dans la simulation que nous avons faite quand on investit, en gros, implicitement on fait payer cela par le consommateur. Les consommateurs, ils investissent plus dans l'énergie, ils consomment moins. Évidemment, la grande question, c'est peut-être : « Mais, attendez, peut-être qu'ils peuvent investir ailleurs. » Au lieu d'investir dans l'immobilier, ils peuvent investir dans le secteur énergétique. Nous n'aurions pas le même résultat. Ceci veut dire qu'il faut, de fait, mettre en place une mécanique où nous aurions le temps d'expliquer ce genre de choses. Cela a des implications très importantes, et dialoguer avec ce que vous trouvez, pour voir sous quel point, nous, nous pouvons dire qu'un plus peut devenir un moins. Pourquoi est-ce important ? Parce que, dans le débat public, au bout de trente ans, ce qu'on peut dire – ça, c'est un peu ennuyeux pour l'économiste – c'est que l'économie est toujours en dernière instance utilisée comme argument tactique que personne ne

comprend alors qu'on a un peu les moyens, quand même, d'ouvrir la boîte et de faire comprendre. Donc mon plaidoyer là-dessus, c'est pour continuer un petit peu là-dedans. Cela demande du temps, et j'insiste au CNRS, ça demande aussi une accumulation de savoirs dans le temps. Parce que cela ne se fait pas en trois minutes.

Rapport de synthèse par Renaud Crassous

Le Débat National sur la Transition Energétique confirme le rôle clé des scénarios de prospective dans les discussions et les négociations sur les grands choix énergétiques. Ils permettent d'incarner les visions du futur, de les quantifier, et offrent des prises pour la discussion.

Leur rôle pivot est néanmoins à double tranchant, car la complexité de ces scénarios et de leur fabrication crée une asymétrie d'information frappante entre les modélisateurs d'un côté et les utilisateurs de l'autre. Les premiers maîtrisent les subtilités de leurs outils, méthodes et de leurs moindres hypothèses, tandis que les seconds n'accèdent souvent qu'à une partie des résultats. Le risque d'un usage stratégique des scénarios est toujours élevé, si bien qu'il faut apporter une attention particulière au dialogue et au lien de confiance qui doit permettre aux experts de faciliter la concertation entre les Parties Prenantes puis la décision.

Cette session a confirmé ce risque, en particulier à travers les témoignages d'Alain Granjean et de Patrick Criqui sur des difficultés du bon usage des scénarios dans le débat. Elle a aussi montré, malgré ces difficultés, que l'enthousiasme des experts à poursuivre leurs efforts pour mettre les scénarios au service de la concertation et de la décision était intact. Au-delà cette persévérance, ce qui semble absolument nécessaire, c'est une méthode, qui fixe des exigences de qualité aux modélisateurs en amont, des grands principes pour les comparaisons de scénarios et des lignes directrices pour faciliter un dialogue plus symétrique entre les modélisateurs et les « utilisateurs ».

Ce souci scientifique d'une méthode est celui qui a prévalu, selon des schémas variés et avec plus ou moins de succès, lors de nombreux exercices de scénarisation depuis plusieurs décennies, notamment au niveau international : le rapport spécial sur les scénarios (SRES) du GIEC publié en 2000, les travaux de l'Energy Modelling Forum de Stanford actif depuis 1978, les exercices successifs lancés par le Conseil Mondial de l'Energie (1993, 1998, 2007, 2013). Dans tous les cas, un processus rigoureux prend de nombreux mois, parfois plusieurs années. On comprend aisément que notre débat national, conduit en moins de six mois, n'ait pu permettre complètement ce type de démarche, laissant une partie des experts légitimement frustrée de n'avoir pu, dans le temps imparti, approfondir le dialogue entre eux puis avec les Parties Prenantes.

Le chantier de la prospective de la transition énergétique pour la France reste donc ouvert et le rôle de la communauté académique pourrait être de proposer une telle méthode, exigeante, et de la mettre en œuvre dans les mois voire les années qui viennent. Les différentes interventions de cette session ont d'ailleurs esquissé certains points de méthode importants :

- Le besoin de dialogue entre la technique et l'économie, au moyen de modèles cohérents : Jean-Charles Hourcade et Ruben Bibas ont souligné que l'une des fonctions essentielles du modèle est bien de mettre en cohérence les savoirs (des différents « silos » sectoriels, techniques ou économiques) pour bien en capturer les interactions éventuelles. L'évaluation de différents « paquets » de politiques et mesures dans Imaclim-R montre bien que la mise en cohérence des trajectoires énergétiques et des mesures d'accompagnement macroéconomiques est déterminante pour le bilan coûts-bénéfices. Si les scénarios purement technologiques sont

utiles, ils ne permettent qu'une prospective partielle, qui doit être immergé dans l'espace économique pour juger de sa faisabilité, de son bilan coût-bénéfice.

- Les exigences d'inter-comparabilité des scénarios : la présentation de Patrick Criqui souligne les difficultés de mettre en comparaison les 13 scénarios pré-existants au débat, conçus dans des exercices de modélisation indépendants, voire même les 4 trajectoires particulières sélectionnées au sein de cet ensemble. A titre d'exemple, les transparents de Patrick Criqui montrent que ces 4 trajectoires, calibrées indépendamment, projettent un écart sur la demande finale d'énergie qui atteint 50 Mtep dès 2020 (avec une demande comprise entre 135 et 185 Mtep, à comparer à 155 aujourd'hui). Cet écart est beaucoup plus large que l'incertitude réelle d'ici 2020, ce ci étant du probablement au fait que les scénarios n'ont pas été calibrés sur le même point de départ. Par conséquent, la signification de l'intervalle projeté en 2050, qui atteint seulement 20 Mtep de plus que l'écart projeté en 2020, est profondément remise en question : dit autrement, on ne peut guère considérer que les incertitudes sur l'évolution de la demande finale se joueraient aux ¾ d'ici 2020. Un calibrage homogène et cohérent est bien indispensable ; il aurait permis, dans ce cas précis, de réduire significativement l'intervalle projeté en 2050, modifiant alors les termes des discussions animées qui ont eu lieu sur l'objectif de réduction de la demande à cet horizon. De ce point de vue, l'exercice mené dans le cadre de l'ANCRE, mentionné par Patrick Criqui, présente un intérêt particulier, puisqu'il s'agit cette fois d'un exercice de modélisation de plusieurs scénarios contrastés qui a bien sa propre cohérence.

- La traçabilité des résultats : lorsque le modèle fait figure de « boîte noire », le débat ne peut guère aller plus loin que renvoyer dos à dos les modélisateurs, leurs visions, leurs scénarios. Pour permettre une discussion sur le fond, les « utilisateurs » doivent pouvoir remonter mentalement des résultats vers les hypothèses, ou reproduire eux-mêmes des « règles de trois » simples qui valident les résultats complexes des modèles. Telle a été l'ambition de Patrick Criqui par exemple avec son modèle compact ELECSIM, pour comparer de manière ouverte et transparente l'évaluation des coûts du secteur électrique dans les différentes trajectoires. L'expérience montre que c'est une entreprise difficile, car même ce modèle compact est vite devenu lui-même assez complexe. Sur le même sujet, Jean-Eudes Moncomble a cité les difficultés pratiques auxquelles se heurtait le souhait du Conseil Mondial de l'Energie de placer en open source le modèle utilisé pour nouveaux scénarios 2013 : il est illusoire de penser que l'utilisateur de scénarios pourrait devenir facilement utilisateur de modèle. Il faut explorer toutes les voies pour présenter de manière convaincante le fil explicatif des résultats : c'est aussi l'intention exprimée par François Moisan avec sa proposition de comparer pas à pas des résultats respectifs d'IMACLIM et de THREE-ME pour des hypothèses communes.

- Une rigueur particulière dans l'usage aval des scénarios : comme ils sont toujours contingents à un grand nombre d'hypothèses (sur la croissance, les technologies, les comportements, etc.) les scénarios ont essentiellement un usage « exploratoire ». Le passage à un usage « logique », qui consiste à les utiliser comme preuve d'une affirmation, demande une grande rigueur. En témoigne les rapports successifs du groupe III du GIEC, qui se contentent, dans la plupart des cas, d'affirmations modérées, auxquelles on reproche leur tiédeur. Cette session a donné un exemple de cette difficulté sur la question des objectifs 2050, rappelées par Thierry Salomon lors de la table-ronde. Au cours du débat, un lien logique a été avancé entre plusieurs objectifs à 2050 : le facteur 4 pour l'ensemble des gaz à effet de serre exigerait un facteur 6 pour le CO2 du secteur énergétique puis un facteur 2 sur la demande d'énergie finale, car les deus seules trajectoires atteignant ce facteur 6 dans l'énergie seraient aussi celles qui divisent la demande par 2 en 2050. Si ce raisonnement soulève à juste titre la question du rôle de la maîtrise de l'énergie parmi les leviers de réduction des émissions de gaz à effet de serre, en revanche, il manque de rigueur scientifique. En effet, les 4 scénarios utilisés pour le justifier ont été construits sur des cahiers des charges différent, notamment avec comme hypothèse de

scénarisation des objectifs de réduction différents. Une démonstration de ce type nécessiterait un exercice cohérent de modélisation dans lequel on demanderait aux modélisateurs d'explorer toutes les voies pour obtenir un facteur 6 sur les émissions de CO2 de l'énergie.

La pratique du débat démontre en quelque sorte les responsabilités fortes qui incombent aux experts et à la sphère académique pour éclairer la décision démocratique avec un niveau de rigueur élevé. Les attentes sont fortes tant sur la méthode – comment apporter des éléments scientifiques robustes au diagnostic collectif ? – que sur les sujets précis qui ont encore besoin d'être explorés et partagés dans le domaine de la prospective énergétique : par exemple, l'impact macroéconomique des choix énergétiques, les impacts de l'intermittence sur la gestion du système électrique, la profondeur des potentiels de maîtrise de la demande.

Quelle place pour les mécanismes de marché en Europe ? Session présidée par Patrice Geoffron

Patrice Geoffron : Il ne vous a pas échappé que, dans la première table ronde, nous nous sommes projetés vers l'avant, jusqu'en 2050, dans le passé, en évoquant les philosophes. Nous allons sans doute être ramenés à des considérations à la fois plus terre à terre et plus court-termistes, puisque le thème de la session est : « Quelle place pour les mécanismes de marché en Europe ? » Les questions que nous allons traiter sont les suivantes : est-ce que les ambitions européennes à 2020, est-ce que la vision européenne du facteur 4 à 2050, sont adossées à des mécanismes de coordination économique qui sont cohérents. Les enjeux sont de tout premier ordre. Si vous avez regardé attentivement la Roadmap de la DG Énergie en 2011, on nous indique qu'il sera nécessaire pendant quarante ans de financer 270 milliards d'euros d'investissement chaque année. Or, dans le même temps, nous observons, si nous avons lu la presse cette semaine, que nous traversons assez régulièrement des petits épisodes de prix négatifs de l'électricité sur les marchés alors qu'on aurait besoin au contraire des prix relativement stables et prévisibles pour couvrir les coûts fixes élevés des investissements bas carbone. Nous avons également pu observer la mise sous cocon de centrales électriques à gaz en France, en Allemagne. Donc, il y a là, de toute évidence, une série de contradictions qui vont tout d'abord être éclairées par Dominique Finon qui est directeur de recherche au CNRS, membre du Cired et qui, par ailleurs, est un des piliers de la chaire European Electricity Markets de Dauphine.

D. Finon : Régime de marché, politiques bas carbone et politiques ENR, autour de quelques contradictions internes des politiques européennes.

C.I.R.E.D.
Centre International de Recherche sur l'Environnement et le Développement

Régime de marché, politiques bas carbone et politiques ENR : De quelques contradictions internes aux politiques énergétiques définies en Europe

Dominique FINON

Présentation à la 1° Journée de dialogue CNRS sur la Transition énergétique , 21 juin 2013

C.I.R.E.D. Unité mixte de recherche EHESS et CNRS - UMR 8568
Jardin Tropical
45 bis avenue de la Belle Gabrielle
94736 Nogent-sur-Marne cedex - France

Dominique Finon : Les points aveugles du discours européen que j'aime analyser portent sur les contradictions entre le régime de marché, les politiques bas carbone et les politiques ENR et les contradictions qu'on peut trouver en Europe et dans les pays européens entre ces différents objectifs. Vous connaissez le fameux triangle des piliers de la politique énergétique européenne compétitivité-sécurité-environnement. J'ai la conviction que ces objectifs ne peuvent pas marcher ensemble dans le secteur électrique, comme je vais tenter de le montrer.

Introduction

Les divers scénarios français de transition énergétique considèrent très peu le FAIT EUROPEN et les logiques imposées par le régime de marché

Tension fondamentale entre
les politiques de décarbonation/ facteur 4 et
les politiques de libéralisation des industries électriques et gazières

Le prix du carbone est inefficace

Il faut donc une politique de décarbonation basée directement sur des politiques technologique (ENR, fossiles avec CSC, nucléaire, etc)

Mais une telle politique tue la fonction de coordination du marché

De plus les Etats membres ont des politique différentes qui interfèrent avec les choix des autres

La conclusion : il faut modifier la législation européenne en matière de marchés électriques pour autoriser des régimes hybrides planification/marché

Ce que j'ai constaté aussi en parcourant l'énorme travail qu'a fait le comité d'experts des différents groupes de travail et ce que soulignait au passage Patrick Criqui, c'est le fait que les différents scénarios ne considèrent pas le fait européen et les logiques qui sont imposées par les régimes de marché. Or il y a une tension fondamentale entre les politiques de décabornation de facteur 4 et les politiques de libéralisation des industries électriques et gazières. Autre point critique : le prix du carbone qui serait censé orienter à long terme les choix d'investissement vers les technologies bas carbone est totalement inefficace pour des raisons différentes et il faut en prendre acte. On est donc amenés à adopter des politiques de décarbonation focalisées directement sur les technologies, que ce soit les énergies renouvelables électriques, les centrales à combustible fossile avec capture et séquestration du carbone ou le nucléaire. Mais ces politiques tuent progressivement les fonctions de coordination du marché de long terme et de déclenchement des investissements. En plus, les États membres ont des politiques différentes dont les résultats interfèrent et compliquent la réalisation des choix des autres pays.

La conclusion sera donc : il faut modifier la législation européenne en matière de marchés électriques, notamment pour autoriser des régimes hybrides combinant planification et marché avec une fonction de moins en moins importante pour le marché.

Partie 1. Les divers scénarios français de transition énergétique considèrent très peu le FAIT EUROPEEN et sa base libérale

Le fait européen joue à la fois à la fois

- par les directives « marché »
- par les directives « carbone » « ENR » et « efficacité énergétique », dont paquet 2009

On ne s'intéresse qu'aux secondes dans le Débat DTEN

Eles jouent en principe dans le sens des scénarios de transition pour diversification, décarbonation , amélioration de l'efficacité (avec le -1,7% de décroissance de l'efficacité)

Le fait européen semble continuer à jouer avec les réflexions sur le post-2020 et les discussions autour de la Roadmap 2050 définie dans l'atmosphère post Fukushima(facteur 4)

plusieurs scénarios dont des scénarios de sortie du nucléaire

influence forte des choix politiques allemands sur la conception dominante en Europe et sur une partie de l'opinion et des experts en France

d'où le grand nombre d'options à 2030-2050 examinées dans le DTEN

Ma première partie est ce constat que, dans le débat français sur la transition énergétique, il n'y a pas le fait européen et sa base libérale pour partir vers ces besoins d'arrangement de long terme qui tuent cette fonction de coordination du marché. Pourtant le fait européen joue à la fois par les directives du marché et par les directives qui tournent autour du carbone, des ENR, de l'efficacité énergétique. Le paquet Énergie-Climat de 2009 qui, d'un côté, renforçait et approfondissait le régime de concurrence, de l'autre crée de façon assez paradoxale des obligations d'atteindre des objectifs en matière d'énergies renouvelables qui se traduisent, dans le domaine électrique, par des pourcentages relativement élevés d'ENR en 2020 à côté de la directive « efficacité énergétique » qui est moins contraignante.

Ce fait européen influence indirectement les démarches en France vers les technologies bas carbone ; celles-ci jouent dans le sens des scénarios de transition, de diversification, de décarbonation avec aussi l'objectif très ambitieux de la récente directive « efficacité énergétique » de 2012 : -1,7 % de décroissance de l'intensité énergétique.

Le fait européen semble aussi jouer avec les réflexions sur le post-2020 en France à travers les effets des discussions de la Roadmap 2050, dont l'atmosphère qui l'entourait était l'atmosphère post-Fukushima qui portait à rendre légitime les scénarios de sortie du nucléaire.

Rien sur le marché et les conséquences des directives de libéralisation

- Rien n'apparait dans les 10 critères de comparaison des scénarios concernant la compatibilité des scénarios avec les règles de marché.

- Les calculs ne semblent prendre en compte qu'un taux d'actualisation public ,

- Mais pour simuler les choix d'acteurs privés et les stratégies de prix, les coût du capital des firmes et des agents privés auraient aussi été pertinents

On observe une grande influence des choix allemands sur les débats bruxellois et aussi sur une partie de l'opinion et des experts en France, d'où le grand nombre de scénarios dont Patrick Criqui et Alain Grandjean nous ont parlé, car les utopies de décarbonation à base d'ENR et de sobriété énergétique étaient vues comme réalisables, voire réalistes. Mais rien sur le marché alors qu'on ne parle que de ça à la DG Énergie. Rien n'apparaît dans les dix critères de comparaison des scénarios concernant leur compatibilité avec les règles de marché. Les calculs ne semblent prendre en compte qu'un taux d'actualisation public dans la simulation de choix d'acteurs privés et de leur stratégie de prix alors qu'ils sont basés sur la recherche de rentabilité et de minimisation des risques. Le coût du capital des firmes et des agents privés en régime de marché aurait été plus pertinent.

Ignorance de l'environnement de marché en France

- Les marchés électriques et gaziers sont censés être libéralisés par les directives de 1996, 2004 et 2009
- Mais le Traité ne donne pas mandat à l'UE de modifier les structures industrielles et les règles de propriété

- Tradition française de défense des grosses entreprises publiques capables de planification industrielles (elles deviennent européennes et multi-énergie)

- **Refus de la classe politique française d'assumer les directives**
- Maintien depuis le début d'une tarification décallée sur tous les segments qui fait barrières aux entrées
- La loi NOME est orthogonale avec les directives européennes et le Traité
    - dissuasion d'arbitrer sur l'électricité nucléaire cédée à prix coûtant au concurrents d'EDF
    - Contrôle politique du prix pratiqué par Edf sur le segment concurrentiel

L'ignorance observable de l'environnement de marché n'est pas un hasard. Les marchés européens sont censés être libéralisés avec trois directives et quelques règlements, mais le Traité ne donne pas mandat à l'Union européenne pour modifier les structures industrielles et les règles de propriété sauf avec l'accord de l'ensemble des gouvernements. Or il y a une tradition française de défendre des grosses entreprises publiques ou à moitié publiques capables de planification industrielle : elles sont devenues européennes et multi-énergie mais ont conservé des énormes parts de marché en France. On peut donc attendre de leur part des investissements audacieux. Il y a le refus de la classe politique française d'assumer les directives, donc le maintien, depuis le début, d'une tarification totalement décalée par rapport au prix de gros sur tous les segments de marché, ce qui fait barrière à l'entrée. Et une loi de 2010, la loi NOME, absolument orthogonale avec les directives européennes et les traités, organise la régulation en prix et en quantité des échanges d'électricité de gros ; il est difficile de comprendre pourquoi la Commission européenne ne l'a pas refusée, mais ce sont des compromis entre la Commission et les grands pays. Il y a aussi d'autres compromis avec l'Allemagne que je ne soulignerai pas.

L'Europe de l'énergie: une vision du long terme apparemment commune (roadmap) mais dans un patchwork de systèmes nationaux

(régulation des marchés , structures industrielles, politiiques publiques)

- On met des règles de marché identiques mais des pays préfèrent des structures industrielles différentes
- Problème de cohérence institutionnelle: déni de la tension entre marché et objectif de long terme
- Il y a aussi un fait
  - des divergences entre politiques nationales ancrées dans l'histoire et dans le patrimoine culturel et institutionnel
  - Elles empêchent l'existence d'une Europe de l'Energie….
  - Dès lors qu'il y a refus d'une technologie par des Etats membres, l'UE ne peut décider du bouquet technologique

- On pourrait renverser la perspective:
  - Les décisions européennes peuvent- ils déstabiliser les choix nationaux structurants?
  - Les décisions d'autres Etats peuvent ils altérer les marges d'action d'un Etat membre
- Les gouvernements ignorent les conséquences de leur choix sur les marchés voisins

Alors l'Europe de l'énergie c'est une vision à long terme apparemment commune autour de la Roadmap. Il y a quelques convergences, mais dans un patchwork de systèmes nationaux. Il y a des règles de marché identiques, mais des pays préfèrent des structures industrielles différentes. Il y a des problèmes de cohérence institutionnelle, dans un vrai déni de cette tension entre le marché et les objectifs de long terme qui, pour être réalisés, demandent des investissements très capitalistiques, comme j'en parlerai plus loin.

Il y a aussi un autre fait : des divergences de politiques nationales qui sont ancrées dans l'histoire et dans le patrimoine culturel et institutionnel, et aussi dans un patrimoine de capital technique, résultat de politique passée en régime de monopole, comme nous le voyons en France avec les centrales nucléaires qui ont une valeur économique en soi. Si l'on fermait ces centrales nucléaires alors qu'elles pourraient fonctionner quelques décennies de plus dans des conditions de sûreté très contrôlées, c'est de la valeur économique de ce patrimoine qui serait perdue. Donc ces divergences empêchent sans conteste l'existence d'une Europe de l'énergie au sens strict et d'une communauté de l'énergie dont parlent certains : dès lors qu'il y a un refus de certaines technologies par des États membres l'Union européenne ne peut pas décider du bouquet technologique et de la façon dont il peut se répartir entre les États membres.

si un accord se fait que de politiques de développement de certaines technologies hors marché,

il faut prendre conscience qu'ils ont un impact progressif sur le marché de plus en plus intégré de l'électricité

Le marché ne peut pas fonctionner sur le long terme de façon normale

On pourrait renverser cette perspective en s'interrogeant : « Est-ce que les décisions européennes peuvent déstabiliser des choix nationaux structurants ? Est-ce que les décisions d'autres États peuvent altérer les marges d'action d'un État membre comme cela commence à être le cas pour certains pays vis-à-vis d'autres ? » Et on peut constater, et c'est le cas avec le débat national français, mais on pourrait dire que c'est le cas de l'Allemagne, les gouvernements ignorent les conséquences de leur choix sur les marchés voisins.

Mais si un accord se fait sur des politiques de développement de certaines technologies bas carbone à l'aide d'arrangements de long terme dont je vais parler (ce que d'ailleurs les États membres très actifs dans les ENR font déjà à grande échelle avec les tarifs d'achat), il faut prendre conscience que ça a un impact progressif sur le marché (comme on le voit actuellement). Or le marché étant de plus en plus intégré au niveau du court terme, la somme des contrats de long terme de type tarifs d'achat dans un pays influence les prix dans les pays voisins comme dans ce pays.

Partie 2

Vers un changement de régime des marchés électriques

- Les technologies ENR et bas carbone centralisées et décentralisées sont capitalistiques (exception : biomasse/électricité)

- Longtemps croyance qu'un prix du carbone croissant et élevé pouvait être établi de façon prédictible
  - Soit un système de quotas de plus en plus sévères et à prédictibilité long terme
  - Soit une taxe carbone croissante

- Le marché est a priori neutre vis-à-vis des technologies
  - Les acteurs choisissent un type d'équipement en fonction de la meilleure valeur actuelle nette et en relation avec leur aversion au risque
  - Dans le cas de l'électricité, pari sur la durée d'utilisation , c'est-à-dire d'appel par le marché

- Donc réorientation serait automatique
  - Pénalisation des technologies carbonées en place avec obsolescence rapide
  - Orientation des choix vers les techniques non carbonées

Ce dont on doit déjà prendre acte, c'est que le marché ne pourra pas fonctionner sur le long terme de façon normale. Pour essayer de situer un peu ce changement de régime de marché électrique, je dois donner quelques détails : les technologies ENR et bas carbone, qu'elles soient centralisées ou décentralisées, sont toutes très capitalistiques, c'est-à-dire avec des parts de coûts fixes très importantes. On a dérégulé. On est en régime de marché. Si vous allez voir votre banquier pour préparer le financement de votre investissement, il va vous demander des garanties de recouvrement de vos coûts fixes pour que vous puissiez rembourser votre dette contractée hors bilan selon les principes de finance moderne : on emprunte 80 %, et on apporte des fonds propres pour 20 % dans une pseudo-filiale dont le capital est constitué par cet actif qui gage l'emprunt. Mais le banquier ne prêtera pas dans ce cadre dans n'importe quelles conditions. Il voudra un revenu assuré pendant quinze-vingt ans.

Longtemps, il y a eu la croyance qu'un prix du carbone croissant de façon prévisible vers des niveaux élevés pouvait être établi soit avec un système de quotas cohérent et de plus en plus sévère, soit avec une taxe carbone croissante. Il y a la croyance que le marché peut être neutre vis-à-vis des technologies. Donc les acteurs vont choisir des types d'équipement en fonction de la meilleure valeur actuelle nette de chacun et en tenant compte de leur propre aversion au risque ou de celle du banquier. Dans le cas de l'électricité, il y a un pari sur la durée annuelle d'utilisation de ces équipements, c'est-à-dire qu'il y a un risque volume important à côté du risque prix qui se surajoute tous deux quand on libéralise, c'est-à-dire qu'un changement des prix relatifs du gaz et du charbon et du prix du carbone peut amener, comme actuellement, une bien moindre utilisation des équipements gaz que celle prévue dans le business plan de départ. Dans les croyances, il y avait la croyance que, grâce à un prix du carbone de plus en plus élevé, les réorientations auraient été automatiques avec une obsolescence rapide des technologies les plus carbonées.

Importance de la part des coûts fixes des technologies ENR et bas carbone (source: IEA and NEA-OECD)

	Nuclear	Coal	Coal with CCS	CCGT high gas price 8 $/Mbtu	Wind power	Solar PV
Investment* ($ per kW)	4100	2133	3840	1070	2350-onshore 4000-offshore	4000
Levelised costs ($/MWh)	98.75	80.05	89.95	92.11**	137,1 (220.0)	250/300
Share of Investment cost %	**75.6 %**	**39.8%**	**66.8%**	**17.3%**	**83.5%**	**94.9%**
Share of CO_2 cost % (30 $/t)	0 %	29.9%	3.6%	11.4%	0%	0%

Ici, on peut voir que pour certaines technologies la part du coût d'investissements dans les technologies bas carbone dans le prix de revient total est très élevée. Pour le nucléaire, c'est 75 % ; pour le charbon avec du CCS, c'est 67 %. Pour le solaire et l'éolien, rien que pour l'investissement, on est autour de 85-90 %.

On voit aussi dans la comparaison charbon sans CCS et charbon avec CCS qu'avec un prix du carbone de 30 $ la tonne, on a un rapprochement de la compétitivité du second avec le premier : si le prix du CO_2 était à 50-60, le charbon avec le CCS pourrait être compétitif par rapport à une centrale charbon ordinaire et rivaliser avec éventuellement du nucléaire, relativement cher ici.

Notez que c'est en dollars – ce sont des statistiques de l'AIE – et avec un taux de rendement du capital de 10 %, c'est-à-dire très élevé.

Trois problèmes
a. Une barrière classique
Défaillance de marché pour investir dans les technologies capitalistiques

- Sur les marchés électriques, il n'y a pas de lien entre les revenus résultant de prix formés sur des marchés horaires et le coût des nouvelles installations
- **Tous les risques sont portés par le producteur**, contrairement au régime du monopole de service public
- **Domination du critère de gestion de risque** sur celui de la maximisation de la valeur actuelle nette(ou de minimisation du coût global actualisé)
- **Trop de pari sur le recouvrement des coûts fixes et le remboursement de la part de dette (si prix baisse)**

- **Investissement uniquemeent en CCGT**: faible part de capital+ autocouverture self hedging

En conséquence, on fait face à trois problèmes : d'abord une défaillance de marché classique pour investir dans les technologies capitalistiques par rapport à ce que vous avez en tête, ce qu'on nous a appris à l'école sur le rôle des entreprises de service public à qui on donne un monopole pour qu'elles fassent tout pour nous rendre service et qu'elles investissent ce qui est nécessaire en capacité totale et pour avoir le mix de technologies optimal. Dans le cadre de monopoles réglementés de services publics, ce qui est rendu possible parce que les risques et les coûts sont passés pratiquement tous sur les consommateurs, alors que dans le cadre libéralisé, tous les risques sont portés par le producteur.

Il s'ensuit une domination du critère de gestion de risque sur le critère de minimisation des coûts, donc on s'achemine uniquement vers une technologie. Dans un contexte de prix où les prix du charbon et du permis CO_2 seraient relativement élevés, les investisseurs s'orientent uniquement vers les centrales à gaz qui ont une faible part de capital dans leur coût complet et qui arrivent à s'autocouvrir (*self-hedge*) grâce à une corrélation entre prix du gaz et de l'électricité parce que c'est souvent les coûts variables d'une centrale à gaz qui fait le prix sur le marché horaire, sachant que c'est cette technologie qui est la dernière appelée sur la plupart des heures de l'année (en principe).

Two ways of corrections of market failure in generation mix

1. To change risk allocation between investors and consumers/suppliers

   Fixed price /fixed quantity contracts between generators and suppliers or large consumers

   Very few examples to invest in coal plants or nuclear with long term contracts (Finnish exception of EPR order because a cooperative of large consumers)

   In fact no alignment of interests

2. Vertical and horizontal integration

Only some exceptions with large-sized, vertical and diversified companies

Model of deep pocket firms (or joint ventures of deep pockets)

Il y a alors deux moyens de corriger ces défaillances de marché. Premièrement c'est d'avoir des contrats long terme, ce que n'aime pas trop la Commission européenne, ces contrats étant passés entre des investisseurs en équipements lourds et des fournisseurs ou des gros consommateurs, mais il y a très peu de cas où nous observons ce genre de développement sur du nucléaire et du charbon avec ou sans CCS et *a fortiori* sur des grands projets ENR. Il y a des exceptions comme le cas de la centrale finlandaise, mais c'est une coopérative en fait de gros consommateurs et de gros détaillants. Ou bien encore l'intégration horizontale et verticale des firmes, avec des entreprises de grande taille qui sont capables de prendre d'énormes risques avec des équipements bas carbone. Par exemple, dans le cas de Flamanville, nous avons une illustration fantastique de cette capacité des *deep pockets* de type EDF, EON, GDF Suez, RWE, de pouvoir investir dans de tels projets parce que ces firmes peuvent répartir leurs risques.

trois problèmes (suite)

b.Problème du signal prix du carbone

- Défaillance du système des quotas européen
  - (pas de clause de revoyure pour adapté les quotas en fonction des évolutions de l'envrionnement
  - Influence des groupes d'intérêt industriels
    - (cas type du thermique charbon allemand
- problème d'acceptabilité d'une taxe carbone croissante

c. Problème des investissements d'apprentissage

- Effet cumulatif des apprentissages en faisant et en utilisant
- Baisse de coût pour atteindre compétitivité
- Besoin d'un soutien sous forme de subvention et de partage de risque pour la traversée de la « vallée de la mort »

Deuxièmement, le problème du signal-prix du carbone. Il y a une défaillance totale du système des quotas européens : il n'y a pas de clause dynamique de revoyure qui permettrait d'adapter les quotas et d'avoir un prix croissant de façon prédictible. À côté, si l'on vise une taxe qui est le meilleur instrument, il y aura toujours un problème d'acceptabilité.

Troisièmement, concernant les équipements bas carbone dont la technologie n'est pas mature commercialement, ce type d'investissement s'appelle « investissements d'apprentissage », c'est-à-dire qu'ils aident ces technologies dont les coûts sont plus importants au départ que s'ils étaient des technologies matures ayant bénéficié des baisses de coûts résultant de la réalisation des premières commandes. Il y a ce qu'on appelle la fameuse traversée de la « vallée de la mort » où il faut qu'on mette en place des arrangements qui permettent de partager les risques d'investissement et de compenser les surcoûts par rapport aux équipements classiques carbonés et matures.

2.2. Conséquence :
Toute politique de décarbonation doit être basée sur des politiques focalisées sur les technologies bas carbone

sur ENR décentralisées ou bien ENR centralisées, centrales fossiles avec CSC, et nucléaire

- **Voie française**: un scénario Nouveau Compromis «Technocratie+UMP Grenelle+ PS+Experts verts+ Décentralisateurs »:
  un mix de nucléaire existant prolongé, quelques EPR et pas mal d'ENR

- Voie allemande : un scénario « Romantic Utopia »,
  - une trajectoire ciblée vers 80/100% d'ENR (sans CSc et sans nucléaire)

- Voie britannique : un Scénario « market pragmatism »
- mix d'ENR centralisée et décentralisée, de nucléaire et de CSC, tue le marché

- Mais ces politiques doivent reposer sur des arrangements de long term

Donc toute politique de décarbonation doit être basée sur des politiques focalisées sur les technologies bas carbone. *Dans la voie française*, nous aurons un mix composé de nucléaire existant prolongé, quelques EPR et pas mal d'ENR comme on peut le penser en regardant la politique ENR actuelle. *Dans la voie allemande* que j'appellerais « utopie romantique », nous avons une trajectoire ciblée sur 80 à 100 % d'ENR à 2050. J'ai même vu 100 % défendus par des instituts allemands, les plus en faveur de cette option sans nucléaire, mais aussi sans CCS. Et puis *la voie britannique* qui relève d'un pragmatisme de marché avec un mix d'ENR centralisées-décentralisées, de nucléaire et de CCS. Mais pour que ces politiques marchent, il faut qu'elles reposent sur des arrangements de long terme qui déplacent les risques sur les consommateurs et qui autorisent une récupération des coûts fixes, et donc qui subventionnent implicitement les surcoûts de ces technologies prématures commercialement.

Policies based on long term arrangemeents which shift overcost and large share of risks on consumers

- **Decentralized coordination by price instrument**
  - **Fixed Feed in tariff (FIT) on 15 years** with purchase obligation by SO or historical operator
    - Variant of tax credit: dependence of public budget/ less credibility
  - **Fixed « feed in premium » on 10 to 15 years** : exposure to market price (icnetive ot operational efficiency) (Spain, an,d now Germany)

- **Decentralized coordination by quantity instrument:**
  - **Renewable Certificate obligation on suppliers (SW, UK, I, PL, B)**
    - **(two products elec and green certificates**
    - **Risky so vertical integration or long temr contracts with developers at fixe »d price**
  - Variant 1 : Renewable portfolio standards (non exchange of certificates)
  - Variant 2: Clean energy obligation (extended to CCS, nuclear, etc)

- **Centralized coordination:**
  - Auction for long term contracts with neutral agency
  - Variant : Negotiation of long term contracts

Il y a plusieurs types d'arrangements et de coordination par un État, par un planificateur *smart* (plus ou moins intelligent). Vous avez d'abord un type de politique, basée sur une coordination centralisée par des prix (de type tarifs d'achat), mais qui reposent sur des engagements de long terme garantissant ces prix sur quinze ans avec une obligation d'achat de cette électricité soit par l'opérateur de système (qui remet ensuite cette énergie sur le marché au prix du marché), soit par l'entreprise historique.

Une variante de cette politique permet d'exposer les producteurs ENR au prix du marché : ils vendent sur le marché de gros et, en même temps, ils bénéficient d'une prime fixe qui leur permet au total de se rapprocher de leur prix de revient, de leur assurer de couvrir au moins leur coût complet. L'Allemagne est en train de s'acheminer vers ces types de politique.

Vous avez un deuxième type de coordination décentralisée, mais cette fois par des instruments – quantité. Ce sont des obligations mises sur les fournisseurs d'avoir chaque année un pourcentage croissant d'électricité d'origine ENR comme on le faisait avant 2012 en Grande-Bretagne, en Suède, etc. Vous avez deux produits : l'électricité et les certificats. Les certificats peuvent s'échanger. Mais vous avez deux risques importants des deux côtés, en plus des risques volumes traditionnels. Dans ce cas-là, les développeurs et les obligés choisissent l'intégration verticale, c'est-à-dire le fournisseur obligé développe ses propres équipements dans une filiale ou bien passe un contrat long terme avec les développeurs ; et les développeurs n'engagent d'investissement de façon non intégrée que s'ils ont un contrat de long terme à prix garantis. Donc on retombe sur des dispositifs de long terme.

German Model

- Accumulation of FIT contracts (60 GW of wind and solar PV)
- Evolution towards FIP
- No auctioning for Long term Contracts
- **Cost of the policy paid via a levy EEG by households and SME**

British model

Allocation of long term contracts for low carbon technologies by tender or auction for large sized technology

Financial contracts (Contract for differences): more incentive to efficiency

FIT focused on small sized technologies

Overlapping of instruments (standards on new fossil fuel equipment, etc)

Cost of policy paid by a levy

French model

Big firms are able to bear overcost and risks of large sized new technologies

FIT for decentralized RES-E less than 12 MW

Auctioning for PV , biomass and large sized and wind offshore (400MW €2 billion for big companiesCost of policies paid by a tax (CSPE)

Vous avez enfin ce que mettent en place actuellement les Britanniques : un dispositif d'enchères pour des contrats à long terme avec une agence neutre qui prend sur elle les risques et les surcoûts et qui les fait payer après à tous les consommateurs *via* une taxe de type CSPE.

Le modèle allemand consiste et va consister en un empilement de contrats en tarifs d'achat, même pour des éoliennes off-shore très coûteuses. Il y a une évolution actuellement vers ce qu'on appelle les « *premiums* ». Il n'y a pas encore, à ma connaissance, d'enchères pour des contrats à long terme. Et le coût de la politique est payé par une partie des consommateurs hors les gros consommateurs industriels, ce qui pose des problèmes redistributifs.

Le modèle anglais va reposer sur l'allocation de contrats de long terme par enchères sur des technologies de grande taille. Ce sont des contrats de type financier, qui permettent de garantir un revenu parce que c'est une incitation à l'efficacité opérationnelle. Et pour les petites technologies, vous avez des tarifs d'achat maintenant. En même temps, vous avez un empilement d'autres incitations : des standards très sévères d'émissions sur les centrales charbon pour les obliger à être équipées en CCS et un plancher de prix du carbone qui est implicite avec une taxe sur les combustibles dans les centrales thermiques.

En France, on va combiner des tarifs d'achat et des enchères de contrats de long terme pour la biomasse et les grands équipements ENR (éolien off-shore, PV).

Au bout du compte, ce sont partout des énergéticiens européens de grande taille alliés à des constructeurs d'équipements qui emportent les enchères de contrats long terme pour les projets d'équipements ENR et bas carbone de grande taille.

Partie 3
Le glissement progressif en dehors du régime de marché

- Les politiques bas carbone ambitieuse focalisées sur les technologies amplifie les défaillances de marché de long terme
- Moment de basculement d'un système électrique évoluant vers une cible de part d'ENR de 50 % en énergie:
  - Toutes les entrées se feront par appui de différents mécansimes
  - Le marche horaire n'a plus que le rôle d'organiser l'efficacité opératoire des équipements des différents concurrents

On met aux enchères des *slots*. Des politiques bas carbone ambitieuses accroissent les défaillances du marché, et il y a un moment où, quand on va vers des cibles « très bas carbone » ou « tout ENR », les régulations/les coordinations basculent d'un régime de marché dominant à un régime hybride où la planification domine. Le marché n'a plus qu'un rôle d'organiser de façon efficace chaque heure l'exploitation des équipements des différents concurrents par l'appel sur la base des prix offerts, en principe alignés par l'effet de la concurrence sur les coûts variables de chaque unité.

Dé-optimisation du système existant :

- Part croissante de capacité à bas coût variable et à fonctionnement intermittent dans le système existant
  - Conséquence première: baisse du prix moyen annuel de gros par effet sur l'ordre de mérite du marché horaire
  - **Inadéquation des technologies et des équipements existants**
    - rigidité face à la variabilité des apports ,
    - offre de prix négatifs,
    - Mise sous cocon ou fermeture anticipée d'équipements
  - **Inadaptation du parc au besoin de flexibilité lié à la variabilité de l'éolien et du PV**
  - **Règle d'accès prioritaire:** Réseau désoptimisé
    - si la production ENR est développée dans zones reculées, risque de congestion et de flux en boucle vers autres régions et autres pays

Si vous mettez déjà 20 à 30 % d'énergie ENR de façon « hors marché » dans un système, vous dé-optimisez le système à partir d'un niveau de 10-15 % d'énergie annuelle. Pourquoi ? Parce que vous baissez le prix moyen annuel de gros par déplacement de l'ordre de mérite quand le vent souffle et/ou le soleil brille. Vous avez du coup une inadéquation des équipements existants, notamment les équipements rigides qui se traduisent par ce qu'évoquait Patrick Geoffron tout à l'heure, des offres horaires de prix négatif sur le marché pour que ces équipements puissent continuer à fonctionner quand le vent souffle parce qu'ils ont des coûts de redémarrage trop importants. Dans cette même logique, on observe que les équipements thermiques type cycle combiné à gaz ne peuvent plus couvrir leurs coûts fixes d'exploitation (entretien, main-d'œuvre), ce qui se traduit par beaucoup de mises sous cocon, voire de fermetures des centrales combinées à gaz qui auraient dû encore fonctionner quinze ou vingt ans : en effet, elles ont été investies pour fonctionner 5 000 heures et ne fonctionnent que 2 000 heures, voire moins.

Importance des coûts de système et des coût de réseau à partir d'une certain seuil

- Dépend des situations (Etude OECD-NEA, 2013)
- Coût de réseau pour 30% éolien terrestre: 30€/MWh

€/MWh	Coût de système avec 10% wind	Coût de système avec 30% wind	Coût de système avec 10% PV	Cout de système avec 30% PV
Allemagne	11,2	15,2	22,5	26,1
France	10,1	13,6	21,3	24,8
GB	11,6	21,0	33,7	40,0

Et puis vous avez une inadaptation du parc en place aux besoins croissants de flexibilité liés à la variabilité des productions éoliennes et PV de plus en plus nombreuses. Je vais évoquer l'étude faite par Ian Keppler et Marco Cometto pour l'Agence de l'énergie nucléaire de l'OCDE.

Il y a déjà deux coûts importants, les coûts de réseau supplémentaires et les coûts de systèmes. Pour les coûts de réseau, c'est 30 € le MWh quand le prix de marché de l'électricité de gros ordinaire est de 50 à 80 € le MWh. Les coûts de système (c'est-à-dire les coûts d'équilibrage et le coût des marges de la réserve) peuvent être très importants (jusqu'à 21 à 26 €/MWh éolien/PV et sont plus importants avec le photovoltaïque. De plus nous voyons qu'il y a une croissance de ces coûts au fur et à mesure de la croissance de leur part dans l'énergie produite dans un système.

Défaillances de marché accrues

- **1. Investissement en technologies non-ENR de plus en plus difficiles à décider sur des bases de marché**
  - Prix plus bas
  - Faible prédictabilité des revenus nets futurs pour recouvrir les coûts fixes
    - différence de productible annuel en éolien et en solaire d'une année sur l'autre, donc d'appel aux autres équipements
    - incertitude sur les productions chaque heure et donc sur les prix alignés sur le coût de la centrale marginale

Bien moindre investissement en équipement de base

En raisonnant en termes de courbe monotone de demande résiduelle (on soustrait de la demande horaire les apports d'énergie fatale de l'éolien ou du photovoltaïque), on voit une déformation progressive qui fait qu'au bout du compte on a beaucoup de mal à maintenir en place des équipements de base ou à investir dans des équipements de base parce qu'il n'y aura pas d'heure de fonctionnement suffisant pour amortir les coûts fixes. De plus il y a une incertitude météorologique sur le nombre d'heures de fonctionnement par an d'une année sur l'autre.

2. Facteur d'incertitude principale pour les centrales de semi base
incertitude sur le résultat des politiques et sur part relative de la capacité ENR dans le système à la croissance ou décroissance incertiane

- en excès ou en défaut
- Quelle durée de fonctionnement: 2000h ou 3000h ou 3500h

Conséquence: Moindre investissement en semi base

3. Corrélation entre production éolienne et demande de pointe:
accroissement des revenus manquants (missing money)

Erosion des pics de prix et des revenus déjà très aléatoires des unités de pointe

De plus volatilité accrue des prix en pointe

Conséquences: Moindre investissement en équipements de pointe

D'où besoin de mécanisme de capacité pour rémunérer les capacités programmables

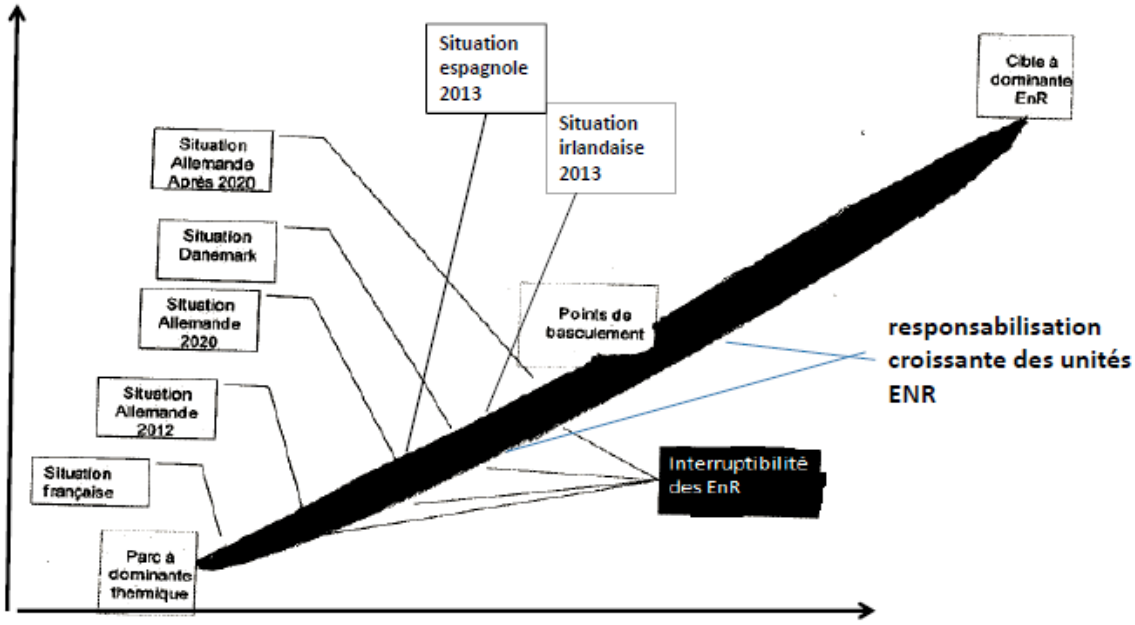
- Différents designs
  - obligation décentralisée de certificas de capacité sur Vendeurs (contats avec producteurs programmables)
  - enchères pour contrats de capacité programmable,
  - paiement de capacité, etc.

Deuxième facteur d'incertitude qui concerne l'investissement dans les centrales de semi-base. On ne sait pas combien, dans un pays, sera la part relative des ENR dans le système électrique à un moment donné et, donc avec cette incertitude, on ne sait pas combien les nouvelles centrales conventionnelles vont fonctionner. Le banquier a une raison supplémentaire de ne pas prêter de l'argent à un investisseur. J'exagère un peu mais c'est en gros le schéma actuel qui fait qu'on n'investit pas actuellement en Europe dans ces centrales de semi-base.

Le troisième point, c'est la probabilité faible mais réelle que la production éolienne ne soit pas au rendez-vous quand la pointe arrive. En même temps parce qu'il y a aussi une bonne corrélation entre la production éolienne et la demande de puissance totale en heures de pointe, vous avez une aggravation de ce qu'on appelle les « revenus manquants », le *missing money*, pour investir dans des unités de pointe car les prix de pointe sont généralement plus bas que ce qu'ils auraient été sans ENR intermittente.

À ce moment-là, on a besoin de mécanismes de capacité pour rémunérer les capacités programmables et inciter à investir dans ces capacités programmables et, à l'inverse, éventuellement, pénaliser les autres.

3.3. Moment de basculement du système vers le seuil de 30% d'ENR intermittentes en énergie



Il y a des adaptations progressives du système au fur et à mesure du développement de la capacité en ENR à production intermittente. Les règles du marché doivent être changées :

• Arrêter avec la règle de priorité d'accès des ENR dans le système ;

• Pouvoir interrompre des productions d'ENR intermittentes dans des coins du réseau quand il y a saturation parce que cela oblige d'autres équipements à s'arrêter ou à rétablir par le dispatching l'équilibre du système ;

• Responsabiliser les unités ENR en termes d'équilibre du système (comme les responsables d'équilibre, ils devront respecter d'une façon ou d'une autre leur notification d'injection d'énergie dans le système, notamment en achetant dans la journée de l'énergie complémentaire sous peine de payer le prix du déséquilibre et, il est très important, la pénalité correspondante).

• Ajouter un mécanisme de capacité pour inciter aux investissements en centrales conventionnelles.

À un moment donné les investissements ne se feront plus que sous l'effet des incitations du mécanisme de capacité et par les investissements bas carbone et ENR du fait des arrangements de long terme mentionnés précédemment.

Le seuil se situe autour de 30 % d'énergies renouvelables en part de production d'énergie électrique dans le système et c'est le cas de l'Irlande, de l'Espagne et du Portugal dans un futur proche. Quand vous avez 30 % en énergies renouvelables, ça veut dire que vous avez autant de capacités renouvelables que de capacités conventionnelles. Il y a des moments où la production ENR peut couvrir l'ensemble de la demande horaire, voire est en excès et se déverse dans les autres marchés voisins.

- Au cours du cheminement sur la trajectoire vers la cible
  - Seuil de 30% en ENR en énergie: presque autant de capacité ENR que de capacité conventionnelle et inversement:
    - cas présent de l'Irlande
  - Cette capacité non ENR doit évoluer vers plus de ressources flexibles (dont stockage, gestion de la demande)
  - Question: une fois atteint 30% d'énergie ENR dans le système, **peut on supprimer les dispositifs de soutien aux ENR produisant même à 60-70€/MWh**?
    - Prix bas à cause des 30% (et des autres technologie bas carbone)
    - Volatilité des prix (anti-corrélation production-niveau de prix)
    - Mais aussi responsabilisation en terme d'équilibrage (risque de prix d'ajustement)

La capacité conventionnelle fonctionne très peu. Une fois atteints ces 30 % par des producteurs ENR qui sont rentrés grâce aux tarifs d'achat, est-ce qu'on peut supprimer les mécanismes de support aux ENR et, je ne développerai pas, mais c'est une grande question que je me pose actuellement. On devrait pouvoir démontrer mathématiquement que même si les nouvelles unités éoliennes à terre ont des coûts annuels moyens (incluant des coûts de système inférieurs aux prix annuels moyens), il n'y aurait pas pour autant investissement car ce n'est qu'en moyenne. La variabilité des productions, l'anti-corrélation entre production éolienne totale et niveau prix (à court terme plus il y a des kWh éoliens injectés dans le réseau plus les prix sont bas ; à plus long terme plus il y a des MW éoliens installés, moins le prix annuel moyen [en espérance] est élevé). Au-delà le risque sur le recouvrement des coûts fixes dissuadera l'investisseur dans ce type d'équipement capitalistique.

Some necessary changes

Necessity of rules of curtailement of intermittent producers if too much inflows in a party of the system

Balancing responsibilisation of intermittent producers (contracting with programmable producers) : *not only better predictability*

Improvement of the valuation of the flexibility products on the successive markets by two ways :

- Responsibilisation of intermittent producers **creates a demand**
- Better definition of products for the balancing market , auxiliary services and operating reserves
- Better designs of these successive markets close to the real time

Now investment in fossil fuel units could be covered by revenues coming from :

- day ahead market ,
- infraday market for adjustment ,
- balancing mechanism
- reserve markets
- capacity markets

} valorisation ressources de flexilbiité

Possiblity to value CCGTs (even with 2000h of load factor), GT , storage, demand response programs

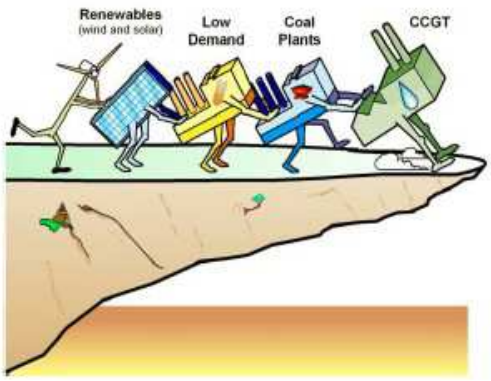
Les divers changements de règles et de l'architecture de marchés avec des règles de contingentement des productions intermittentes, la responsabilisation des producteurs éoliens au même titre que les producteurs normaux, l'amélioration de la définition des services de flexibilité pour qu'il y ait une vraie valorisation de la flexibilité sur l'ensemble des marchés qui se succèdent depuis le jour d'avant, les revenus sur le mécanisme de capacité, tout ceci devrait donner des revenus supplémentaires aux nouvelles centrales conventionnelles et autres unités de pointe et permettre le déclenchement d'investissement quand c'est nécessaire pour compléter les systèmes.

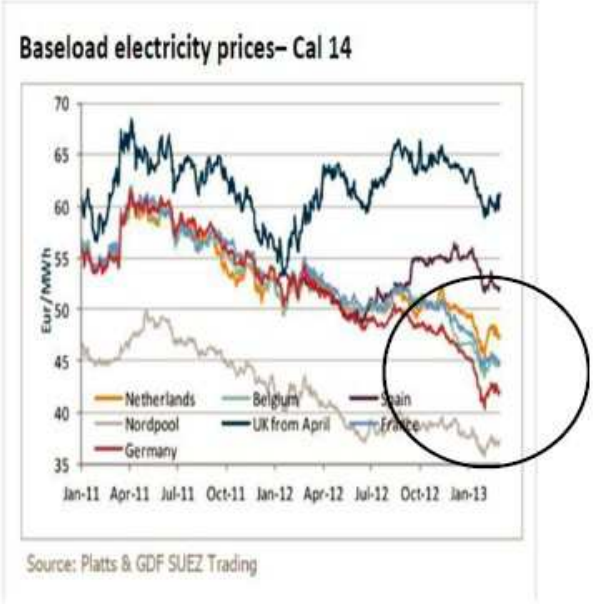
Je suis trop entré dans les détails, mais, sans cela, on ne comprend pas ce qui se dessine progressivement dans les régulations de chaque système.

Comme décidément, rien n'est simple dans ce secteur, les choses se compliquent un peu plus de par l'interaction entre marchés et entre systèmes où des politiques différentes sont menées.

Marché intégré: L'effet des ENR combiné aux effets de la stagnation économique et des bas prix des combustibles et du carbone

- Personne n'investit dans d'autres équipements que les ENR subventionnées à la production
- Fermeture de CCGT existantes
- Report de projets





Ceci me permet un petit couplet anti-allemand sur l'influence des choix d'outre-Rhin sur les prix des marchés voisins. On voit comment des injections de kWh éoliens et PV allemands influencent les flux physiques dans les autres pays et font baisser les prix de gros sur un marché qui est de plus en plus intégré. Et là, il y avait donc les baisses de prix de gros très récentes. On voit qu'on est autour de 45 €/MWh en base, et ce n'est pas avec ça qu'on peut investir dans des équipements capitalistiques ENR et bas carbone sur des bases de marché.

Conclusion 1
Dramatic adaptations of the market regime

- From the present FIT or tender for renewables capacity
  to long term arrangement for all capacities (RES, low carbon, and fossile)
  – Type (and perhaps location) specified
- Technology neutral orthodoxy is de facto broken down
- Market will be only for operational coordination:
  - technology continues to compete day-to-day

  But also now to give new value to flexibility
- New problem 1: the control of the planner (critics of economic theory)
  - All the costs are borne by the consumers
  - Few incentives to choose economic efficient solutions
  - Open decision making process is a solution

– New problem 2: to avoid the regulatory capture
  - Problem of the lobbying of interest groups around technologies
  - To maintain some risk bearing by investors

Pour conclure dans ces nouvelles régulations vont se poser deux types de problèmes.

D'abord il y a une mise en question de l'orthodoxie des théoriciens du marché qui prônent de laisser le marché et donc les opérateurs choisir entre technologies, pourvu qu'il y ait un prix du carbone incitatif. Ou bien s'ils doivent concéder que des mécanismes d'appui doivent être mis en place pour avoir des investissements ENR et bas carbone, par exemple les enchères pour des contrats de long terme il faudrait que toutes les technologies soient mises sur le même plan. Mais ça ne sera jamais *technology neutral* parce qu'il va falloir aider différemment pour les tirer dans le marché parce qu'elles ont un niveau de maturité. Le planificateur doit donc jouer un rôle central pour essayer de pousser en parallèle de façon adaptée différentes technologies.

Se pose alors le problème de contrôle du planificateur. Toute la critique des monopoles antérieurs portait sur ce point : « Les monopoles font ce qu'ils veulent, ils en font trop, ils vont vers des surcapacités sans vergogne faute de la sanction du marché, de la surqualité, etc. » Il y a aussi possibilité d'avoir une capture du régulateur *via* le lobbying des groupes d'intérêt qui se constituent autour de ces technologies. Une façon de régler ce problème de capture du régulateur, ce serait de maintenir une partie des risques sur les investisseurs. Il faut tout de même voir que tous les coûts des dispositifs d'appui sont portés par les consommateurs et non pas par l'État *via* une taxe de type CSPE ou EEG en France et en Allemagne. Donc l'État n'a pas à prendre ses responsabilités en évitant de se soumettre à l'influence des lobbies ENR ou nucléaire. Il faut pour ce faire une transparence sur la répartition des coûts et des bénéfices. Le développement du PV, celui des compteurs communicants, celui des *smart grids* liés au PV, il faudrait en débattre en étant informé sur les coûts, savoir qui les porte, définir comment se répartissent les coûts et les risques, etc.

To conclude (2)

- Need of intellectual and legal shift at the European level: it is not the case

- Recognizion of the problem
  - to have relative harmonization of arrangements decided by national policies (issue of RES-E support mechanism, capacity mechanism)
  - Better coordination of policies between neighbouring countries

- Strong amendement of electricity markets directives
  - articles which limit exemptions to LT contracts and public contracting (for instance the art 3)
  - To instaure central buyer (or central risk managing agency)
  - To clearly admit give a more central role to planning and programming

- To adapt the principles of competition policy in the name of economic and social efficiency

Seconde conclusion en forme de couplet anti-européen fustigeant la culture de marché qui domine. On a besoin d'un changement de paradigme intellectuel au niveau européen dans le secteur électrique voire tout le secteur énergétique, et c'est encore loin d'être le cas. J'ai observé cette emprise dans le débat autour de l'établissement des mécanismes de capacité où l'on réfutait leur utilité sous prétexte que le marché est suffisamment lucide pour que se déclenchent d'eux-mêmes les investissements nécessaires pour la sécurité de fourniture à long terme.

Il faut reconnaître cette tension entre concurrence et décarbonation ou sécurité énergétique qui croîtra un peu plus dans le futur. Comme cela, on pourra tout de même discuter d'une harmonisation des dispositifs hors marché sans penser qu'ils peuvent être rapidement supprimés. On doit reconnaître le besoin de généralisation d'arrangements de long terme et de planification. On a besoin pour ce faire d'amender les directives européennes sur la possibilité contractée à long terme, sur la possibilité d'établir des acheteurs centraux ou des agences neutres qui prennent sur elles le risque d'investissements en équipements capitalistiques ENR/bas carbone et d'admettre un rôle central pour le planificateur et la programmation indicative et parfois contraignante.

C. Egenhofer : La tension entre le régime européen de marchés électriques intégrés et l'originalité des politiques nationales au sein de l'Union européenne.

Transition énergétique, projets de société et tensions du présent
- CNRS -

« La tension entre le régime européen de marchés électriques intégrés et l'originalité des politiques nationales au sein de l'Union Européenne »

Christian Egenhofer,*
Jonas Teusch et Julian Wieczorkiewicz

*Associate Senior Research Fellow, Centre for European Policy Studies (CEPS)
Professeur visitant, SciencesPo (Paris), Collège d'Europe (Bruges & Natolin), Université Guido Carli LUISS (Rome)

Paris, Grand amphithéâtre du CNRS, 21 Juin 2013

Thinking ahead for Europe • Centre for European Policy Studies (CEPS) • www.ceps.eu

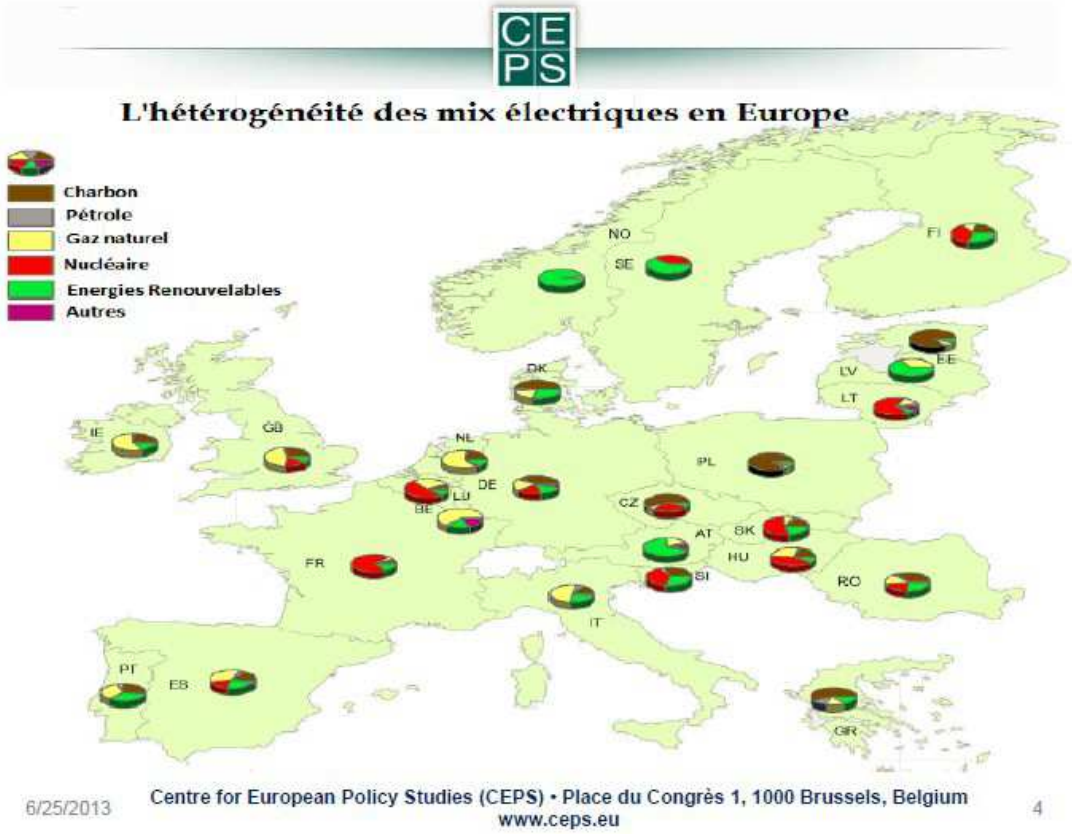
Christian Egenhofer : Je vais prendre une autre perspective que celle des économistes qui sont intervenus avant. J'adopterai une perspective de pragmatisme politique, ce que Jean-Charles a appelé « realpolitik ». D'abord, je voudrais dire que je suis d'accord avec les deux intervenants précédents : dans vos analyses, il y a beaucoup de points auxquels je souscris.

Je vais essayer d'ajouter quelques points de realpolitik. On voit qu'il y avait auparavant dominant ce projet de marché intérieur de l'énergie, il y a maintenant ce projet de transition énergétique qui est basé sur des interventions publiques pour gérer le développement bas carbone, ce qui a été analysé par Dominique et Georg.

Évidemment cela pose des problèmes de risque sur le marché. Mais la thèse centrale selon laquelle il ne peut y avoir de marché intégré en Europe, car il n'y a que des solutions de politiques nationales, est contestable. Soit nous avons le marché et les solutions européennes, soit nous avons les solutions nationales, et un marché qui se maintient mais avec des fonctions réduites. Est-ce que, à la fin, il y a des voies où l'on peut avancer en préservant la fonction intégrative du marché ?

Pour renforcer les développements qui ont été faits sur la question de gestion du risque d'investir dans des équipements bas carbone dans un environnement de marché, peut-être quelques idées pour vous rappeler que l'État, les gouvernements, sont omniprésents dans le marché de l'énergie pour des bonnes raisons fondamentales, c'est pertinent pour la sécurité géopolitique, la sécurité d'approvisionnement, etc., et évidemment, cette sécurisation est intensive en capital. L'État sera aussi présent dans le futur pour préserver ces biens collectifs et l'Union européenne, qu'est-ce que c'est par rapport à cette fonction ? C'est un nombre d'États membres qui font le *pooling* de certaines de leurs compétences, mais ils font aussi des choses qu'ils font eux-mêmes. On est donc toujours un peu entre les deux niveaux dans les politiques énergétiques de long terme.

Bien sûr, les politiques énergétiques sont hétérogènes, vous le savez, pour beaucoup de raisons, mais la dernière raison est la diversité des préférences politiques, et on voit cette diversité se manifester, les préférences politiques se voient aussi dans les transitions énergétiques. C'est clair. Vous avez mentionné le mythe de la *romantic utopia* de l'Allemagne. Oui. C'est de la religion, mais ça marche, c'est de l'enthousiasme mobilisateur derrière un consensus assez solide. Aussi fait-on des choses même si ça coûte cher, mais les gens sont derrière… jusqu'à maintenant. Les voies dans les autres États membres sont tout à fait différentes : il y a le pragmatisme en Angleterre, mais peut-être que ça marche en Allemagne, nous verrons. Et en France, il y a quelque chose d'autre, qui n'est plus simplement la rationalité technocratique comme avant, mais celle-ci mélangée avec une fascination pour la *romantic utopia* du pays voisin.



Vous voyez aussi l'hétérogénéité des mix électriques sur laquelle je ne m'étendrai pas. Évidemment, la transition énergétique entre la Suède, la France, la Pologne, ne peut qu'être différente, parce que, au départ, c'est différent. Évidemment la vitesse et les adaptations seront différentes.

Article 194 (TFUE) → « Ces mesures [...] n'affectent pas le droit d'un État membre de déterminer les conditions d'exploitation de ses ressources énergétiques, son choix entre différentes sources d'énergie et la structure générale de son approvisionnement énergétique [...] »

Mais ce choix est-il influencé (« convergence ») par:

- les objectifs européens pour 2020 (renouvelables, ETS) et 2050?

- la Politique environnementale de l'Union européenne?

- la mise en place du marché intérieur de l'énergie?

- les réseaux transeuropéens d'énergie (RTE-E)?

6/25/2013 Centre for European Policy Studies (CEPS) • Place du Congrès 1, 1000 Brussels, Belgium www.ceps.eu 5

Toute cette diversité se reflète dans l'article du Traité sur l'énergie, l'article 194, qui préserve la subsidiarité pour réaliser des objectifs communs, qui préserve aussi les droits des États membres de déterminer les conditions de l'exploitation de leurs ressources, et de définir que leur mix énergétique reste avec l'État membre et les mesures pour assurer la sécurité de leur approvisionnement.

Évidemment, il y a des essais pour trouver des convergences par l'Europe avec la politique 20-20-20 sur les renouvelables, le carbone et l'efficacité énergétique. Il y a aussi des convergences par la politique environnementale et par le marché intérieur où l'Union européenne bénéficie de délégation de souveraineté par les traités comme ce dont nous avons discuté déjà. Il y a aussi les Réseaux transeuropéens d'énergie pour asseoir une meilleure intégration des marchés et ouvrir les possibilités de diversification des ressources importées. Ça, c'est le cadre juridique qui se reflète dans la définition d'une politique. Ça ne va pas changer, c'est bien établi et il n'y aura pas de changement de Traité bientôt pour revenir en arrière ou d'ailleurs pour approfondir les possibilités de politiques communautaires.

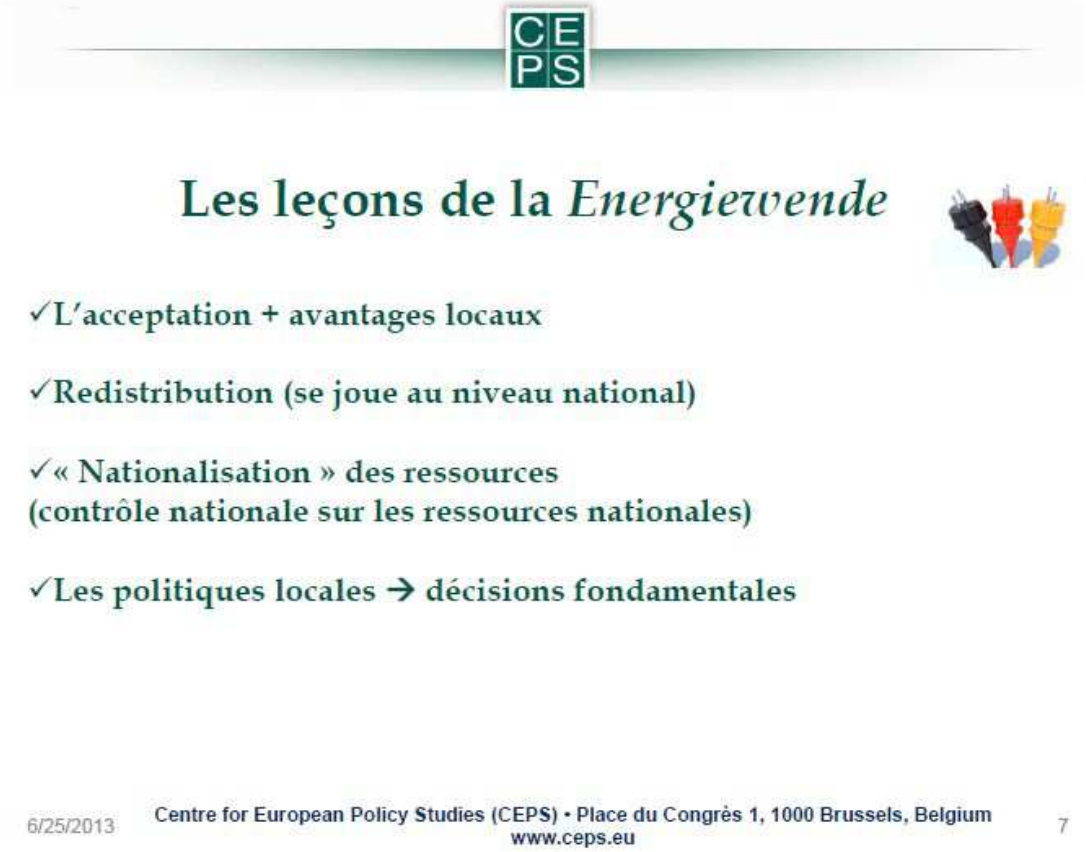
Exemple: le cas de la transition énergétique allemande

- L'opinion publique est partagée au sujet du nucléaire:
  - 50%: *contre*
  - 25% *pour*
  - 25% *mal nécessaire*
- La sortie du nucléaire = rien de nouveau. La décision remonte à 2002. L'abandon fut planifié pour 2020.
- 1er revirement (Concept de l'énergie – 2010)
  - renouvelables: 35% en 2020, 60% en 2050
  - GES: - 40% en 2020
  - consommation électrique: - 10% (2020), -25% (2050)
- 2ème revirement (*post* Fukushima – 2011)
  - fermeture de sept réacteurs
  - sortie du nucléaire en 2020

6/25/2013 Centre for European Policy Studies (CEPS) • Place du Congrès 1, 1000 Brussels, Belgium www.ceps.eu 6

Considérons l'exemple allemand comme cas de politique nationale. Il est bien connu et je ne vais pas donner trop de détails ici. C'est d'abord important de rappeler que cette décision n'était pas une décision post-Fukushima. C'est une décision qui remonte à 2000 avec un grand consensus et, pour l'instant, je ne vois aucun scénario où la transition énergétique sera abandonnée au bénéfice du retour vers le nucléaire. Il y a un consensus sur ce concept allemand de transition énergétique à l'Allemande qui marche politiquement

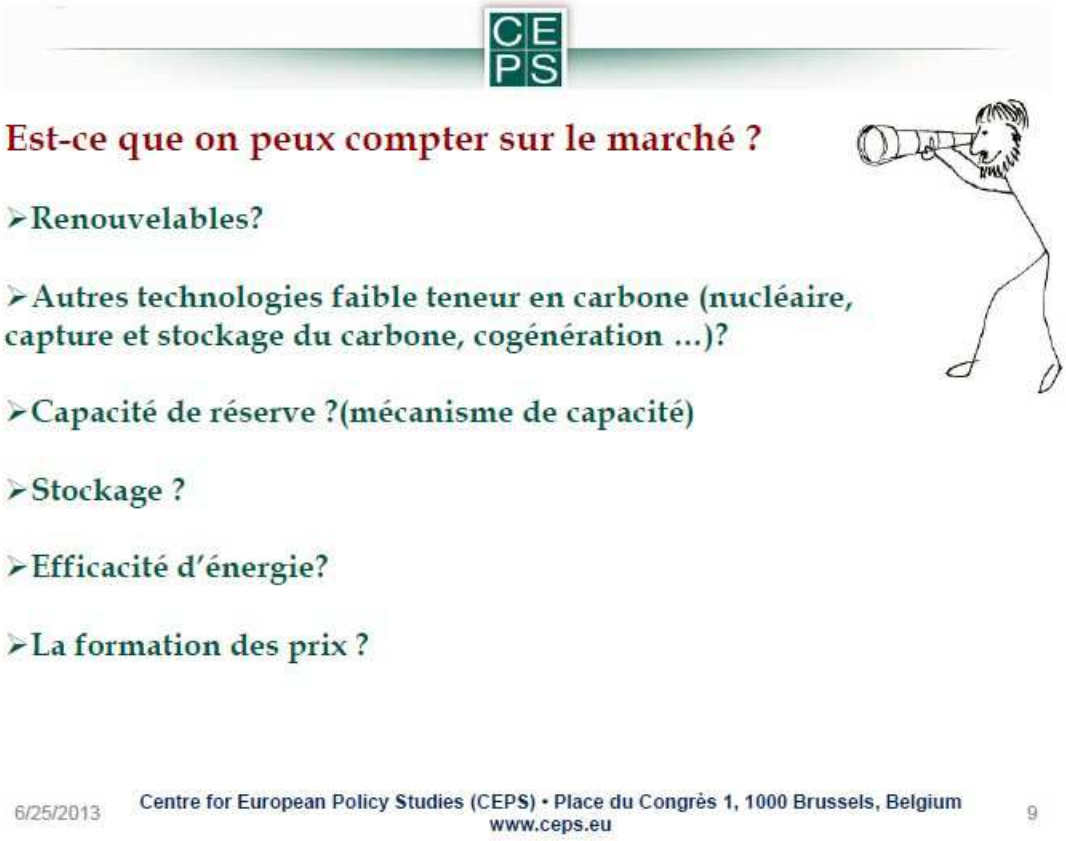
Il y a des concepts propres dans les autres pays : je n'ose pas démontrer le concept de la transition énergétique en France, c'est la France, vous le savez vous-même, les conditions sont un peu différentes mais je n'ose pas tirer des leçons d'énergie de l'Energiewende allemande pour la France, car chaque pays encore une fois a ses spécificités.



Ceci dit, il y a une caractéristique forte de l'Energiewende que l'on ne souligne pas assez. Il repose beaucoup sur des solutions locales et c'est pour cela qu'il s'ancre dans un solide consensus. Les avantages du local sont très importants, les gens sont parties prenantes, et ça, c'est quelque chose que je ne vois pas beaucoup ou pas assez discuté en France, sans doute parce qu'il y a peu de pouvoirs donnés institutionnellement au régional et au local. Et qu'il faudrait d'abord réformer la structure verticale des pouvoirs. On reste en grande partie dans une logique de centralisation, une logique *top down,* si je peux me permettre.

En Allemagne, les redistributions du coût et de financements publics se jouent entre les niveaux local, régional et national, et il y a aussi des redistributions entre les secteurs différents au niveau local (avec les Stätdwerke multiréseaux) : il y a toutes ces petites choses qui n'aident sans doute pas à la transparence mais elles permettent une multitude de petites solutions à gauche et à droite qui rendent le système stable.

Troisièmement, au bout du compte, il y a l'affirmation d'un nationalisme des ressources, *resource nationalism*, et d'un contrôle national de l'offre d'énergie. Ça veut dire qu'on table d'abord sur des ressources nationales et locales, on veut les exploiter pour être moins dépendants des importations, moins dépendants des ressources importées. Dans cette logique nationaliste, le point important est la base que constituent les politiques locales, décisions fondamentales, qui sont importantes. Il y a aussi, dans d'autres pays, des décisions des politiques similaires si je regarde la Belgique très décentralisée au niveau des régions et le Danemark. Les décisions locales y sont très décisives là aussi.



Alors quid du marché ? Où peut-on le trouver ? Sur les renouvelables, je crois qu'il est loin, mais il pourrait peut-être revenir dans le futur quand elles seront matures. Sur les autres technologies bas carbone, il y a aussi des instruments de support hors marché, c'est argumenté par les autres orateurs

On parle aussi de dispositif de « capacité de réserve », de « mécanisme de capacité » à ajouter au marché électrique pour donner des rémunérations supplémentaires aux producteurs électriques pour faire face aux besoins accrus à cause des ENR. On parle également d'un développement planifié des stockages sur des bases de prix réglementés. On a aussi des politiques d'« efficacité de l'énergie ». En tout cas, tout ceci reste fort régulé. Dans le domaine de l'efficacité énergétique, nous sommes toujours loin d'une concurrence d'ESCOs pour le marché de ces services.

Sur la formation des prix, il y a les prix de marché relevés par Eurostat dans les différents pays, mais personne ne sait s'ils sont réels et il faut à chaque fois comprendre s'ils ne sont pas manipulés par les grandes entreprises. Il y a aussi des prix politiques réglementés de près ou de loin comme en France, en Espagne. Les coûts des politiques ENR sont très mal répercutés dans les prix finaux du fait du blocage des États qui ont des dettes vis-à-vis des entreprises obligées de racheter l'électricité ENR aux tarifs d'achat. Même avec l'ETS maintenant, nous discutons aussi de Carbon Price Support, de plancher de prix.

Alors nous sommes souvent loin du marché. Et derrière, la raison tient essentiellement à ces voies nationales autorisées par le Traité, mais aussi à des démarches nationales qui dérogent aux directives sans qu'on puisse les corriger pour des raisons politiques (comme le maintien des tarifs réglementés très en dessous des prix de marché et des coûts des supports aux ENR, comme en Espagne et en France notamment).

L'Agence européenne de coopération des régulateurs de l'énergie (ACER) n'est pas un « vrais régulateur européen »…

Est-ce que on peux compter sur les régulateurs nationaux de l'énergie pour mettre en place un vrais marché unique?

- **Est-ce suffisant?**
- **Est-ce que ca peut marcher?**
- **Faut-il passer à une coopération plus régionale?**

Ou…

→… passer de la phase de coopération à une phase d'intégration?

6/25/2013 Centre for European Policy Studies (CEPS) • Place du Congrès 1, 1000 Brussels, Belgium www.ceps.eu 10

Il y a quand même des voies européennes sur cette question de marché et de prix trop régulés ou trop politiques. C'est l'Agence européenne de coopération des régulateurs de l'énergie. Ce n'est pas un vrai régulateur, mais il a certaines possibilités d'action par l'information. Il y a des choses qui pourront se jouer là.

La question pour la discussion ici aussi pour nous au CEPS : « Faut-il passer à une coopération plus régionale, à une coopération intégrée avec des pouvoirs dévolus à cette agence ? » C'est probablement possible. Est-ce pour autant faisable politiquement au stade actuel ? Je laisse la question en suspens car les voies nationales divergent trop fortement avec des impacts mutuels des uns sur les autres.

Mais peut-on penser à une divergence accrue ? Observons qu'en situation de crise l'Europe très souvent, ou presque tout le temps, a choisi une meilleure intégration qu'une désintégration. Elle choisit de passer à l'étape politique de l'intégration renforcée. Aussi face à ce problème qu'on a vu, il pourrait y avoir une étape politique où on se dit : « Il faut trouver une solution européenne. »

Entre-temps, il y a quand même des possibilités de rechercher plus de convergences et de conformité avec la législation européenne, notamment en matière de politique de concurrence. Ainsi, les politiques tombant sous les critères d'aides de l'État sont en train d'être analysées et révisées. Là, nous discutons des dispositifs d'appui aux renouvelables pour qu'ils s'alignent. Sur les réseaux, une importante comitologie s'est déployée pour homogénéiser les codes de réseaux et faciliter les échanges et l'intégration des marchés électrique horaires ou fluidifier les échanges gaziers. Il y a aussi le statut de Connecting Europe Facility, de projet européen d'intérêt commun qui se met en place pour faciliter les mises en œuvre au plan administratif et les financements par des fonds gérés par la Banque européenne d'investissement. Il y aura des projets qui pourront ainsi se développer.

Beaucoup de choses vont dans le sens de la convergence mais est-ce assez pour trouver une solution plus européenne en matière de transition ? Difficile de le dire. Mais il ne faut pas oublier maintenant que nous sommes engagés dans un débat sur la politique climat-énergie 2030 ou post-2020. Et là, toutes ces questions que l'on a discutées ici seront au centre : Qu'est-ce qu'on fait avec les dispositifs promouvant les renouvelables ? Qu'est-ce que cela fait avec le *market design* ? Ce débat climat-énergie aura du succès si l'on réconcilie les deux piliers : le marché et la politique climatique dans le cas du secteur de l'énergie, et, pour l'instant, je crois qu'on est en bonne voie pour le faire ensemble. Politiquement, je pense que ce point est suffisamment important pour que l'on cherche une solution européenne.

Je vois aussi se dessiner au plan mondial une évolution qui est un peu en parallèle de ce que je discutais au plan européen. La libéralisation et l'intégration des marchés, c'était la conception, l'idéologie, des années 1990. Maintenant, nous sommes dans cette période de déclenchement des transitions énergétiques, avec de plus en plus d'interventionnisme. On se replie sur des périmètres régionaux et surtout nationaux pour mettre en œuvre les politiques et mesures pour impulser la transition.

Est-ce qu'on va se retrouver avec une fragmentation des marchés mondiaux ou le maintien des marchés régionaux ou nationaux ? Pour l'instant, avec le gaz, nous avons deux marchés : le marché des États-Unis et le marché pour le reste du monde et peut-être même plus que deux. Même avec le pétrole, nous avons deux prix.

Faut-il alors rechercher plus d'intégration des marchés régionaux ? Faut-il souhaiter le développement d'une gouvernance mondiale sur les questions environnementales, la mise en place de régime mondial contraignant, de la même façon qu'au plan de l'UE une solution européenne serait préférable à des solutions nationales ?

G. Zachmann : La transition énergétique d'un État-membre peut-elle se penser sans prise en compte de l'intégration européenne ?

Georg Zachmann : I shall give you a very suggestive picture of how market integration and energy transition policy on a national level would work together well. I would like to point to you four messages.

Messages

- Purely national transition has limited benefits
- National transition obstructs transition in neighbouring countries
- Internal market could reduce the cost of transition
- With national transitions the internal market will at best stay a tool for optimal European dispatch – not a tool for optimal investments

The first one is that purely national transitions have a rather limit benefit. Second from a benefit point of view, national transition obstructs the transition in neighboring countries. But, thirdly, the internal market could significantly reduce the cost of transitions and the last point which also Dominique alluded to a lot, is that in national transitions, the internal market would at best stay a tool for optimal European total equipment operation, but not at all for optimal investments.

You all know that everybody is in favour of internal market, everybody is in favour of the transition in Europe but what is a purely national transition meaning for?

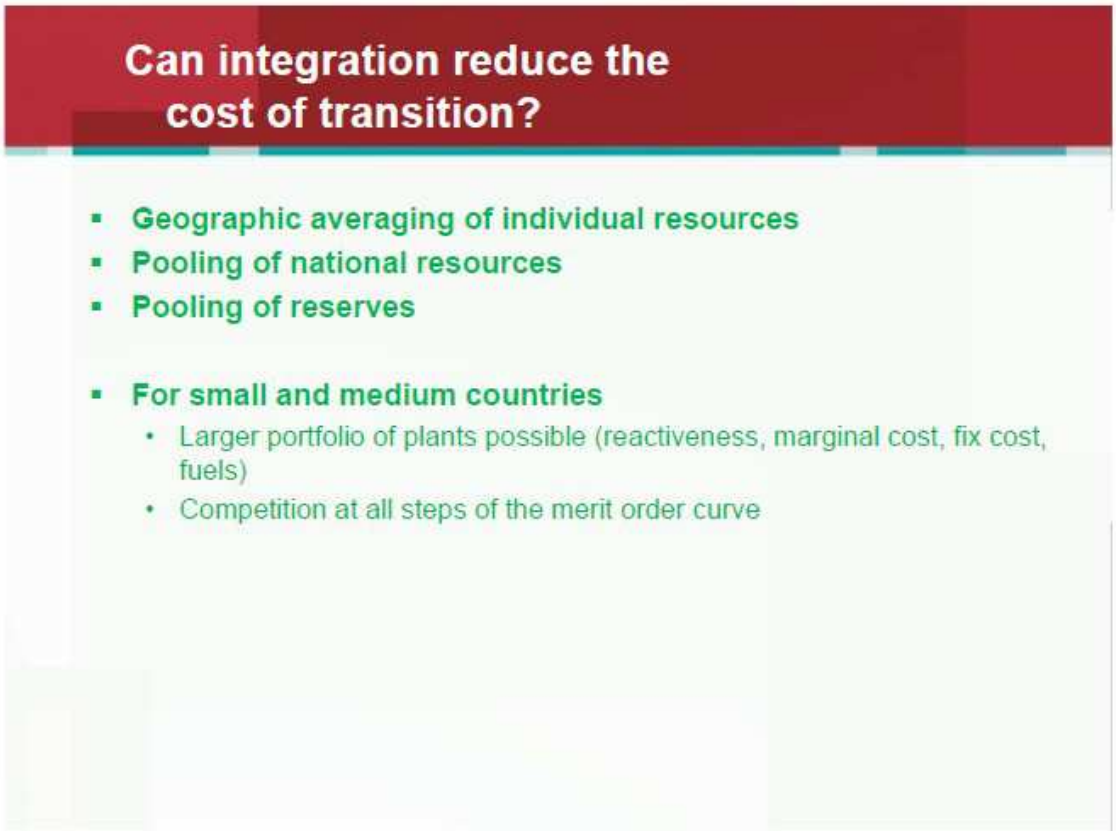
Well, the biggest part of the transition is about two things: it's about reducing CO_2 emissions and it's about reducing the risk of nuclear accidents. Both things have essentially global or at least regional effects that with purely national effort you cannot tackle.

There might be some benefits of a purely national transition if you go for technology learning. So Germany might spend a lot on photovoltaic sources and bring down the global price of photovoltaic sources and they buy out decarbonization on the global level but this effect is a rather expensive form. Security of supply might be an issue for some countries that do not want to import too much but inside the European union, security of supply could also be provided otherwise. Then there are all these industrial policy motives, which are probably one of the strongest drivers of national transition patterns, at least in my country.

The second point is: “Does a national transition facilitate the transition in connected countries?” Well, there is a lot of spillovers between national energy transitions and neighboring countries in two opposite directions. So if one country does invest heavily in decarbonization, then the carbon price drops in other countries and European Union can emit more. So, it may not be helped by transition in one country and their own transition. If one country reduces the consumption of natural gas, then natural gas price in Europe would drop and other countries could use more natural gas.

Another exemple; if one country puts a lot of renewable electricity into the system, the electricity price would drop which would make more difficult for other countries to invest in renewables.

But there are also examples of positive effects. In terms of technology, if one country buys a lot of wind turbines and so on, the market price for those technologies rises in the short term and makes it more difficult for other countries to invest. In the long term, there might be a positive effect because, if one country did all this learning effect, by improving the provisioning of this technology, it might after fifteen years become much cheaper for China to go for its energy transition because we already went for it. And then, there is of course a lot of experience gained from these effects in the different countries. But I think that, overall, these spillover effects are quite substantial over the negative ones .



The third question is: "Can integration reduce the cost of transition?" Well, if we are only talking of renewables, the clear answer is indeed "yes". So, we have geographic averaging of individual resources, if the wind in the north is blowing at different speed than in the Mediterranean, we have the pooling of national resources of different countries, and we have pooling of reserves for the back up of intermittent sources between neighbouring systems, via the cross border exchanges of electricity and system services.

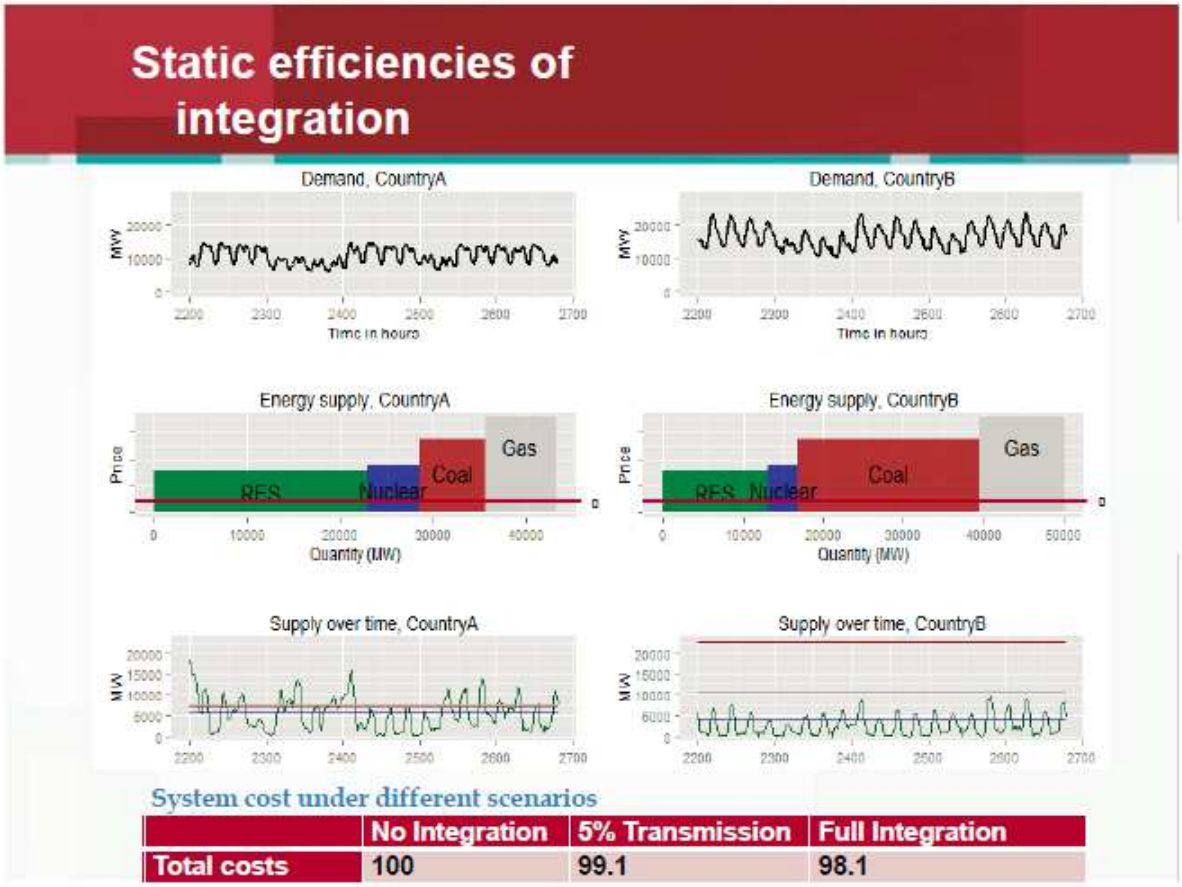
Simulation exercise

- **Two countries**
  - Solar correlation 98%,
  - Wind correlation 76.5%,
  - Demand correlation 78%
  - 28 h are among the 100 h with the highest residual demand in both countries
- **Four technologies**

	Capacity, Country A (MW)	Capacity, Country B (MW)	Fixed cost in Euro/MW/y	Variable cost in Euro/MWh
Renewables	23,000	13,000	120,000	0
Nuclear	5,500	3,900	190,000	10
Coal	7,100	22,600	100,000	21
Gas	7,600	10,600	40,000	35

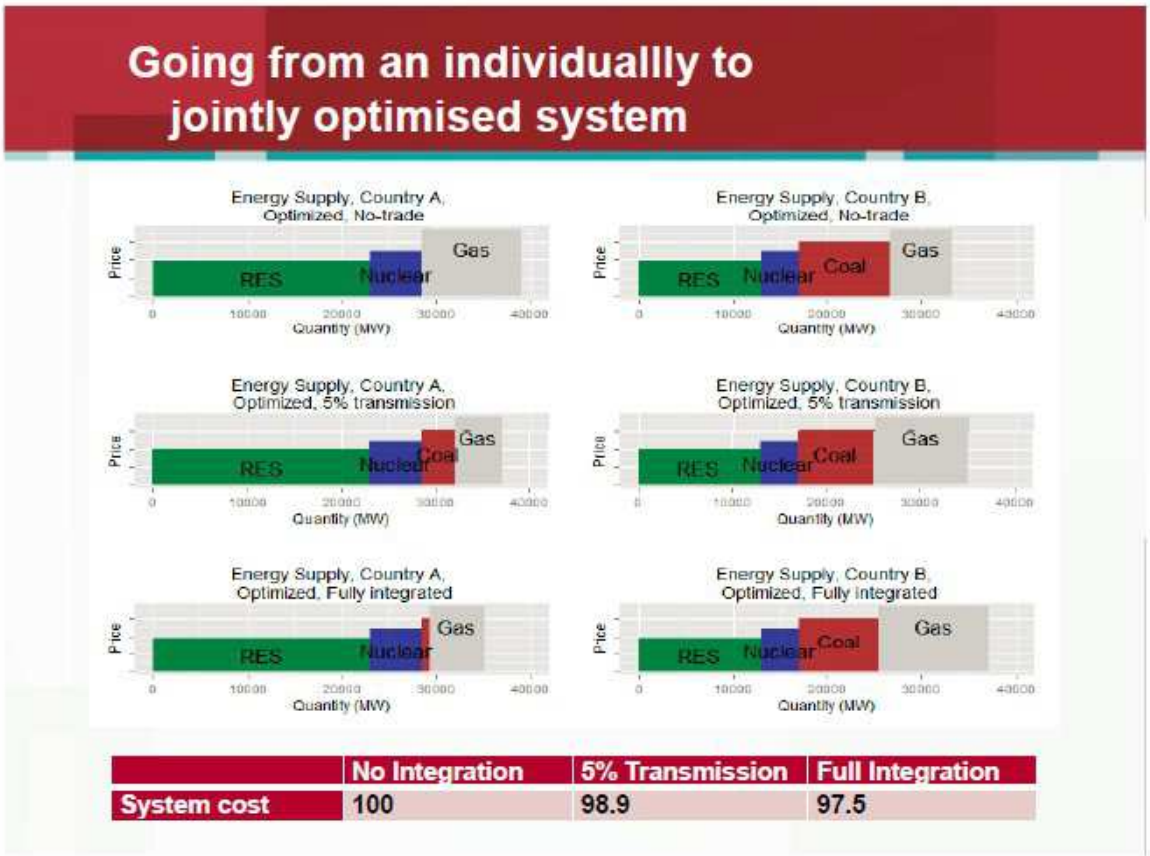
- **Four scenarios:**
  1. No trade
  2. Limited trade
  3. Full trade
  4. Reoptimisation of power plant park (excl. RES and nuclear)

So with pooling of national resources some countries have more sun while others have more wind. Pooling of reserves is when some reserve capacities of one part of Europe could be used for other parts of Europe if there is no wind or sun. And for small and medium countries, there might even be some size effect. For example, Belgium would find rather difficult to embark in the transition on its own because the system is too small to have a competitive market for all sorts of technologies.



	No Integration	5% Transmission	Full Integration
Total costs	100	99.1	98.1

So we did a little simulation exercise for the European Parliament recently. We essentially tried to look into two countries with realistic merit order and with realistic demand patterns and realistic renewables supply patterns. What we see is tha, if we just use the static power plant park and integrate their markets by five percent of their consumption the total system cost decreases by one percent; if we increase integration to 100% of the system, then the total system cost decreases by two percent.



	No Integration	5% Transmission	Full Integration
System cost	100	98.9	97.5

If we now allow for joint optimization of the systems, the effects are slightly bigger if we are starting with nationally optimized systems and turn to jointly optimized systems. But the biggest effect we can see is essentially if we have a high share of renewables and a jointly optimized system, because then the reductions in system costs are really getting to a more important order of magnitude.

Gains of integration at higher shares of RES

	No Integration	5% Transmission	Full Integration
Current Renewables	100	98.9	97.5
High Renewables	100	97.5	95.4

In our case, for two countries that are very close to each other in terms of renewable share as Spain and Germany, the effects would be even bigger.

Interpretation

1. Most (static) trade benefits accrue already at limited trade
2. Full trade has some marginal benefits
3. Additional gain in Reoptimisation of power plant park
4. Increasing RES share increases the value of interconnection

So, the conclusion for us is that increasing the share of renewables increases the value of working together and to optimize the power plant parks in a joint manner.

Does national transition precludes market integration?

- Nat'l transition + energy only mkt integration + national autarky
- Nat'l transition + capacity mkt integration + national autarky
- Nat'l transition + mkt integration + "fuel mix takers"

⇒ It only works when some countries act as "ignorant importers"

⇒ Their benefit: free-ride on decarbonisation cost

⇒ Their cost: dependent on foreign transition policies

The last question I would like to ask is: "Does national transition precludes market integration?" So this is the question of the talk. I think that an internal market for optimizing the dispatch would not work anymore because if we have national transitions, national grid planning and national dispatch. We would have increasing problems with loop flows coming from large renewables energy injection and suboptimal build up of networks. If we go for a national transition plus some coordinated planning and some joint dispatch with the other countries, we would at least capture the benefits of having an optimal dispatch on the European level. So, this kind of shallow European market could still work with the means of European integration.

The second question is: "Is an internal market for optimizing investments realistic?" But if we say we want a national transition, we want an energy only market or a capacity market that is integrated but we still believe that national autarky is essential then, the integration has simply no solution. So, there is no way to have a national transition with autarky then optimal deployment of investments in different countries. What could be feasible as some European countries embark in a big transition path and bear all the costs while other countries remain what I here call a few "maketakers" which essentially provide all the complementary system of the other countries and they could make a good profit out of just providing complementarity of the existing system, they would free ride on the cost and they might benefit by selling services to the others. But this is of course an opportunity cost for them to depend on the foreign transition policies. So, this is essentially a reiteration of the message from the first slide.

Table ronde avec R. Baron, M. Bussiéras et les intervenants

Richard Baron : Dominique a eu la gentillesse de m'inviter parce que l'OCDE a organisé récemment, dans le cadre d'une grande table ronde intergouvernementale sur le développement durable, une discussion sur la décarbonisation et les énergies renouvelables et, à ce sujet, nous avons eu de nombreux échanges sur cette question. Je voulais donc rendre compte, à la lumière de ce qui a été dit aujourd'hui, quels ont été les débats que nous avions eus autour de cette table ronde.

Tout d'abord un point de départ qui est important. Il nous semble qu'il ne faut pas perdre l'objectif ultime de tout cela qui est que, selon les scénarios du GIEC, il faut qu'on arrive à une décarbonisation absolument totale de nos systèmes énergétiques à l'horizon du siècle qui vient. Le fait d'avoir cela en tête permet de bien cadrer les débats, il me semble. Évidemment, le point qui est très intéressant dans la discussion qu'on a eue est de souligner qu'un point qui n'était pas vraiment à l'ordre du jour il y a cinq ans, à savoir la façon dont s'intègrent les différentes technologies (qu'on avait alors tendance à regarder uniquement sous l'angle des coûts de production) dans un cadre beaucoup plus large des marchés dans lesquels elles opèrent. Donc nous ne posons pas seulement la question du coût relatif des technologies mais celle de la façon dont elles s'insèrent dans l'organisation de la production et de l'utilisation de l'électricité. Par exemple, en ce moment, on a une forte volatilité des prix de l'électricité sur les marchés de gros et cela est tout sauf un encouragement à l'investissement dans des technologies qui sont intensives en capital alors que toutes les technologies qui vont permettre la décarbonisation sont intensives en capital. Il faut quand même le souligner, Dominique l'a déjà bien fait.

Ce qui importe de visualiser c'est que, lorsque nous avions réfléchi à la façon dont s'organisait la transition énergétique il y a une dizaine d'années, on disait : « Il faut du soutien aux ENR maintenant parce qu'elles ont besoin d'être amenées à maturité commerciale et puis, après un moment, le prix du carbone va prendre le relais et permettra le déploiement en compétition totale de toutes ces technologies. » Or, avec l'organisation des marchés de l'électricité que nous avons maintenant, nous voyons que si nous nous projetons en 2050 avec un marché dans lequel il y aurait 5 à 10 % uniquement de production électrique carbonée, nous nous rendons compte que le prix du CO_2 aura une influence relativement faible sur le prix de l'électricité la majeure partie du temps et, par conséquent, ce n'est pas avec ce prix de l'électricité-là que les ENR, le nucléaire, pourront se payer si elles continuent à être tarifées au coût marginal de court terme. Donc on a une contradiction absolument évidente, et je crois que Dominique l'a bien montrée.

L'autre contradiction aussi qui permet peut-être aux politiciens de comprendre ce qui se passe en ce moment, c'est qu'on a un marché de l'électricité avec un prix qui est bas alors qu'on ne cesse de rajouter hors marché des technologies dans le mix qui sont plus chères. Donc il y a une contradiction entre le signal-prix du marché et ce qui est en train de se produire avec cette introduction hors marché des ENR.

Un autre point qui était important dans la table ronde et qui vient apparemment en contradiction avec ce qui a été dit là est le souhait des producteurs d'ENR eux-mêmes de pouvoir intervenir sur le marché, notamment pour délivrer des services, car on leur refuse de les donner en leur disant que ça va créer de l'instabilité, etc. À la fois les producteurs éoliens et les producteurs solaires disent qu'ils pourraient intervenir sur le marché pour vendre ce qu'on appelle des services de *balancing* et d'autres services systèmes. Donc apparemment, ce serait une barrière qui est faite à leur entrée sur le marché et sur leur déploiement en tant que technologies plus matures dans le marché électrique si l'on enlevait les dispositifs d'appui (tarifs d'achat, etc.) pour les nouveaux équipements. Mais il est vrai qu'en même temps ces producteurs seraient responsabilisés pour les externalités que provoque leur variabilité dans le système en termes aussi de services de *balancing*.

Par ailleurs, sur la question de la coordination européenne ou manque de coordination européenne, il y a un travail qui a été fait, il y a quelques années, que, sans doute, Dominique et d'autres ici connaissent qui était l'évaluation des coûts de divers scénarios de décarbonation des systèmes électriques européens de la *Roadmap 2050* de la Climate Foundation. On montrait les scénarios européens de décarbonisation dans lesquels on avait un recours massif à de l'éolien qui venait du Nord, à du solaire qui venait du Sud (Espagne, Grèce, Italie, Maghreb). Évidemment, il n'y a rien de ceci qui fonctionne s'il n'y a pas une énorme capacité de transmission, mais aussi une volonté politique constante de la part des uns et des autres de développer leur potentiel pour le rendre disponible aux autres pays. Cela interroge un petit peu sur le caractère national des politiques de soutien aux renouvelables où chaque pays a ses propres engagements et doit s'y tenir. Je pense qu'un système qui permettrait de tels échanges d'électricité à grande échelle serait beaucoup plus malin parce qu'on exploiterait bien mieux les potentiels à la fois éoliens, solaires et autres qui sont disponibles.

Une autre question aussi sur le coût de la décarbonisation. L'organisation des marchés ne dépend pas uniquement de la production. Il faut à un moment que les consommateurs eux-mêmes interviennent y compris comme potentiel de stockage. La discussion sur le stockage est encore très embryonnaire et c'est sans doute un manque.

Par ailleurs se pose la question de l'influence des lobbies qui se constituent autour des ENR : « Est-ce que les ENR ne captent pas une rente trop importante ? » Au Brésil, dans le cadre de la nouvelle organisation du marché brésilien (reposant sur des contrats de long terme attribués par enchères), on gère cette asymétrie d'informations avec des producteurs qui disent : « À moins de 200 € par mégawattheure, on ne peut rien faire ». On organise aussi des enchères pour garantir des contrats long terme aux projets ENR, ce qui conduit à des prix de rachat qui sont beaucoup plus compétitifs. Ce n'est pas un système totalement idiot. Donc nous passons de tarifs de rachat réglementés à ce que nous appelons « une compétition pour le marché ».

Voilà, j'ai trouvé la discussion vraiment intéressante, et je crois que cette articulation entre organisation des marchés de l'électricité, décarbonisation et prix des différentes technologies est absolument essentielle. On ne passera pas à une décarbonisation totale sans une refonte de la façon dont on a envisagé le marché de l'électricité en Europe pour les objectifs qui ne prenaient à l'époque absolument aucun compte de l'agenda de la décarbonisation. Il y a quelque chose là qu'il faut vraiment revoir très vite.

Marc Bussiéras : J'ai envie de vous proposer deux commentaires dans cette double dialectique : marché *versus* politique publique nationale ou européenne. Le premier quand je regarde ce que nous avons découvert ou redécouvert depuis cinq ans. C'était mentionné ce matin déjà dans les interventions : il y a cette dimension incontournable et fondamentale de structure technique sous-jacente du réseau. Nous ne sommes pas encore sur un nouveau paradigme, du moins pas tout de suite, où le système serait basé sur des petits systèmes locaux autonomes. Mais nous sommes sur un système différent de celui d'hier avec beaucoup plus d'acteurs locaux, de production locale, mais qui a besoin du réseau, qui a de plus en plus besoin du réseau qui offre de quoi être sur un système qui est globalement intégré s'il veut être économiquement performant. Or qui dit « réseau » veut dire tout de suite une gouvernance de long terme qui se rapproche de la « planification » et donc est loin de la conception initiale du marché. Nous sentons un peu quand même que l'on perçoit de plus en plus que le marché européen avait un petit peu oublié cette composante. À titre d'illustration, lorsque je regarde les chiffres allemands aujourd'hui, l'Allemagne nous annonce 60 milliards d'euros pour l'adaptation des réseaux sur les dix ans qui viennent selon une sorte de trois fois vingt. Vingt milliards d'euros pour les réseaux de distribution dans le scénario de référence ENR, dans l'étude qu'a publié, fin 2012, DENA, l'Agence allemande de l'énergie. Vingt milliards pour les grands couloirs Nord-Sud notamment du réseau à très haute tension avec Netzentwicklungsplan qui est un schéma de planification des réseaux qui était en juin 2013 en discussion quelque part entre le Bundestag et le Bundesrat. Et puis un autre 20 milliards sur l'Offshore-Netzentwicklungsplan, la planification des réseaux d'éolien offshore. Donc 60 milliards sur les dix ans qui viennent, cela montre bien l'ampleur de l'effort qui ne se situe pas dans la dimension européenne mais dans les dimensions locales, régionales, nationales de ce type d'infrastructures. Ceci dit, les acteurs prennent conscience que la vision tout marché qui était véhiculée il y a encore quelques années en a *de facto* pris un coup, qu'il y a ce besoin de réarticulation sur des politiques publiques et les acteurs nationaux et les acteurs locaux. Qui dit « réseau » dit aussi problèmes d'acceptabilité des nouvelles lignes que vous connaissez et ça ne se planifie pas si facilement ; il faut dix ans, si ce n'est plus, pour une nouvelle ligne haute tension. Première remarque donc : marché, mais aussi planification. Oui, il n'y a pas de planification que nous n'ayons collectivement redécouvert.

Deuxième remarque : ça a été précisé, le marché de l'électricité est en piteux état, ne permet pas de financer les outils bas carbone, même pas les autres d'ailleurs. C'est bien pour ça qu'ils ferment boutique. Nous voyons les cycles combinés gaz qui sont presque neufs, mis sous cocon aujourd'hui par les grands acteurs européens. Donc le marché est dans un piteux état et incapable de donner des signaux pour le long terme. Derrière, c'est en partie lié sans doute au *market design* de l'instrument carbone, le système des permis européens ETS.

À chaque fois que nous faisons un effort pour diminuer les émissions de carbone, le prix baisse, donc ça réouvre le jeu pour réémettre du carbone et c'est ce qui se passe concrètement où l'on voit la Grande-Bretagne, l'Allemagne, les Pays-Bas, faire tourner de plus en plus les centrales existantes au lignite et charbon et émettre de plus en plus. Donc il y a une inefficacité économique de l'instrument européen qui est manifeste. Et au-delà de cette inefficacité économique de court terme, bien entendu les acteurs y prennent goût au sens où les signaux économiques sont très clairs dans un sens, un carbone quasiment gratuit, alors que l'objectif européen de décarbonation des économies à très long terme n'est atteignable qu'avec du carbone qui coûte cher : on évoquait ce matin du 300 € la tonne.

Cette contradiction totale, si nous la maintenons, produit ces dégâts de court terme que je viens de mentionner. Au-delà du court terme, les acteurs cherchent à prolonger les

rentes afférentes et donc à faire durer ces signaux économiques. Nous voyons les débats autour d'ETS. Je ne suis pas sûr qu'on ait totalement fait le tour de l'ensemble des conséquences de cette disjonction complète entre les signaux économiques et les politiques climat-énergie. Cette contradiction a pour conséquence la multiplication des politiques nationales, des instruments nationaux qui ont été décrits, et au-delà, elle met potentiellement en péril la pérennité et le financement de ces politiques. Les régimes régulatoires qu'ils supportent ne sont pas des régimes européens mais des régimes nationaux et, en tant que tels, ils sont infiniment plus fragiles. Est-ce que je peux vivre durablement dans un système de libre-échange si j'ai un prix implicite de ma tonne à 50 € pendant que mon voisin est à 5 € ou est à 200 € ? On voit bien que les flux économiques, les flux d'échanges, vont perturber mes intentions de transition. Là aussi, si je reviens à l'Allemagne, j'ai été frappé en début d'année lorsque Peter Altmaier, le ministre de l'Environnement, a proposé de mettre un plafond sur les subventions aux renouvelables en les limitant aux 20 milliards actuels de 2013. Il a proposé quatre ou cinq mesures, et l'une des mesures était un prélèvement de solidarité sur les revenus garantis des ENR existantes. Ce qui, *de facto*, est une mesure rétroactive sur la rémunération de l'investisseur et ne peut qu'entraîner une perte de confiance dans tout régime régulatoire de promotion des ENR. Depuis, il est vrai qu'Angela Merkel a corrigé le tir en disant : « Non, pas question. » Mais le fait que, même en Allemagne, le ministre de l'Environnement propose un retour arrière sur le régime régulatoire en place est révélateur de la fragilité de ces régimes dans ce contexte de « bazar » européen et de contradiction complète entre ces signaux économiques et les objectifs de la politique climat-énergie. D'où mon interrogation sans aucunement prétendre vouloir un repositionnement du pilotage par le marché.

Pour conclure, j'ai été assez clair sur les conclusions que je tire de la place grandissante des réseaux sur le besoin accru de planification. Est-ce que nous pouvons, au niveau européen, nous passer d'un signal économique qui soit clair, quelle que soit sa forme, que ce soit ETS ou sur une autre ? Sur le prix du CO_2, je doute que ce soit possible d'y parvenir si nous continuons à avoir une expression du prix du CO_2 aussi basse et des politiques aussi ambitieuses de décarbonation. Dès lors nous aurons, d'une façon ou d'une autre, besoin d'une instrumentation qui sera forcément à dominante nationale, avec la multiplication des contradictions que nous constatons déjà aujourd'hui.

Patrice Geoffron, président : Première remarque : si un spécialiste de politique monétaire s'était glissé dans la salle, peut-être trouverait-il une certaine familiarité avec nos débats. Pour la gestion de grands systèmes monétaires comme celui de l'euro, c'est la limite de politiques de coordination essentiellement basées sur des grands ratios. De la même manière que la crise de l'euro s'explique par l'insuffisance du 3 %, du 60 % et de quelques autres règles, peut-être découvrons-nous que la convergence gérée par le « trois fois vingt » est nécessaire et non suffisante.

Deuxième observation : il me semble que nous sommes également en présence d'un problème de concordance des temps parce que nous nous devons d'appliquer dans la décennie 2010 une politique qui a été décidée dans la décennie 2000 assez largement, c'est-à-dire avant la crise. Nous avions à Dauphine, tout récemment, une conférence tout à fait intéressante sur la politique allemande durant laquelle un député du Bundestag est venu nous expliquer notamment les soucis qui commençaient à se poser en termes de soutenabilité, pour les ménages, du fait des augmentations du prix de l'électricité résultant de la politique ENR et de sortie du nucléaire et en termes de compétitivité pour les gros industriels qui est particulièrement préoccupant, qui commencent à poindre. Un collègue italien de la Bocconi mettait en lumière l'effet consolidé de la dette de la collectivité vis-à-vis des entreprises électriques en matière d'engagement sur les renouvelables, effet qui n'est pas du tout de second ordre par rapport à la dette souveraine en Espagne et en Italie.

Il me semble donc qu'on a également là un réel sujet de préoccupation dans les différents pays engageant un développement à marche forcée des ENR.

Enfin, troisième observation, vous avez ce matin appelé de vos vœux une implication des SHS dans ce débat. À l'évidence, nous sommes là dans un degré de complexité qui n'est pas de second ordre. C'est également le cas par rapport à la complexité de ce qui se joue dans les sciences de l'ingénieur (sur les réseaux, sur le stockage, sur les nouvelles technologies). Et il va donc falloir être capable d'établir un corps de règles. Il faudra effectivement des économistes, il y en a quelques-uns, des juristes également, des sociologues et autres.

Dialogue dans la salle.

Amy Dahan du centre Koyré : Je voudrais savoir si on peut aujourd'hui, rétrospectivement, avoir une véritable explication de pourquoi cet échec du marché du carbone européen, pourquoi cet effondrement total ? Au début, on avait dit que la cause était une distribution laxiste des permis… Où est-ce qu'on en est ? Pourquoi ?

Jean-José Wanègue de la revue *Énergie & Développement durable* : Quid de ce qui se passe actuellement avec la montée en puissance du gaz de schiste aux États-Unis, donc qui fait qu'effectivement les États-Unis exportent du charbon vers l'Europe. On met sous cocon les centrales à gaz. Certains prédisent que l'effet va être durable, c'est-à-dire que le bas coût du gaz de schiste serait durable. D'autres disent : « Non, ça ne durera pas aussi longtemps. » Est-ce que nous avons quelques scénarios sur du court terme, sur les cinq ans qui viennent ?

Sylvie Alexandre du CGEDD : Je voudrais poser une question à M. Christian Egenhofer qui nous a dit qu'une partie de l'acceptabilité de la transition allemande réside dans le fait que les Allemands sont contents de pouvoir contrôler leurs ressources nationales et valoriser leur énergie nationale. Alors, en ce qui concerne la biomasse, je voudrais introduire un petit bémol là-dessus. Un certain nombre d'études ont déjà été faites, notamment par l'Université de Hambourg, qui montrent que l'Allemagne ne peut être autosuffisante en biomasse forestière en particulier. Elle en importe déjà pour faire tourner des centrales de cogénération électrique, comme d'ailleurs les pays du nord de l'Europe. Ma question est de savoir comment ce concept de contrôle des ressources nationales peut être compatible avec la nécessité dans les années à venir d'importer des masses croissantes de combustibles biomasse.

Patrick Geoffron : Merci. Qui prend la première question ?

Richard Baron : Je pense qu'il y a une bonne vingtaine d'interprétations différentes. C'est un marché qui a été créé dans les règles de l'art, certes avec une surallocation au départ mais qui s'est pris un choc massif de baisse de la demande de permis avec la crise qui a entraîné une baisse de la demande d'électricité, une baisse de la demande industrielle, avec dans les deux cas un effet de baisse des émissions. Le prix s'est donc effondré et, là, il n'y a pas beaucoup de miracles à attendre. Le problème qu'il y a, c'est que, à la différence des autres systèmes (Australie, etc.) qui ont été créés après le système européen, nous n'avions pas anticipé ce que nous devions faire dans le cas d'un tel choc. Donc tout l'effort maintenant à fournir au moment de la crise, c'est essayer de réfléchir comment on met des mécanismes de rappel pour s'assurer qu'on aura un prix qui sera plus en ligne avec les objectifs ultimes qu'on a et qui fixerait à long terme vers 300 €. Le gros problème que nous avons, c'est que nous n'avons aucune influence de l'objectif très contraignant à l'horizon 2050 dans le prix tel qu'on le voit aujourd'hui. Or la contrainte, elle, reste réelle.

Georg Zachmann : Peut-être sur les ETS encore. My view is, like different things, that the ETS is a mechanism that has worked very well. It essentially delivered what it was

supposed to deliver, the carbon reduction as Monsieur Baron has said. But there has been the crisis, there has been less demand. I think the problem that the ETS currently has is a lack of credibility because the ETS is foreseen to run indefinitely in time. But given the objective of reduction by four times in 2050 the overall allocation within the ETS should be in order of some 60 billion tons of CO_2 up by 2050. If so, everybody would believe into this system and as soon as today, ETS prices would reach much higher levels in the emissions trading system. The problem is that nobody believes that ETS is a stable system because policy makers can infringe the credibility of the system by putting new credits in, by using flexibility mechanism, and other things. If it were possible to isolate the ETS from political infringement in an effective way and makes it like a constitution-type system that runs according to a State legitimacy, the price would be today much higher and it would allow to synchronize decarbonization decisions between countries, between sectors and over time, which is much better than any carbon text could do because the carbon tax could not take into account the possibility of reducing more CO_2 early on, in order to have more allowances later on, as the ETS with a long term previsibility could allow.

Christian Egenhofer : Sur la question de l'ETS, Georg, je suis en désaccord avec toi. Je voudrais dire que, pour l'instant, l'ETS est un système, un marché qui est créé par les gouvernements, par les régulateurs. C'est toujours les régulateurs qui font le cadre, qui font la règle. Alors, nulle possibilité de réformer quelque chose. Si l'on estime possible par exemple de créer une sorte de banque centrale européenne pour l'ETS et faciliter les arbitrages avec le futur, à mon avis, ce n'est pas réaliste, mais le problème comme Richard a dit, a été l'effondrement de la demande de permis. Pour l'instant, l'ETS ne peut donner qu'un signal de court terme sur la Trading Commitment Period, mais aussi en principe par l'allocation jusqu'en 2020. Là, il y aurait un signal de moyen parce que vous savez la quantité d'EU Allowances que vous aurez. Mais ça ne marche pas, ça ne donne aucun signal à long terme pour plusieurs raisons. La raison principale, c'est que le Long-Term Target de l'Union n'est pas aligné avec l'ETS Long-Term Target. Il faudrait mettre les deux ensemble.

Pour ma réponse sur la biomasse ensuite, il y a bien derrière une conception de *resource nationalism,* celui-ci ne justifie pas nécessairement que l'on a 100 % de ressources nationales, c'est juste le fait de concevoir de mieux gérer sa dépendance des ressources, et une grande partie est constituée de ressources nationales. Pour l'instant, ça se fait sur l'éolien et le solaire. Et la biomasse, la stratégie biomasse de l'Allemagne, comme la stratégie biomasse de l'Union européenne, c'est largement dysfonctionnel. C'est tout à fait politique. Ce n'est pas basé sur beaucoup d'effets. Il faut faire un peu plus attention. Alors c'est plutôt une politique, une généralité qui se réformera très bientôt.

Patrick Geoffron : Sur la question du gaz de schiste.

Marc Bussiéras : Sur les gaz de schiste américain, peut-être deux points. D'une part les cœurs d'expertise aujourd'hui. Des analystes nous annoncent des disponibilités durables, quand je dis « durables », c'est vingt ans et au-delà, à des coûts compétitifs, qui à terme seront de l'ordre de 5 ou 6 $ par millions de BTU, c'est-à-dire la moitié du prix européen actuel, donc ceci est la perspective américaine qui permet une diminution mécanique des émissions, car ils sortent de leurs centrales charbon pour basculer vers le gaz qui est moins cher, et ils nous envoient leur charbon à bas prix. Donc ce sera un mécanisme qui est à l'œuvre, aujourd'hui : est-il pour autant « durable » sur le très long terme au-delà de quinze ans ? La question reste posée. L'autre caractéristique du mouvement actuel sur les marchés gaziers, c'est qu'à côté de ces 5 ou 6 $ BTU annoncés le coût du transport vers l'Europe ou au-delà est du même ordre de grandeur, du type 5 $ pour toute la chaîne de liquéfaction, transport et gazéification. Autrement dit, il n'y a pas de grandes perspectives d'exportation qui changeraient complètement la donne et qui, de par

l'intégration des marchés des deux régions, feraient s'envoler le prix côté États-Unis, vu le coût du transport. De même les éventuelles exports américaines changeraient peu la donne en Europe.

Dominique Finon : En revenant au cas américain, il y a aussi le fait, avec le niveau de prix actuel, que beaucoup d'efforts en matière de développement des technologies bas carbone ont été plus ou moins abandonnés. Il y avait des projets de centrales avec CSC, qui ont été reportés. De même pour les centrales nucléaires : il n'y a qu'un projet de deux réacteurs qui a été lancé, alors qu'il y aurait pu y en avoir douze ou treize parce qu'une loi américaine de 2005 définit une combinaison de trois appuis aux techniques bas carbone, nucléaire et CCS au même titre que pour des équipements à base de renouvelables. Donc il y a un vrai problème, j'allais dire presque une théorie économique.

Il y a une surprise technologique : le gaz de schiste, très peu cher pour l'instant, mais qui, à mon avis, devrait augmenter assez vite. Comme vient de le dire Marc, les Américains sont très contents de montrer aux Européens qu'ils ont fait baisser plus qu'eux leur intensité carbone grâce au gaz de schiste. Mais on est tout de même frappé, quand on regarde les États-Unis qui sont un pays avec une très faible gouvernance, qu'en matière de politique carbone, ils sont incapables de mettre en œuvre une politique carbone contraignante et suivie. Il y a des initiatives des États à droite, à gauche qui peuvent jouer, notamment les Clean Energy Obligation ou les Renewables Portfolio Standards RPS, pour développer des renouvelables, mais c'est tout. On ne voit pas encore le niveau fédéral agir efficacement par l'échec de la loi prévue sur un ETS à l'américaine. Ce que je veux souligner ici, c'est que le gaz de schiste n'est que temporaire, c'est un apport de vingt ou trente ans. Pendant ce temps-là, les Américains ne vont pas faire grand-chose. Nous qui avons du gaz de schiste beaucoup plus cher en Europe, nous sommes subjugués par l'exemple américain. Il y a un vrai débat en Angleterre actuellement entre le ministère des Finances et le ministère de l'Énergie pour savoir si le Royaume-Uni s'embarque dans cette politique de décarbonation très volontariste, et sans doute coûteuse, ou si l'on se focalise sur l'usage du gaz dans la production électrique. Mais nous aurions peut-être tort d'abandonner l'effort direct engagé en Europe sur le déploiement des technologies ENR et bas carbone.

Richard Baron : Juste un point rapide sur le gaz de schiste. Il semblerait qu'aux États-Unis le charbon fasse un retour dans la production d'électricité, donc il ne faut pas se réjouir trop vite de l'effet sur le CO_2. Par ailleurs, c'est vrai qu'il y a une absence totale de politique et énergétique et climatique aux États-Unis et il y a un effet d'aubaine avec le développement des ressources de gaz de schiste, mais viendra le moment où les efforts devront reprendre après. Faut-il attendre ? Ce que conduit à penser le court-termisme américain. Par ailleurs, dans le monde des renouvelables aux États-Unis, il y a deux effets du gaz de schiste. Il y a l'effet que le gaz de schiste permet de beaucoup baisser le prix de l'électricité dans un sens. Ça rend moins douloureux le surcoût des ENR parce qu'on paie moins l'électricité que ce qu'on la payait avant et que le surcoût ENR payé par les consommateurs qui augmente donc est réparti entre tous les MWh vendus. En revanche, ça pousse aussi, en tout cas au niveau des États conservateurs, à remettre en cause toutes les politiques locales du soutien aux ENR en disant : « Elles sont beaucoup trop chères par rapport à ce qu'il est possible de faire avec le gaz de schiste. Il faut arrêter de faire cela tout de suite, c'est une perte de ressources. » Donc cet effet contradictoire du gaz de schiste sur les ENR comme le retour du charbon sont à suivre attentivement.

Patrick Geoffron : En tout cas, il me semble qu'il y a un point que les Européens doivent bien avoir à l'esprit. Il y a beaucoup d'incertitudes sur les questions de prix et sur l'effet en termes de compétitivité. En revanche, comme le montre le dernier *World Energy Outlook* de l'AIE sur un graphique tout à fait frappant de comparaison de l'évolution de

l’indépendance énergétique en termes d’importations de gaz et de pétrole entre les États-Unis et celle de l'Europe, de la Chine et de l'Inde, on voit des évolutions très différentes entre le premier qui retrouve une quasi-indépendance et les trois autres régions ou grands pays. Les Européens, dans leur transition, doivent prendre également en considération cet élément de nature géopolitique, notamment parce que nous n’avons pas la garantie qu’en 2035, qui est l’horizon de cette comparaison, les porte-avions américains seront encore présents dans le détroit d’Ormuz, notamment si les États-Unis venaient à élire un président conservateur.

Rapport de synthèse par Fabienne Salaun

Des décisions structurantes ont été prises ces 20 dernières années en Europe dans le secteur énergétique : passage d'un régime monopolistique à un régime de marché, adoption du paquet énergie-climat, redéfinition par les États membres de leur politique énergétique. Le secteur électrique est essentiel dans la conduite de ces politiques qui ont été cependant lancées sans considération de l'objectif d'intégration du marché. Cela soulève La question de la soutenabilité de Transitions Énergétiques affranchies de l'objectif d'intégration, et réciproquement de la cohérence et la pertinence de l'édifice européen pour infléchir les choix nationaux dans un sens plus intégré. C'est le thème de la table-ronde « Investir sur le long terme et guider la main invisible du marché en Europe ? » à l'occasion de laquelle les présentations de C. Eghenofer (CESP), D. Finon (CIRED) et G. Zachman (Bruegel), commentées par D. Baron (IEA), M. Bussiéras (EDF) et P. Geoffron (CGEMP-Dauphine) ont mis en lumière les différentes tensions créées par ce clivage et esquissé de premières pistes de réflexion.

La coordination par le marché est inefficace du fait du défaut d'articulation du court et du long terme dans un secteur électrique

En régime de marché, l'enjeu est d'articuler l'horizon du long terme qui est celui des investissements, avec celui du court terme, la formation des prix sur les coûts variables, afin de rémunérer les actifs et inciter aux investissements. Or, les objectifs ENR induisent un dualisme de régime d'entrées entre capacités subventionnées et capacités entrées par le marché avec les conséquences qui s'ensuivent :

1. Des distorsions de prix puisqu'avec des coûts variables quasi-nuls et le bénéfice de la priorité d'injection, ces ENR qui produisent pendant un nombre croissant d'heures dans l'année, tirant tendanciellement les prix à la baisse. Un double squeeze des moyens conventionnels et plus largement les moyens non ENR en résulte : de moindres prix collectés et sur un moins nombre d'heures dans l'année.

2. Les épisodes de prix négatifs se multiplient, aggravant la baisse du prix et révélant l'inefficacité d'un appel par les marchés horaires fondé sur des signaux de court terme.

3. La volatilité des prix s'amplifie, du fait de la variabilité des productions des ENR intermittentes et de la priorité d'injection dont ils bénéficient.

L'instabilité des marchés électriques et leur faible prévisibilité se sont accrues avec le choc de baisse de demande induit par la crise et la poursuite des politiques ENR sans considération des nouvelles conditions du marché.

La coordination par le marché ne pourra ni guider ni rémunérer les investissements du secteur électrique dont l'intensité en capital doit s'accroître si l'on doit développer plus avant les ENR et les technologies bas carbone, mais pas seulement.

En effet c'est à une double intensification du capital à laquelle : une part croissante d'ENR et de technologie bas carbone dont la charge en capital est élevée d'un côté, une augmentation de la part des charges en capital de la capacité thermique appelée sur moins d'heures dans l'année de l'autre côté. Plus les technologies bas carbone subventionnées ou encadrées par des contrats de long terme vont pénétrer les mix électriques, plus la distorsion du signal de prix va s'aggraver et plus ce dernier sera inefficace pour inciter à investir. Cette question de la coordination par le marché est d'autant plus prégnante que le signal prix du carbone est lui-même contingent de cette pénétration des ENR.

Le contexte actuel est caractérisé par la dés-optimisation des parcs, l'impossibilité pour les acteurs de rémunérer leurs actifs avec les seuls prix de marché, l'apparition de nouveaux aléas nés de l'intermittence. Le contexte très spécifique de décisions d'investissement dans le secteur électrique nécessite déjà que les entreprises affinent leur anticipation de long terme du système, et de leur revenu pour gérer leurs risques, mais elles ne peuvent plus y parvenir, tant les entrées par appui sur les politiques publiques rendent incertains ces revenus à attendre. C'est incertain car le marché (qui est sur un pas horaire dans l'électricité) est réduit à un rôle de dispatching économique à court terme. Les trajectoires des mix électriques nationaux ainsi que les effets de leur intégration marchande à l'échelle européenne ne sont pas anticipables.

Le secteur électrique ne peut se concevoir qu'à long terme et l'interconnexion des systèmes induit une dépendance mutuelle des États membres dont les choix créent des perturbations techniques et économiques mutuelles dans le fonctionnement normal de chacun des marchés qui sont de plus en plus intégrés. Leur correction à la seule maille nationale (par exemple avec le choix d'un type de mécanisme de capacité pour inciter à plus d'investissement) aggrave encore l'effet sur les autres. Il faudrait pourtant de telles corrections, notamment de passer d'un régime de concurrence fondé sur le marché à court terme à un régime de concurrence fondé sur des arrangements contractuels de long terme. Un degré minimal de planification articulant développement des réseaux et des capacités de production, ainsi que des interconnexions entre systèmes, est également nécessaire et sera plus aisé dans le second régime.

Les dimensions nationales des Transitions Énergétiques conduisent à la fragmentation plus qu'à l'intégration du marché et appelle un besoin croissant de coordination interne et entre pays

Les Transitions Énergétiques (TÉ) reposent sur des choix nationaux définis sous la contrainte des directives énergie-climat mais sans considération de l'intégration européenne, avec la fragmentation qui en résulte. Les cas allemand de l'Energiewende, français de la Transition Énergétique, anglais de l'Energy Market Reform montrent l'influence majeure qu'ont les paramètres de politique intérieure, conduisant à des priorités contrastées et des combinaisons différentes d'outils régulatoires. Un jeu non coopératif s'est mis en place tant entre les États membres et leurs opérateurs, ainsi qu'entre les États membres, mais aussi entre les États membres et l'UE qui conserve un objectif fort d'intégration des marchés dominé par les principes des politiques de la concurrence.

Pour gérer les effets de leurs choix et ceux de leurs voisins, dans un cadre de marché réduit à ne guider que les exploitations des équipements en place par ordre de coûts variables, les dispositions nationales conduisent à la fragmentation entre les dynamiques d'investissement et de choix technologiques propres à chaque État. Le développement soutenu des ENR est venu aggraver les difficultés rencontrées par le régime de marché avec l'abandon de presque tous les projets de centrales conventionnelles et la fermeture des dizaines de GW de capacités à peine amorties. Ces actifs existants ayant pourtant une valeur pour le système (flexibilité, offre en pointe), les États membres envisagent des dispositifs ad hoc (mécanisme de capacité) pour corriger les effets inattendus de leur choix et de ceux de leurs voisins, avec la fragmentation qui en résulte.

L'intégration du marché peut améliorer l'efficacité des Transitions Énergétiques pour le système européen, mais que pour les coûts de court terme par les possibilités d'échanges accrus entre systèmes. Des TÉ autarciques, s'accompagnant ou non d'une réforme du régime de marché, seront

inefficaces en négligeant les bénéfices de mise en commun des ressources de flexibilité et de capacités de réserve en pointe tandis que mieux coordonnées, elles renforceront le rôle de dispatching économique de court terme du régime de marché dans son design actuel.

L'intégration des marchés peut réduire le coût global d'exploitation de l'ensemble des système, la question du développement des réseaux et des infrastructures d'interconnexions étant structurante pour accompagner le développement des ENR : plus leur part progresse dans le mix, plus il y aura besoin de renforcer les réseaux. Auquel cas, plus il y a d'investissements de réseaux, plus le bénéfice qui peut en résulter dépend d'un développement soutenu des ENR. C'est un optimum de second rang que l'on pourrait rechercher sous la contrainte de développement imposé de ENR non compétitives.

L'absence d'articulation des trois volets du paquet énergie-climat a généré un troisième niveau de tension dont les effets futurs sont très incertains

Le paquet énergie-climat articule trois objectifs dont la cohérence n'est pas assurée : les politiques de développement des ENR interfèrent avec le long terme en distordant les prix de marché. Quant aux effets des futures politiques d'efficacité énergétique, ils sont très incertains. Des contradictions apparaissent qui génèrent des tensions sur les marchés de l'électricité et du CO2. La réforme du régime de marché ne pourra pas non plus faire l'économie d'une réflexion sur la mise en cohérence des outils de la politique de décarbonation.

La poursuite de plusieurs objectifs obère l'efficacité du principal outil, l'EU ETS. Premier outil commun de la politique énergie-climat, d'autres outils sont venus se plaquer à ce dernier. Les deux volets du paquet que sont l'efficacité énergétique et le développement des ENR s'appuient en effet sur différents instruments économiques déclinés de façon variée par les EM. C'est un « mille-feuilles » institutionnel qui se met en place avec des conséquences telles que l'effondrement du prix de marché du CO2 et de l'électricité, accru pas le contexte de crise économique et industrielle depuis 2008. Un paradoxe est là : le signal prix du premier outil économique de décarbonation de l'UE a été incapable d'empêcher la substitution de production–charbon par des productions-gaz avec l'arrivée des charbons américains à prix réduit. Il aurait fallu que le prix du carbone augmente à 40€/tCO2 sous l'effet de la demande accrue de crédit carbone. C'est comme si la déficience de l'outil se reflétait dans une incitation à utiliser des technologies émettrices.

Des externalités n'ont pas été anticipées dont la correction passe par une redéfinition des objectifs du paquet énergie-climat. C'est un des enseignements actuels : la poursuite de plusieurs objectifs avec différents instruments économiques créée des effets collatéraux inattendus : outre qu'il faut réformer le régime de marché actuel, c'est une remise à plat du paquet énergie-climat qui est nécessaire pour considérer qu'un seul objectif, un prix du CO2 à long terme, permettra d'orienter efficacement les investissements. Mais est-ce possible ? Certains des panelistes en doutaient, et proposaient seulement de travailler sur ce régime combinant planification et attribution centralisée de contrats de long terme pour toutes les technologies.

Énergie, emploi et modes de croissance, session présidée par A. Bénassy-Quéré

Agnès Bénassy-Quéré : Je suis professeure à l'École d'économie de Paris et nouvelle présidente déléguée du Conseil d'analyse économique. Je remercie les organisateurs de m'avoir sélectionnée pour présider cette session sur un sujet que j'ignore presque entièrement, puisque ma spécialité c'est l'économie monétaire internationale. Je pense que c'est pour cela que j'ai été choisie. Il doit y avoir des points communs.

Le sujet m'intéresse au plus haut point. Au Conseil d'analyse économique, naturellement, nous nous intéressons de très près à l'emploi, à la croissance et même à l'énergie, et nous avons sorti, le mois dernier, une note que peut-être vous avez vue, *Énergie et compétitivité*, avec trois coauteurs, Dominique Bureau, Lionel Fontagné et Philippe Martin. Le message général de cette note, c'est que l'évolution à venir du prix de l'énergie et encore plus la transition énergétique à court terme pour les entreprises constituent un coût, c'est inévitable. Ils ont chiffré ce coût en termes d'exportation des entreprises françaises. Ils obtiennent quelque chose de tout à fait substantiel, puisque, en gros, 10 % de plus sur le prix de l'électricité en France réduit la valeur des exportations moyenne de 1,9 %, donc si nous avons +20 %, cela donne -4 % sur les exportations et si nous avons +40 %, ce qui correspond à un certain scénario, nous avons -8 % sur les exportations. Tout cela est linéaire, bien sûr, avec des marges d'erreur tout à fait considérables. Donc c'est un coût important pour les entreprises, naturellement très mal réparti selon les entreprises, selon leur intensité énergétique. Vous savez tout ça par cœur. Mais ce qui met en balance, ce sont les signaux du prix de l'énergie avec l'idée que, bien évidemment, il ne faut pas attendre le dernier moment avant d'avoir la falaise de prix qui se présente à nous mais faire les choses progressivement de manière que les entreprises et les consommateurs adaptent leur mode de production et leur mode de consommation et pourquoi pas ainsi gagner le temps dans la concurrence internationale. C'est donc dans l'esprit de cette note que je vous invite à télécharger sur le site du Conseil d'analyse économique.

Cette minute de publicité étant refermée, je voudrais donc ouvrir la séance. Nous avons trois intervenants principaux qui sont Philippe Quirion du Cired, qui va commencer, suivi par Pierre-Noël Giraud, du Cerna, et Patricia Crifo, de l'université de Nanterre et Ceco. Tous les trois vont s'exprimer sur la question de l'emploi. C'est une session extrêmement bien ciblée. C'est très intéressant parce qu'on entend des choses totalement polarisées sur le sujet. Donc, c'est très utile. Je les remercie de mettre de l'intelligence dans un sujet aussi polémique. Nous aurons ensuite la table ronde avec Claire Tutenuit, Alain Mestre et les intervenants.

P. Quirion : L'effet net sur l'emploi de la transition énergétique en France : une analyse input-output.

Centre International de Recherche sur l'Environnement et le Développement

C.I.R.E.D.

L'effet net sur l'emploi de la transition énergétique en France : Une analyse *input-output*

Philippe Quirion

Chargé de recherches au CNRS, CIRED

21 juin 2013

Philippe Quirion : Je vais vous présenter une étude consacrée à l'effet sur l'emploi d'un scénario particulier de transition énergétique pour la France à l'aide d'une analyse input-output étude de « contenu en emplois ».

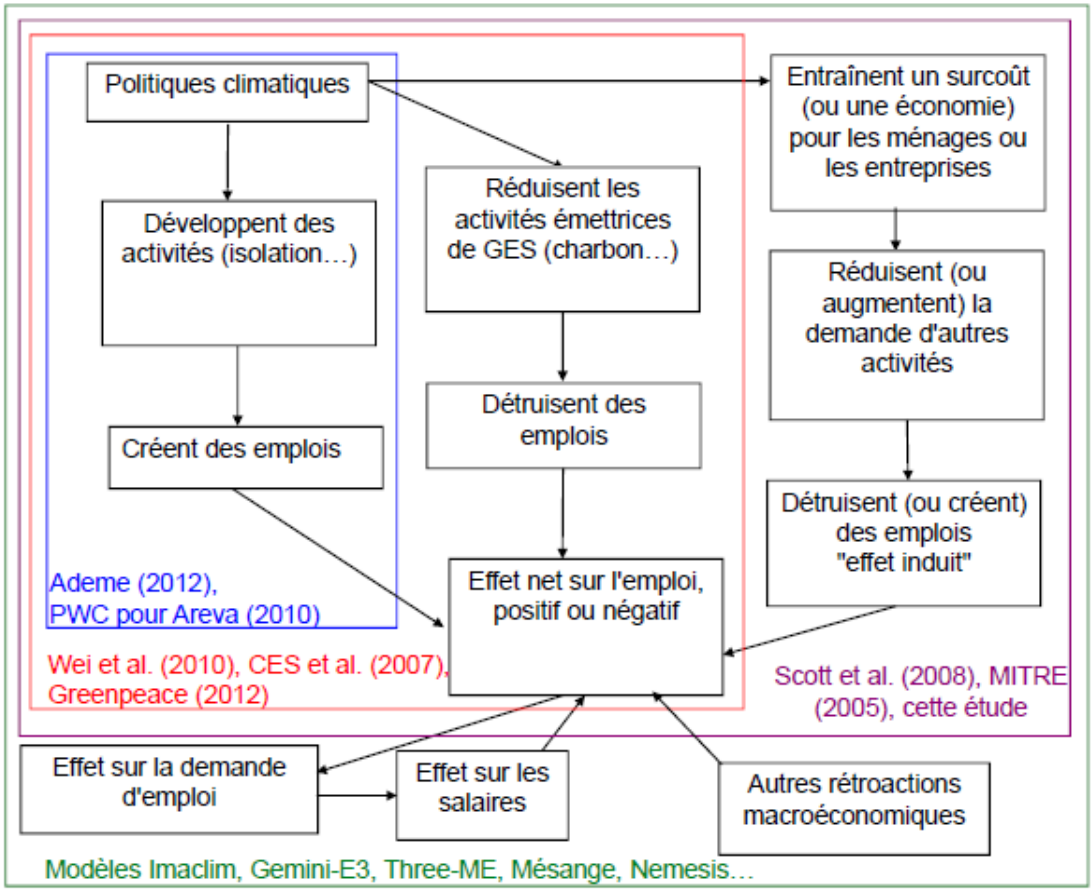
Plan

1. Tour d'horizon des études sur le sujet
2. Une étude "de contenu en emploi" : méthode
3. Résultats

Je précise que le sujet d'impact sur l'emploi des politiques de protection de l'environnement était mon sujet de thèse que j'ai réalisée sous la direction de Pierre-Noël Giraud ici présent voici quelques années, mais c'était sur d'autres politiques environnementales. Ici c'est sur l'énergie.

1. Tour d'horizon des études sur le sujet

De façon classique, je vais d'abord situer à nouveau cette étude particulière au sein de la vaste galaxie de celles qui portent sur les conséquences sur l'emploi des politiques climatiques, énergétiques ou d'environnement, avant de présenter ma méthode et ses résultats.



Vous avez certainement vu énormément de chiffres qui paraissent contradictoires quant à l'effet sur l'emploi des politiques énergétiques, climatiques ou d'environnement. Les variations proviennent de périmètres différents, de méthodes qui le sont également, mais, souvent, les études ne se posent pas la même question. Vous avez d'abord des travaux qui portent simplement sur la quantification des emplois créés par certaines activités ou certaines politiques. Évidemment, si l'on fait une politique climatique, nous allons, par exemple, isoler des logements, et ça va créer des emplois. Donc, vous avez des travaux qui quantifient ces créations d'emplois. Par exemple, environ tous les deux ans, l'Ademe sort une étude sur les emplois dans les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique. Mais, en même temps, ces politiques climatiques vont réduire d'autres activités, par exemple, la filière charbon et donc détruire les emplois. Vous avez une deuxième famille d'études qui vise à calculer un effet net en soustrayant ces emplois détruits aux emplois créés et qui se base sur des ratios du type combien d'emplois par tep produite par différentes techniques ou par mégawattheure ou par mégawattheure économisée si l'on prend en compte des techniques économisant l'énergie. Donc vous avez, par exemple, une étude qui a été faite par la Confédération européenne des syndicats à laquelle Syndex a beaucoup participé. De même, le scénario de Greenpeace a fait l'objet de ce type de quantification sur une partie de son périmètre.

Le problème et la limite de cette méthode qui est pointée, par exemple, par Huntington de l'Energy Modelling Forum, c'est que, si vous l'on compare différentes filières de production ou d'économie dont l'une est plus coûteuse que l'autre, on crée un biais en faveur de cette technique la plus coûteuse. Comme les deux tiers de la valeur ajoutée, c'est du coût salarial, si l'on a une filière qui coûte deux fois plus qu'une autre, il y a quand même de bonnes chances pour que cette filière plus coûteuse crée plus d'emplois

par mégawattheure, mais il faudra bien que certains agents économiques paient ce surcoût. Par conséquent, ces agents vont réduire leurs dépenses dans d'autres activités d'où une destruction d'emplois. C'est ce que j'appelle ici « l'effet induit » et que je prends en compte comme d'autres bien sûr, c'est-à-dire je prends en compte le fait que certains agents économiques, en général les ménages, payent le surcoût dans le cas du scénario le plus coûteux, soit comme contribuable, soit comme consommateur, soit comme actionnaire. Bien sûr, il est très important en termes d'inégalités de savoir dans quelle mesure c'est le contribuable, le consommateur ou l'actionnaire qui paie, mais pour calculer l'effet sur l'emploi ici, c'est du second ordre. Donc, dans le scénario le plus coûteux, nous avons un effet induit négatif, une destruction d'emplois que j'ajoute aux autres. Ce n'est pas encore complètement la fin de l'histoire parce qu'il y a d'autres rétroactions macroéconomiques qui ne sont pas prises en compte par ce type d'études et en particulier par celle que je vais vous montrer maintenant.

Par exemple, si l'on augmente la demande d'emplois, cela fera augmenter les salaires. Cette hausse des salaires peut détruire des emplois ailleurs dans l'économie ou, au contraire, elle peut, par un effet de relance de type keynésien, créer d'avantages d'emplois ailleurs dans l'économie. Là, des modèles différents plus ou moins keynésiens, plus ou moins néoclassiques, vont réagir de manière opposée face à ce type de hausse des salaires.

De même, si l'on réduit les importations de produits pétroliers dans certains modèles économiques pour lesquels la balance commerciale est fixée à un niveau exogène, ça va obliger à exporter moins ou à importer plus d'autres choses, ce qui va détruire de l'emploi. Dans d'autres modèles macroéconomiques, ça ne sera pas le cas. Donc nous avons là beaucoup de rétroactions macroéconomiques donc toute une richesse qui n'est pas prise en compte dans l'outil que je vais vous présenter mais qui est prise en compte parfois de manière opposée entre les différents types de modèles macroéconomiques. Et, par ailleurs, la supériorité de la méthode que j'utilise par rapport à la plupart des modèles macroéconomiques, c'est la désagrégation. J'utilise un modèle à 118 secteurs alors que la plupart des modèles macroéconomiques sont limités à une quinzaine de secteurs en général pour le secteur productif. Tout ça pour dire qu'il n'y a pas une bonne et une mauvaise méthode. Il y a différentes méthodes qui ont chacune des forces et des faiblesses et, donc, il est intéressant de regarder l'ensemble de ces résultats avant de se faire une opinion.

2. Une étude "de contenu en emploi" : méthode

La méthode, c'est ce que j'appelle une « étude de contenu en emplois ». Le contenu en emplois tel que je le définis, ce n'est pas le nombre d'emplois par mégawattheure, c'est le nombre d'emplois par millions d'euros de dépense. Ceci pour ne pas biaiser en faveur des résultats, en faveur des techniques les plus coûteuses.

Alors, si l'on se souvient vaguement d'avoir entendu parler de la théorie de la valeur travail de Ricardo, on peut se dire : « Mais pourquoi est-ce que, quand on dépense un million d'euros dans une branche et une autre branche, nous n'avons pas le même nombre d'emplois ? » Pour plusieurs raisons. Parce que nous avons des taux d'importation différents entre les branches. Parce qu'il y a une intensité capitalistique différente, des différences de taux de profits et de salaires, des rentes de ressources naturelles, des rentes foncières : toutes ces raisons ont fait que la théorie de la valeur travail ne peut pas s'appliquer. Alors comment est-ce qu'on calcule ce contenu en emplois ?

Le contenu en emploi : nombre d'emplois par million d'euros

- Pourquoi le contenu en emploi diffère entre secteurs :
  - Taux d'importation
  - Intensité capitalistique
  - Différences de taux de profit ou de salaires
  - Rentes de ressources naturelles, rente foncière…

- Comment le calculer ?
  - Emplois directs : ratio emploi/CA par branche
  - Le problème : les emplois indirects
    - Ex. automobile → acier
    - → plastiques
    - → équipements automobiles…
    - → plastiques
    - → électronique…
  - La solution : le tableau entrées-sorties (TES)

Il est facile de regarder ce qu'on appelle « les emplois directs », c'est-à-dire, par exemple, si l'on dépense pour un million d'euros d'automobiles, il est facile de voir combien d'emplois ça crée dans la branche automobile. Mais si nous nous limitons à cela, nous oublions que la branche automobile achète aussi de l'acier, elle achète des plastiques. Elle achète à la branche équipement automobile qui elle-même achète des plastiques, de l'électronique, etc. Heureusement, dans la comptabilité nationale, nous avons un outil qui permet de prendre en compte ces interactions qui s'appelle « le tableau entrées-sorties » et qui a été l'outil de base qui m'a servi pour mon étude.

Méthode

- Calcul des emplois créés et détruits *en France* par le scénario négaWatt *par rapport au scénario tendanciel*
- Pourquoi le scénario négaWatt ?
- Effet net = somme de 3 éléments :
  - Emplois créés (ex. fret ferroviaire)
  - Emplois détruits (ex. fret routier)
  - Effet induit : (> 0 si nW moins coûteux, < 0 sinon). Surcoût ou économie nette → variation de la consommation des ménages
- Etapes :
  - Calcul du contenu en emploi de chaque branche (118)
  - Pour chaque "activité" :
    - Chiffrage du coût des 2 scénarios
    - Répartition du coût entre les branches
  - Au final : même dépense agrégée, répartition différente
  - Effet net sur l'emploi : dépend du contenu en emploi des branches en développement & en régression

Ce que j'ai fait ici, comme je l'ai précédemment expliqué, c'est que j'ai pris un scénario particulier, en l'occurrence le scénario négaWatt, un scénario de la famille Sobriété, qui a été brossé tout à l'heure par Patrick Criqui, qui a l'avantage de présenter un pas de temps annuel et, d'autre part, un grand niveau de détails sur les variables physiques en termes de tonne-kilomètre, de passager-kilomètre, de mètres carrés rénovés à un certain niveau d'ambition, etc. Donc, c'est un scénario purement physique auquel je rajoute un niveau d'analyse économique.

Ce que je vais vous présenter, c'est l'effet net qui est la somme de trois éléments. Je précise que je compare le scénario négaWatt, non pas à une année passée dans ce que je vais vous présenter mais au scénario tendanciel qui a été construit de la même manière que le scénario négaWatt et qui est globalement assez proche du tendanciel de la DGEC. Donc les effets sur l'emploi en comparaison entre ces deux scénarios, c'est la somme de trois éléments. Des emplois créés, par exemple : vous avez plus d'emplois dans le fret ferroviaire dans le scénario négaWatt. Des emplois détruits : vous avez moins d'emplois dans le fret routier. Et puis ce fameux effet induit sur l'emploi qui va être positif s'il s'avère que le scénario négaWatt est moins coûteux que le tendanciel et qui va être négatif dans le cas contraire. Cela, je ne le sais pas à l'avance. Pour calculer cet effet induit, je dois faire certaines hypothèses et je suppose, dans la variante centrale que je vais vous présenter ici dans le document papier et ensuite il y a des analyses de sensibilité sur ce point, que je me base sur les hypothèses suivantes : je considère que ce surcoût ou cette économie nette entre les deux scénarios est porté uniquement par les ménages, encore une fois en tant que contribuable, consommateur ou actionnaire, peu importe, et que les ménages vont réagir en modifiant leur consommation et ce de manière proportionnelle au vecteur de leur consommation à leur année de base. C'est-à-dire que, si un scénario est plus coûteux que l'autre d'un million d'euros, les ménages vont, dans ce scénario, dépenser un million

d'euros en moins dans le reste de l'économie et ceci de manière proportionnelle à leur consommation telle qu'on l'observe à l'année de base.

Pour faire cela, je procède avec les étapes suivantes : je commence par calculer, à l'aide du tableau entrées-sorties principalement, le contenu en emplois de chaque branche, les 118 branches de l'économie française. Ensuite j'identifie une série d'activités au sein du scénario négaWatt. Alors je précise que je n'ai pas pu prendre en compte l'ensemble du scénario négaWatt, par exemple, il y a beaucoup de changements qui relèvent de l'agriculture, de l'alimentation, de l'usage des sols, mais je n'avais pas le bon outil pour traiter cela. Donc je le laisse de côté. Vous verrez tout à l'heure la liste des activités. Pour chaque activité, je chiffre le coût dans chacun des deux scénarios et je répartis ce coût entre les différentes branches de l'économie française parce que, dans le tableau entrées-sorties, vous n'avez pas une branche énergie renouvelable, vous avez différentes branches. Donc j'essaie de séparer, par exemple, le coût des éoliennes entre les différentes branches de l'économie française en prenant les plus similaires. Et donc, au total, quand je compare les deux scénarios, j'ai la même dépense agrégée. Ce qui diffère, c'est simplement la répartition de cette dépense agrégée entre les branches. Au final, j'ai un effet net sur l'emploi de la mise en œuvre d'un scénario par rapport à l'autre qui sera positif si le contenu en emplois des branches en développement est supérieur au contenu en emplois des branches en régression et *vice versa*.

C'est une étape dont le principe est extrêmement simple, ce qui présente à la fois un avantage en termes de transparence et, bien sûr, un inconvénient parce que je ne prends pas en compte les rétroactions macroéconomiques dont je parlais tout à l'heure.

Activités prises en compte

- Renouvelables
  - éolien terrestre
  - éolien maritime
  - solaire thermique
  - photovoltaïque
  - biomasse (8 filières)
  - géothermie
  - hydraulique
- Bâtiment
  - rénovation logement existant
  - logement neuf
  - rénovation tertiaire
  - tertiaire neuf
- Energies fossiles et fissiles
  - charbon
  - produits pétroliers
  - gaz naturel fossile
  - électricité non renouvelable
  - démantèlement des centrales
- Réseaux d'énergie
  - gaz
  - électricité
- Transports
  - automobile: fabrication
  - automobile: commerce & réparation
  - infrastructures de transport ferroviaire
  - infrastructures routières
  - matériel de transport ferroviaire
  - transport ferroviaire voyageurs : exploitation des lignes
  - bus/car : exploitation des lignes
  - avion voyageurs
  - fret ferroviaire
  - fret routier
  - fret fluvial
- Sensibilisation et information

Beaucoup d'activités prises en compte, différentes filières renouvelables dans le bâtiment à la fois la construction neuve et la rénovation pour ce qui est énergie fossile, fissile aussi. Dans les transports, c'est à la fois du matériel, des infrastructures puis des exploitations de certaines infrastructures de transport.

3. Résultats

Résultats agrégés

Tableau 1. Effet sur l'emploi du scénario négaWatt par rapport au tendanciel
en milliers d'emplois équivalent temps plein (ETP)

	2020	2025	2030
énergies renouvelables	187	249	335
rénovation des bâtiments	213	460	473
transports en commun, fret ferroviaire & fluvial	69	141	248
sensibilisation et information	6	6	5
énergies non renouvelables, réseaux gaz et électricité	-45	-108	-116
bâtiments neufs	-124	-279	-404
transport routier sauf transports en commun	-141	-243	-366
transport aérien	-27	-47	-72
effet induit	97	261	527
effet net sur l'emploi	235	439	632

Je présente ces résultats en milliers d'emplois équivalents temps plein, encore une fois en comparaison entre le scénario négaWatt et le scénario tendanciel. Ceci pour trois années : 2020, 2025 et 2030. Vous avez en haut de ce tableau les branches, c'est un niveau très agrégé, dans le document, c'est beaucoup plus désagrégé. D'abord les branches dont l'activité se développe : les énergies renouvelables, la rénovation des bâtiments. Ce sont à la fois des emplois directs et indirects. C'est-à-dire que, dans la rénovation des bâtiments, vous n'avez pas seulement les gens qui travaillent dans le bâtiment mais aussi ceux qui fournissent les matériaux utilisés par le bâtiment, etc. Donc plus d'emplois dans le bâtiment, dans la rénovation que dans les énergies renouvelables. Des emplois également dans tout ce qui est transport en commun. Ici j'ai agrégé le fret fer et fluvial avec une montée plus progressive. Ensuite des branches avec une destruction d'emplois dans tout ce qui est énergies non renouvelables bien entendu. Également, ceci qui m'a davantage surpris : une destruction d'emplois dans le bâtiment neuf. En effet, une des choses qui différencie le scénario négaWatt des autres scénarios énergétiques, c'est ce qui s'appelle « la sobriété », c'est-à-dire la diminution de la quantité de services énergétiques par opposition à l'efficacité qui, elle, est présente dans tous les scénarios et qui est la diminution de la quantité d'énergie par unité de service énergétique. Une partie de cette sobriété passe par une plus faible croissance du nombre de mètres carrés par habitant, ce qui se traduit par moins de construction de bâtiments neufs. Également, forcément des pertes d'emplois du côté du transport routier, du transport aérien et, à l'avant-dernière ligne, c'est l'effet induit.

Vous voyez que cet effet induit est positif, ce qui veut dire que le scénario négaWatt est moins coûteux que le scénario tendanciel. Il faut être prudent quand je dis qu'il est moins coûteux pour deux raisons : d'abord pourquoi est-il moins coûteux ? En partie à cause justement de cette sobriété. Il y a des mesures de réduction des émissions de gaz à effet de serre qui entraînent d'abord un coût puis des économies, comme tout ce qui est renouvelable et efficacité énergétique. A l'inverse, pour sobriété, souvent vous avez juste une moindre dépense monétaire. Il n'y a pas d'investissement monétaire. Par exemple, si

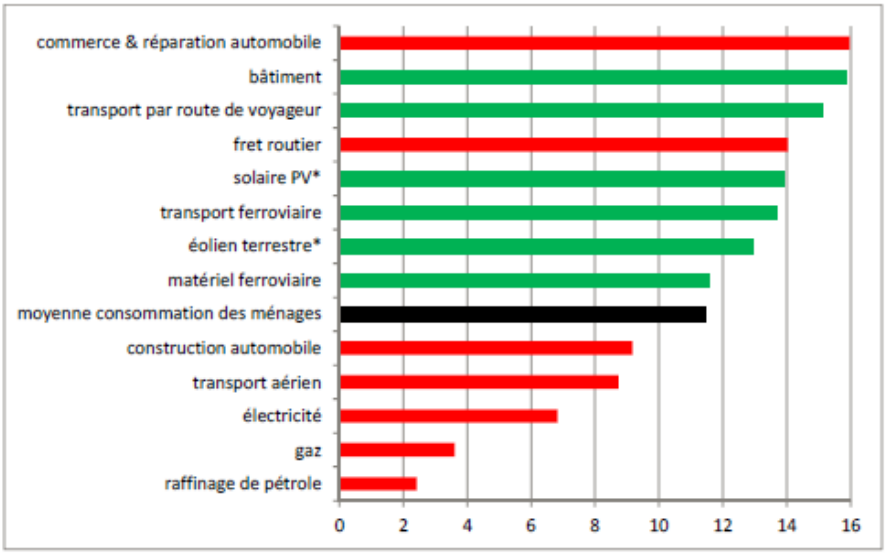
vous imposez une baisse de la vitesse sur autoroute, vous diminuez la consommation de carburant, il n'y a pas de coût financier. Après il peut y avoir un coût en termes de temps de transport, qu'il faudrait prendre en compte dans une analyse coût-bénéfice, mais pour cette étude consacrée à l'effet sur l'emploi, ça n'entre pas en compte.

Donc c'est en partie pour ça qu'on a un coût uniquement monétaire plus faible dans le scénario négaWatt et aussi parce que certaines activités d'économies d'énergie que je n'ai pas pu quantifier faute d'estimations technico-économiques du coût, ce qui ne biaise pas les résultats parce que si, par exemple, j'avais introduit davantage d'activités, d'économies et d'énergie, j'aurais moins d'effets induits, mais j'aurais davantage de créations d'emplois dans ces activités. L'effet net aurait dépendu de la différence entre le prochain emploi moyen de la consommation des ménages et celui de cette branche, et c'est à peu près le même. Donc ça ne devrait pas biaiser le résultat.

Il faut être prudent si j'écris que le coût monétaire du scénario négaWatts est plus faible. L'important ici, c'est vraiment le résultat sur l'emploi.

Pourquoi un effet net positif ?

Figure 3. Contenu en emploi d'une sélection de branches en France en 2005
(emplois ETP/M€$_{2005}$)

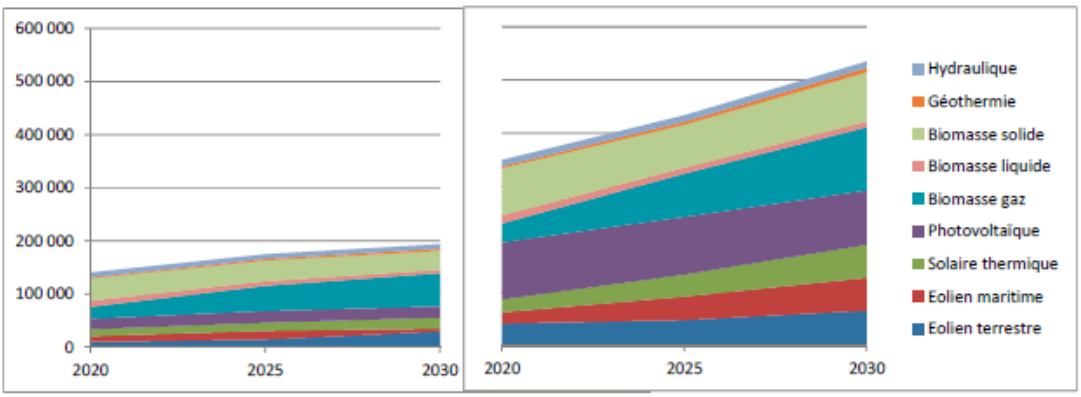


Donc, l'effet net sur l'emploi, il est positif de l'ordre de 235 000 emplois en 2020 jusqu'à 632 000 en 2030. Pourquoi est-ce qu'il est positif ? Pour une raison simple, c'est que le contenu en emplois de l'essentiel des branches dont l'activité régresse est inférieur à celui de la consommation des ménages. Le contenu en emplois moyen de la consommation des ménages ici qui est représenté en noir. Le contenu en emplois des branches, ici, c'est l'axe des abscisses, l'emploi par millions d'euros dépensés. Le contenu en emplois de la plupart des branches dont l'activité régresse (en rouge), pas toutes mais la plupart, est inférieur à celui de la moyenne de la consommation des ménages alors que le contenu en emplois des branches qui se développent (en vert) est pour la plupart supérieur au contenu en emplois moyen de la consommation des ménages.

Les renouvelables : 2,5 fois plus d'emplois que dans le scénario tendanciel

Figure 4. Emplois directs et indirects dus à l'activité dans les énergies renouvelables (ETP)

A gauche, scénario tendanciel ; à droite, scénario négaWatt



Comparaison de notre méthode aux données Ademe pour 2010 :

- 11 379 emplois directs ETP dans l'éolien contre 11 668 pour l'Ademe (-2,5%)
- 31 280 dans le PV contre 31 551 (-1%)

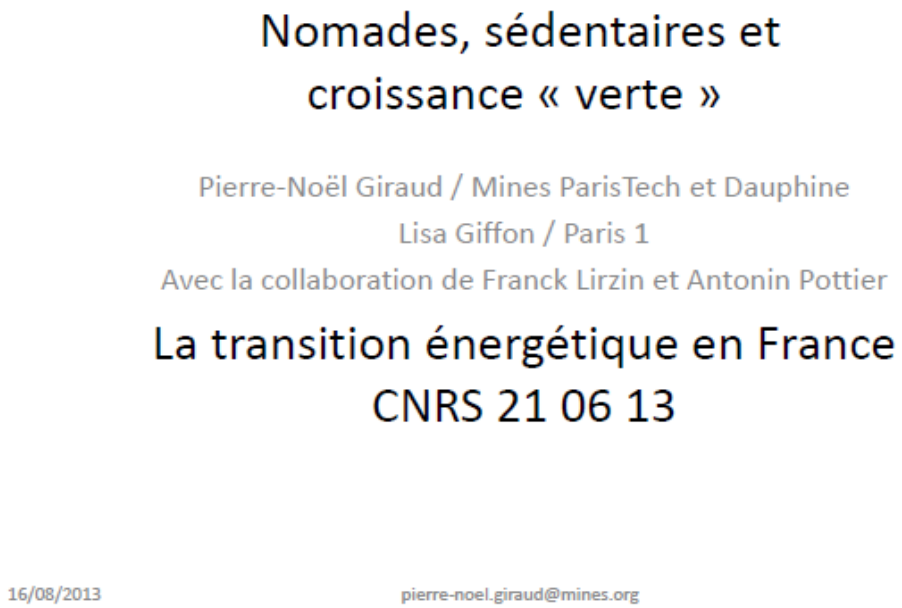
Donc c'est cela qui explique nos résultats. J'avais des zooms par secteur que je n'ai pas le temps de présenter : donc, je conclus.

Voilà un effet positif, y compris en faisant une analyse de sensibilité sur de nombreuses hypothèses que vous trouverez dans le document et, bien sûr, une limite, c'est l'absence de certaines rétroactions macroéconomiques, mais c'est le prix à payer pour avoir certains avantages, par rapport au modèle macro, en particulier la désagrégation sectorielle. Tout cela pour dire qu'il faut regarder l'ensemble des résultats. Ce qui est rassurant, c'est que nous avons des résultats à peu près du même ordre avec les modèles macros, ThreeME et Imaclim, ce qui rend plutôt optimiste sur la robustesse des résultats globalement.

Référence : Document de travail Cired n° 46-2013, accès en ligne sur http://www.centre-cired.fr

Remerciements : CNRS (Mission interdisciplinarité, INSIS et InSHS) : financement PEPS « Conséquences sociales et économiques des nouvelles technologies de l'énergie ».

P.-N. Giraud : Transition énergétique, un vecteur de rééquilibrage entre emplois sédentaires et emplois nomades ?



Pierre-Noël Giraud : Même si l'énergie est l'un de mes sujets de recherche depuis longtemps, la croissance verte ne l'est pas encore. Je vais donc vous présenter quelque chose qui est un peu en décalage avec ce qu'on a entendu aujourd'hui. Je ne vais pas parler des résultats d'un modèle ou d'une recherche empirique sur la croissante verte, mais d'une proposition méthodologique. Puisque Philippe Quirion a évoqué le fait que j'ai été son directeur de thèse, en fait, vous allez assister en public, quinze ans plus tard, à une discussion continuée avec Philippe. Il vient de nous présenter ses calculs de contenu en emplois de la croissance verte, et moi je lui dis : « Philippe, c'est très bien, la croissance verte crée donc des emplois. Mais quels emplois ? Des emplois nomades ou des emplois sédentaires ? Et quel est l'effet sur les inégalités ? »

Plan

- Le modèle Nomade /Sédentaire, un outil d'analyse de la croissance verte
- Une première analyse empirique
- Questions à la croissance verte

16/08/2013 pierre-noel.giraud@mines.org 2

J'insiste, ce sont simplement des questions que je vais poser à ceux qui analysent la spécificité de la croissance verte par rapport à une croissance moins verte, grâce à une grille d'analyse que je développe depuis quelque temps mais pour étudier d'autres questions, en particulier les effets, à la fois réducteurs de certaines inégalités et amplificateurs d'autres inégalités, de la globalisation.

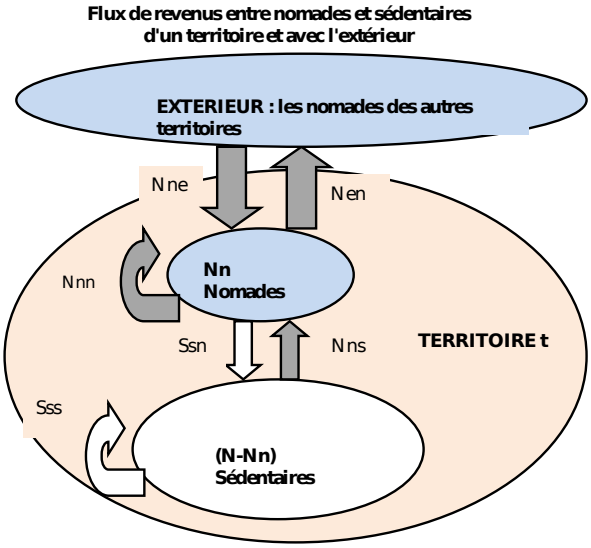
Un modèle Nomades/Sédentaires

- Passer de « l'économie internationale » à « l'économie globalisée »
- Pour analyser les effets de la globalisation sur la croissance et les inégalités
  - Les firmes globales, acteurs nomades « *flottant dans les nuages* »
  - mettent en compétition tous les territoires pour y localiser les emplois nomades
  - lesquels sont plongés dans un nombre bien supérieur d'emplois sédentaires qui leur fournissent des biens et services non échangeables internationalement

16/08/2013 pierre-noel.giraud@mines.org 3

L'idée de ce modèle est très simple. Je suis persuadé, depuis longtemps, que si l'on veut étudier la globalisation, il faut sortir du cadre des théories du commerce international, qui sont des théories de commerce entre deux entités, entre deux territoires, qui s'envoient des missiles les uns aux autres sous forme de biens et services. Il faut considérer qu'il existe une économie globale, dans laquelle agissent des firmes qui flottent dans les nuages, « *in the cloud* », des firmes globales qui localisent dans des territoires différents des emplois que je qualifie d'« emplois nomades », parce que ce sont les emplois qui produisent des biens et des services exportables. Ces bouts d'économie globale localisés dans différents territoires sont en interaction, dans chaque territoire, avec une économie sédentaire constituée des emplois qui, eux, fabriquent les biens et services qui ne traversent pas les frontières, soit pour des raisons technico-économiques, soit éventuellement pour des raisons réglementaires. Que dans un pays un secteur ou un emploi soit nomade ou sédentaire dépend aussi de la réglementation.

Un modèle
Nomades / Sédentaires »



Source: PN Giraud: « La Mondialisation, Emergences et Fragmentations » 2010. Sciences Humaines Editions

20/10/13 pierre-noel.giraud@mines.org 4

Pour l'instant, c'est un modèle extrêmement simple, illustré par ce shéma. Dans un territoire donné, on a une proportion n sur l'emploi total N de nomades. Les emplois nomades fabriquent des biens et services échangeables, que l'on qualifiera pour faire court de biens nomades. Ils en produisent pour eux même, en échangent avec l'extérieur, c'est à dire les autres nomades du monde entier, et puis ils échangent des biens nomades contre des biens sédentaires avec les sédentaires de leur territoire. On suppose que les deux balances commerciales sont équilibrées, entre nomades et sédentaires d'un territoire, entre nomades du territoire et l'extérieur. Il suffit d'écrire les égalités comptables et nous arrivons aux équations suivantes.

Résolution partielle du modèle (encore…) statique : Le PIB

$$PIB = \frac{1}{1-e} \cdot n \cdot N \cdot pt \cdot rw$$

e: préférence pour les biens sédentaires: 0<e<1. Le revenu R se divise en Consommation de biens sédentaires: Cs=eR et Consommation de biens nomades: Cn=(1-e)R, car nous supposons que l'utilité du consommateur est une Cobb-Douglas: $U(Cs,Cn)=Cs^{e}.Cn^{1-e}$

n: proportion de nomades dans la population N

N: population

pt, coefficient qui mesure le revenu par tête relatif des nomades du territoire **t** par rapport à la moyenne mondiale **rw**.

rw : exogène: revenu par tête moyen de l'ensemble des nomades dans le monde

Vous voyez que le PIB dépend de deux variables exogènes qui sont la population du pays N, et rw, qui est le revenu moyen des nomades dans le monde, et de trois facteurs qui, eux, caractérisent l'économie en question :

n : la proportion de nomades dans la population N.

pt : le prix relatif auquel se vendent les nomades d'un pays dans l'économie mondiale. S'ils sont plus compétents que la moyenne ou en situation monopolistique, ils se vendent plus cher.

e : la préférence pour les biens sédentaires. Techniquement e vient de la fonction d'utilité du consommateur dans le territoire, que nous supposons de type Cobb-Douglas et qui s'écrit : $U(C_s,C_n) = C_s^{e}.C_n^{1-e}$, avec C_s et C_n, les quantités consommées de biens sédentaires et nomades.

Les politiques de croissance

$$PIB = \frac{1}{1-e} \bullet n \bullet N \bullet pt \bullet rw$$

- Augmenter n le nombre relatif et/ou le prix de vente relatif pt des nomades
  - Rapport qualité/prix des nomades
  - Recherche, formation, etc.
- Augmenter e, donc la qualité des biens et services produits par les sédentaires (yc biens publics locaux).

16/08/2013 pierre-noel.giraud@mines.org 6

Ce modèle est pour l'instant un simple modèle comptable. Par exemple n, le nombre relatif de nomades devrait être endogène dans un modèle d'équilibre général. Là, je le considère comme exogène. Ce que je veux à ce stade, c'est simplement identifier des moyens d'action sur le PIB, et comme vous allez le voir ensuite, sur les inégalités.

Les inégalités

$$i = \frac{1-n}{n} \bullet \frac{1-e}{e}$$

- Pour réduire les inégalités:
  - Augmenter n, le nombre relatif de nomades
  - Augmenter e, l'attrait relatif des biens et services sédentaires

16/08/2013 pierre-noel.giraud@mines.org 7

Par exemple, si vous voulez augmenter le PIB, on voit qu'il faut soit augmenter le nombre relatif n des emplois nomades sur le territoire, soit augmenter leur prix relatif pt, c'est-à-dire le prix auquel ils se vendent dans l'économie nomade, soit augmenter e, c'est-à-dire la préférence des consommateurs du pays pour les biens et services sédentaires par rapport aux biens et services nomades.

La résolution du modèle vous donne aussi une analyse des facteurs d'inégalités. L'indicateur d'inégalité *i*, c'est simplement le revenu par nomade divisé par le revenu par sédentaire. Vous voyez qu'il dépend de deux paramètres seulement : n le nombre relatif des nomades dans le territoire et e la préférence de l'ensemble des consommateurs du territoire pour les biens et services sédentaires. Les inégalités augmentent si le nombre relatif des nomades diminue et/ou si la préférence pour les biens sédentaires diminue et réciproquement.

Travail en cours

Giraud, Pottier, Giffon

- n et e ne sont pas indépendants…
- Modéliser plus complètement l'interaction des deux « économies » du territoire
- Interaction entre un territoire « riche » et un « émergent »
- Passer de l'équilibre partiel statique à l'équilibre général statique en marchés parfaits
- Introduire des imperfections de marché (externalités positives de connaissance) qui engendrent une dynamique des inégalités.

20/10/13 pierre-noel.giraud@mines.org 8

Ce modèle n'est que le début d'un travail qui vise, d'une part, à modéliser plus complètement l'interaction entre nomades et sédentaires au sein d'un territoire, c'est-à-dire d'abord de calculer les équilibres avec marchés parfaits, ensuite à introduire des imperfections de marché, en particulier sur les marchés du travail, et puis, évidemment, de passer ensuite à un modèle global dynamique avec deux territoires, un territoire riche, un territoire émergent, ce qui va nous permettre de modéliser le effets de la globalisation sur les inégalités.

En marchés parfaits, c'est très simple, on retrouve les résultats des théories standard du commerce international. L'intérêt, c'est d'introduire des imperfections de marché, en particulier des externalités positives de diffusion de la connaissance. En un mot, ceux qui rattrapent commencent par copier et acquièrent ainsi des connaissances beaucoup plus rapidement que ceux qui doivent inventer.

Plan

- Le modèle Nomade /Sédentaire, un outil d'analyse de la croissance verte
- Une première analyse empirique
- Questions à la croissance verte

16/08/2013 pierre-noel.giraud@mines.org 9

Un essai de quantification de l'évolution du nombre et de la richesse des nomades dans les pays riches

- Traitement de la base de donnée STAN de l'OCDE (Pierre-Noël Giraud et Lisa Giffon, avec la collaboration de Franck Lirzin)
  - Secteur nomade: X+M/2 VA>10%
  - Emplois nomades dans les services sous estimés, mais encore faibles (services: 20% du commerce mondial, quelques % des emplois nomades)
  - Concerne donc l'emploi nomade industriel

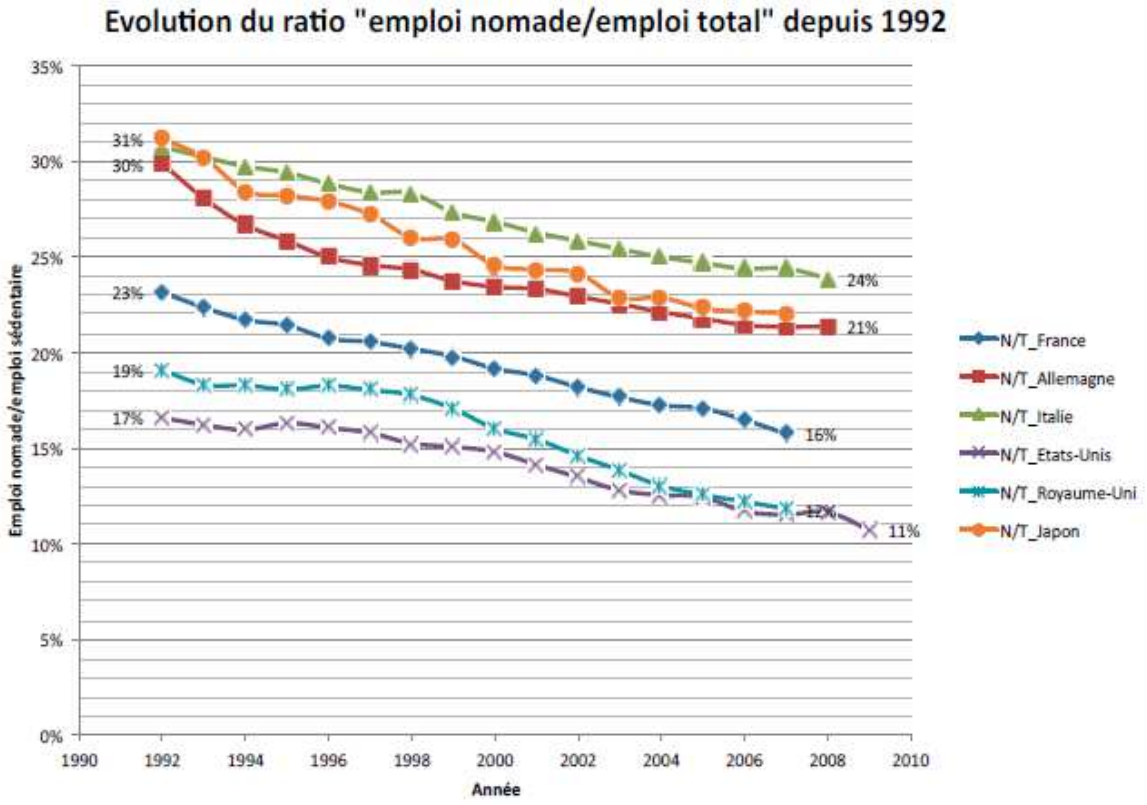
16/08/2013 pierre-noel.giraud@mines.org 10

En même temps, nous avons commencé une analyse empirique, en essayant de calculer le nombre de nomades et de sédentaires dans les pays de l'OCDE grâce à la base

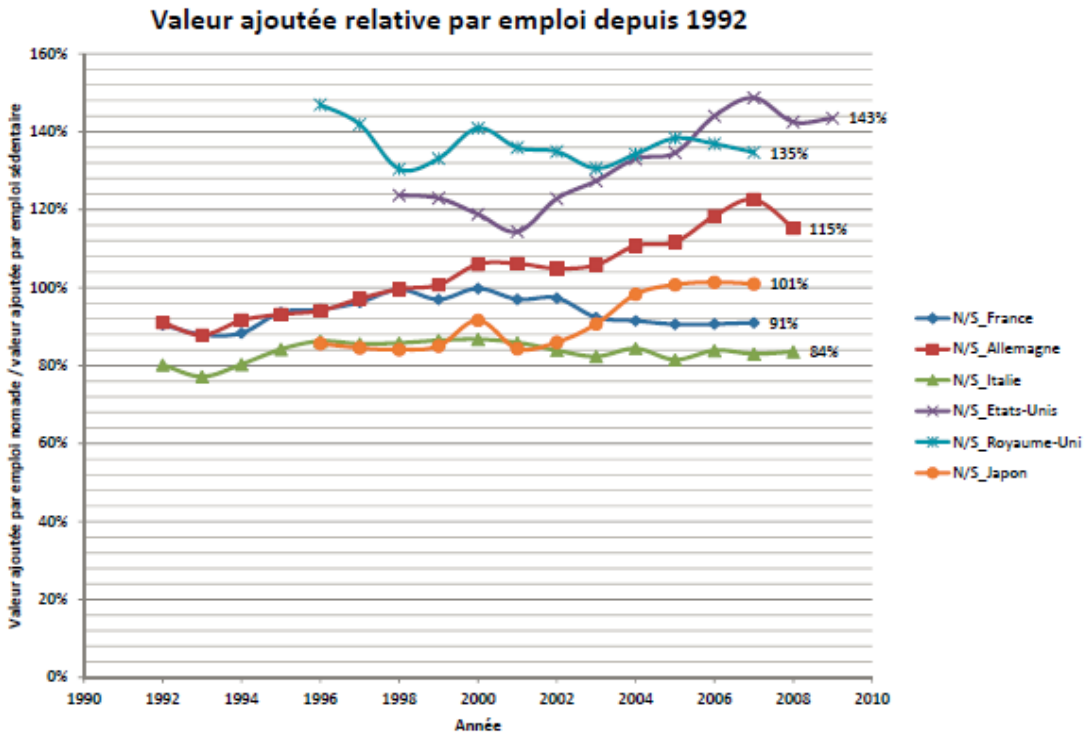
de données **STAN** et en regardant comment le ratio n des nomades dans l'emploi total évolue, comment la valeur ajoutée par emploi et les salaires évoluent.

Pour répondre à la question « Qu'est-ce qu'un emploi nomade ? Qu'est-ce qu'est un emploi sédentaire ? » Nous avons été un peu brutaux, nous avons dit : Un secteur dont le ratio (export + import / 2 PIB) est inférieur à 10 %, est composé d'emplois sédentaires. Si le ratio est supérieur à 10 %, le secteur est composé d'emplois nomades. En fait, il y a une très nette coupure entre les secteurs, beaucoup sont très en dessous de 10 %, puis beaucoup d'autres qui sont très au-dessus. Ce n'est donc pas tellement compliqué de faire cette séparation.

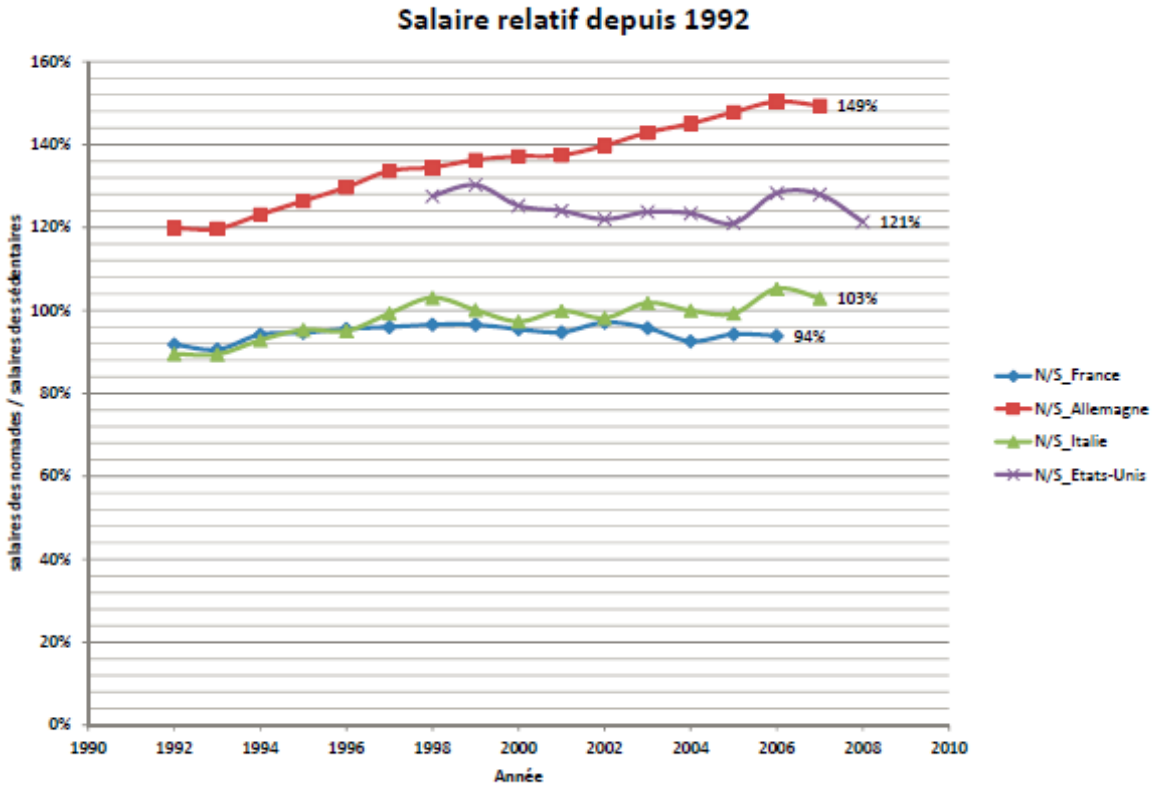
Dans nos chiffres actuels, nous n'avons pas réussi pour l'instant à prendre en compte les nomades dans les secteurs de services, mais il faut savoir que la part des services dans le commerce mondial n'est que de 20 % et reste stable depuis dix ans. Donc l'approximation que nous faisons est assez minimale, mais nous travaillons à la préciser.



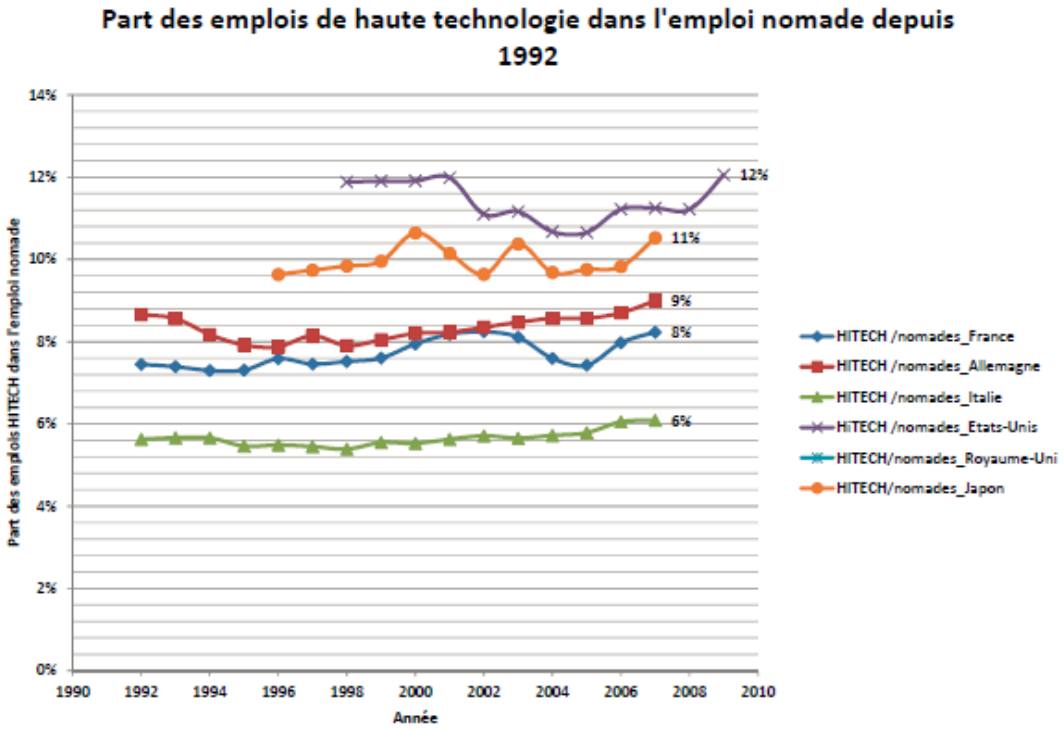
Ce graphique illustre le nombre relatif de nomades, c'est emploi nomade/ emploi total, donc « n ». « n » diminue partout, à vue d'œil au même rythme. En Allemagne, « n » est passé de 30 % à 21 %, en France de 23 % à 16 % et, aux États-Unis, « n » n'est plus que de 11 % en 2008. Le sentiment général est que nous vivons une globalisation croissante. Si vous regardez les choses sous cet angle, vous voyez qu'au contraire nous vivons, dans les pays ci dessus, une **« sédentarisation » croissante**.



Dans le graphique suivant, ci dessus, nous avons représenté le ratio : valeur ajoutée par emploi nomade / valeur ajoutée par emploi sédentaire. Sa hausse peut s'interpréter comme une amélioration de la compétence des nomades, de leur « capital humain » Que constate-t-on ? En Allemagne, la hausse de ce ratio est continue, en France, il augmente dans les années 2000 au même rythme qu'en Allemagne, puis diminue. Aux États-Unis et en Angleterre, il plus élevé qu'en Allemagne. Il y a deux explications possibles : dans ces deux pays, les nomades sont plus compétents et se vendent mieux dans l'économie nomade globale, ou la valeur ajoutée par sédentaire est plus faible.



Çette différence entre EU et GB d'une part, Allemagne de l'autre se retrouve au niveau des salaires, qui résultent du partage de la valeur ajoutée. Le graphique ci dessus donne le ratio : salaire par nomade / salaire par sédentaire. Cette fois, on constate qu'en France le ratio stagne, en Allemagne il a augmenté et aux États-Unis, il est élevé mais stagne aussi. Cela veut dire que l'augmentation de la valeur ajoutée par emploi nomade aux États-Unis a plutôt été captée par les profits.



Et, pour finir, gardons-nous d'une illusion : la possibilité pour les pays de l'OCDE, face à l'émergence de l'Asie, de se spécialiser dans les emplois nomades « *High Tech* ». Au sein des emplois nomades qui sont, pour l'essentiel, industriels, le *« high-tech »,* selon la classification de l'OCDE, c'est : 1) peu de chose, et 2) relativement stable. Peu de chose : le ratio le plus élevé se trouve aux États-Unis où vous avez cependant, dans les emplois nomades, seulement 12 % d'emplois high-tech. Le ratio est de 6 % en Italie, 9 % en Allemagne où il ne varie pas beaucoup, et 8 % en France. Donc, il n'est pas vrai que les pays de l'OCDE que nous étudions sont en train de monter en gamme significativement par une spécialisation croissante dans les emplois de haute technologie. Ils améliorent la valeur ajoutée par emploi dans le cas de l'Allemagne, mais ce n'est pas parce qu'ils passent à la haute technologie. En fait, ils restent dans la moyenne technologie qui est leur spécialisation traditionnelle.

RESUME PAR PAYS

France			
	1992	2007	2007/1992
Emploi nomade / Emploi total	23%	16%	-31%
V.A. nomade par tête / V.A. sédentaire par tête	90%	91%	1%
Salaire des nomades / salaire des sédentaires	92%	94%	2%
Emploi HITECH / Emploi nomade	7%	8%	18%
Emploi HMHTECH / Emploi nomade	26%	27%	4%

Allemagne			
	1992	2007	2007/1992
Emploi nomade / Emploi total	30%	21%	-30%
V.A. nomade par tête / V.A. sédentaire par tête	91%	127%	40%
Salaire des nomades / salaire des sédentaires	120%	150%	25%
Emploi HITECH / Emploi nomade	9%	9%	0%
Emploi HMHTECH / Emploi nomade	40%	42%	5%

Comparons France et Allemagne, un exercice classique et non dépourvu de masochisme en France. Nous avons une décroissance de 30 % sur la période du nombre d'emplois nomades le rythme est le même dans les deux pays. Alors que la valeur ajoutée relative par emploi nomade stagne en France, elle augmente de 40 % en Allemagne sur la période, ce qui est suivi par une augmentation du salaire des nomades par rapport aux sédentaires de 25 % en Allemagne, alors qu'il y a stagnation en France. Vous constatez une toute petite amélioration de la part des high-tech en France, on passe de 7 à 8 %, alors que ce ratio stagne en Allemagne.

En deux mots, l'Allemagne est en train de prendre le chemin des Etats-Unis: des nomades de moins en moins nombreux, mais se vendant de plus en plus cher sur le marché mondial de l'emploi nomade. Mais conséquence, une augmentation significative de l'inégalité entre les nomades et les sédentaires. Ce qui correspond à l'observation désormais courante en Allemagne de l'augmentation de nombre de *working poors* et de gens de moins en moins payés qui travaillent dans les services sédentaires.

Plan

- Le modèle Nomade /Sédentaire, un outil d'analyse de la croissance verte
- Une première analyse empirique
- Questions à la croissance verte

16/08/2013 pierre-noel.giraud@mines.org 16

« Très bien. *So what* ? »

Je pense que ce genre d'analyse pose quelques questions à la croissance verte, en tout cas, c'est un cadre d'analyse possible des effets de la croissance verte sur la croissance du PIB et les inégalités.

Mais résumons d'abord les conclusions de l'analyse qui précède en termes de politiques visant à stimuler la croissance et à réduire les inégalités.

Conclusions politiques du modèle

- **Si l'on souhaite stimuler la croissance tout en réduisant les inégalités, il faut:**
- Augmenter le nombre relatif et le « prix » de ses nomades:
  - Le high tech (8%) et les marques (12% ensemble de l'emploi industriel en France), ainsi que les services exportables (20% du commerce mondial, part stable), ne suffiront pas à augmenter le nombre de nomades
  - il faut « réindustrialiser »
- Augmenter l'attrait relatif des biens et services sédentaires par rapport aux biens nomades
  - Stimuler la croissance et donc la productivité du vaste secteur sédentaire
  - c'est difficile mais bien trop négligé

20/10/13 pierre-noel.giraud@mines.org 17

Si l'on compte les emplois « high-tech » et même si l'on ajoute, dans le cas de la France, les emplois dans les secteurs dits « de marques » (le luxe, le champagne, le cognac, etc.), nous n'avons que 12 % de l'emploi nomade total. Donc, si nous pensons, comme nous y encourage la stratégie de Lisbonne, que c'est la croissance de ces emplois qui va nous sauver de la disparition de 40 % d'emplois nomades menacés à court terme, il va falloir obtenir un taux de croissance d'emplois dans le high-tech et les marques tout à fait invraisemblable. D'autant que cette proportion de 12 % d'emplois (high-tech + nomades) est restée stable dans les dernières années en France! Par quel miracle de politique économique passerions d'une stabilité à une explosion des emplois dans ces secteurs ? Evidemment, il faut faire tous les efforts pour augmenter le nombre de ces emplois, car il nous faut augmenter le nombre relatif d'emplois nomades « chers ». Cela, il faut le faire, mais cela ne règle pas la question, loin de là. Il faut donc aussi une réindustrialisation « de base ». D'où l'importance des débats sur ces questions à la suite du rapport Gallois, dont je me réjouis.

Et puis, or on le néglige beaucoup trop, on peut aussi obtenir de la croissance et de la réduction des inégalités si l'on parvient, par des politiques de stimulation de la productivité, d'amélioration de la qualité, à augmenter la préférence pour les biens et services sédentaires, dans la mesure où il existe des substitutions possibles, évidemment, entre les deux.

Alors quid de la « croissance verte » ?

Analyser la croissance verte

- Analyser différentes modalités et rythmes de « croissance verte » en termes:
  - d'emplois nomades et sédentaires
  - d'effet sur la croissance
  - d'effet sur les inégalités

16/08/2013 pierre-noel.giraud@mines.org 18

Si l'on prend les besoins à un niveau suffisamment général, par exemple le besoin de mobilité urbaine, il peut être satisfait par différentes filières techniques dont le rapport emplois nomades/emplois sédentaires diffère. La solution « automobile à moteur à explosion » comprend beaucoup plus d'emplois nomades qu'une solution « transport en commun avec électricité nucléaire ».

Ceci me permet donc, et c'est ce à quoi je voulais en venir, de suggérer à mon ancien doctorant et désormais collègue et ami Philippe Quirion, et à d'autres personnes ici présentes, d'essayer d'analyser les scénarios de « croissance verte », de « transition écologique » en termes d'emplois nomades et sédentaires et pas seulement en termes d'emplois tout court. Car cela nous donnera un moyen de mesurer leurs effets sur la croissance et surtout, ce qui est rarement fait – ce matin, je n'ai pas entendu le mot une seule fois –, sur les inégalités.

Questions à la croissance verte

- Pour mémoire: se méfier du double dividende, par exemple la croissance verte qui réduit « par miracle» des imperfections de marché

- Quelle composition N/S pour la croissance verte / non verte?
- Les emplois nomades de la croissance verte resteront-ils sur le territoire, se vendront-ils plus cher dans l'économie nomade?
- Dans quelle mesure e est-il modifié par la substitution v/nv ?

- Quels effets de la croissance verte
  - sur la croissance (introduire la dynamique)
  - Sur les inégalités
- Car pas d'adhésion à la croissance verte si elle ne réduit pas les inégalités

20/10/13 pierre-noel.giraud@mines.org 19

Très souvent, on parle de double dividende à propos de la croissance verte. En fait, on estime, généralement sans beaucoup d'arguments, que le type de croissance qu'on veut promouvoir va « aussi » réduire certaines imperfections de marché. Par exemple, qu'elle va permettre d'embaucher des chômeurs. Mais sans se demander pourquoi les chômeurs sont chômeurs. Mais laissons ici cette question de coté.

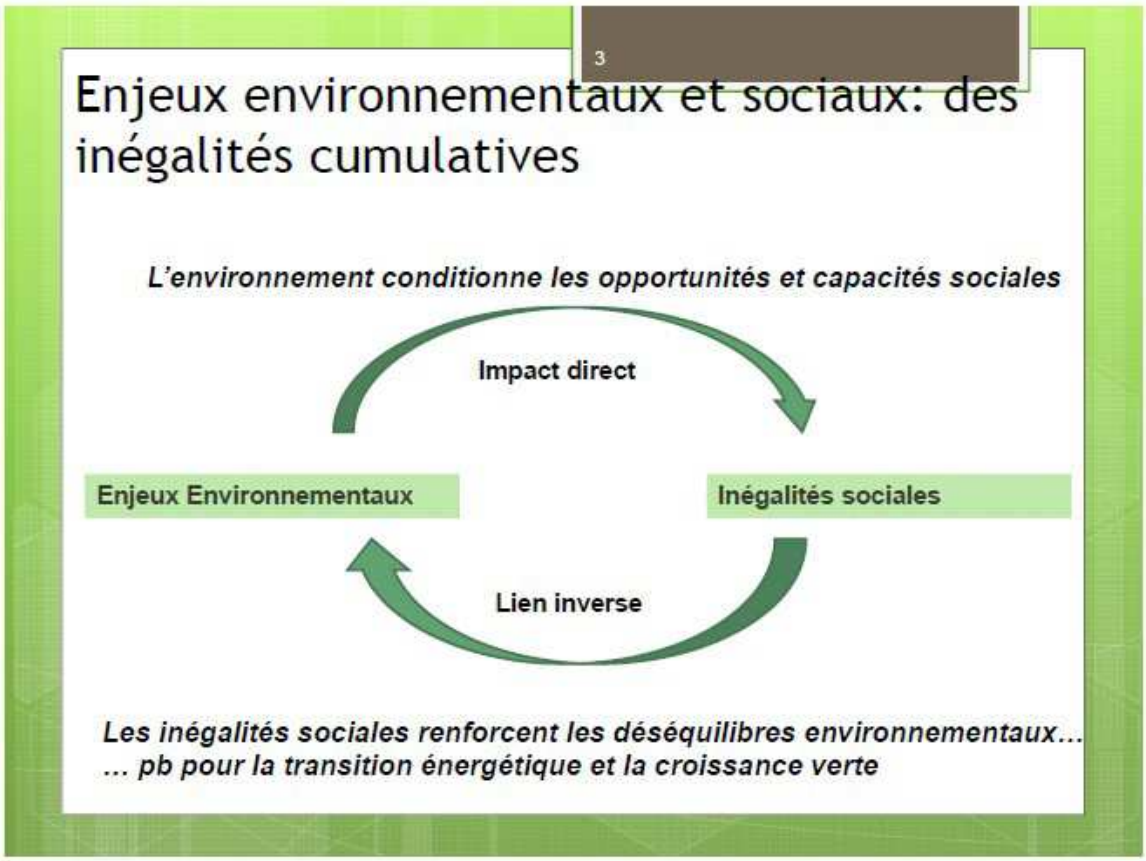
Ce qui me paraît important, c'est la composition du scénario en termes d'emplois nomades *versus* emplois sédentaires. Mais pas seulement. Ensuite, il faut se demander : les emplois nomades qui sont créés par rapport au scénario de référence vont-ils rester sur le territoire ? Ou vont-ils perdre leur compétitivité et partir ailleurs ? Ceux qui restent sur le territoire vont-ils se vendre plus cher à l'étranger ? Cela va-t-il permettre un flux d'exportations plus important ? Et puis, deuxièmement, puisque la croissance verte consiste en général à substituer une offre de « biens publics verts » à une offre privée de consommation moins « verte », il faut se demander comment cela agit sur les comportements de consommation, en quoi cela modifie « **e** », la préférence pour les biens sédentaires ?.

Ceci devrait permettre de quantifier plus finement les effets de la croissance verte, non seulement sur les emplois mais sur les inégalités. Et cela me paraît très important parce que - c'est une conviction que je partage avec bien d'autres- il n'y aura pas d'adhésion à la croissance verte dans les systèmes « démocratiques » si elle ne réduit pas simultanément les inégalités. Cela, j'en suis convaincu. Donc, il est indispensable d'analyser les scénarios verts aussi de ce point de vue là.

Merci de votre attention !

P. Crifo : L'effet emploi d'une croissance verte.

Patricia Crifo : Je vais rebondir sur la question des inégalités. Je suis ravie de passer en dernier et notamment après la présentation de Pierre-Noël Giraud, puisque la question que je vais soulever dans cette intervention concerne le lien entre les inégalités sociales et environnementales. Est-ce qu'elles ont un caractère cumulatif et quels problèmes cela peut-il poser pour la croissance verte et la transition énergétique ?



L'analyse des liens entre inégalités environnementales et sociales peut se voir de deux manières. Il s'agit d'abord de l'impact direct des problèmes environnementaux sur les inégalités sociales : de ce point de vue on verra dans un premier temps comment l'environnement peut conditionner les opportunités et capacités sociales. Mais on peut également analyser la causalité inverse: on verra dans un deuxième temps quels problèmes les inégalités sociales posent en matière environnementale, notamment pour la croissance verte et la transition énergétique.

Concernant tout d'abord l'impact des enjeux environnementaux, sur les opportunités et capacités sociales, trois grandes dimensions des inégalités environnementales sont concernées : les inégalités face au problème de la précarité énergétique, les inégalités d'exposition aux risques et aux pollutions et les inégalités face aux catastrophes naturelles.

Le cas de la précarité énergétique est un bon exemple du caractère cumulatif des inégalités sociales et environnementales. On considère qu'un ménage est en situation de pauvreté énergétique ou de précarité énergétique s'il doit dépenser plus de 10 % de son revenu pour maintenir une certaine température dans son logement, en l'occurrence 21 C dans une pièce et 18 C dans les autres. Cette situation de pauvreté ou précarité énergétique, touche 21 % des ménages en Europe, 16 % en France, 18 % au Royaume-Uni. Au-delà des débats et controverses autour de cette définition de la précarité énergétique, notons que l'augmentation de la précarité énergétique est un phénomène préoccupant : le nombre des ménages en situation de pauvreté énergétique a été multiplié par trois depuis 2003, au Royaume-Uni, notamment. Ce n'est donc pas un phénomène marginal et, sur le plan économique, c'est un phénomène multi-dimensionnel, relatif à la fois aux caractéristiques du logement et à la mobilité des ménages, qui met en évidence un triple problème d'efficacité énergétique des logements, de coût de l'énergie et de revenu des ménages.

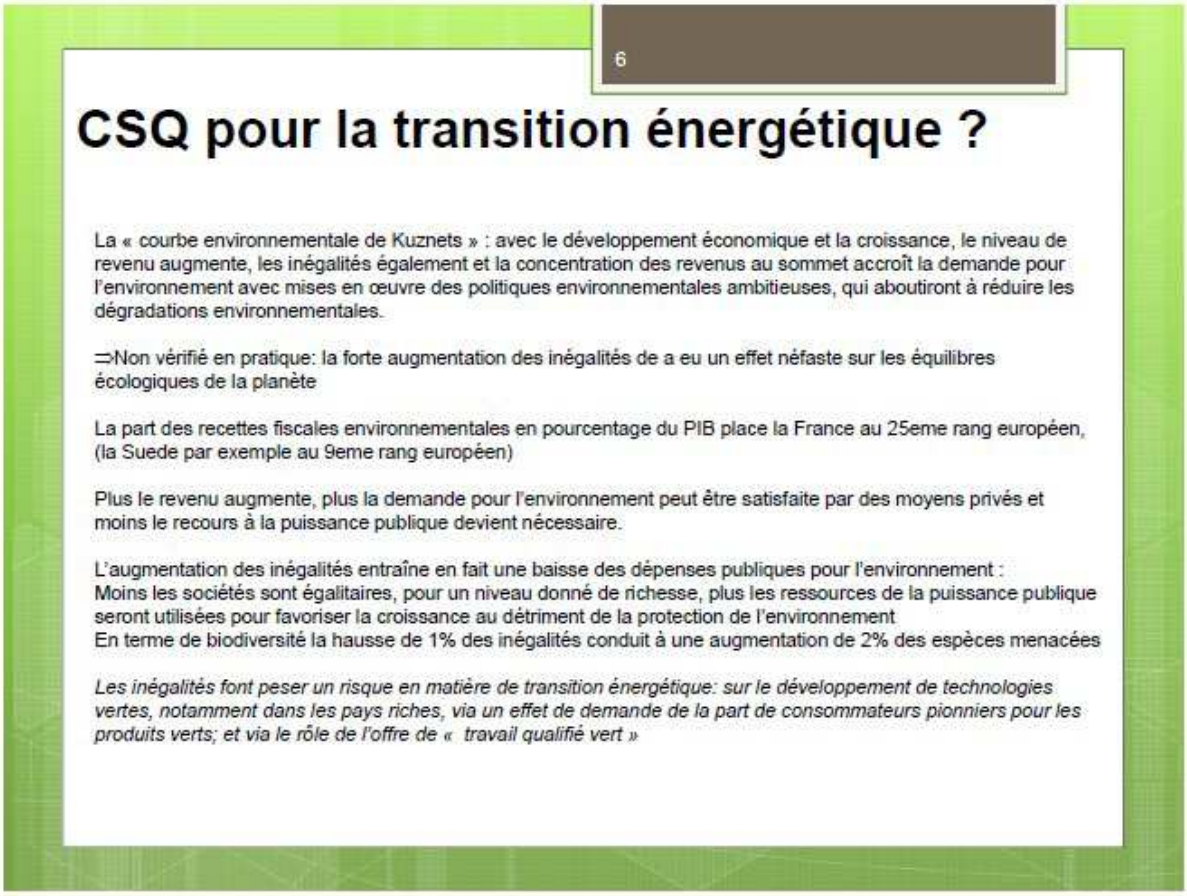
Ce caractère cumulatif des inégalités environnementales et sociales se retrouve également dans l'inégalité d'exposition face à certains risques et à certaines pollutions. L'exemple typique est celui des zones urbaines sensibles où l'on observe une dégradation de la santé des résidents liée à la fois à une plus grande exposition aux risques environnementaux et à une plus forte précarité sociale. De fait, nous savons que la pollution atmosphérique dans les grandes villes est potentiellement plus importante que dans les petites villes en milieu rural. Or ce sont souvent les catégories socio-professionnelles les plus pauvres qui habitent ces grandes villes et qui sont potentiellement les plus exposées à ces risques liés aux pollutions aux particules fines ou à l'amiante. Or les écarts d'espérance de vie selon les catégories socio-professionnelles ont tendance à s'aggraver.

Enfin, les inégalités environnementales et sociales sont cumulatives aussi face aux catastrophes sociales écologiques, c'est-à-dire face aux grandes catastrophes naturelles. De ce point de vue, les deux exemples souvent cités sont la canicule de 2003 et l'ouragan Katrina. En 2003, la surmortalité liée à la canicule s'est expliquée en grande partie par les conditions sociales, notamment pour les catégories socio-professionnelles les plus pauvres et pour les personnes les moins autonomes. De la même manière, l'ouragan Katrina a montré que certains ménages pouvaient être prisonniers de trappes à pauvreté aggravant le risque environnemental.

Comme le soulignait Pierre-Noël Giraud, les inégalités font peser un risque assez important sur la croissance verte et la transition énergétique. Ce risque-là, on peut l'analyser en regardant la causalité inverse entre enjeux environnementaux et sociaux autour de la question suivante: les inégalités sociales renforcent-elles les déséquilibres environnementaux ?

Le modèle de croissance que nous héritons du xxe siècle s'est révélé doublement insoutenable. Au plan environnemental, il est responsable des excès d'émissions de gaz à effet de serre qui dérèglent le climat, et, au plan économique et social, ce modèle s'est aussi montré insoutenable en raison notamment de l'augmentation spectaculaire des inégalités de revenu depuis les années 1980. Pour beaucoup d'économistes, cette explosion des inégalités de revenu a été à l'origine d'un certain nombre de crises et d'instabilités économiques majeures. De fait, dans tous les pays où les inégalités de revenu ont augmenté, le surendettement des ménages a lui aussi augmenté pour soutenir la consommation et le logement. Or, le secteur immobilier étant à l'épicentre de la crise des subprime, on ne peut manquer de s'interroger sur le rôle des inégalités dans la crise économique et financière récente. À l'autre bout de la distribution des revenus, le gonflement des salaires pour les revenus les plus élevés entraîne aussi une course à la rentabilité du capital, détournant t les marchés financiers de leur fonction de financement à long terme de l'économie et contribuant à déstabiliser les économies développées et les échanges Nord-Sud.

Mais s'il existe un lien entre la montée des inégalités et l'insoutenabilité économique, financière, sociale et environnementale qu'on observe depuis plusieurs décennies., peut-on faire aussi un lien entre les inégalités et les crises écologiques ? Dans un rapport du Programme des Nations unies pour l'environnement de 2011 on peut lire de fait que : « les crises environnementales, écologiques, sociales ou économiques partagent toutes un point commun : une mauvaise allocation flagrante des capitaux. Depuis plusieurs décennies, des mouvements importants de capitaux ont été investis dans l'immobilier, les combustibles fossiles, les actifs financiers promettant des hauts rendements incorporant des produits dérivés et, en fait, ces capitaux ont été relativement peu investis dans les énergies renouvelables, l'efficacité énergétique, les transports publics, l'agriculture durable, la protection des écosystèmes, la biodiversité, etc. Et tous ces schémas d'investissement que nous héritons du xxe siècle épuisent les stocks de richesses naturelles souvent d'une manière irréversible, nuit au bien-être des générations actuelles et place les générations futures devant des risques et des défis multiples et considérables. »



Quelles conséquences pour la croissance verte et la transition énergétique de ce caractère cumulatif des inégalités environnementales et sociales ? La courbe de Kuznets environnementale pour laquelle, avec le développement économique et la croissance, les économies finissent par trouver des solutions aux problèmes des dégradations environnementales est loin d'être vérifiée en pratique. En outre, comme l'illustre cette présentation, la forte augmentation des inégalités a eu des effets négatifs sur le plan environnemental.

L'interaction entre les enjeux environnementaux et sociaux pose donc des problèmes majeurs pour la croissance verte et la transition énergétique. Les pays les plus riches sont-ils ceux qui protègent le plus l'environnement ? Pas forcément. En France par exemple, la part des recettes fiscales environnementales en pourcentage du PIB la place au 25e rang européen. En Europe, c'est près de 2,5 % du PIB concerné par les recettes fiscales environnementales (de mémoire 1.9% en France). L'augmentation des inégalités a tendance à entraîner une baisse des dépenses publiques pour l'environnement. Tout se passe comme s'il existait un arbitrage dans les dépenses publiques qui semble profiter non pas à l'environnement, mais à d'autres politiques pour stimuler la croissance. En termes de biodiversité, par exemple, une hausse de 1 % des inégalités conduit à une augmentation de 2 % des espèces menacées, donc il y a des effets de causalité assez marqués de ce point de vue-là.

Que peut-on retenir comme message en conclusion de ces travaux ? Fondamentalement les inégalités font peser un risque sur la transition énergétique et la croissance. Ces dernières années, un certain nombre de gouvernements ont fait le pari de la croissance verte en investissant massivement dans les énergies vertes pour sortir les économies de la crise (environ 20 % en moyenne des plans de relance a été consacré à l'environnement). Mais il existe un risque que ces investissements verts ne puissent pas porter leurs fruits car les externalités de consommation ne se manifesteront pas si les inégalités sont trop fortes. En outre, si ces investissements créent une pression à la hausse sur la demande de travail qualifié vert (en augmentant les besoins des entreprises en emplois verts), et si l'offre ne suit pas (il faut en moyenne un an et demi à deux ans

pour que des nouvelles qualifications arrivent sur le marché du travail) , les investissements verts risquent d'être captés par une augmentation des salaires pour certaines catégories de main d'œuvre très demandée, se traduisant par un renforcement des inégalités de revenu, au détriment de l'emploi. Il y a donc nécessité d'accompagner la transition énergétique par des politiques actives sur le marché du travail pour éviter le désajustement entre l'offre et la demande de travail qualifié vert, dont l'un des symptômes serait des inégalités de revenus accrues.

Référence : Patricia Crifo et Éloi Laurent (2013), « Enjeux environnementaux et question sociale. Pourquoi et comment lier justice sociale et écologie ? », Références économiques pour le développement durable, n° 23, Conseil économique pour le développement durable, ministère de l'Écologie, Paris, 10 pages.

Table ronde avec C. Tutenuit, A. Mestre et les intervenants

Agnès Bénassy-Quéré : Les trois intervenants ont été parfaits parce que nous sommes partis d'un cadrage macroéconomique et sectoriel qui est général. J'aurai quelques questions à ce sujet. Ensuite, nous avons parlé des emplois sédentaires versus nomades, une première forme d'inégalités et, ensuite, nous nous sommes déplacés vers les inégalités sociales avec cette interaction entre inégalités sociales et difficultés de la transition énergétique et avec les effets cumulatifs des deux. Le décor est bien planté. Je vais appeler les deux personnes qui vont nous rejoindre pour la table ronde : Claire Tutenuit et Alain Mestre.

Je vais vous proposer à tous les deux, en commençant par Claire, soit de commenter ce qui a été dit, soit d'ajouter des propos personnels par rapport à ce qui a été dit.

Claire Tutenuit : Pour ceux qui ne connaissent pas EPE, c'est Entreprises Pour l'Environnement. C'est une association d'entreprises qui réfléchissent ensemble à mieux prendre en compte l'environnement. Nous n'avons pas de position institutionnelle, nous ne sommes pas des voix institutionnelles des entreprises. Cela permet de temps en temps des propos un peu décalés. Je voulais faire quand même une remarque sur le débat national sur la transition énergétique puisque c'est le sujet de la journée, c'est qu'on trouve que l'enjeu climat a pris une part moindre que ce qu'on pensait. Pour nous, c'est l'enjeu essentiel de la transition énergétique. Même si beaucoup d'autres enjeux sont montés dans le débat, je parlerai essentiellement de cet enjeu de décarbonation. Mais évidemment les exposés étaient tellement intéressants que j'ai plus envie de les commenter que de dire ce que j'avais envie de dire. Donc c'est ce que je vais faire. L'exposé de Philippe Quirion est très attractif mais aussi un peu irréaliste par le côté extraordinairement contraignant des politiques qu'il suppose. Nous avons travaillé sur le modèle Imaclim. Il y a cinq ans, nous avons fait avec le Cired et d'autres laboratoires ainsi qu'avec les données des entreprises des simulations de ce que pouvait être la décarbonation de l'économie mondiale. À vrai dire, on y arrivait avec une forte contrainte carbone mais avec des résultats assez encourageants puisqu'il n'y avait pas de perte de croissance et il n'y avait pas de perte d'emplois, c'est-à-dire qu'on ne revenait pas à la hutte et à la bougie. On ne réduisait pas la mobilité générale de l'humanité. Nous avions une certaine sympathie pour ces modèles. Oui, il y a des créations d'emplois et nous arrivons à refaire une économie bas carbone. Nous n'allons pas si loin dans le cadre du débat actuel mais c'est quand même quelque chose que petit à petit nous allons devoir faire : le climat, nous ne nous en sortirons pas comme cela.

Il faut que le débat actuel permette d'anticiper, car les politiques vont être décidées. Nous n'allons pas aller directement vers ce que décrit Philippe Quirion mais il faut anticiper que nous allons dans cette direction, et il faut que les entreprises s'y préparent et que le cadre institutionnel dans lequel elles agissent les aide à le faire. C'est ce qu'on appelle la « green race » qui se déroule au niveau mondial. L'Europe se dit qu'elle est en avance en matière de politique climat, mais les États-Unis sont plus avancés en innovation climat et en réindustrialisation climat, et la Chine y entre à toute vitesse, on l'a vu au sujet du photovoltaïque. Donc l'un des outputs importants est de se préparer à

ces nouveaux emplois et de mettre un cadre qui le fasse parce que nous ne nous préparerons pas simplement par l'investissement plublic, il n'y a plus de moyens publics. Au sujet de l'exposé de Pierre-Noël Giraud, bien sûr, il faut mettre le poids de la transition sur les sédentaires puisque les nomades, clairement, si nous leur mettons des charges en plus, ils vont être simplement encore plus nomades et être délocalisés davantage. Il me semble qu'il y a les deux dans les emplois de la transition énergétique : il y a à la fois les emplois sédentaires, tout ce qu'on appelle les « emplois de la rénovation énergétique des bâtiments ». Et donc il y a une vraie création d'emplois, à condition, bien entendu, là encore, de mettre le cadre institutionnel qui favorise la rénovation des bâtiments – et puis il y a des emplois nomades qui devraient venir si l'on pense au stockage d'énergie, à des grands systèmes, de l'ingénierie qui permettent d'améliorer très significativement l'efficacité des ressources ou des infrastructures existantes – ce sont des emplois qui sont nomades et de vrais savoir-faire vont s'en dégager.

Enfin, au sujet de l'exposé de Patricia Crifo, j'ai un problème avec la précarité énergétique et le poids qu'elle prend dans le débat énergétique. Je vais le dire de façon extrêmement provocante : je considère qu'elle est un bouclier pour les 80 % de non précaires énergétiques. C'est-à-dire qu'on refuse de taxer le carbone au nom de la précarité énergétique, alors que, certes, 20 % des ménages ont un vrai problème, mais 80 % pourraient payer. Il est essentiel qu'ils adaptent leur consommation et qu'ils transforment leur mode de vie dans le sens de la décarbonation. Nous faisons peut-être une erreur en demandant au débat sur la transition énergétique de résoudre en plus le problème des inégalités sociales. Oui, il faut qu'il y ait un considérable effort de réduction de cette précarité, mais non, il ne faut pas que ces personnes précaires, qui justement sont des personnes qui ont des grosses consommations d'énergie, soient déresponsabilisées. Si l'on dit : « Ok, vous avez l'électricité beaucoup moins chère », il ne faut pas que ces personnes consomment davantage qu'elles ne le feraient autrement, c'est-à-dire chauffent à 23 °C, laissent trois écrans allumés parce qu'il n'y a pas de responsabilisation. Vraisemblablement, elles ne le font pas. Mais je pense que pour les personnes qui ne sont pas précaires, on laisse ces comportements perdurer en essayant de résoudre le problème de la précarité énergétique.

J'avais aussi plusieurs choses que j'aurais voulu dire, c'est que la question du transport, les transformations du système qui se préparent sont très importantes. On est dans une économie ouverte et donc les entreprises qui seront gagnantes seront les plus ingénieuses, les plus rapides. Aujourd'hui, le débat national sur la transition devrait avoir davantage pour mission d'accélérer les investissements dans des nouveaux secteurs, des nouveaux couples produits-services qui vont devoir apparaître au niveau mondial. La question du financement est pour nous la question majeure. Aujourd'hui, ce financement par une contrainte, qu'elle soit taxe, qu'elle soit marché des quotas, n'a pas été acceptée par le corps social en Europe, pas juste en France, mais de manière générale en Europe. Donc la question du financement se trouve complètement ouverte avec peu de solutions envisageables et, pourtant, c'est pour nous la question majeure pour que les entreprises arrivent à adapter leurs outils et leurs produits, leurs services. Donc, si l'on fait porter ni sur les contribuables, ni sur les consommateurs, est-ce qu'on peut explorer d'autres voies ? Cela nous semble être quelque chose d'important. En tout cas, les entreprises d'EPE sont intéressées à explorer des solutions avec des équipes de recherche qui s'intéressent à ces questions.

Agnès Bénassy-Quéré : Merci beaucoup. Je crois qu'il y a toute une table ronde qui sera sur les questions de financement. Donc je vais passer la parole à Alain Mestre.

Alain Mestre : Syndex est un cabinet d'expertise économique et sociale qui travaille auprès des institutions représentatives du personnel tant au niveau national qu'au niveau européen, et nous avons, depuis 2005, lancé des études pour à la fois la Confédération européenne des syndicats (CES) et les partenaires sociaux européens sur cette question d'impact emploi-compétence-formation des politiques climatiques avec des scénarios emploi aux horizons 2020 et 2030. Effectivement, comme disait Philippe Quirion qui nous a cités à travers une première étude européenne que nous avions faite pour la CES et la DG Environnement de la Commission européenne, (d'ailleurs le Cired-CNRS avait été consulté dans ce cadre), nous avions conçu des modèles emploi. C'est vrai qu'à ce moment-là, nous étions considérés comme des Martiens parce

que, quand on parlait de problématiques d'emploi et de cohésion sociale liées à ces politiques climatiques volontaristes, alternatives à des scénarios tendanciels, on disait : « Mais où est le problème ? » Emploi, cohésion sociale, ce sont des valeurs d'ajustement. En revanche, depuis la crise de 2008, il y a une multitude d'études qui ont été produites sur ces enjeux, pas mal de chemin a été parcouru. Je suis agréablement surpris aujourd'hui par des études du type de celles qui viennent d'être ici présentées. Je vous rappelle que, quand le gouvernement français avait lancé une étude d'impact emploi du Grenelle de l'environnement au fameux cabinet américain Boston Consulting Group (BCG), nous n'étions pas du tout sur ce type de problématiques, nous étions sur des modèles type, je ne dirais pas Bisounours, mais type Euro Disneyland, en disant : « Tout est positif, on va créer 600 000 emplois en appliquant les mesures du Grenelle de l'Environnement. Il n'y a aucun problème de destruction d'emplois et de transition sociale au sens de la "transition juste" qui a été demandée par la Confédération syndicale internationale, et finalement intégrée dans l'accord de l'ONU sur les changements climatiques, de Cancun et de Durban. Dans le modèle du BCG, il n'y a pas de problème de transition, de nécessité de travailler sur des outils, des dispositifs, de transitions sociales et professionnelles, sachant que les emplois sont considérés comme facilement substituables » Donc, avec l'étude qui vient d'être présentée, on a changé de modèle en termes de science économique et sociale sur cette problématique et çà donne ainsi des perspectives intéressantes. Je me souviens dans un débat qu'on avait eu au Conseil d'orientation de l'emploi (COE) en 2009 avec Philippe Quirion, ce type de modèle Négawatt n'avait pas encore intégré ces mêmes problématiques et les processus de destruction d'emplois comme aujourd'hui. Votre modèle a beaucoup évolué, s'est enrichi, je trouve cela positif.

Je reprendrai rapidement aussi un rapport que je vous convie à lire sur la transition énergétique rédigé par le Conseil économique et social environnemental français. Les deux corapporteurs étant Jean Jouzel et Catherine Tissot-Colle ; il a été présenté en plénière du CESE en janvier dernier. En résumé, sur la partie emploi et cohésion sociale, ils font le diagnostic suivant : « depuis trois-quatre ans, il y a une multitude d'études d'impact emploi, de ces modèles dits "transition écologique", "transition énergétique", sauf qu'on n'y voit pas très clair, y compris concernant l'étude Négawatt comme celle menée par Syndex. Cela demanderait une clarification sur les hypothèses, sur la construction des modèles mais, en revanche, ils exigent que toutes ces études d'impact emploi soient intégrées dans la future loi programme sur la transition énergétique sans laquelle on va s'exposer à des grosses difficultés sur le plan de la cohésion sociale. Effectivement, il y a des risques de tensions sociales fortes liées au fait qu'on aura mal maîtrisé ces outils et ces dispositifs appropriés de transition sociale. »

En revanche, ce que dit le rapport de Jean Jouzel et Catherine Tissot-Colle, pour le CESE français, c'est que l'enjeu de l'impact emploi est autre que purement quantitatif. Il est beaucoup plus considérable au niveau des enjeux qualitatifs, de gouvernance, de définir et d'anticiper sur des outils et dispositifs ad hoc en termes de transition sociale et professionnelle. Les modèles exposés sont beaucoup plus enrichissants qu'un modèle type BCG mais tous les enjeux ne sont pas intégrés, ni quels types d'outils et dispositifs on met en place. Concrètement, les emplois ne sont pas automatiquement substituantes d'une filière à une autre, ni même au sein d'une filière. Ils n'ont pas les mêmes conditions, ni d'emploi, ni de travail. S'il fallait un seul exemple, j'ai participé à la Conférence internationale d'IG Metall en décembre dernier dont le thème était "vers un modèle économique durable", mobilisant environ 800 personnes venues du monde entier, y compris l'ex-président Lula. Les responsables d' IG Metall ont dit : « Vous savez que dans un pays comme l'Allemagne, le pays de la cogestion, nous avons une convention collective sur la filière solaire. En revanche, on n'en a pas sur l'éolien. Pas de syndiqués dans la filière éolienne. Pourtant cette filière mobilise 100 000 emplois en Allemagne ». Pourquoi ? Parce qu'il n'y a pas de convention collective, on assiste même à des violations des droits sociaux fondamentaux (y.c des actions de répression syndicale) et c'est pourtant l'Allemagne et l'organisation syndicale IG Metall, la plus puissante en Europe. Donc ça pose la question aussi dans des filières dites d'« avenir » comme les filières éoliennes (tout comme des filières prometteuses comme le "bâtiment durable"), des conditions d'emploi et de travail et de conditions sociales tout court. Comme le dit la CSI (Confédération Syndicale Internationale), à travers l'initiative qu'elle mène conjointement avec le

BIT et le PNUE, les mutations vers des emplois verts et verdissants ne peuvent être acceptables que si la transition sociale et professionnelle est "juste" et que ces emplois soient décents au sens de la définition du BIT sur le travail décent (nécessitant que les huit conventions fondamentales de l'OIT soient respectées). Donc la question du respect des normes sociales fondamentales se pose dans ces nouvelles filières.

Je finirai sur un point important. L'industrie en France. Il vient de se lancer le Comité stratégique de filière pour les éco-industries (COSEI), coprésidé par le Ministre du redressement productif et le Ministre de l'écologie et énergie, qui a identifié comme prioritaires 18 filières industrielles prometteuses dites « éco-industries ». Quelles en sont les enjeux ? Syndex a mené récemment une étude aussi pour le CESE européen sur "la politique industrielle bas carbone, comme issue à la crise", en étudiant une quinzaine de filières industrielles. Toutes les filières industrielles sont concernées par les enjeux des produits-process bas carbone. Alors que là, dans vos modèles, c'est la principale critique que je ferais, nous avons l'impression que c'est uniquement certaines filières industrielles qui sont concernées en positif ou en négatif en terme d'activité et d'emploi. Sans métallurgie et sans chimie, il n'y a pas de possibilité de transport durable, d'énergies renouvelables, de bâtiment durable, d'efficience énergétique. Ce sont donc tous les emplois, tous les postes de travail qui sont concernés d'une manière générale par le verdissement de l'économie et ça pose un problème aujourd'hui. On comprend mieux l'accord industriel entre le Président américain et le président chinois sur les HFC. Derrière cet accord sur les émissions de ce gaz à effet de serre, il y a de rudes batailles technologiques et industrielles. La France c'est encore 3,5 millions d'emplois industriels, bien que cela diminue de 15 % depuis trois ans, et nous avons encore en Europe 35 millions d'emplois industriels qui sont tous concernés par cette transition énergétique, à travers le développement des produits et process décarbonés. Je finirai par ce que dit Madame la présidente, et c'est un sujet sur lequel on travaille beaucoup au niveau européen : les enjeux de compétitivité hors coût du travail que sont les différentes ressources, les interactions des coûts énergétiques aux matières qui, pour certaines filières industrielles, représentent des enjeux importants bien sûr en termes d'émission de gaz à effet de serre, de consommation énergétique, et aussi en termes de compétitivité de notre industrie, un enjeu très important. Dans le secteur de la production de l'aluminium, par exemple, la majorité des coûts, ce n'est pas le travail, mais l'énergie. Quant à l'usine de Saint-Jean-de-Maurienne, le groupe Rio Tinto Alcan menace de fermeture le site à cause d'un prix de l'électricité jugé trop élevé et dit : « Si EDF augmente de 1 % le prix de l'électricité, nous fermons Saint-Jean-de-Maurienne », alors que c'est une usine compétitive. Et là, nous ne sommes pas du tout sur des problématiques simplement de coût du travail, la bataille de la compétitivité industrielle est aussi un enjeu de coût énergétique et donc de transition énergétique. C'est aussi de permettre de préserver les emplois industriels qui sont non négligeables, y compris dans des filières aussi stratégiques en France que l'aluminium et la sidérurgie. On dit souvent : « La sidérurgie est une filière déclinante appartenant à une activité du passé. » C'est encore 350 000 emplois dans l'Union européenne et encore près de 24 000 emplois directs en France. Et cette industrie représente un enjeu important pour l'ensemble des emplois des autres secteurs industriels en France et en Europe dépendant d'aciers de haute qualité pour leur compétitivité (automobile, BTP, emballage,….), ces aciers qui eux-mêmes exigent des investissements R&D importants tant dans les nouveaux produits que les process sidérurgiques à haute efficience ressources comme l'ont bien compris les sidérurgistes chinois, coréens et japonais.

Agnès Bénassy-Quéré : C'est toujours un peu pareil avec les économistes. On en revient toujours à se poser la question du prix et de la quantité. Alors nous avons commencé avec la quantité tout à l'heure, et nous parlons peu à peu d'« emplois décents ». Nous avons parlé des inégalités, de revenus, sous-entendus. De la précarité énergétique, c'est une grave question. C'est bien de définir une précarité énergétique. Est-ce que ce n'est pas un peu au détriment de la précarité tout court ?

C'est toujours facile de critiquer les organisateurs, mais cette table ronde, c'est sur le travail, et la suivante, c'est sur le capital. Effectivement, nous avons aussi des questions substitution capital-travail. J'aurais bien aimé demander à Philippe Quirion quelle est l'évolution de la rémunération du travail dans ses diapositives et est-ce qu'il y a aussi des différences dans les secteurs, pour rejoindre un peu les interrogations ? Est-ce que les nouveaux secteurs ce sont de meilleurs emplois, de moins

bons emplois, comment sont-ils complémentaires avec le capital ? Nous avons regardé un peu au CAE cette histoire de compétitivité, l'impact du prix de l'énergie sur la compétitivité. Nous avons l'impression que les secteurs les plus intensifs en énergie sont les plus intensifs en capital et pas tellement en travail. De fait, l'idée d'alléger le coût du travail et puis de taxer un peu plus l'énergie qui est une jolie idée pour amorcer la transition énergétique, ça ne marche pas complètement parce que les entreprises ne sont pas les mêmes. Et aussi, on est toujours surpris qu'un secteur des plus intensif en énergie ce soit l'agriculture et la pêche : il faut avoir ça aussi en tête.

Je voulais un peu vous redonner la parole sur cette histoire d'emploi sédentaire. Je me pose la question, est-ce que ça existe un emploi sédentaire ? Quand on sait que la valeur ajoutée des exportations françaises est constituée à 55 % de services incorporés. Ce n'est pas seulement des avocats internationaux et de l'ingénierie, c'est aussi du nettoyage, du gardiennage, etc., qu'on considère comme des emplois sédentaires. Est-ce qu'ils sont véritablement sédentaires ? On peut se poser la question. Même le secteur de la rénovation du bâtiment, on dit : « Ce sont les ménages qui vont payer, etc. » Mais si c'est quelqu'un qui travaille dans un secteur exposé à la concurrence internationale, s'il paye beaucoup d'argent pour isoler son logement, ensuite il demandera un salaire plus élevé à son employeur. Donc il y a un problème. Cette idée qu'il y ait des emplois qui sont protégés, j'ai quelques doutes. Mais je suis d'accord pour en discuter avec vous.

Jean-José Wanègue, *Énergie & Développement Durable Magazine* : Je reviens sur votre dernier commentaire. Il y a quelques semaines à l'OCDE se tenait le Forum Nouveau monde et, autant que je me souvienne, Fady Khallouf, qui est le directeur général de Theolia, faisait remarquer : « Non, ce n'est pas le bon argument, vous augmentez le coût de l'énergie, vous diminuez la productivité de nos entreprises parce que la France a bénéficié depuis des années d'une électricité nucléaire pas chère avec une Allemagne qui paie deux fois plus cher son électricité et, entre les deux pays, il y a des taux compétitifs. »

Agnès Bénassy-Quéré : Ça, c'est quelque chose qui est discuté. Je vais vous donner la parole. En quelques questions, je vous redonne la parole.

Jean-Charles Hourcade : (Inaudible.) … Il y a tout un travail d'hybridation de comptabilité qu'il faut faire parce que les secteurs ne sont pas homogènes selon leurs contenus et les filières les plus intensives sont aussi parfois celles (inaudible)…

Question inaudible.

Question inaudible.

Agnès Bénassy-Quéré : Une toute dernière question ?

Intervenante : Je ne suis pas sûre que ce soit une question, c'est juste une réflexion que je me faisais : par rapport à ce que M. Mestre disait, qu'il n'y a absolument pas eu d'anticipation quand il y a vingt ans on disait que dans la transition énergétique on trouverait des emplois, ça me rappelle l'année 1975 où tous les organismes internationaux, toute la famille des Nations unies, parlaient de la nouvelle division internationale du travail et que l'ONU, la Banque mondiale, le FMI, l'OCDE, enfin tout le monde sans exception, disaient que ce serait très bien ce nouvel ordre économique mondial puisqu'il fallait que les pays en voie de développement exportent 25 % des produits manufacturés globaux dans un monde globalisé et que, par un effet automatique, les pays développés allaient se spécialiser dans tout ce qui était high-tech et que tout irait mieux dans le meilleur des mondes. Tout le monde applaudissait la désindustrialisation. De notre côté, les services, le high-tech : nous polluerons moins. Du côté des autres, ils allaient venir sur les marchés mondiaux, il y aurait une réduction des inégalités entre pays riches et pays pauvres, etc. On n'avait rien calculé et tout ça, c'est tombé à l'eau. Ça s'est très mal passé. À l'époque, le scénario c'était le nouvel ordre économique mondial. C'est maintenant le duel en économie énergétique mondial et, une fois de plus, je crois qu'on est dans des dilemmes et ça, je ne vois pas comment cela pourra marcher parce que, à l'époque, tout le monde était d'accord. Pays riches et pays pauvres étaient vraiment autour du même scénario unis avec les mêmes idées. Tout le monde le voulait.

Actuellement, vous voyez bien ce qui se passe dans les pays en voie de développement. Ils veulent plutôt l'adaptation au changement climatique et non pas la réduction. Eux-mêmes, ils ont réussi à faire marquer cela dans le rapport du GIEC, l'adaptation plutôt que la lutte contre le changement climatique, puisque la lutte contre le changement climatique, c'est uniquement high-tech, c'est à forte intensité de capital, c'est pour les pays riches. Et les pays pauvres disent : « Nous, par exemple, les stratégies comme la capture-stockage du CO2, on ne peut pas suivre. Donc laissez-nous nous adapter plutôt que… » Sinon, il y a encore des transferts de techniques. C'est toutes ces questions qui me rendent très sceptique sur notre transition énergétique.

Agnès Bénassy-Quéré : Donc la parole est à la défense. On va commencer par Philippe Quirion.

Philippe Quirion : D'abord je pense que l'indicateur qui était cité sur la précarité énergétique est très mauvais. J'ai entendu David Newbery, économiste de l'énergie britannique, dire : « On a une définition de la précarité énergétique complètement folle, et le problème c'est qu'elle s'est diffusée dans le reste du monde et, avec ce critère, il semble que la reine d'Angleterre soit en précarité énergétique parce qu'il y a tellement de mètres carrés à chauffer que cela fait plus de 10 % de son revenu. »

J'avais regardé dans l'enquête Budget des familles en France ce que donne cet indicateur, et nous avons des gens qui sont relativement riches, et qui, selon cet indicateur, sont en pauvreté énergétique. Donc ce n'est bien sûr pas ce que l'on cherche à identifier. Deuxièmement, j'ai entendu que la taxe n'était acceptée par le corps social nulle part. En Suède, on a quand même une taxe qui tourne autour de l'équivalent de 110 € par tonne de CO2 chez les ménages. Pour les entreprises non couvertes par l'ITS, c'est de l'ordre de 40 € par tonne de CO2. Ils ont commencé il y a longtemps, mais ils sont quand même arrivés à des niveaux très élevés. C'est accepté par le corps social, et ils ont d'ailleurs des émissions par habitant les plus faibles de l'Union européenne malgré un climat très rigoureux, une densité assez faible. Sur les questions de condition de travail, transition, formation : bien sûr, c'est très important et c'est quelque chose qu'il faudrait mieux prendre en compte, y compris d'ailleurs les emplois dans la formation, c'est un secteur très intensif en emplois. Mais il ne faut pas juste voir cela en statique en se disant qu'on part d'un scénario d'aujourd'hui et qu'on regarde ce qu'il faut avoir comme formation pour aller vers un autre scénario, peu importe celui vers lequel on veut aller, car il faut prendre en compte la démographie dans les entreprises aussi. Par exemple, vous aurez dans les années qui viennent énormément de départs en retraite dans les centrales nucléaires et, de fait, on peut se dire qu'il y a un problème pour reconvertir une partie de ces gens, mais il y a aussi un problème si l'on maintient de même toutes ces centrales en activité pour embaucher des gens qu'il faut. Et sur des questions de condition de travail, de protection sociale, de conventions collectives, c'est extrêmement important. Après, entre le salarié EDF et la sous-traitance en cascade dans les centrales, ce ne sont pas non plus les mêmes conditions de travail, pas les mêmes protections. Les filières industrielles, c'est effectivement très important. Je ne considère pas du tout que l'industrie c'est quelque chose qu'il faille mettre à la poubelle, bien au contraire. C'est aussi quelque chose de très hétérogène, par exemple, en termes d'emplois, la sidérurgie, il reste du monde. Le ciment, ce n'est quand même pas grand monde, l'aluminium non plus. Donc il faut regarder au cas par cas, mais après, c'est important de prendre en compte et d'avoir les bons outils pour que l'activité se maintienne tout en ayant une baisse massive des émissions qui passe souvent par les technologies (inaudible). La difficulté pour étudier cela quantitativement dans un modèle, c'est qu'on se heurte au secret industriel parce que les industriels ont quand même de bonnes raisons de ne pas diffuser les coûts des options techniques sur lesquelles ils travaillent à la fois vis-à-vis de leurs concurrents et vis-à-vis des pouvoirs publics. C'est tout à fait légitime mais ça rend difficile le fait de notifier cela dans un modèle. C'est aussi pour ça que c'est souvent assez peu pris en compte, ce n'est pas par une idéologie anti-industrie. Dernier point quant aux estimations : j'ai lu bien sûr la note du CAE, sur l'effet en termes de compétitivité, sur les exportations du prix de l'énergie. J'ai demandé à accéder à la note avec les estimations économétriques. On m'a dit : « On va te l'envoyer », et j'attends. Donc, en attendant, je ne peux rien dire. Je trouve juste les estimations très élevées par rapport à ce que j'ai pu voir par ailleurs.

Pierre-Noël Giraud : Un mot pour dire que c'est vrai que les nomades, les sédentaires, ça a l'air simple, mais mon expérience depuis que j'ai commencé à en parler en public, c'est que ce n'est pas si simple que ça à définir. Il faut se poser la question suivante : « Je suis un individu. J'ai un emploi. Je perds de ma compétitivité. Soyons radicaux. Imaginons que j'ai un AVC. Je ne suis plus capable de travailler. Que se passe-t-il ? » Si, toute chose égale par ailleurs, ça veut dire que le stock de capital humain de ce territoire dans le domaine des emplois sédentaires diminue, mais il y a du capital humain qui est plus efficace. Donc il y aura une firme globale qui va prendre cet emploi, qui va aller recréer cet emploi ailleurs. Pas dans le territoire parce qu'il faudrait qu'il y ait quelqu'un qui apparaisse comme un nouveau nomade qui soit formé au minimum. Maintenant, ça, c'est donc l'emploi nomade. Si vous répondez à la question. Si je perds de ma compétitivité, toute chose égale par ailleurs, où cet emploi va-t-il réapparaître parce que la demande mondiale en biens nomades, elle n'a pas changé ? Parce que j'ai dit toute chose égale par ailleurs. Elle va apparaître ailleurs.

Agnès Bénassy-Quéré : C'est l'emploi qui est nomade, ce n'est pas le travailleur. Nous sommes bien d'accord ?

Pierre-Noël Giraud : C'est absolument l'emploi qui est nomade. Votre emploi sort de vous-même. Il est nomade, et puis vous vous retrouvez sans emploi. En revanche, quelqu'un qui nettoie les bureaux d'une entreprise qui fabrique des automobiles, qui d'ailleurs il n'y a pas très longtemps était un employé de la firme en question. Imaginons, toute chose égale par ailleurs, qu'il perde sa compétitivité, qu'il devienne malade ou qu'il soit nul. Si l'industrie automobile est toujours là, quelqu'un d'autre sera réembauché pour nettoyer l'usine parce que l'usine est toujours là. Donc un emploi sédentaire, c'est un emploi où, quand quelqu'un, je prends au niveau individuel, perd de sa compétitivité par rapport aux autres, parce que tout cela c'est en compétition totale et parfaite, etc., l'emploi est recréé dans le même territoire. C'est quand même un critère assez simple, même s'il est difficile à appliquer et qui fait la différence. Alors évidemment, tout ce qui est intéressant c'est de modéliser les rapports entre les nomades et les sédentaires d'un territoire. On voit bien que, si dans le cas où un nomade a perdu son emploi et que l'emploi est créé ailleurs, ça se traduit par une moindre demande adressée aux sédentaires, cela a des effets aussi sur les sédentaires et, éventuellement, ça peut entraîner des pertes d'emploi chez les sédentaires ou des baisses de prix et des baisses de revenu. Donc, il y a un effet dans ce sens-là. Personne n'est à l'abri de la perte de compétitivité des nomades, évidemment les nomades non plus, pas les sédentaires. Il y a d'autres relations plus intéressantes et j'en resterai là, c'est évidemment plus les sédentaires d'un territoire sont pauvres, parce qu'ils sont peu productifs ou parce que leurs revenus ont baissé, plus les nomades du territoire sont compétitifs. C'est exactement ce qui se passe en Allemagne où la baisse du prix des salaires dans les services a servi la compétitivité des nomades allemands, et c'est la raison pour laquelle un informaticien indien formé à Stanford qui retourne à Bangalore et qui a en dollars un salaire deux fois plus faible, en vérité, au niveau de son utilité, sa satisfaction, il vit beaucoup mieux parce qu'avec un salaire en dollars qui est la moitié en Inde de ce qu'il est à Stanford on se paye une maison de dix pièces, cinq domestiques, etc., ce qu'on ne se paye pas à Stanford. Évidemment, la Jaguar vaut deux fois plus cher mais il n'y a pas que les Jaguar dans la vie.

Patricia Crifo : Il y a eu plusieurs points sur la question de la précarité énergétique. Sur l'indicateur que j'ai donné, je suis tout à fait d'accord avec ces problèmes méthodologiques qui peuvent se poser : c'est simplement celui le plus précis qui est souvent utilisé donc je m'appuie là-dessus, mais il y a d'autres définitions en France. On utilise la définition suivante qui est de dire que la précarité énergétique se mesure par une difficulté qu'on aurait à disposer d'énergie en fonction de ses ressources, en fonction du type d'habitat, donc c'est peut-être plus général, moins précis mais peut-être plus satisfaisant. Je ne milite pas pour l'indicateur britannique, j'en ai bien conscience, concernant la question soulevée par Claire Tutenuit. À l'heure actuelle, je pense que les tarifs de l'eau, de l'énergie, de l'électricité, sont composés d'un abonnement et d'un prix proportionnel à la consommation. Ces tarifs-là n'incitent pas à l'efficacité énergétique puisque, si l'on prend le coût rapporté à la quantité consommée, ça diminue quand la consommation augmente. Donc le problème, ce n'est pas la précarité, c'est à l'heure actuelle les tarifs tels qu'ils sont

pratiqués. Je pense donc qu'on a quand même des marges de progression énormes pour inciter à la sobriété énergétique. Ce n'est pas mettre l'accent sur la précarité énergétique, ce n'est pas ça qui pose problème en matière d'efficacité et de sobriété.

Agnès Bénassy-Quéré : C'est le coût marginal qui compte pour la consommation.

Patricia Crifo : L'abonnement plus le prix proportionnel à la consommation, ce n'est pas forcément pour ceux qui consomment le moins, ce n'est pas ça qui va les inciter à réduire leur énergie…

Agnès Bénassy-Quéré : Mais c'est le coût marginal qui compte pour l'incitation.

Claire Tutenuit : Juste un point sur les entreprises allemandes. Il y a une grosse différence entre l'Allemagne et la France, c'est qu'en Allemagne les entreprises payent un tarif qui est extrêmement compétitif, et il y a un très gros effort du consommateur vers les entreprises en matière de tarification de l'énergie, de l'électricité notamment. Donc il y a clairement une incitation aux emplois nomades en Allemagne aussi par ce biais-là, qui n'est pas forcément de même ampleur en tout cas en France. Ce qu'on peut dire c'est qu'effectivement il y aura des transitions dans tous les secteurs. Je rejoins l'idée que tous les secteurs sont en train de se transformer. Je veux dire que les entreprises de ciment se transforment, les entreprises de transport se transforment et donc la révolution énergétique, la transition énergétique, elle marque tout le monde. Donc il y aura des transitions en interne. D'ailleurs on parle de « démarches d'éco-conception » qui ont comme objectif l'efficacité. Cela veut dire que les métiers d'ingénieurs de base sont en train de se transformer, les métiers de fabrication également, et des nouveaux secteurs apparaissent. Nous sommes en cours d'innovations, à la base de nouvelles industries, il y a des opportunités. Il faut avoir le courage d'accepter qu'il y ait des transitions aussi. Nous avons parlé un tout petit peu de la pêche et de l'agriculture : ce sont des secteurs dans lesquels, effectivement, la question de la transition ne peut pas être éludée. C'est sans doute la même chose pour le transport routier. On ne peut pas l'éluder, il faut le traiter, c'est un problème qui est extrêmement difficile. La transition énergétique a une priorité de long terme sur l'adaptation. Pourquoi a-t-on un effort sur l'adaptation ? Parce que l'atténuation ne se fait pas. Il y a double peine si nous ne faisons pas l'atténuation. Nous avons l'atténuation un jour ou l'autre plus chère et l'adaptation. Donc nous avons intérêt à prendre ces décisions et à aborder les transitions de façon – on ne peut pas en être surpris – à les organiser.

Alain Mestre : Je vais répondre à deux questions. Je suis d'accord avec ce qu'a dit Jean-Charles tout à l'heure sur est-ce qu'elle était complétée, également avec Philippe tout à l'heure au sujet de la Suède sauf que, c'est vrai, le prix de l'électricité en Allemagne est supérieur à la France même si, comme a dit madame Tutenuit, il y a une disparité entre ménage et industrie. Attention, le point commun entre industries allemande, suédoise, danoise et japonaise, c'est qu'ils ont des prix d'électricité supérieurs à la France sauf que les coûts énergétiques de l'industrie à haute intensité énergétique sont inférieurs. Pourquoi ? Parce qu'ils ont investi au moins depuis quinze ou vingt ans dans l'efficience énergétique. Et ce n'est pas seulement la stratégie des entreprises, c'est qu'il y a eu une politique volontariste menée à la fois par ces entreprises, la puissance publique et les territoires qui ont joué un rôle important. Toute l'industrie allemande à haute efficience énergétique et maintenant suédoise ont des coûts énergétiques nettement inférieurs à la France. Cherchez l'erreur. Nous sommes très mauvais en France, dans l'industrie à haute intensité énergétique en matière de coût énergétique malgré notre prix d'électricité moins élevé. Même le rapport Gallois fait ce constat. Et je finirai sur ce qui a été dit sur la stratégie de Lisbonne européenne, je ne parle pas du traité de Lisbonne, mais la stratégie qui remonte à 2000, en disant : « Allez, on laisse délocaliser et se désindustrialiser l'Europe. Pas de problèmes, on passe à une société post-industrielle fondée sur l'économie de la connaissance et de l'innovation, on garde la matière grise, les centres de recherche, l'ingénierie, on investit massivement sur l'éducation et la formation, donc dans les investissements dits immatériels, et tout ira bien,». Sauf que cette stratégie, en n'intégrant pas une démarche volontariste de politique industrielle et commerciale de dimension européenne, on en voit aujourd'hui les conséquences accentuées par la crise financière de 2008 et l'accélération

de la mondialisation. Aujourd'hui, les deux principales puissances mondiales qui sont la Chine et les États-Unis – on l'a vu encore lors de l'accord récent il y a deux semaines – ce sont avant tout des puissances industrielles, avec le Japon et la Corée du Sud. Ces pays de la zone Asie-Pacifique sont en train de gagner la bataille des technologies produits, process, bas carbone et à haute efficience ressources. Et donc ce n'est pas par hasard si ces pays ont fait différemment que la stratégie européenne de Lisbonne.

Agnès Bénassy-Quéré : Je ne réagirai pas trop sur cette stratégie de Lisbonne qui est un peu caricaturée. Je vais conclure simplement cette table ronde. Madame a dit tout à l'heure, elle faisait le lien sur le débat sur la mondialisation. C'est frappant à quel point ce sont les mêmes concepts et ce sont les mêmes types de discussion par rapport à Doha. Alors ça donne un peu d'espoir parce que, autant on peut être un peu négatif sur la mondialisation financière, autant la mondialisation commerciale, je pense qu'il y a eu quand même beaucoup de gagnants, plus de gagnants que de perdants, et donc ça rend un peu optimiste sur la transition énergétique si l'on arrive à mettre en place les outils. On arrive à avoir ces fameux gains en emploi et cette croissance sans pour autant induire trop d'inégalités. Je continuerai à lire vos travaux. Merci à tous.

Rapport de session par Frédéric Ghersi

Deux obstacles semblent s'opposer de manière récurrente en France à la mise en œuvre d'une politique environnementale ambitieuse, condition d'une transition énergétique. L'impact d'une telle réforme sur la compétitivité d'une part, et sur les inégalités d'autre part. En termes économiques les questions sont donc celles de l'efficacité de la réforme à même d'enclencher la transition, c'est-à-dire son impact sur l'activité (souvent approximé par son impact sur le PIB), et de son équité, c'est-à-dire de son impact sur la distribution des revenus au sein de la population des ménages. Ceci explique pourquoi l'emploi, au croisement de ces deux dimensions, est un indicateur particulièrement pertinent des conséquences de la transition énergétique.

Les 3 interventions de la session consacrée à ce thème s'enchaînent et se complètent avec à propos. En ouverture des débats, Philippe Quirion (CIRED, CNRS) propose une analyse input-output de l'impact sur l'emploi d'un scénario de transition énergétique particulièrement ambitieux, le scénario Negawatt. La méthode de Leontief, qui consiste à « remonter le courant » des structures de coût des variations d'activité sous-jacentes à l'accomplissement du scénario (production d'énergies renouvelables, rénovation du bâti, basculement des choix modaux dans les transports, sobriété énergétique), permet en effet une estimation précise des variations d'emploi induites. Contrairement à toute attente le scénario Negawatt, mesuré à cette aune, se révèle créateur d'emplois de manière croissante tout au long d'une prospective s'étalant jusqu'en 2030.

Cependant, Philippe Quirion souligne lui-même que son analyse s'appuie sur deux hypothèses restrictives. D'une part, elle est menée à revenu constant, donc en excluant que le scénario induise une variation significative du PIB — et en faisant incidemment l'hypothèse keynésienne que la demande suscite l'offre, puisque les moindres coûts techniques du scénario Negawatt, plutôt que de se traduire par une baisse d'activité, dégagent une marge de manœuvre réallouée à la consommation. D'autre part, elle applique une unique matrice de Leontief ainsi qu'une unique structure budgétaire de la consommation des ménages, tirées du tableau économique de l'année 2005, jusqu'en 2030. Ainsi l'analyse est menée à « technologie » et comportements constants, dans le sens où les structures de coût et les parts budgétaires détaillées de l'année 2005 sont appliquées tout au long de la prospective proposée ; pour la même raison elle est en outre menée à compétitivité constante, puisque la part des importations dans chacune des consommations de la matrice input-output demeure celle enregistrée en 2005.

Or, comme nous l'avons souligné, les impacts de la transition énergétique sur la compétitivité des productions domestiques, et partant l'activité économique, sont une des clés de son acceptation. Les craintes les plus couramment exprimées sont celles d'une dégradation de ces deux indicateurs d'autant plus marquée que la contrainte carbone / énergie est forte — en témoignent les commentaires de Claire Tutenuit, directrice générale d'Entreprises pour l'Environnement (EPE), ainsi que des réactions de la salle. Soulignons toutefois qu'une amélioration n'est pas à écarter : une vaste littérature étudie la possibilité d'un « double dividende » conjuguant gains d'intensité énergétique ou carbone et hausse de PIB ; un tel résultat apparaît souvent, dans les exercices numériques, lorsque les produits d'une taxe climat ou énergie sont recyclés dans une baisse des fiscalités préexistantes les plus distorsives — en France, les prélèvements obligatoires sur le travail.

Encore faut-il que les changements de technologies et de comportements, c'est-à-dire les substitutions d'intrants dans l'appareil de production, ou les arbitrages des consommateurs finals (outre ceux, directs, concernant énergie domestique et transports), soient représentés. Faut-il aussi que l'analyse soit menée à un niveau de désagrégation pertinent pour distinguer les trajectoires de branches contrastées non seulement par leur adéquation ou non avec la transition énergétique, mais aussi par leur degré d'exposition à la concurrence internationale.

L'intervention de Pierre-Noël Giraud (CERNA, IGM) se concentre sur ce dernier thème, en insistant sur la dichotomie entre emplois « nomades », susceptibles d'être délocalisés, et emplois « sédentaires », indissociables d'un territoire. La distinction fait écho à celle entre biens échangés et non-échangés (*traded versus non-traded goods*), classique en économie internationale. Elle paraît cruciale si l'on cherche à mesurer la compatibilité de la « croissance verte » à la mondialisation des échanges, dès lors que l'hypothèse de constance de la compétitivité des branches est levée — et dans la mesure où l'analyse y faisant appel est assise sur une matrice input-output assez finement désagrégée pour représenter les effets d'entraînement et de rétroaction entre branches nomades et sédentaires. En outre, elle permet non seulement d'éliciter les secteurs gagnants et perdants de la transition — selon la manière (réglementations, normes, signaux-prix, *etc.*) dont cette transition est induite — mais aussi, comme le souligne Agnès Benassy-Quéré (présidente de séance, CES, Univ. Paris I) dans ses commentaires, d'en appréhender les effets agrégés sur le partage de la valeur ajoutée et les niveaux moyens de salaire, chaque branche étant plus ou moins intensive en travail à la fois en valeur monétaire (euros de coûts salariaux) et physique (nombre d'équivalents temps plein). Pierre-Noël Giraud incite ainsi : à repenser la désagrégation sectorielle de toute analyse de la croissance verte selon l'axe biens nomades / biens sédentaires ; à contrôler l'impact d'inévitables recompositions sectorielles et d'éventuelles pertes de compétitivité sur les inégalités ; à faire porter l'effort des politiques publiques, et ce n'est pas son moindre message, non seulement sur le soutien des emplois nomades, dont l'actualité sociale démontre combien il est difficile, mais aussi sur un soutien à la croissance des activités sédentaires.

Patricia Crifo (CECO, CNRS), dans une troisième intervention, se penche plus avant sur les liens entre transition énergétique et inégalités. Dans un premier temps elle aborde la question, fondamentale comme nous l'avons souligné, des inégalités sociales induites par la transition énergétique, et tout d'abord de la menace que constitue le développement de la précarité énergétique. Si critiquable que soit la définition quantitative du phénomène (part du revenu consacrée aux dépenses d'énergie du logement supérieure à 10%), il n'en demeure pas moins que de plus en plus de ménages modestes sont aujourd'hui captifs de modes de consommation intensifs en énergie fossile, par l'éloignement de leur logement des centres d'activité (consommations liées aux transports) ou par sa mauvaise isolation (consommations liées au chauffage). Le risque est donc réel que la transition énergétique induise une augmentation des inégalités, si les faibles capacités d'adaptation de ces ménages ne sont pas compensées d'une manière ou d'une autre par l'action collective. Une autre source d'inégalités, plus transitoire, est liée à l'inertie de l'offre de travail. Si elle n'est pas accompagnée de politiques de formation adéquates, la transition risque de se traduire à court terme par une pression inflationniste, par exemple sur les activités de rénovation thermique, avec capture de rente par les professions concernées au détriment du reste de la population — ce point précis est appuyé par Alain Mestre (Syndex) dans ses commentaires. Il est à noter que ce genre de rigidités du travail n'est que rarement pris en compte dans les modèles de prospective énergie / économie, qui traitent en général le travail comme un facteur totalement mobile, ce parfois même sur des pas de temps annuels — c'est d'ailleurs aussi ce que postule implicitement l'analyse input-output de Philippe Quirion, en soustrayant des pertes d'emplois dans certains secteurs de gains d'emploi dans d'autres pour obtenir un effet net.

Au-delà de ces effets de premier ordre, Patricia Crifo traite des interactions entre inégalités sociales et environnementales (inégalités d'accès aux ressources comme d'exposition aux risques), en soulignant que des causalités semblent opérer autant dans un sens que dans l'autre. Le rapport dont son intervention s'inspire donne ainsi un aperçu d'une littérature en plein essor, qui démontre notamment que des inégalités sociales accrues seraient susceptibles de nuire à l'environnement (et donc d'induire des inégalités environnementales du fait des différences d'exposition aux risques).

Un mécanisme attire l'attention : la diffusion de pratiques favorables à l'environnement depuis les hautes catégories de revenu, où elles naîtraient le plus souvent, vers l'ensemble de la population, serait freinée par une trop grande hétérogénéité des revenus rendant « l'imitation » moins accessible. Cependant un certain nombre d'autres mécanismes semblent révélés par économétrie, et l'on sait que l'interprétation de corrélations en causalités peut être délicate ; ainsi, les liens observés à l'échelle de pays entre faiblesse des inégalités et force des fiscalités environnementales ne traduisent-ils pas simplement, sur deux plans parallèles, la nature plus ou moins « inclusive » des modes de développement ? L'accumulation de travaux et éventuellement le développement de recherches contradictoires seront sans doute nécessaires à la stabilisation de ces résultats.

La tentation est forte de conclure ce court rapport de session en tant que modélisateur : les 3 interventions appuyées des commentaires de la table ronde développent en fait un cahier des charges très précis de l'outil idéal d'exploration des conséquences sur l'emploi et les inégalités de la transition énergétique. Il s'agirait d'un modèle :

construit sur une matrice input-output permettant de prendre en compte les interactions de branches, selon une désagrégation sectorielle axée (outre les pré-requis de l'énergie, des transports et de l'habitat) sur la distinction entre emplois nomades et sédentaires ;

... et donc en économie ouverte, afin de jauger les pertes ou gains d'emplois nomades induits ;

représentant certaines rigidités du marché du travail, afin d'éviter le raccourci peu satisfaisant sur le court terme d'une réallocation indolore et gratuite de la main d'œuvre disponible ;

désagrégeant le classique ménage représentatif en classes de revenu, voire de vulnérabilité à la transition (classes d'emploi nomade versus sédentaire ? Classes de vulnérabilité énergétiques ?) ;

représentant l'inertie des stocks de capitaux et des structures de consommation qu'ils induisent, notamment pour le logement (tant dans ses conséquences en matière de chauffage que de transports), mais aussi pour l'outil productif.

Ce modèle esquissé, deux questions cruciales restent en suspens. La première, curieusement non abordée lors de la session, est celle des politiques d'incitation à la transition. Ce sont en substance leurs modalités précises qui décideront de l'impact de la transition sur l'emploi et les inégalités — et la littérature consacrée au double dividende, mais aussi aux nombreux outils spécifiquement conçus pour prendre en compte une myriade d'imperfections de marché, nous indique qu'en la matière de bons choix peuvent s'opposer à de mauvais choix. La seconde, beaucoup moins présente dans la littérature académique, mais soulevée (de manière symptomatique) par Claire Tutenuit, concerne le financement de la transition. Dans le contexte économique actuel, le raccourci opéré par les modèles de prospective, consistant à écraser dans une succession de bouclages annuels les flux financiers sous-jacents, par exemple, à des opérations massives de rénovation du bâti, ne peut tenir. Pour le moins, l'évolution de l'endettement de chacun des agents nationaux (ménages, entreprises, administrations publiques) et sa consolidation vis-à-vis du reste du monde devraient être contrôlées, et les effets en retour sur les services de la dette pris en compte. Dans une même perspective, l'hypothèse d'une égalité épargne/investissement est sans doute trop restrictive sur le court terme, et la question de l'offre monétaire devrait aussi être abordée, ainsi que ses rétroactions sur les taux de change. Si ces champs d'investigation ne sont pas dénués de controverses, ils proposent d'ores-et-déjà différents outils d'analyse qu'il semble désormais temps pour la prospective énergie /économie de s'approprier.

F. Ghersi, CIRED, 1er octobre 2013

Financer la transition et sortir de la stagnation. Session présidée par D. Bureau

Dominique Bureau : Au fond, cette session vise à aller un peu plus loin dans la construction d'une vision intégrée de la transition énergétique. En voyant l'intégration entre l'économie réelle et l'économie financière, et, plus précisément, en regardant à la fois les questions de financement et les questions d'articulation avec la conduite de la politique macroéconomique en situation de sortie de crise, notamment en Europe. Donc, on a deux exposés. Le premier, celui de Gaël Giraud qui portera plutôt sur cette articulation et après Jean-Charles Hourcade qui viendra nous parler des instruments et des articulations avec le financement.

G. Giraud : Canaliser l'épargne européenne vers la transition énergétique, une sortie des impasses de l'austérité de croissance.

Gaël Giraud : Je vais utiliser pour les cinq premières minutes des diapositives que j'ai utilisées ailleurs mais qui ne sont pas dénuées de pertinence pour le sujet qui m'est proposé. Il n'était pas prévu que je parle, donc excusez-moi si c'est un peu improvisé.

II. A macro perspective

II.1. The trilemma

- Giraud & Pottier (2012, 2013)

  Only 3 kinds of market equilibrium are possible.
  (General equilibrium with collateral constraints and money.)

  Regime 1 : growth + inflation.
  (Incompatible with the eurozone inflation target.)
  Ex : the 30 Glorious Years.

- **Régime 2 :** Deflation.
  Ex: Japan since 1993.

- **Régime 3:** Speculative Bubble whose bursting leads to a collapse.
  Ex: Europe since 1980... ?

Contexte économique et financier de la transition

Gaël Giraud

I. What about the markets efficiency hypothesis ?
I.1. Incomplete markets
I.2. Why market prices can get so wrong
II. A macro perspective
II.1. The trilemma
II.2. The role of banks
II.3. Global imbalances
III. How to save finance ?
III.1. Most models are wrong
III.2. Do prices convey information ?
III.3. Managing the leverage rate
IV. The energetic transition
IV.1. Kaya's equation
IV.2. Oil supply shock

Je vais parler cinq minutes sur le contexte macroéconomique et financier de la transition, ceci pour apporter des éléments d'information sur la question centrale qui est : « Est-ce que le secteur privé par lui-même va avoir les moyens un jour ou l'autre de financer la transition ? » Ma réponse étant plutôt non, mais il faut évidemment l'argumenter.

Du point de vue macroéconomique, un résultat que j'ai obtenu avec Antonin Pottier –que certains d'entre vous ici connaissent– dans le cadre complètement orthodoxe et néoclassique d'un modèle d'équilibre général avec anticipations rationnelles, montre que dans nos économies, vous n'avez que trois régimes d'équilibre possibles.

Un premier régime, le régime 1, où vous avez de la croissance mais vous avez forcément aussi avec de l'inflation et un niveau d'inflation qui n'est pas compatible avec les exigences par exemple de *target* d'inflation de la BCE en Europe. Cela, pour nous, c'est par exemple les Trente Glorieuses. Un régime de croissance forte mais avec de l'inflation.

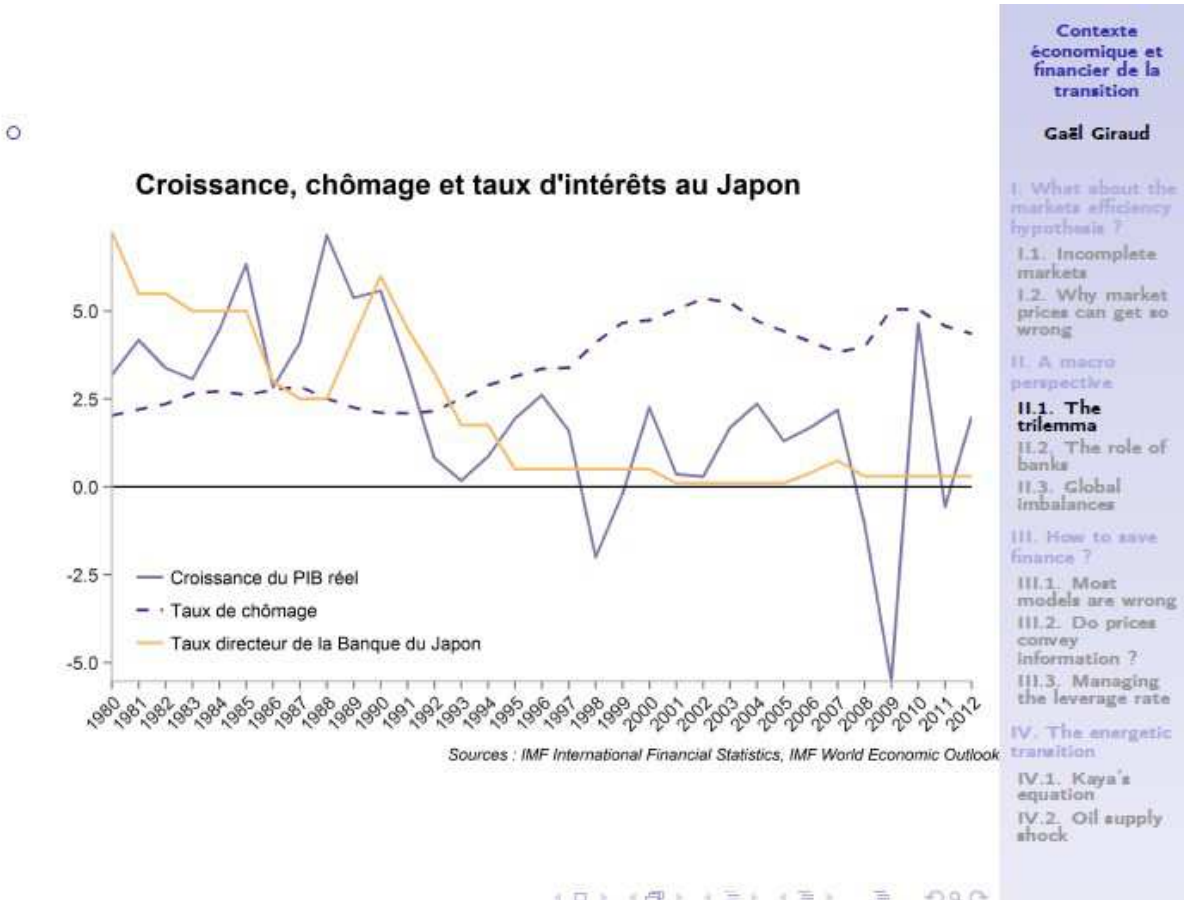
Deuxième régime possible, la déflation, ce que connaît le Japon depuis une vingtaine d'années. Le Japon essaye désespérément d'en sortir par mille moyens, le dernier étant une politique monétaire complètement non conventionnelle dont vous avez certainement entendu parler. La déflation, qu'est-ce que c'est ? C'est une situation dans laquelle la majorité des acteurs économiques qui comptent ne pensent plus que les prix vont augmenter demain et pour caricaturer pensent même qu'ils vont baisser. Donc, si vous êtes un ménage, vous vous dites : « Les prix seront moins élevés demain. Donc je reporte à demain ma décision d'acheter mon appartement. » Si vous êtes une entreprise, vous vous dites : « Tout sera moins cher demain, donc j'investirai demain et j'embaucherai demain. » Tout le monde fait de même, et ce type de comportement, de prophétie, est assez autoréalisateur. Comme l'activité réduit, les prix baissent. Le lendemain, tout le monde se dit : « J'ai bien fait d'attendre mais je vais attendre un jour de plus. » Et, pour donner une image, le moteur économique se met en panne, tout le monde s'attend mutuellement. Il n'y

a plus de croissance. Il n'y a que le chômage qui augmente. Donc ça, c'est la déflation. Je passe sur tous les débats théoriques sur : « La déflation existe-t-elle vraiment, etc. ? » Pour nous, ça ne fait pas de doute.

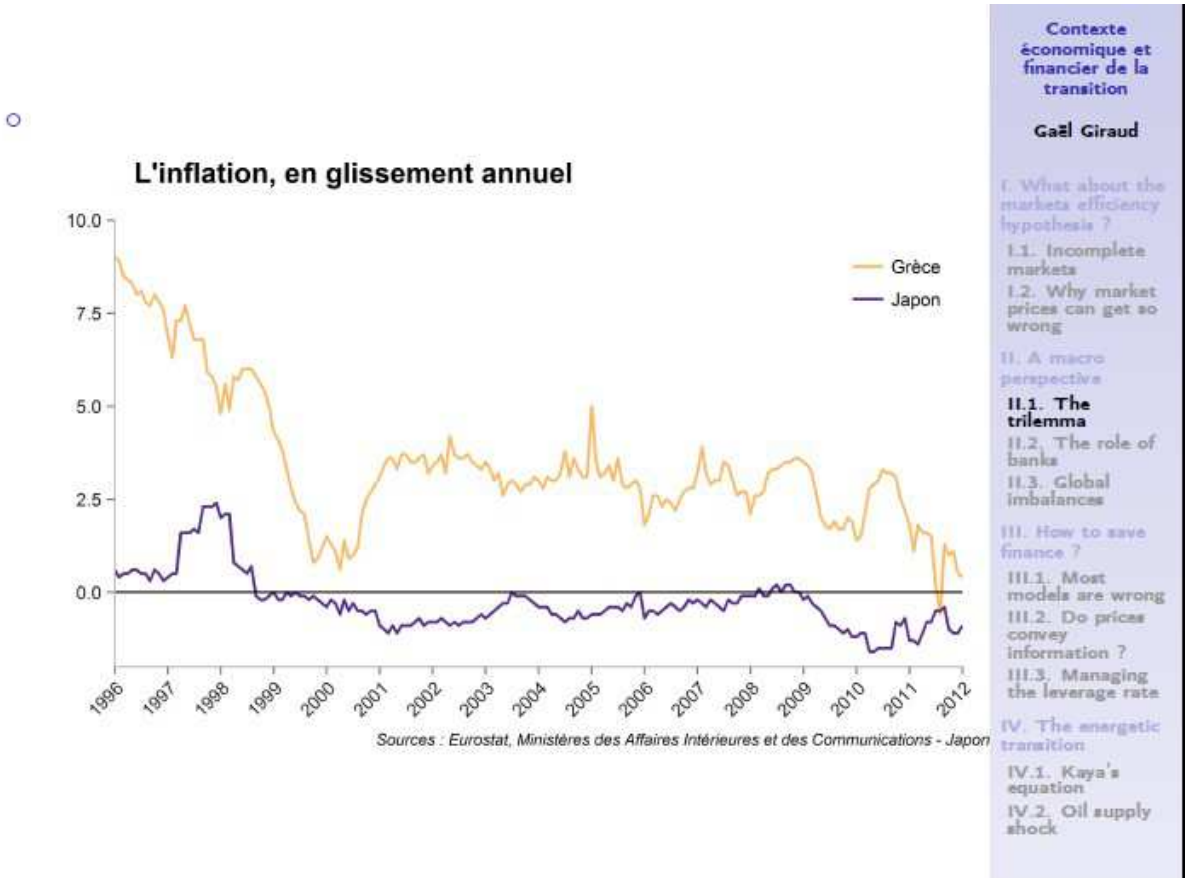
Troisième régime possible, des bulles spéculatives à répétition sur les marchés financiers qui explosent chacune avec une probabilité strictement positive et si l'on attend suffisamment longtemps avec une probabilité égale à 1 et qui à chaque fois qu'elles explosent évidemment détruisent une partie de l'économie réelle. Cela, c'est plutôt le régime que nous connaissons, me semble-t-il, dans le bassin Atlantique nord depuis une quarantaine d'années maintenant.

Un diagnostic qu'on pourrait poser sur la situation économique européenne macroéconomique aujourd'hui, c'est : serions-nous en train de bifurquer du régime 3 vers le régime 2 ? Ou bien maintenant que les principaux cours financiers ont retrouvé le niveau qui était le leur avant la crise de 2007, allons-nous continuer de naviguer sur un régime 3 avec une nouvelle bulle qui va évidemment éclater elle aussi ?

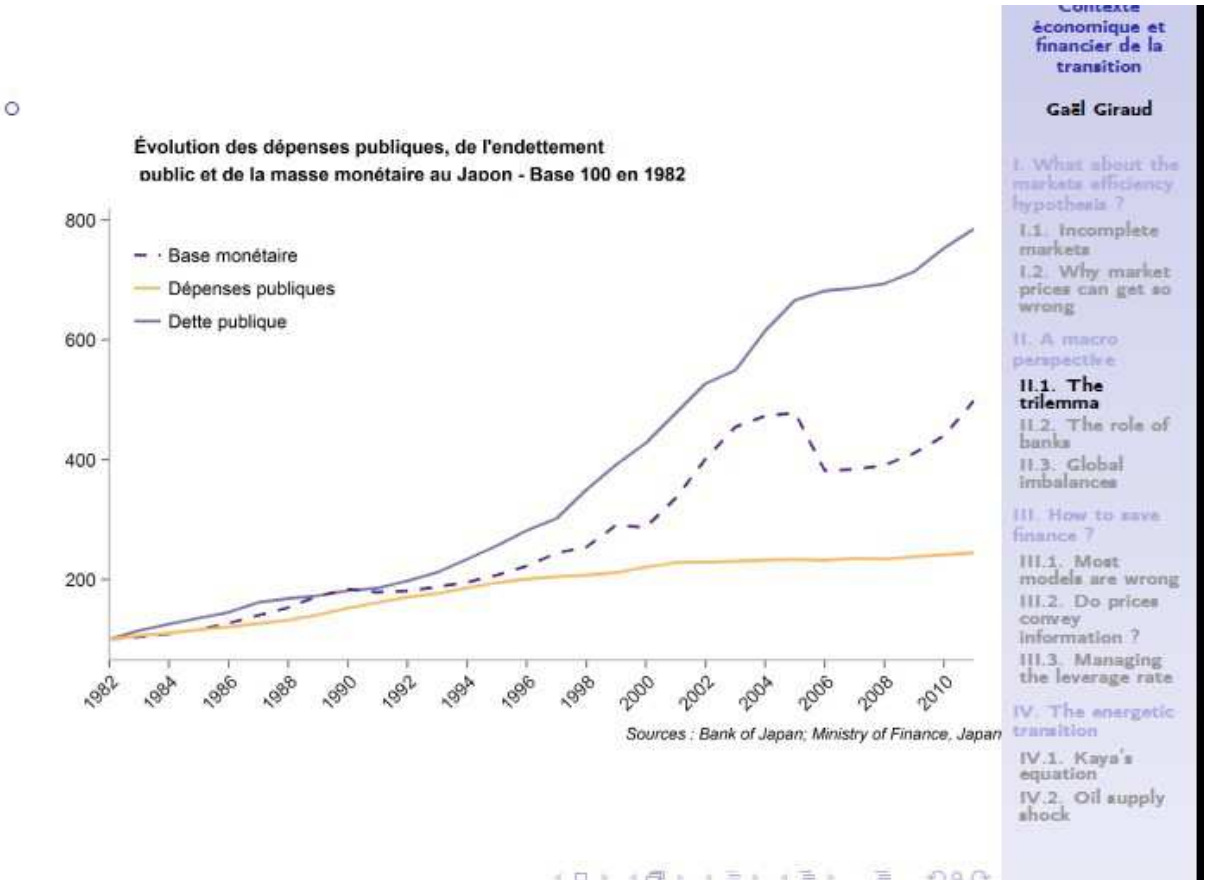
De mon point de vue, on pourrait dire : nous sommes à la croisée des chemins entre une plongée déflationniste dont on sait quand on y entre, on ne sait jamais quand on en sort, et puis la poursuite d'un régime de bulles spéculatives.



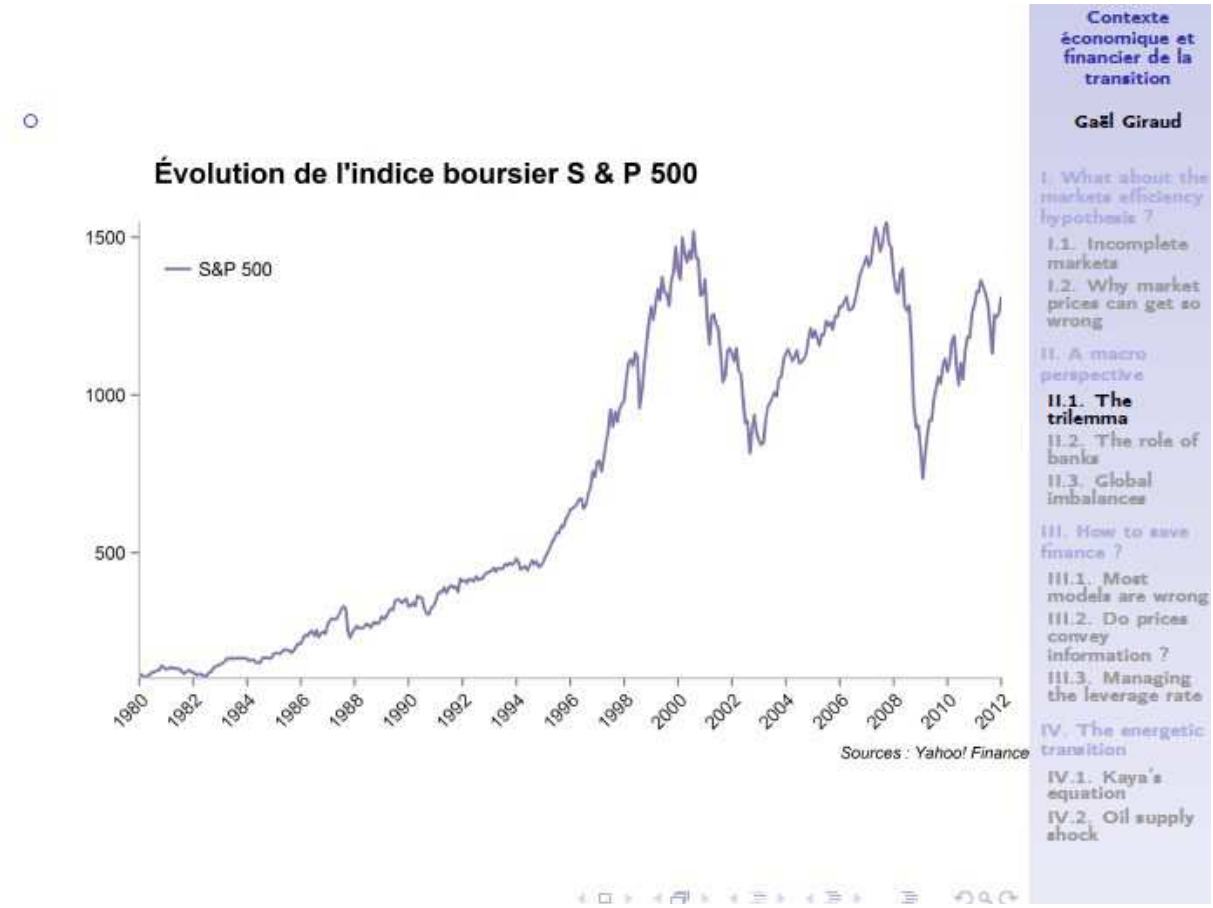
Quelques illustrations pour ceux qui ne verraient pas immédiatement de quoi il s'agit. Sur ce graphique, c'est le Japon. Vous voyez la croissance du PIB qui est complètement atone depuis des années. La courbe commence en 1980. Quand ça chute à 0, c'est 1991, donc l'éclatement de la bulle au Japon qui était une espèce de grande répétition générale de la crise des subprimes. Vous avez 2009 la plongée vers le bas avec une décroissance à -5 % et depuis lors on reste autour de 0-1 % de croissance. Et puis, vous avez le taux de chômage qui augmente tranquillement et le taux directeur de la banque du Japon qui est au plancher à 0 depuis 1995. Et, en un sens, on pourrait dire d'une certaine manière, la Banque centrale a été trop lente à faire plonger son taux directeur à 0, mais, aujourd'hui, il est « scotché » à 0. Cela, c'est une des caractéristiques de la déflation. Emprunter de l'argent ne coûte rien, puisque le taux d'intérêt est nul, pour dire les choses simplement. Et donc la majorité des acteurs économiques laissent leurs encaisses réelles augmenter et ils ne font rien de la monnaie, puisqu'ils ne croient pas que cela puisse servir à quelque chose. Tout le monde attend le lendemain, mais comme ça ne coûte rien d'emprunter, on peut continuer d'emprunter des sommes colossales que la Banque centrale éventuellement injecte sur le marché interbancaire et que les banques éventuellement répercutent dans l'économie, mais cela n'a plus tellement d'importance, et vous voyez que ça veut dire que la politique monétaire elle-même devient ineffective, ce qui est évidemment très problématique pour nous économistes.



Alors l'inflation. Là vous avez en bleu le Japon et en jaune la Grèce. Ceci pour suggérer que la Grèce est bien partie pour rejoindre la situation japonaise.

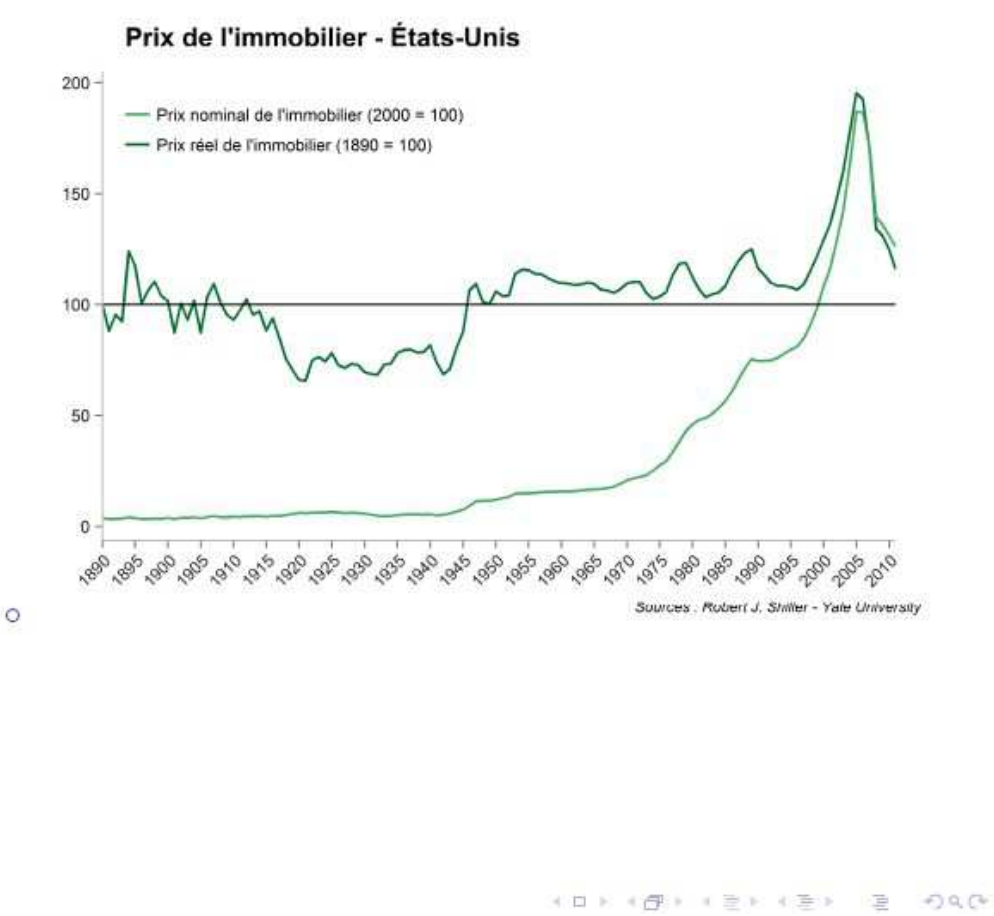


Je reviens sur le Japon : les dépenses publiques et la masse monétaire japonaise, simplement pour vous rappeler qu'elles ont explosé.

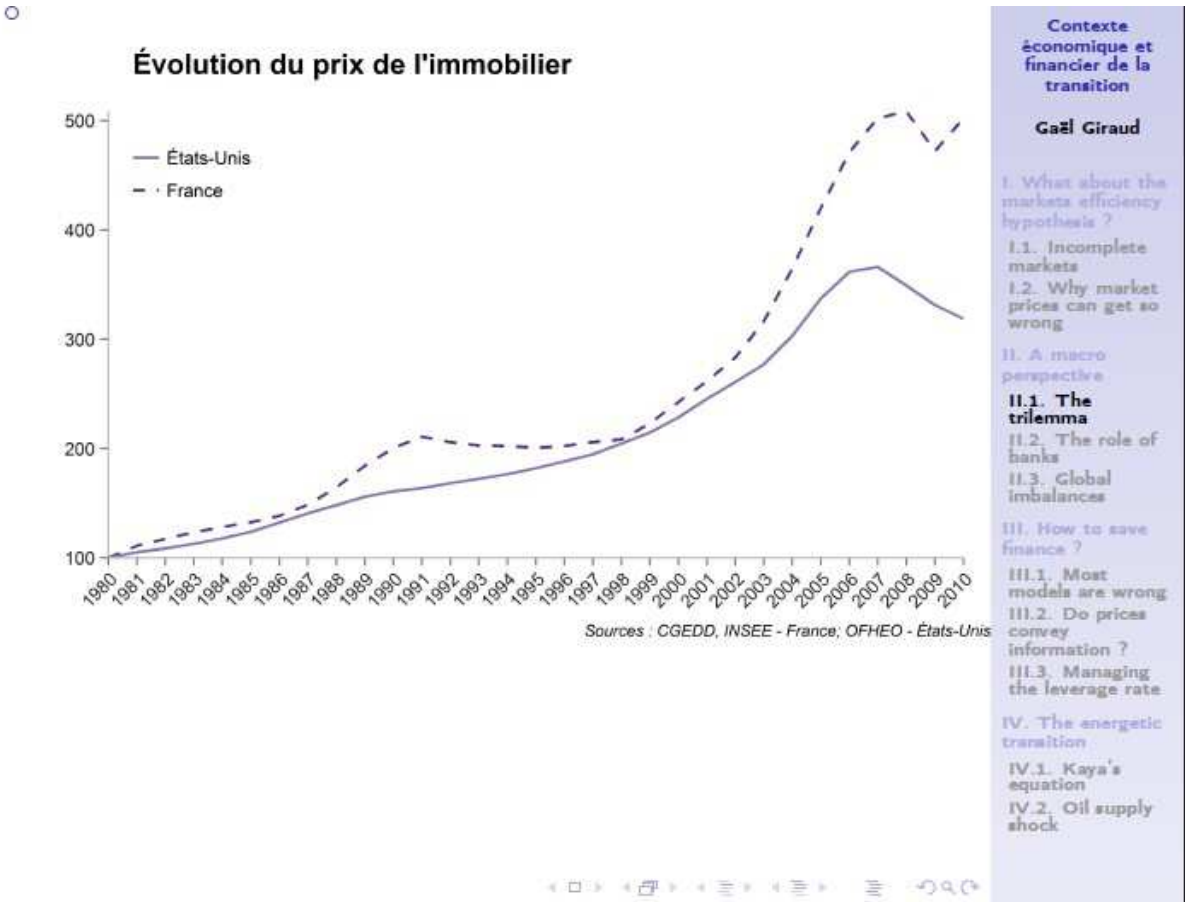


L'indice boursier Standard & Poors 500 avec les deux bulles, la bulle Internet autour de 2000, la bulle subprimes qui éclate en 2007-2008 et, comme vous le voyez, sur ce graphique, ça s'arrête en 2012, on est en train de remonter vers les sommets qui étaient les nôtres avant la crise de 2007 et, comme je vous le disais il y a un instant, on a retrouvé le niveau du sommet de la deuxième bulle, depuis plusieurs mois d'ailleurs.

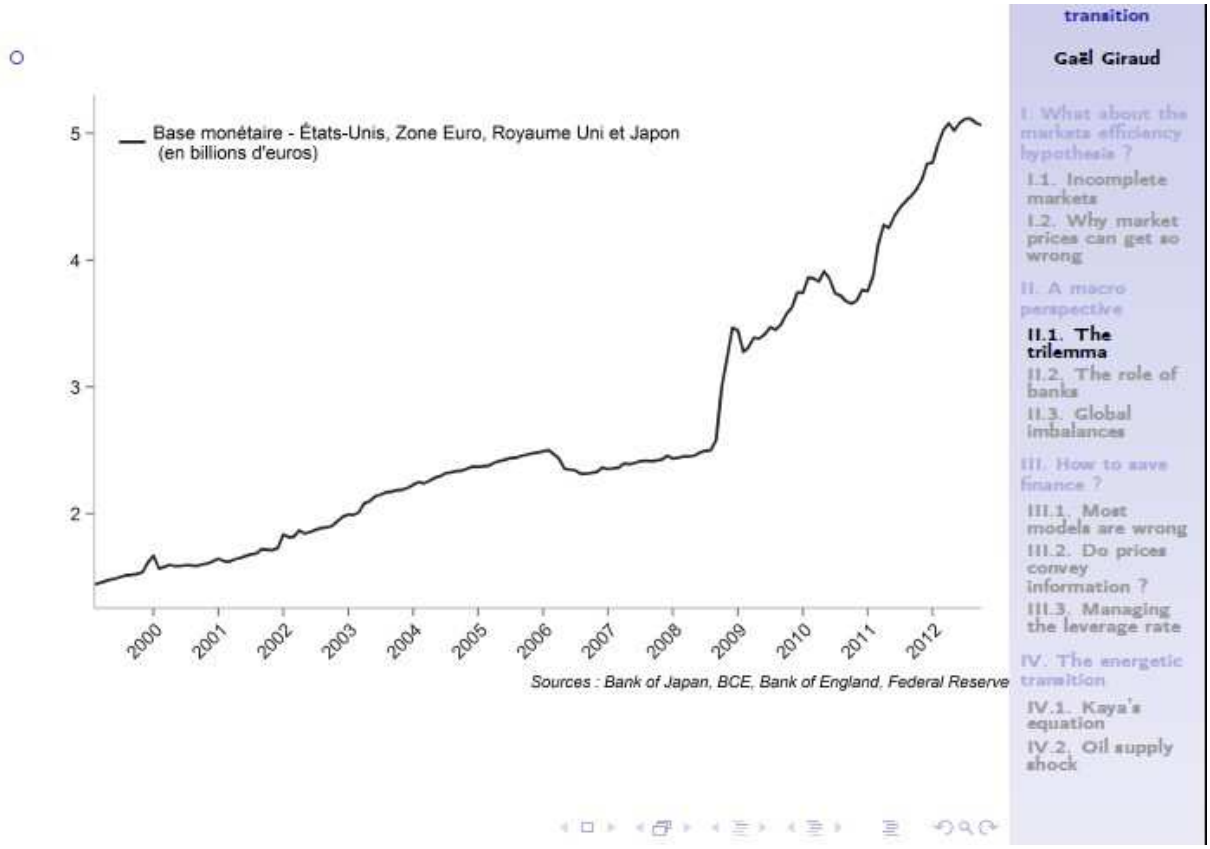
Par ailleurs, dans ces situations-là, une autre caractéristique du troisième régime de bulle, celui dans lequel me semble-t-il nous sommes actuellement, c'est que, il y a quand même un certain nombre de biens réels qui connaissent une inflation très forte. Ceci pour nuancer énormément les grands diagnostics de grandes modérations des années 1990 sur l'inflation dans les pays occidentaux et, évidemment, l'exemple paradigmatique, c'est l'immobilier.



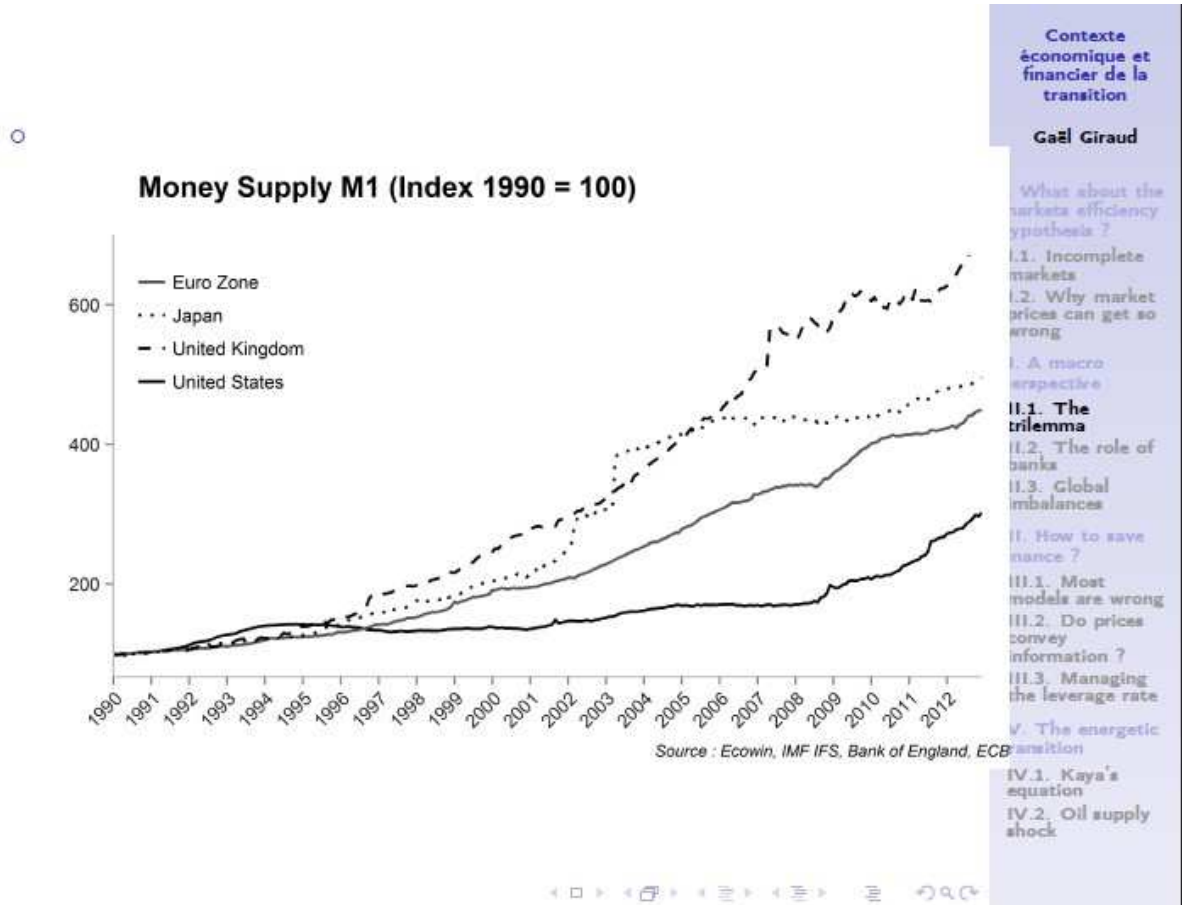
Sur ce graphique, vous voyez la bulle. La question est de savoir si c'est une bulle – je vais y revenir dans une seconde– mais, en tout cas, vous voyez l'explosion des prix de l'immobilier aux États-Unis. La courbe remonte à 1890. En résumé c'est stable au début. Les prix de l'immobilier ne bougent pas, le prix réel ne bouge pas depuis plus d'un siècle. Puis il est multiplié par deux en moins de dix ans, en six ans. C'est étonnant d'ailleurs que nous ne l'ayons pas vu.



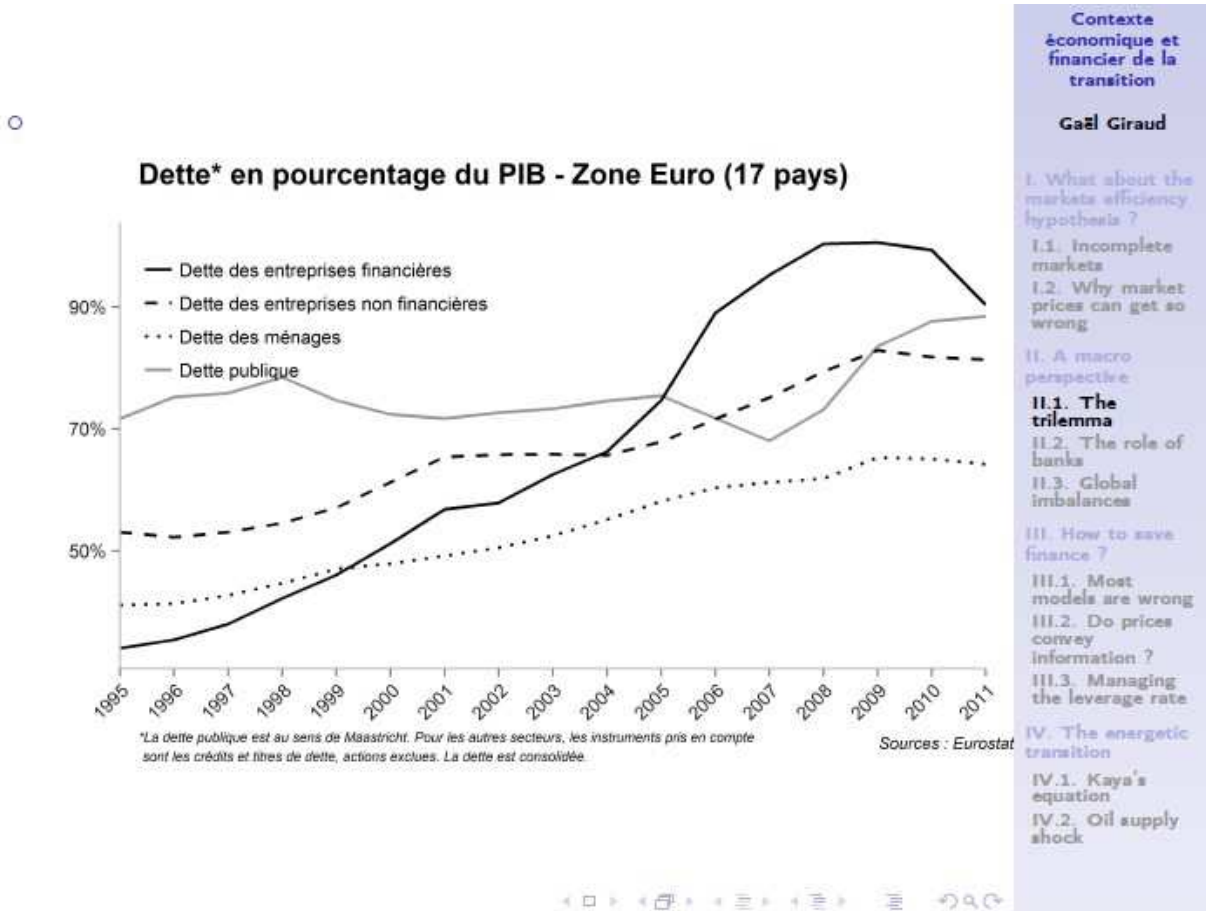
Est-ce mieux en France ? Ce n'est pas mieux. Vous voyez que la courbe en pointillés c'est la courbe française. C'est encore pire, si je puis dire, qu'aux États-Unis. Comment cela s'explique-t-il ? Du point de vue de l'analyse que je vous ai rappelée très brièvement évidemment avec l'effet Antonin, l'interprétation de ceci c'est que, lorsque vous avez une bulle sur les marchés financiers, vous avez un certain nombre de biens qui servent de collatéral aux transactions et dont le prix est complètement déformé par la bulle elle-même. Pourquoi ? Parce que ces biens revêtent deux valeurs : la valeur intrinsèque du bien, ça sert à quelque chose de se loger. Et puis, par ailleurs, le fait que, en étant propriétaire de ce bien, je peux emprunter de l'argent sur les marchés et faire des opérations à fort effet de levier puisque je peux mettre mon bien immobilier en collatéral, et le prix de marché de ce bien reflète à la fois sa valeur intrinsèque plus l'effet de levier, les opérations que je vais pouvoir mener grâce au fait que je peux mettre ce bien en collatéral.



Sur ce graphique, vous avez la base monétaire M0. Il y a des spécialistes dans la salle. Vous pouvez entrer dans le débat pour savoir si c'est M0 qui pilote ou non le cycle, etc. Ceci simplement pour vous rappeler que les principales banques centrales des pays concernés par la crise des subprimes ont inondé le marché interbancaire de quantités incroyables de liquidités. Le Japon continue aujourd'hui. La Fed, vous l'avez entendue, a dit qu'elle allait peut-être un jour s'arrêter. Vous voyez l'évolution de M0 donc la base monétaire, États-Unis, zone euro, Royaume-Uni, Japon, et vous voyez la face Nord de la guerre en 2009 où, en fait, la Fed, en un an, a fait ce que la Banque centrale du Japon vient de promettre de faire en deux ans, c'est-à-dire multiplier par deux la masse monétaire américaine.



Sur ce graphique, c'est M1, c'est la quantité de monnaie qui est injectée dans l'économie réelle par les banques de second rang. Vous voyez que ça monte beaucoup moins vite. Donc cela illustre un autre point très débattu aujourd'hui qui est : « Y a-t-il un découplage entre M0 et M1 ? » ou le dire encore autrement : « Cela sert-il à quelque chose de continuer d'injecter des tombereaux de liquidités sur le marché interbancaire puisque les banques ne les utilisent pas pour accorder davantage de crédit ou, en tout cas, beaucoup moins qu'elles ne pourraient le faire s'il y avait un rapport de 1 pour 1 entre M0 et M1, entre l'évolution de M0 et de M1 ? » Et puis ces courbes-là illustrent aussi un autre fait, à savoir que les comportements du secteur bancaire ne sont pas du tout les mêmes en fonction des pays. Vous voyez qu'au fond, en termes de création monétaire, contrairement à ce qu'on pourrait imaginer, le secteur bancaire américain était beaucoup plus raisonnable que celui de la zone euro, lequel lui-même a été beaucoup plus raisonnable que celui du Royaume-Uni.



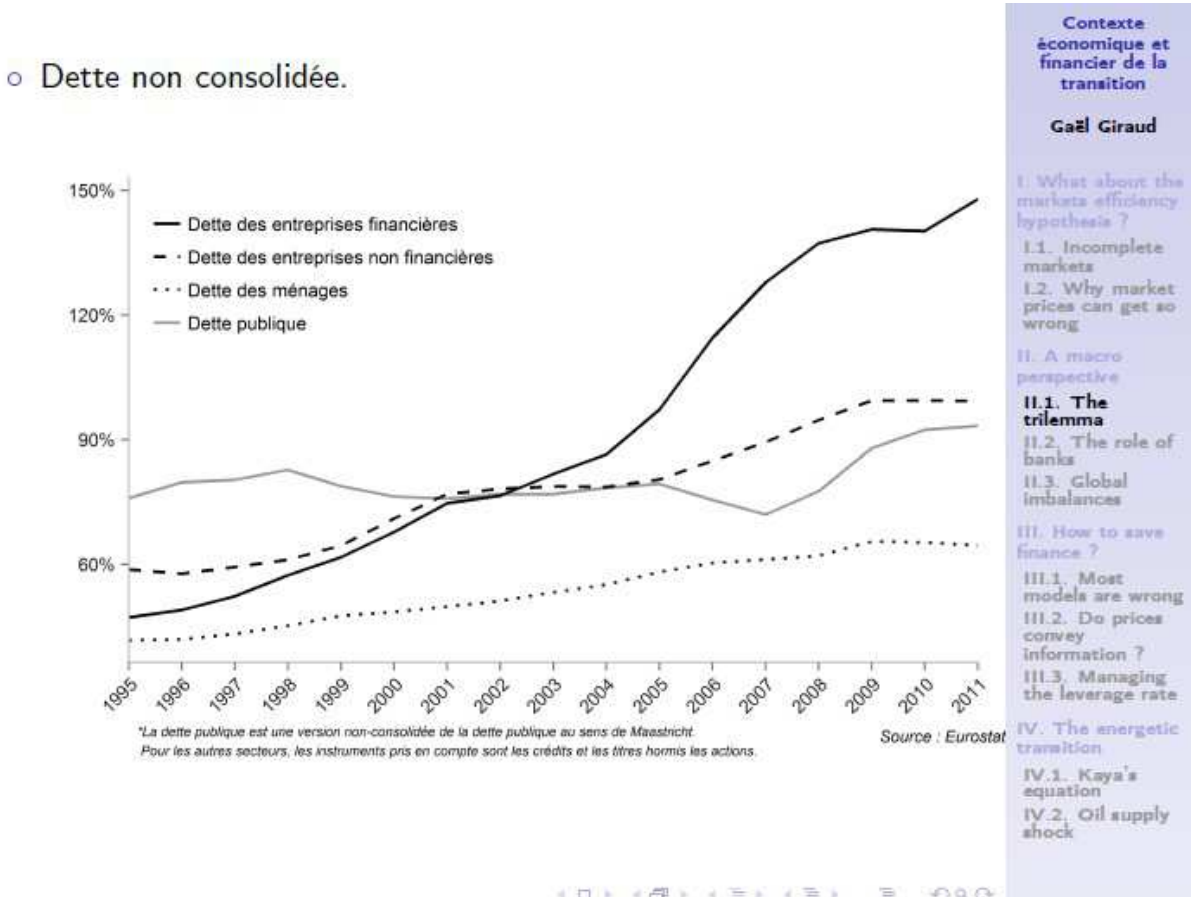
Sur ce graphique, j'en arrive aux deux dernières courbes qui me semblent les plus importantes, à savoir les courbes de dette dans la zone euro.

Premier enseignement, la courbe noire qui est en haut en trait uni, ce n'est pas la dette publique, c'est la dette des institutions financières. On voit que les acteurs économiques les plus endettés en zone euro ne sont pas les États, ce sont les institutions financières. Donc, si l'on croit, ce qui n'est pas mon cas, à l'idée que la politique macroéconomique devrait être une politique budgétaire de bon père de famille et qu'il faut commencer par se désendetter avant de dépenser, les premiers acteurs qui doivent se désendetter, ce ne sont pas les États, ce sont les institutions financières.

Ensuite vous voyez que la dette publique, c'est vrai, augmente de manière importante depuis 2008 et, évidemment, ce n'est pas complètement étranger à l'éclatement de la bulle des subprimes elle-même et à la nécessité, pour un certain nombre de pays de la zone euro, de sauver leur secteur bancaire. Je pense évidemment à l'Espagne parmi d'autres, à l'Irlande aussi.

Vous voyez que la dette des ménages c'est la plus basse. Elle augmente elle aussi mais enfin elle est quand même très en dessous.

Et puis vous avez la dette des entreprises non financières qui augmente également de manière significative.



C'est la dernière courbe que je vous montre, la dette non consolidée. Après je parlerai du financement proprement dit de la transition. Si l'on regarde la dette financière non consolidée, alors c'est beaucoup plus impressionnant. Du côté des entreprises financières, c'est beaucoup plus élevé que dans la version consolidée, évidemment. Là, on monte à 150 % du PIB de la zone euro. Autre enseignement, ça ne décroît pas. La dette des institutions financières non consolidées en Europe n'a pas décru depuis 2008. Elle recommence même à augmenter de manière assez significative depuis 2010.

Question. Qu'est-ce qui est le plus pertinent ? Est-ce la dette consolidée ou la dette non consolidée ? Je vous laisse juge. La différence entre les deux est la suivante : supposez que vous ayez une banque A qui doit 100 à une banque B dans dix ans, et puis, vous avez la banque B qui doit 50 à la banque A dans six mois. Si je regarde la dette consolidée alors, il y a une banque qui doit 50 à l'autre. Ce n'est pas beaucoup mais, en fait, ce n'est pas du tout la même dette dont il s'agit puisque les maturités ne sont pas du tout les mêmes. Si, dans six mois, la banque qui doit 50 à l'autre –la banque B dans mon exemple– va voir la banque A et lui dit : « Écoute, je n'ai pas de quoi te rembourser ma dette », la banque A ne dira jamais : « Je sais que je te dois 100 dans neuf ans et demi, donc je fais une croix sur la dette que tu me dois aujourd'hui. » Ça ne se passe jamais comme cela. Et donc, à mon avis, c'est la dette non consolidée qu'il faut regarder puisque c'est elle qui donne une petite mesure des effets contagion possibles au cas où une grande banque de la zone euro ferait faillite et donc, là, on voit que ce niveau de dettes c'est 150 % du PIB européen, beaucoup plus significatif que le niveau de dette des États qui n'est qu'« à 90 », qui est à peu près du niveau de la France aujourd'hui.

Ceci pour dire que – et je vais parler un peu du financement – c'est une manière en sept minutes trente de vous sensibiliser aux enjeux macroéconomiques qui sont, à mon sens, la question de savoir si nous voulons repartir sur une répétition des trajectoires qui, à

chaque fois qu'elles explosent, détruisent une partie du tissu social de l'économie réelle ou bien mènent à la déflation.

Évidemment, la meilleure solution, le *first best,* serait de revenir au premier régime de croissance, régime de croissance avec inflation. Cela suppose deux choses à mon avis : la première, c'est que d'abord nous renoncions à un dogme qui est que l'inflation c'est très mal. Vous savez aussi qu'il y a un énorme débat là-dessus et que même un économiste comme Olivier Blanchard, lorsqu'il propose de rehausser les objectifs d'inflation des banques centrales de 2 à 4 %, se fait tirer dessus par la totalité des banquiers centraux de la planète. Je crois que cela mériterait un vrai débat politique aujourd'hui : est-ce que quand même l'inflation dont, à mon sens, il est assez clair qu'elle ne dérape pas toujours forcément dans l'hyperinflation, et que l'hyperinflation, ça ne veut pas dire Hitler au pouvoir dans trois ans, ne serait pas un bon moyen d'alléger une partie du fardeau de la dette, y compris les institutions financières ? L'autre aspect du problème, c'est que ceci ne suffira évidemment pas à renouer avec la croissance si l'on tient compte de la dépendance à l'énergie de nos économies. Alors là j'entre dans un autre énorme débat académique : la plupart des économistes estiment que, finalement, le poids de l'énergie dans nos économies macros est assez faible puisqu'on le mesure par la fraction du budget des États ou des entreprises ou des ménages qui est dévolue à l'énergie.

Dans les économies industrialisées, il se trouve que cette fraction reste relativement stable entre 5 et 7-8 % du PIB par exemple. Et donc à faire les calculs, on en conclut qu'au fond l'élasticité du PIB de nos économies à la consommation d'énergie est relativement faible. Je pense que ce type de raisonnement ne tient pas. Je n'ai pas le temps d'expliquer pourquoi. J'ai refait ce genre d'analyse avec Zeynep Kahraman du Shift Project de TSP et nous arrivons à tout à fait autre chose : notre dépendance, c'est 60 %, me semble-t-il. C'est aussi très débattu, mais si nous avions raison, s'il était vrai que pour avoir 3 % d'augmentation de PIB par habitant, il fallait 2 % d'augmentation de la consommation d'énergie par habitant, alors ça voudrait dire que nous sommes mal partis pour renouer de manière magique avec le premier régime puisqu'on n'y arriverait plus du tout sans faire la transition, étant entendu que nous n'arrivons plus à augmenter notre consommation d'énergie fossile par habitant en Europe depuis plusieurs années.

J'en viens à la transition énergétique. Avec un certain nombre de personnes qui sont dans la salle, nous réfléchissons à comment financer la transition en France. Également il faudrait le faire en Europe, mais commençons par la France. Dit autrement : comment trouver 60 milliards tous les ans pour financer la transition ?

Une réponse possible qui est actuellement discutée dans certains ministères est la suivante : on peut penser à ce que nous avons fait en 2008 autour de ce qu'on appelle la Sfef, la Société de financement de l'économie française qui a été créée *ex nihilo* en trois-quatre nuits (j'imagine avec beaucoup de café) pour sauver les banques françaises qui étaient, comme vous le savez, dans une crise de liquidité majeure. Quelle était l'intuition de la Sfef ? La Sfef c'était une société de droit privé dans laquelle l'État a mis quelques dizaines de millions, et des banques ont mis le reste. L'État à hauteur de 40 % de mémoire et les banques 60 %, donc l'État était minoritaire mais le p.-d.g. de la société a été nommé par le gouvernement et avait le titre de commissaire du gouvernement. C'est un lexique très intéressant pour nous aujourd'hui. Et le gouvernement a rendu compte auprès du Parlement des activités de la Sfef. Qu'a fait la Sfef ? Elle a essentiellement donné la garantie publique, la garantie de l'État au prêt interbancaire entre banques : ceci pendant un peu plus d'un an. Et puis elle a elle-même levé de l'argent sur les marchés, elle a émis de la dette, elle a émis jusqu'à 77 milliards de dettes en un peu plus d'un an pour elle-même accorder des prêts aux banques qui étaient considérées comme tellement pestiférées par leurs camarades de classe que plus personne ne voulait leur prêter.

Questions : la dette de la Sfef a-t-elle été comptabilisée dans la dette publique française ? En 2008, oui. Eurostat l'a fait mais l'Élysée a protesté en disant : « On ne comprend pas du tout, c'est une société de droit privé. Pourquoi est-ce que vous comptabilisez la dette de cette société de droit privé dans la dette publique française ? » Et Eurostat a dit : « Ah oui, excusez-nous, on s'est trompé. » Et en 2009, on n'a plus comptabilisé la dette de la Sfef dans la dette publique française. Est-ce que la garantie publique de l'État impacte la dette publique ? Pas directement, puisque ce sont des engagements hors bilan, donc l'opération était neutre du point de vue de la dette publique française.

Pourquoi est-ce que la Sfef a réussi en un an à lever 77 milliards, ce qui n'est pas une petite somme ? Parce qu'il y avait la garantie publique sur cette dette et, en fait, même 40 % de cette dette a été achetée par les banques elles-mêmes. Pourquoi ? Parce que cela leur permettait d'avoir des actifs de bonne qualité, des actifs à l'époque notés triple A qu'elles pouvaient réutiliser pour se refinancer auprès de la Banque centrale européenne en collatéral. Vous savez qu'à chaque fois qu'une banque se refinance auprès de la BCE, elle doit mettre en collatéral à l'actif. Meilleure est la qualité de cet actif, plus les conditions d'octroi de prêt de la BCE sont agréables pour la banque qui emprunte à la BCE.

Et donc, je viens de vérifier auprès de la BCE où j'ai été hier. La BCE verrait d'un très bon œil l'émission d'une dette avec la garantie publique aujourd'hui par une société de financement de la transition écologique, société qui serait elle-même abondée par l'État, mais l'État restant minoritaire, par des entreprises intéressées à la transition qui seraient majoritaires dans le capital de la société. La société serait dirigée par un commissaire désigné par le gouvernement. Elle émettrait de la dette. Les banques elles-mêmes pourraient racheter une partie de cette dette, utiliser cette dette comme collatéral pour se refinancer auprès de la BCE et que ferait la société ? Comme la Sfef en 2008 : elle donnerait la garantie publique pour un certain nombre de prêts bancaires orientés vers la transition.

Évidemment, pour que ce soit très concret, il faut désigner très précisément le chantier et, après discussion avec un certain nombre de personnes qui sont là dans la salle, nous nous sommes dit, le mieux c'est la rénovation thermique des bâtiments publics. Donc tout ceci a été chiffré. Finalement, ce sont des petites sommes comparées à la Sfef. La Sfef en 2008, l'État français mettait 265 milliards en garantie. Là, il suffit juste de « mettre 7 milliards » en garantie tous les ans. C'est presque ridicule à côté de la Sfef.

Cela, c'est une idée de financement. Voyez, on utilise une espèce d'ornithorynque juridique qui est une société qui a la garantie publique mais qui est une société de droit privé émettant de la dette qui est de la dette privée, mais qui a la garantie publique, etc. Et, au fond, tous les acteurs au moins sur le papier sont bénéficiaires. C'est ce qui est discuté actuellement.

Dominique Bureau : Merci. Donc je pense qu'on reviendra sur les deux questions sans doute dans le débat à savoir, au fond, quel est le modèle de croissance dans lequel on injecte la transition énergétique en termes inflationnistes de manière générale et puis, plus précisément, une proposition de faire une Sfef pour la transition énergétique.

J.-C. Hourcade : Fiscalité carbone, EU-ETS, « obligations carbone », entre initiatives nationales et coordination européenne.

Finance Carbone, crise financière et «growth compact» en Europe

Jean-Charles HOURCADE
Baptiste PERISSIN-FABERT

CIRED *(CNRS – EHESS – ENPC– AgroParisTech- CIRAD)*

La transition énergétique en France
CNRS – Paris - 21 juin 2013

Jean-Charles Hourcade : Revenons sur ce que nous avons dit ce matin. Ce qui guide aussi un peu cet événement, au CNRS, c'est de montrer que la recherche, ça prend du temps et que, dans nos domaines, il faut être mis en communication avec des gens qui ont des compétences un peu différentes que j'avais citées ce matin. La personne qui s'occupe à très haut niveau des questions de financement public et qui ignore tout des questions de fiscalité carbone. Dans cette session, nous sommes vraiment aux frontières parce que, personnellement, je connais très peu de choses à la finance et je vais vous parler finance. Et puis je suis très sceptique. Quand Gaël parle de 60 % d'elasticité du PIB et de l'énergie, comme j'ai trente ans de travaux derrière moi sur les questions de lien entre l'énergie et le PIB… La dernière fois, tu m'as présenté quelqu'un qui faisait tellement d'erreurs que ça en était gênant, donc ça veut dire que je ne crois pas non plus à ce chiffre. Je crois que le problème est mal posé, c'est tout.

Mais qu'est-ce que ça veut dire ? Mais ça veut dire qu'on s'en sortira uniquement si l'on organise bien ce travail de recherche, des organismes de recherche, si l'on prend le temps pour aller au bout des controverses sur un certain nombre de points. Maintenant, je suis absolument certain que je peux dire des bêtises parce qu'on a pas mal parlé de cette question de crise financière et j'ai entendu ce terme : « *growth compact* » en Europe.

L'idée est la suivante : si l'on revient aux échecs que l'on a connus depuis trente ou vingt ans, une vision un peu naïve des marchés et du rôle des marchés dans la transition, c'est de considérer que les gens voient des prix et que, de façon un peu pavlovienne, ils bougent en fonction des prix. Ce qui a été bien vu ce matin : ce n'est pas si simple que ça, les problèmes de risques, etc. Cela marche bien si, comme dans ce graphique-là, beaucoup de modèles fonctionnent avec des trajectoires d'anticipation parfaite. Aujourd'hui, je vois le long terme, je connais le prix du carbone dans cent ans et les prix de l'énergie, etc.

On n'est pas tout à fait dans ce monde-là. Que se passe-t-il quand on n'est pas tout à fait dans ce monde-là ? Est-ce que ça devient difficile d'être crédible par rapport aux différents acteurs qui savent bien que ça ne marche pas comme ça ? Et la réalité, qu'est-ce que c'est ? C'est que, souvent, au lieu de voir cette trajectoire b, les gens voient des prix tels qu'ils sont, ils voient plus bas. J'ai mis a, ici. Ce ne sont pas les bons prix. Ce n'est pas ce qu'ils devraient voir. Et comme ils sont « myopes ». Si j'imagine quelqu'un qui veut les faire sortir, ils sont un peu sourds, c'est un petit peu ça. Si vous voulez réveiller un sourd, il faut crier très fort. Donc si vous imaginez que quelqu'un n'a pas d'anticipation parfaite, il faut le placer en c, il faut crier très fort, donc il faut mettre des prix très forts ou des prix, des normes, des taxes, enfin ce que vous voulez. Il faut le forcer et donc ça coûte cher et, par conséquent, ce n'est pas possible.

Et la question, quelle est-elle ? C'est que le statut de la finance, c'est de se dire : « Dans ce monde où il y a énormément de doute sur la crédibilité des acteurs à s'engager vraiment sur le long terme – une bonne façon de dire : "Ça y est, je crois que c'est comme ça" – c'est qu'on met en place des systèmes où aujourd'hui je tiens compte du fait que c'est le risque qui compte et le risque, ça doit être une question de finance. » En particulier, le risque et le marché dans les simulations qu'on a présentées ce matin. Vous avez vu que, quand dans un scénario on mettait la finance, on avait moins besoin de taxe carbone. On en avait toujours besoin. Il y avait une sorte de lien entre le niveau de la taxe carbone dont on avait besoin et le niveau de la finance. Je vais développer un petit peu cela.

Un rappel sur un contexte international peu favorable

C.I.R.E.D. UNITÉ MIXTE DE RECHERCHE EHESS ET CNRS - UMR 8568

Le contexte international qui devrait être traité dans la prochaine séance : nous sommes sortis d'une période, en gros, pour caricaturer, où Kyoto c'était essentiellement : nous allons nous répartir des quotas et nous allons nous gratter la tête pour dire : « Nous allons nous faire un "*burden sharing*" équitable. »

Tout de même, on commence à ne plus trop y croire. Pour ceux qui croiraient encore de trop, il y a un chiffre qui est très simple : 50 € la tonne de carbone double le prix du ciment en Inde. Donc vous imaginez, aujourd'hui, on ne va pas demander aux Français de compenser les Indiens qui sont quand même nombreux parce que le coût de leur maison augmente.

Le 'paradigm shift' de Cancun

1. **De la notion de « partage équitable du fardeau »** à celle des «*substantial opportunities to ensure continued high growth and sustainable development*"
2. **Politiques climatiques bénéfiques à long terme** (↘ dépendance pétrole ↗ l'innovation et … ↘ intensifs)
3. Mais **un prix unique du carbone**
   - **heurte les économie émergentes** sur le court terme
   - sans prévenir les **risques de lock-in** dans des modes de développement intensifs en carbone
4. **Action précoce nécessaire** sur les **investissements d'infrastructure**
5. **La finance carbone** comme **substitut (partiel)** du signal prix et **précondition** à des engagements conduisant à un signal-prix

Une certaine urgence à sortir du « wisfull thinking »?

C.I.R.E.D. UNITÉ MIXTE DE RECHERCHE EHESS ET CNRS - UMR 8568

On a donc inventé quelque chose qui est un « *paradigm shift* » à Cancun sur le fait qu'il faut trouver des opportunités pour la croissance. Nous savons que nous avons besoin d'un prix du carbone unique, mais pas tout de suite parce que ça va heurter trop vite les pays en développement.

Une dame m'a posé une question sur le fait qu'elle pensait que les pays en développement étaient contre la transition énergétique. Je pense qu'ils sont pour mais pas dans des conditions actuelles, pas avec le genre de paquet très hypocrite qu'on leur a présenté depuis Kyoto, c'est tout. S'ils n'y croient pas, ils ont raison.

Le « paradigm shift » de Cancun et ses implications

- Cancun (2010) : appel à la montée en puissance de la **finance climat**: Green Climate Fund (100 G$ par an)
- Besoins de financement

	Banque Mondiale (2010)	Agence internationale de l'énergie (2009)
Coûts d'investissement additionnels	US$ 140 – 175 G/an	US$ 11 000 M sur la période 2008-2030 = **3% de la FBCF**

Vers de nouvelles déceptions …. s'il n'y a 'plus rien en caisse?

C.I.R.E.D. UNITÉ MIXTE DE RECHERCHE EHESS ET CNRS - UMR 8568

5

Va-t-on parler finance ? Nous en parlons depuis quatre ans. Le Green Climate Fund dit : «Nous allons vous donner 100 milliards d'euros par an à partir de 2020. » Voici d'autres ordres de grandeur, tirés des travaux de la Banque mondiale et de l'Agence internationale de l'énergie. Les chiffres sont importants. Pas impossibles, mais ils demandent quand même une redirection majeure de la formation brute de capital fixe dans le monde. Alors prenez les chiffres que vous voulez 1 %, 1,5 %, 3 %. Çela ne se fera quand même pas comme cela.

Le problème, c'est que nous avons mal vu la pression qu'il y a aujourd'hui. Tout le discours sur la dette et le fait que les budgets publics sont complètement saturés. Nous anticipons tout à fait une nouvelle déception qui s'aggrave cette fois-ci entre le Nord et le Sud, et on nous avait dit qu'il faudrait 100 milliards. Où sont-ils, ces 100 milliards ?

Nous allons donc essayer de voir qu'est-ce que ça peut vouloir dire. Je vais aller vite là-dessus parce que c'est dans mes termes le discours de Gaël Giraud.

Finance carbone, une opportunité dans un jeu très contraint?

L'état de la « macro-économie » mondiale

- Co-existence 'paradoxale' épargne importante et crise des dettes
- ***« Saving glut »*** et dilemme de l'***« âne de Buridan »*** pour les investisseurs industriels
- Stratégies 'export oriented' exacerbation de la 'concurrence par les coûts' -> déséquilibres régionaux et tensions internes

Un problème de réorientation de l'épargne

- Infrastructures et industrie vs investissements spéculatifs
- En privilégiant les investissements « bas carbone »

Baisser le coefficient risque des investissements bas carbone

- Sous forte contrainte sur les budgets publics
- Sans laxisme monétaire
- Sans prix du carbone significatif

C.I.R.E.D. UNITÉ MIXTE DE RECHERCHE EHESS ET CNRS – UMR 8568 6

Nous avons quelque chose d'étrange dans le monde. On parle de dettes, mais en même temps on a énormément d'épargne. L'Opep en a beaucoup. Les Chinois en possèdent aussi beaucoup. Nous en avons beaucoup. Les classes élevées de nos pays en ont beaucoup. Si je me mets maintenant du côté non pas du financier, mais de l'industriel, quel est le problème ? C'est que cette épargne ne s'investit pas de façon très productive, et ce depuis longtemps. Il y a un « *saving glut* ». Une image que j'utilise souvent, c'est celle de l'âne de Buridan. L'incertitude est tellement importante que les gens ne savent pas où mettre l'argent, comme l'âne de Buridan qui ne savait pas s'il devait d'abord manger ou boire. Il ne faisait ni l'un ni l'autre et puis, un jour, il est mort. Ici, ce n'est pas cela, je caricature, mais c'est : « Je ne sais pas où mettre l'argent ». Ça peut être des fonds de pension, ça peut être vous et moi. Quand on achète des maisons pour se protéger, on met l'argent quelque part : c'est l'immobilier.

Nous avons tout cela et, en même temps, nous avons des pays qui ont le monde entier pour développer des stratégies « *export oriented* », avec une exacerbation de la « concurrence par les coûts ». Beaucoup de simplification dans la représentation des choses dont Pierre-Noël Giraud a donné, je trouve, de très bons exemples et j'aime beaucoup sa taxonomie. Mais le monde dans lequel nous vivons c'est que nous ouvrons les frontières et nous pensons que tout ira bien… Or nous savons que ce n'est pas si simple. Au passage, on a exacerbé la concurrence par les coûts. Nous savons que ça pose des problèmes de déséquilibre très forts. Comme disait un de mes collègues il y a quelque temps : « Le monde entier –aujourd'hui c'est de moins en moins vrai, enfin quand même– ce sont des Chinois qui travaillent beaucoup, qui mettent leur argent aux États-Unis et qui exportent aux États-Unis, et comme les Américains travaillent de moins en moins… » C'est une caricature. Mais on voit bien qu'il y a un problème derrière qui est très important.

Crise Financière et “transition bas carbone”

Bénéfices collatéraux d’un« plan Marshall » bas carbone (T. Schelling)

- Marchés d’équipement sur la durée
- Economies émergentes à croissance plus ‘endogène’
- Moindre « compétition par les salaires »
- Un compromis plus aisé sur les taux de change
- Moindre rentes énergétiques et immobilières
- Flux de capitaux moins erratiques

Finance Climat, monnaie et système financier international

- Socialisation (US, EU) des risques pris par le système bancaire …. en échange de quoi?
- Sortir du piège déflationiste *« the more the debtor pays, the more he owes »* Fisher 1932
- Un «commerce des promesses» guidé par « valeur sociale du carbone»

Briser le dilemme de « l’âne de Buridan »

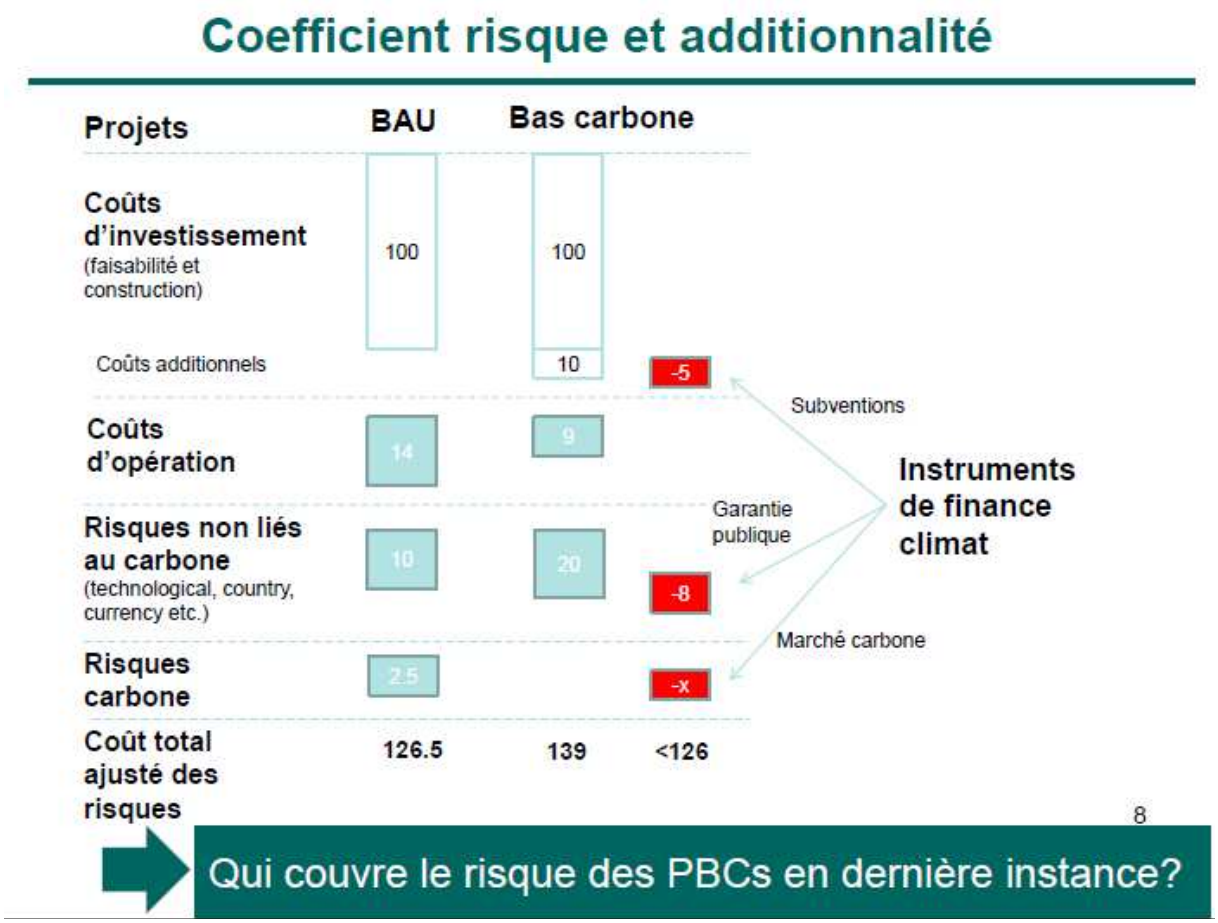
C.I.R.E.D. UNITÉ MIXTE DE RECHERCHE EHESS ET CNRS - UMR 8568

La question de la transition, ce n’est pas qu’il manque de l’argent, c’est comment est-ce qu'on fait pour diriger l’épargne dans des investissements qui sont infrastructures et industries et, là-dedans, les investissements bas carbone. Il est évident que ça dépasse le seul problème de la pression bas carbone parce que ça touche à la ré-articulation entre la sphère financière et la sphère industrielle.

On dit : « Voilà, il faut baisser le coefficient risque des investissements bas carbone, forte contrainte d’objet public, sans laxisme monétaire. » Je ne rentre pas dans le fait de savoir ce que ça veut dire « laxisme monétaire ». Je considère qu’aujourd’hui en Europe ça peut être discuté, mais ce qui suit reste sur une base très orthodoxe, on ne va pas faire d’inflation. Il y a des pays en Europe qui sont très légitimes, qui craignent cela. Alors on dit : « Voilà, on ne crée pas de la monnaie sans rien et on a du carbone significatif… dans un premier temps. »

Que se passe-t-il si on imagine un monde où on fait un « plan Marshall » bas carbone ? Il y a beaucoup d’infrastructures à construire dans le monde, dans les pays en développement à un rythme important. Donc cela crée des marchés d’équipement sur la durée, des économies émergentes qui sont beaucoup plus endogènes, moins de compétition sur les salaires parce que l’épargne revient plutôt sur les régions.

Pourrait-on arriver à le faire en se disant que le système bancaire doit jouer, sans trop avoir peur parce qu’on a socialisé les dettes sans bien savoir pourquoi ? Il faut quand même sortir du piège déflationniste. J’aime beaucoup cette vieille phrase de Fisher, c’est-à-dire qu’on est vertueux, mais plus on paie ses dettes et plus on doit de l’argent, parce que la dette ne se résorbe pas et on a un commerce des promesses qui nous a fait vivre pendant vingt, trente ou quarante ans. Est-ce qu’on ne peut pas le construire ce commerce en le dirigeant en fonction de la valeur sociale du carbone ?

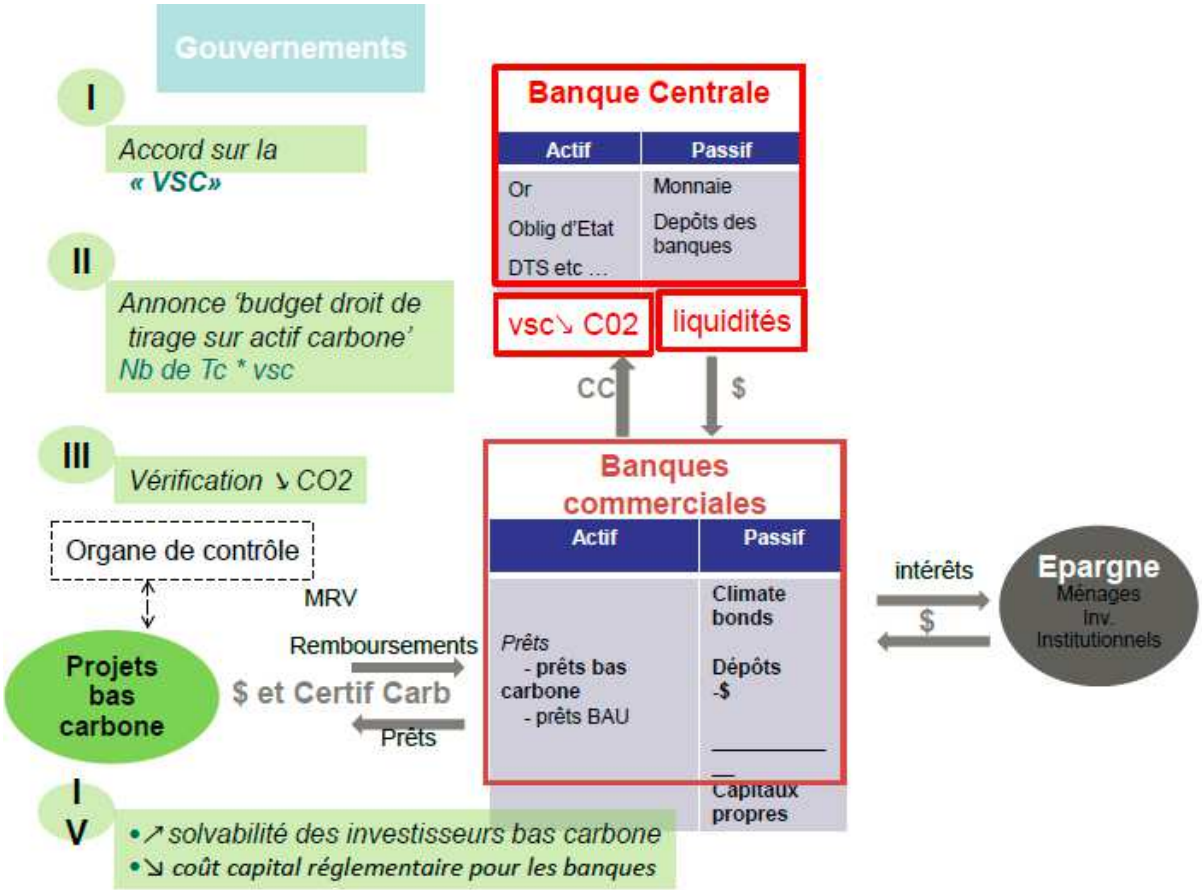


On a été piégés depuis vingt-cinq ans sur le fait que les investissements bas carbone et les systèmes de carbone doivent surtout financer ce qui est *additionnel* pour éviter que l'argent ne soit redirigé là où il ne faudrait pas. C'est un piège sémantique qui est lié au début des années 1990 pour que l'argent de l'aide ne soit pas utilisé pour d'autres instruments.

Or un risque est un risque. On peut très rarement séparer le risque d'investissement bas carbone du risque d'investissement normal. Ça existe, bien entendu, mais ce qui compte, c'est le risque total d'un projet. Et si l'on doit rediriger l'investissement dans le sens bas carbone, après tout, peu importe de savoir si c'est le risque global ou le risque total qui est lié à un risque pays, des risques technologiques, etc. Il y a des collègues de la Banque mondiale qui disent : « Mais écoutez. Beaucoup d'investissements bas carbone sont près de la rentabilité dans le monde. Ils ont un problème intrinsèque de risque. Et dans les mécanismes que l'on a aujourd'hui, Mécanisme de Développement Propre ou autres, on ne les finance pas parce qu'on n'arrive pas à montrer qu'ils ont un coût additionnel spécifique. » Le problème de l'additionnalité est un problème très important. Alors, ici, toute l'idée, c'est de dire : « D'abord, on prend l'ensemble des risques. »

Ensuite, on peut imaginer un accord sur un coût social du carbone. Une conférence internationale pourrait dire : « Oui, nous reconnaissons que le carbone a un vrai coût social, mettons de 50 €-60 €. » Cela ne serait pas une taxe, ce ne serait pas quelque chose qui va forcer le paysan indien qui irrigue son champ à payer plus cher son électricité tout de suite. Cela serait seulement un prix notionnel pour guider les investissements sur le futur.

Nous aurions à partir de là la possibilité d'envisager l'émission de certificats carbone qui seraient délivrés aux banques et garantis à partir d'une garantie publique. L'étape d'après, je vais essayer d'expliquer comment cela peut se faire.



Ce graphique est peut-être un petit peu compliqué, mais c'est le meilleur possible à mon avis, donc c'est à moi d'être clair.

Imaginons que les États s'accordent pour reconnaître que le carbone a une valeur de VSC = 50€ la tonne.

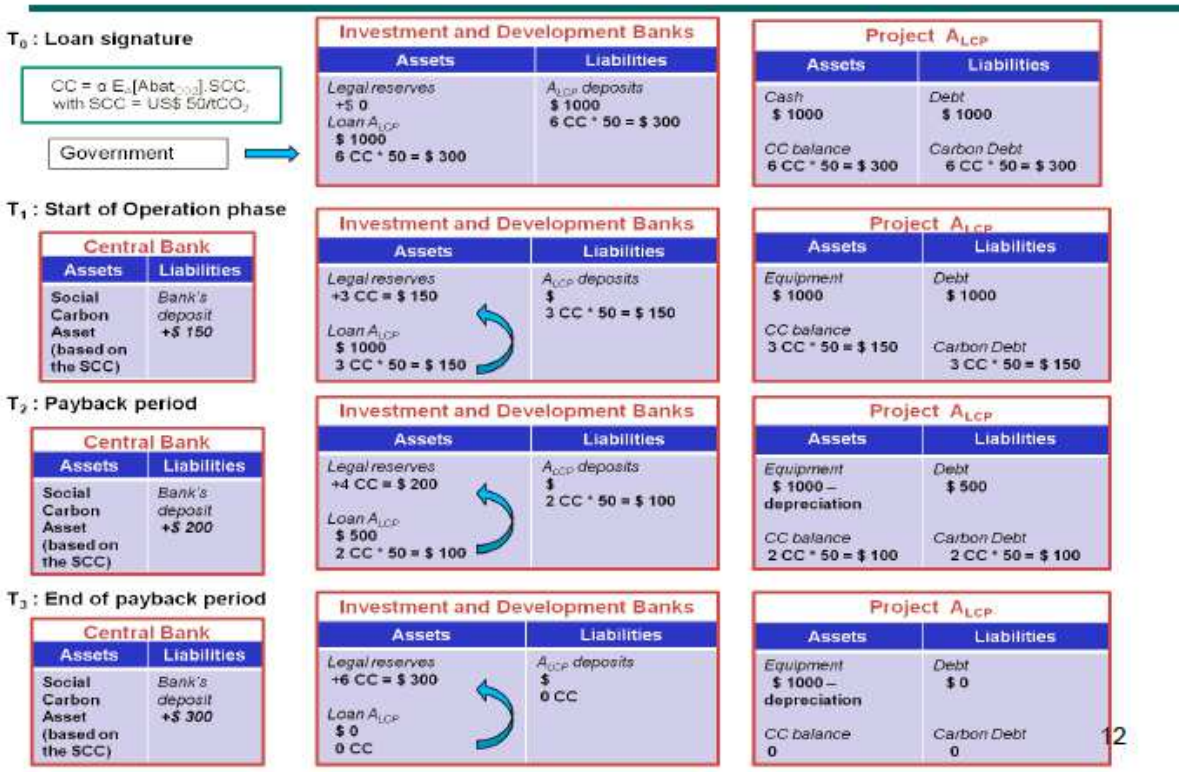
On peut alors imaginer le mécanisme suivant : "Moi, le gouvernement français, suis engagé à réduire mes émissions de dix millions. Ma banque centrale ouvre un droit de tirage sur un actif carbone de ce montant. Elle est prête à mettre à disposition des banques cinquante fois dix millions."

L'existence d'un budget « droit de tirage sur actif carbone » signifie que, si une banque commerciale détecte un projet bas carbone, elle peut dire : « Ma banque centrale m'autorise à faire un prêt structuré en deux parties. Une partie est constituée de monnaies sonnantes et trébuchantes traditionnelles. L'autre partie, ce sont des certificats carbone. Si le projet se réalise bien et si l'autorité certifie que ce projet s'est bien déroulé, alors la banque centrale me donne le droit d'émettre ces certificats carbone. Je pourrais alors boucler transformant ces résultats en carbone "*assets*", en actifs carbone à l'instar de l'or, des obligations d'État que toute banque centrale détient.

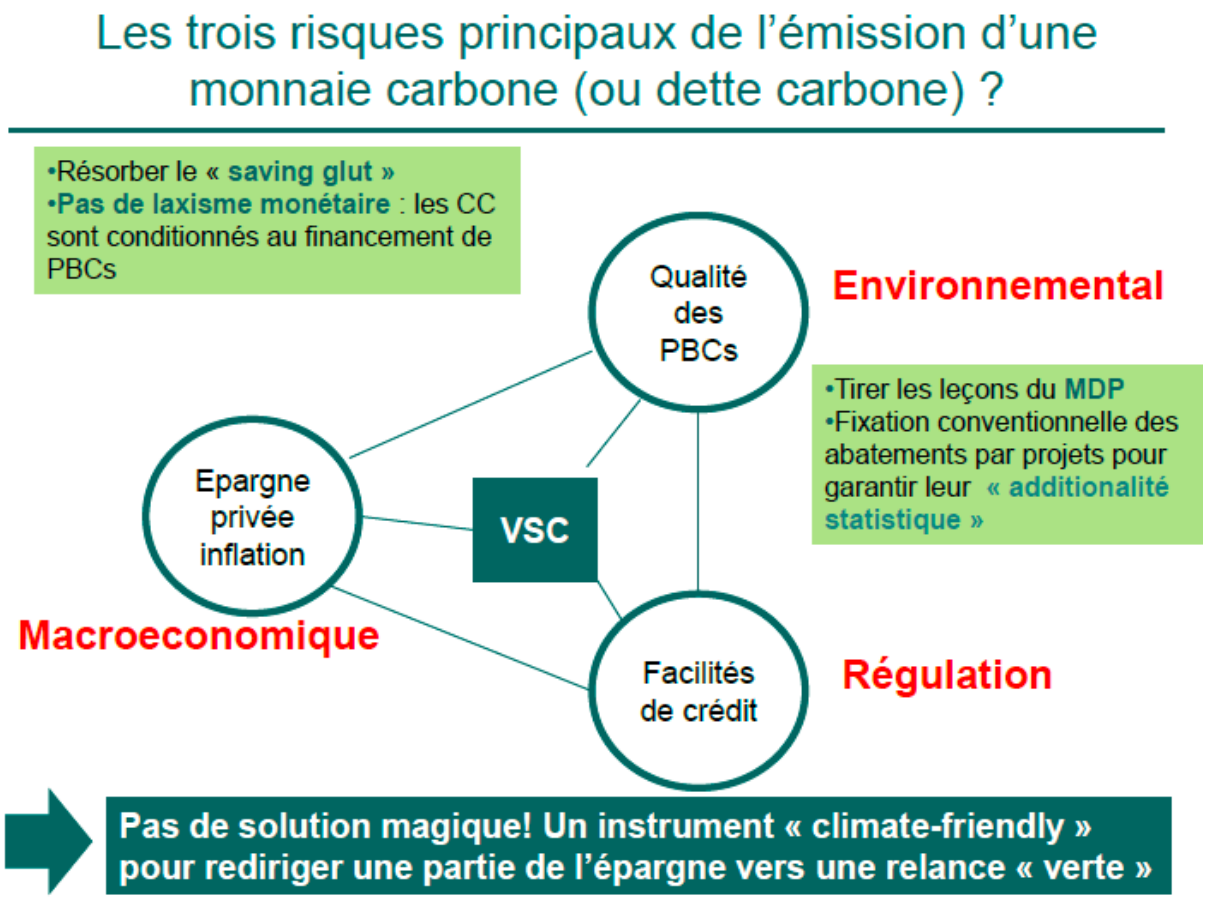
L'idée est de dire : « Vous voyez ce qui se passe dans la banque centrale et la banque commerciale. Il y a un droit de tirage. Ce droit de tirage, si tout se passe bien, si le projet se déroule bien parce que les banques ont pu livrer des certificats carbone, à ce moment-là, ces certificats carbone restent dans l'actif des banques commerciales. Ils sont reconnus dans les banques centrales comme un carbone "*assets*" », cela revient à dire qu'on a fait de la monnaie. On a créé de la monnaie *ex nihilo* par convention, mais cette monnaie, c'est une quantité fixe qui était une quantité de tonnes de carbone multipliée par un prix.

Et le projet là-dedans ? Vous voyez ici, sur l'axe gauche, le projet bas carbone. Évidemment, il y a des problèmes importants à traiter qui ne sont pas résolus, ce sont les problèmes de contrôle, d'attribution, de certification. On peut s'arranger pour que, d'un côté, on accroisse la solvabilité des investisseurs bas carbone et qu'on arrive à trouver un système pour baisser le coût capital réglementaire pour les banques et, de l'autre côté, quelque chose à quoi je crois beaucoup, côté épargne et sur les ménages, tout simplement les banques peuvent, si ça se passe bien, offrir à vous et à moi des produits bas carbone, des produits d'épargne de long terme qui font que les moins pauvres d'entre nous, plutôt que de mettre leur argent dans la spéculation immobilière, les mettent de façon préférentielle dans ces projets.

Une illustration du circuit comptable des actifs carbone



C'est un schéma qui, pour le moment, est assez théorique. Nous allons lancer des programmes avec quelques entreprises pour le rendre plus concret. D'ailleurs, il faudrait qu'on en parle un petit peu. Donc l'idée c'est de traduire cela qui est, pour le moment, un concept en propositions éventuellement concrètes, et c'est important de commencer à réfléchir sur ce genre d'idée à partir de maintenant.

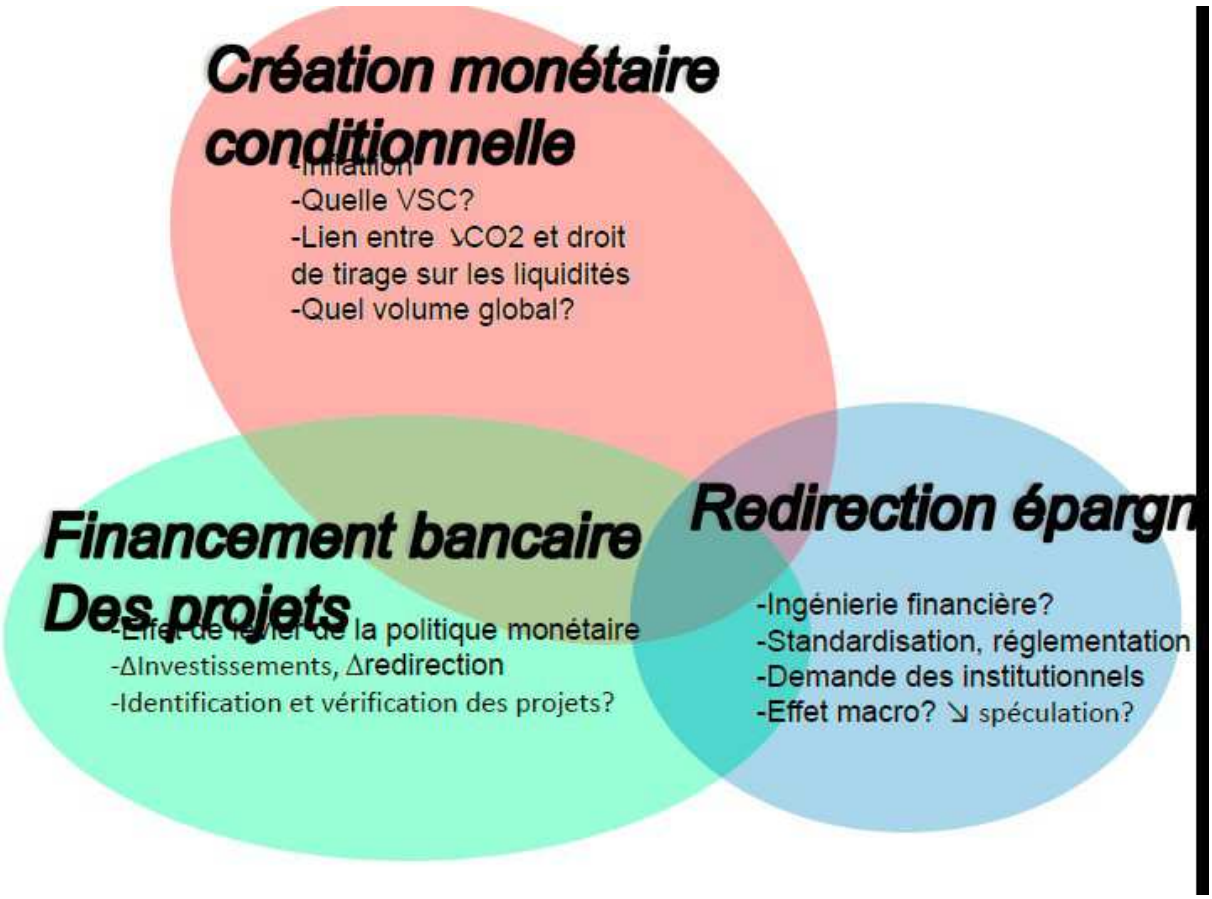


Pour terminer, il y a quelques éléments importants sur lesquels je voudrais insister. Je pense tout de suite aux contre-arguments macroéconomiques.

Vous avez vu qu'avec l'inflation il n'y a pratiquement pas de risque, très peu. C'est parce que, de toute façon, le risque sera, si l'idée prend, que tous les projets se passent mal. Combien de monnaie complémentaire cela fait-il ? Peu, parce que la monnaie n'est créée *de facto* que sous condition de projets. « Environnemental », évidemment.

Il y a aussi la question du contrôle des projets, sur lequel on a beaucoup travaillé au Cired. La question de la certification de ces projets et de leur contrôle n'est pas simple. Il y a eu beaucoup de progrès de fait grâce au mécanisme de développement propre. Depuis vingt à vingt-cinq ans, on sait beaucoup mieux qu'avant suivre et mesurer ce genre de projet. Y compris avec beaucoup d'échecs.

Et bien sûr, il y a le problème de la régulation sur les facilités de crédit.



Nous avons trois dimensions de recherche à mener et ce sont trois communautés qui ne se parlent pas beaucoup.

- Vous avez des gens qui parlent de la création monétaire. Je classerais Gaël Giraud dans cette catégorie.
- Les gens qui s'occupent des questions « financières » en tant que telles, standardisation, réglementation, ne sont pas les mêmes. Pourtant, ça porte le mot « finance » mais ce ne sont pas les mêmes.
- Et ceux qui travaillent sur les finances bancaires des projets, vous en trouverez à l'Agence française de développement. C'est de la finance. C'est pareil, ils ne discutent pas beaucoup avec les gens qui font de la macroéconomie.

Donc le problème intellectuel que nous avons à résoudre c'est de faire communiquer ces trois types de communautés, éventuellement les faire communiquer avec des gens comme nous qui ne connaissons pas grand-chose aux questions financières, mais un peu plus sur les dynamiques énergétiques qui sont à l'œuvre.

Entre “fiscal compact” et “growth compact” en Europe

Sortir des illusions de **« l’austérité de croissance »** sans tomber dans les bras des **faux amis** de la croissance verte

Les **vertus d’une nouvelle architecture financière** gagée sur un actif carbone:

⇒ court terme: restaurer la **confiance politique**

⇒ long terme: un pacte de **croissance environnemental**

Au-delà de **l’architecture financière**, un mécanisme à **décliner selon les secteurs**

Industrie des matériaux
Biens semi durables
Energie
Infrastructures transport
Bâtiments

Un dialogue nécessaire entre prospective industrielle, macroéconomie et finance

C.I.R.E.D. UNITÉ MIXTE DE RECHERCHE EHESS ET CNRS - UMR 8540

Lever les obstacles intellectuels demande un travail de recherche et qu’il y a un lieu pour ça. Il faut un dialogue qui dure longtemps entre la prospective industrielle en tant que telle, ce qu’on va faire avec nos collègues des différents secteurs industriels, la macroéconomie et la finance.

Le gros problème, quand même, c’est que la macroéconomie, ça compte, la finance, ça compte, mais, *in fine*, il faut que ça s’adapte à l’ensemble des secteurs que je donne ici qui sont listés, il y en a bien sûr plus. Les dispositifs financiers doivent embrayer avec de vrais gens de l’économie réelle.

Une liaison possible entre climat et réforme du système financier international

… dans le monde

Création de DTS « carbon based » par le FMI

⇒Création (implicite) d'une monnaie de réserve autre que le $

⇒↘ tensions sur la monnaie

Crédibilité renforcée des initiatives unilatérales

Pas de « bulle carbone »

⇒VSC est prédéterminée sur une période donnée

⇒Le ratio certificats/abattements espéré = variable de contrôle

Une note plus « philosophique »: l'actif carbone comme permettant une poursuite guidée du commerce des promesses.

C.I.R.E.D. UNITÉ MIXTE DE RECHERCHE EHESS ET CNRS - UMR 8568

L'actif carbone, ce n'est pas seulement quelque chose qui sort de ma tête, ou de notre tête ici. Il y a eu un article, trop vite tué parce que trop vite mis sur la table au format international. Beaucoup de gens dans cette sphère-là en parlent. Il y a trois ans, maintenant, cet article a évoqué le fait de faire des sortes de droits de tirages spéciaux fondés sur le carbone. Donc ces idées-là flottent dans le monde. Je pense qu'on ne s'en tirera pas sans.

Je parlais ce matin de lien entre les ingénieurs et les économistes, mettre les financiers « *on board* », dans cette réflexion, parce que je crois que c'est, aujourd'hui, le point central sur lequel on peut sortir des dilemmes que l'on a connus jusqu'à maintenant.

Table ronde avec A. Lipietz et les intervenants

Dominique Bureau : Le lien est assez clair : l'épargne ne va pas là où il faudrait. On crée de la monnaie adossée au carbone, et on a une politique carbone qui est essentiellement articulée autour de financements de programmes d'investissement. Je pense qu'il vaut mieux que je passe la parole à Alain Lipietz qui a sûrement beaucoup de choses à dire là-dessus.

Alain Lipietz : Merci Dominique. En écoutant les deux intervenants précédents, je me disais que depuis 2008 nous sommes toujours piégés dans les mêmes bonnes idées qui n'arrivent pas à passer. Il faut quand même se souvenir qu'en 2008 à peu près tout le monde, de Nicolas Sarkozy à Dominique Strauss-Kahn alors au FMI, en passant par George Brown et Barack Obama, était pour une transition verte. En 2008, un *New Deal* vert, un *Green Deal*, c'était le *common wisdom,* et ça n'a pas eu lieu. Dans mon livre, qui s'appelle justement *Green Deal*, j'essaie de comprendre pourquoi, et ce qu'on pourrait faire pour contourner les obstacles qu'on a rencontrés. Je vais vous le résumer en deux mots. Cela va se combiner avec les idées qui viennent d'être avancées. Et puis j'en expliciterai peut-être davantage sur la « psychologie européenne », telle que j'ai pu l'apercevoir pendant une dizaine d'années au Parlement européen.

Le fond du problème, c'est que nous sommes dans une « grande crise », c'est-à-dire que le modèle de développement antérieur, qui était largement fondé sur le crédit, est caduc. Mais vraiment caduc : on ne peut pas le relancer. Et d'autre part, d'après les débats de ce matin et bien d'autres publications , un nouveau modèle de développement, un *Green Deal*, pourrait brider l'effet de serre, nous sortir du nucléaire, et créer des emplois. Il pourrait même créer tellement d'emplois et d'activité que cela ferait même reculer la dette publique. La tartine est beurrée par dessus, par dessous, et sur la tranche.

Alors, pourquoi on ne le fait pas ? La question, c'est qu'on a quand même besoin d'avancer de nouveaux crédits à des pays déjà surendettés par la faillite de l'ancien modèle. Mais vous voyez le blocage qui s'insinue. Les anciens crédits sur l'ancien modèle ont le même statut que les nouveaux crédits pour le nouveau modèle, du point de vue d'un financier. Et Gaël Giraud vous a bien indiqué l'importance de cette articulation. De toute façon, un financier, pour ne pas faire faillite, doit raisonner sur son endettement brut, non consolidé : c'est ça qu'il doit rembourser. Et si une conférence intergouvernementale se contente de dire : « Eh bien, les anciennes dettes, on les annule et on en obtient de nouveaux crédits pour le *Green Deal*», vous ruinez les banques (les créditeurs), et vous ne pouvez pas obtenir les nouveaux crédits. On a annulé énormément de dettes grecques : on a *ipso facto* ruiné Chypre, où résidaient une partie des créditeurs. Et vous avez vu des manifestations de banquiers et de déposants chypriotes défilant contre l'idée d'annuler les dettes, alors que, de l'autre côté de

l'Atlantique, le mouvement *Occupy* manifestait contre l'idée de se saigner pour rembourser les banques ! Cette bizarrerie-là met en lumière cette banalité : annuler la dette passée c'est interdire les crédits futurs.

D'ailleurs, ce n'est pas nouveau du tout, intellectuellement. C'était le grand débat de 1932 : l'Allemagne devait énormément d'argent à la France et à la Belgique en dommages de guerre. La France devait énormément d'argent aux États-Unis pour se reconstruire. Tout le monde était d'accord avec Keynes pour dire : « Si l'on oblige l'Allemagne à payer ses dettes, elle enfonce le monde entier dans la récession », puisque pour payer ses dettes, il faut bien qu'elle ait un excédent commercial colossal. Mais si on annule la dette allemande envers la France et la Belgique, ni la Belgique, ni la France ne peuvent rembourser leurs dettes aux États-Unis. À un moment donné, le Président Hoover, qui n'était pourtant pas un gauchiste (c'est lui qui va être remplacé par Roosevelt), dit : « Bien, d'accord, allez. Si on annule les dettes allemandes - c'est le plan Young - on fait aussi un moratoire général, c'est-à-dire que les Français ne sont pas obligés de nous rembourser. »

Les Français ont eu la bêtise de refuser, parce qu'ils voulaient « faire payer les Boches » et donc, fin 1932, tout est perdu, c'est-à-dire que Hitler a gagné. Roosevelt est élu, Hitler est élu, le moratoire Hoover est adopté par la France, mais il est trop tard. En fait, il a été réalisé rétrospectivement, finalement, puisque la dette allemande de la Première Guerre mondiale a fini d'être payée en octobre 2010, c'est-à-dire pratiquement une année après le début de l'aide à la Grèce que les Allemands ont accordée en traînant les pieds. Les Allemands avaient complètement oublié qu'ils étaient encore en train de payer leur dette de guerre de 1920, étalée sur 90 ans ! Je ne parle même pas de la dette de la Deuxième Guerre mondiale de l'Allemagne vis-à-vis de la Grèce, puisque, comme vous le savez, le traité de paix de la Deuxième Guerre mondiale n'est pas encore signé. Mais certains Grecs ne l'ont pas oublié...

C'est dans ce genre de problèmes que nous sommes coincés. Essayons de ne pas reproduire les erreurs des années 1930.

Premièrement, il faut faire un « moratoire Hoover ». C'est-à-dire qu'il faut décider quelque chose du genre : « Toutes les vieilles dettes sur l'ancien modèle, y compris les grecques, chypriotes ou italiennes, sont étalées sur soixante ans. » Il faudra défini ces « dettes d'ancien modèle » (équivalent des dettes de guerre) : typiquement la Grèce a utilisé son argent à faire n'importe quoi, les Jeux olympiques, des armes contre la Turquie, etc., l'Espagne : des autoroutes, de l'immobilier....

Un *moratoire*, et pas une *annulation* de la dette (on peut quand même combiner les deux). Quelles conséquence ? Cela veut dire que les « *assets* », les actifs des prêteurs sur la Grèce, Chypre, etc., continuent à exister. Ils sont dans le *core one* des critères de Bâle III :« Oui, oui, on a de l'argent : c'est ce que nous doivent les Grecs. Dans vingt ans, dans trente ans, dans quarante ans, ils rembourseront. » Bien. Mais ce ne doit pas rester purement comptable. Il faut évidemment, pour une banque ou un pays dont les principaux actifs consistent en argent d'un prêt sur l'ancien modèle, dont le remboursement est gelé, bloqué, il lui faut évidemment que cet argent puisse être « dégelé » en partie à tout moment. Parce que, sinon, ce n'est pas la peine d'avoir un actif si cet actif est gelé; parce que, encore une fois, comme l'a rappelé Gaël Giraud, à un certain moment, il faut être « liquide », pouvoir transformer cet actif comptable en monnaie, afin de payer ses propres dettes

On pourrait dire que « Dans telle et telle circonstance, vous pouvez dégeler une partie de cet avoir fictif » Comment ? Par la Banque centrale qui dit : « Je vous la monétise. Je vous rachète contre euros ces titres gelés.» Ce qu'on appelle le réescompte.

Alors là, les Allemands commencent à tousser. Il y en a qui sont tellement dogmatiques ! Par exemple, le président de la Banque centrale allemande, qui traîne en justice le président de la Banque centrale européenne, Draghi, simplement parce qu'il monétise de la dette d'État, alors que, si on lit bien le Traité de Maastricht - contre lequel j'avais voté justement à cause de ça, parce que je trouvais qu'il n'était pas assez souple sur l'escompte et le réescompte de la dette publique par la Banque centrale - ce traité est assez souple pour autoriser le rachat de la dette publique aux banques privées qui l'ont souscrite. Il ne faut quand même pas en rajouter sur les rigueurs de Maastricht ! Mais les Allemands sont viscéralement opposés à l'idée d'être « laxistes » en matière monétaire : c'est la fameuse « aversion allemande pour l'inflation ».

Ça, c'est un point qu'il faut absolument prendre en compte. Si on ne le prend pas en compte, on ne peut pas avancer. On doit contourner les réticences des Allemands, les convaincre, les séduire, les rassurer, etc., mais ce n'est pas facile. Pourtant, ils sont tout à fait capables de comprendre qu'un engagement monétaire dans une production réelle n'est pas dangereux du point de vue de l'inflation.

Nous arrivons au deuxième volet que vous avancez, c'est-à-dire que, premièrement, on étale la dette du passé et, deuxièmement, **on s'en sert**. Elle n'est pas annulée, donc, elle reste dans l'actif des banques. Elle peut être « liquidée », dans certaines conditions limitées. Ainsi, d'autres crédits peuvent être consentis. Rien que ça (le fait qu'on règle la question de la dette passée), je ne dis pas que cela règle le problème de « la trappe à liquidité » (c'est-à-dire cette énorme masse de monnaie, qui, pour l'instant, ne sert à rien, que les déposants ne veulent plus se prêter) mais cela débloque les comportements. On n'accordera jamais de nouveaux crédits tant que le risque d'une annulation des crédits anciens continuera à flotter. On ne pourra relancer le crédit que si l'on dit de façon solennelle : «La plus grande partie des dettes passées, sauf cas exceptionnel et justifié, ne sera pas annulée : elle sera simplement étalée dans le temps. »

C'est une condition *sine qua non* pour sortir de la situation où il y a des liquidités à ne plus savoir qu'en faire et, en même temps, dès que vous voulez emprunter un milliard, on vous dit : « Vous avez fini de payer les dettes précédentes ? Non ? Vous n'avez pas fini de payer ? Alors vous n'aurez rien. » C'est vraiment « l'effet Matthieu », comme on dit (Gaël Giraud connaît bien) : à celui qui n'a pas fini de payer sa dette, on ne prêtera rien même si le taux réel interbancaire est actuellement en dessous de 0 %. « Paie ta dette d'abord. » Ça, c'est vraiment quelque chose qu'il faut régler. Et la seule façon, c'est un moratoire général.

Ensuite, les Allemands vont dire (la Banque centrale allemande va dire) : « Oui, bon, d'accord, il faut recommencer à prêter au pécheur, mais alors, vraiment que l'argent qu'on va émettre serve à quelque chose ». Et ils ont raison. Justement parce qu'on est en atmosphère d'hyperliquidité, on pourrait dire maintenant avec un risque d'inflation. Mais la sur-liquidité peut aussi bien engendrer la déflation que l'inflation. Quand on a de l'argent partout et que cela ne fait pas de l'inflation, plutôt de la déflation, c'est qu'il y a un vrai problème : on ne sait plus à qui prêter, on ne sait pas dans quoi investir.

Qu'est-ce qui permet de sortir d'une déflation ? C'est que des agents, intellectuellement décidés, dépensent l'argent. Voilà, c'est ce qu'on appelle une « économie tirée par la demande », une « économie mobilisée » selon la terminologie de Kornai. Par exemple, les États-Unis après Pearl Harbour, instantanément, sortent de la récession et de la déflation, tout simplement parce que, en quelques jours, l'État commence à emprunter à tour de bras pour financer son entrée dans la guerre. Et tout le monde recommence à travailler.

Parenthèse : Il y a un vrai obstacle à la transition énergétique, qui est la formation professionnelle. Je le répète à chaque fois que je fais campagne, pour une cantonale, une régionale, une élection européenne. Cela dit, il faut bien se souvenir que, en quatre mois, les usines Ford américaines ont commencé à travailler 24 heures sur 24, sept jours sur sept, avec des femmes et des Noirs, qui n'étaient jamais entrés dans une usine, pour fabriquer des bombardiers. Donc il ne faut pas non plus exagérer les problèmes posés à la transition par la qualification professionnelle. Fin de la parenthèse.

Bref, supposons, **troisièmement**, que l'État, ou des agents organisés ou encouragés par l'État, commencent à dépenser de l'argent acquis à crédit auprès de la Banque centrale, ou d'une banque qui s'est fait « monétiser », réescompter par celle-ci une partie de ses actifs gelés, **pour financer la transition énergétique**. Cet argent, lui, ne fait pas peur à la Banque centrale allemande puisque, premièrement, il est tout de suite dépensé dans une production nouvelle, réelle et socialement nécessaire. Ce n'est pas une bulle. On n'a pas le problème de la transformation de la base monétaire M0 en masse monétaire M3, qui est un véritable problème. J'ai passé quatre ans à me disputer tous les trois mois en Commission économique et monéraire du Parlement européen avec Jean-Claude Trichet. Je lui disais : « Mais vous devriez baisser les taux d'intérêt ! » Il me rappelait parfois le soir, me répétait : « Non, regardez, je peux toujours baisser les taux d'intérêt, de toutes façons les investisseurs n'investissent pas, ils font des bulles. » Finalement, son successeur a fini par le mettre le taux d'intérêt réel sur les émissions d'euros à zéro : mais c'est vrai que ça ne fait pas un sou de plus injecté par les banques dans l'économie.

Donc, s'agissant de l'injection de monnaie dans l'économie, le problème n'est pas du côté du financement, il est du côté de « prendre la décision de dépenser », dans un nouveau modèle de développement. Et donc forcément, c'est du côté étatique ou coordonné par l'État que l'on attend le geste mobilisateur. Exemple, le choix que vous faites de commencer par l'isolation des bâtiments est un excellent choix, parce qu'il est centralisé-décentralisé. Mais il pose d'énormes problèmes concrets. Dès que vous avez une copropriété, par exemple : il faut abaisser le seuil de décision dans la copropriété. Tous ceux qui se sont un peu occupés de transition énergétique connaissent çà : pas mal de petits problèmes pour que les agents privés, les ménages, s'engagent dans la transition énergétique, empruntent de l'argent pour la transition énergétique.

Quatrième point : comment sélectionner les bons emprunts, ceux qui vont à la transition énergétique ? On peut imaginer une Société européenne de financement énergétique, avec les fameux « critères de Hourcade ». Ce que nous avons, nous, eurodéputés écologistes, toujours défendu, c'est qu'il y a quand même une banque à critères, qui s'appelle la Banque européenne d'investissement, dont on a redécouvert l'existence grâce à l'ONG Bankwatch pilotée par les Amis de la Terre. La Banque européenne d'investissement a l'avantage d'être déjà deux fois et demie plus grande que la Banque mondiale. Ce n'est pas rien ! Mais elle avait complètement échappé à tout contrôle. Elle avait été créée comme bras financier de la politique de développement régional (et notamment du Mezzogiorno) de l'Union européenne, mais son patron déclarait ouvertement : "*We are accountable only to the market*" et les Anglais objectaient : « Pourquoi va-t-on, dans ce cas, offrir une garantie publique à quelque chose qui est "*accountable only to the market*" ? » La volonté des conservateurs anglais était donc de la supprimer.

Légère panique à la Banque européenne d'investissement. Il se trouve que, cette année-là, en 1999, je suis responsable de la BEI pour le Parlement européen et je vais négocier avec son président. Je lui dis : « Écoutez. Je vous défends à condition que vous redeveniez "*accountable to* nous, le Parlement européen, par exemple. C'est-à-dire que nous vous fixons vos priorités". » Il se trouvait que c'était un de mes anciens collègues,

Michel Deleau, qui était à la direction de la branche en charge du financement de l'énergie, donc cela s'est relativement bien passé. Je lui ai montré par A + B qu'il était en train de financer des choses plutôt contraires à la transition énergétique : il finançait plus de centrales thermiques que de « bas carbone » (comme dit Hourcade). Mais, si la BEI inversait ses choix, j'étais tout à fait prêt à soutenir son existence face aux conservateurs libéraux anglais. Nous avons passé le compromis et nous marchons depuis sur ce compromis-là. Au moins verbalement, les successifs présidents de la Banque européenne d'investissement, Mayer et Maystadt, étaient tout à fait d'accord avec le *deal* : « Nous avons un département qui peut être assez puissant pour financer la transition énergétique, il devrait bénéficier des prêts à taux réels quasi nul de la BCE. » J'ajoute dans mon livre : on pourrait aussi prescrire qu'une partie de la « dette gelée », quand elle est « liquidifiée » par la BCE, doit être déposée à la BEI.

Mais, attention, c'est nous, les eurodéputés écologistes, qui explicitons le *deal* comme ça. Officiellement, la BEI va dire : « … financer les investissements d'avenir ». C'est encore une autre difficulté. Je pense même être arrivé à une entente avec Trichet, qui était d'accord avec l'idée : « Sur ce département-là, il y a guichet ouvert pour la BEI, pour qu'elle se refinance à 0 % auprès de la Banque centrale. » C'est à peu près votre schéma, mais il y a un intermédiaire, la BEI qui, elle, est sous le contrôle du Politique, qui va définir quels sont les « investissements d'avenir ». Pas de chance : évidemment, tous les gouvernements sont tout à fait prêts à classer ainsi n'importe quoi. Dès l'instant qu'il a été question de ça, la France a dit : « Attendez, j'ai un deuxième porte-avions nucléaire à financer parce que, vraiment, c'est nécessaire à mon avenir. » Et ainsi de suite. Les Italiens… Les Polonais... Tout le monde disait : « Mais bien entendu, l'Éducation nationale doit entièrement être financée, par définition, sur ce fonds-là ». Donc finalement, on arrivait à un champ des « investissements d'avenir » qui aurait absorbé la quasi-totalité du budget de l'État, de tous les États potentiellement, et, donc, rien ne s'est passé.

Même à s'en tenir à l'énergie, il y a encore un problème : au point zéro de ton exposé (Jean-Charles Hourcade), il faut un consensus pour reconnaitre qu'il y a une certaine priorité pour la transition énergétique. Et toi, évidemment, tu as fait l'impasse sur la difficulté numéro un en l'appelant « bas carbone », puisqu'il y a un certain nombre de pays en Europe, dont la France, pour dire : « Vous pouvez faire tout ce que vous voulez en matière de transition, mais vous ne touchez pas à mon nucléaire, qui est une industrie bas carbone. » Mais tant que la France continuera à défendre son nucléaire, les Allemands diront : « Écoutez, si c'est ça, un fonds qui vous aide à poursuivre votre industrie nucléaire, ça ne nous intéresse pas. »

Vous avez soulevé à plusieurs reprises l'idée que la finance aidait à franchir les difficultés. La finance, quand les difficultés viennent de l'égoïsme, de la courte vue, etc., sert aussi à remettre sous le nez des gens leur courte vue. C'est pour ça que, toujours, au Parlement européen, nos principaux alliés inattendus ont été les refinanceurs et les réassureurs notamment. Une grande victoire qu'on pourrait obtenir, c'est de faire reconnaître comme dépenses hors bilan, plus exactement engagements hors bilan, celles de l'État quand il assure l'industrie nucléaire. Je suis persuadé qu'une part du *spread* entre la France et l'Allemagne tient tout simplement au fait que, si vous dirigez un fonds souverain du Qatar ou de la Chine, entre un pays qui sort du nucléaire et un pays qui s'y accroche, vous faites le calcul de probabilités « keynésiennes » à partir des quatre accidents de niveau 7 survenus depuis le début du nucléaire (140 000 années-réacteur). Cela vous donne une chance sur six d'accident pour les dix prochaines années pour les 58 réacteurs français, et si ça coûte 500 milliards, vous faites le calcul. Voilà déjà justifiée une part du *spread* qui pèse surla France.

Il faut vraiment traiter cela comme un problème assurantiel, prudentiel. Tous les coûts de la non-transition doivent être transformés en problème prudentiel et intégrés dans les calculs financiers.

Dominique Bureau : On a dix minutes pour des questions de la salle. Je propose qu'on en prenne plusieurs, comme les trois exposés ont des fortes continuités.

Dominique Chauvin, Total : Je ne vais pas vous *challenger* parce que j'en suis incapable, mais quand même. Dans la transition énergétique, il y a plusieurs sujets. Il n'y a pas que le nucléaire. Il y en a d'autres qui ont des conséquences tout aussi importantes, y compris sur l'aspect prudentiel. Et donc, si l'on intègre tout ça dans une temporalité, c'est-à-dire comment est-ce qu'on pourrait imaginer que le nucléaire dans un premier temps favorise la transition énergétique, favorise une sortie plus rapide de telle ou telle énergie, favorise la création et l'architecture correcte du renouvelable pour pouvoir, ensuite, avec quelque chose de beaucoup plus résilient, envisager plus tard une sortie du nucléaire lorsque les technologies sont plus matures, plus organisées, etc. ? Donc cette temporalité-là a un sens économique, et si elle permet de réduire les coûts de la transition, à ce moment-là, on devrait la regarder d'une façon beaucoup plus sérieuse.

Claire Tutenuit : Je comprends bien le financement, la création monétaire pour financer l'investissement, mais je ne comprends pas comment on évite les effets rebonds du fait qu'il n'y a pas dans la consommation, dans l'usage des énergies, de différences entre des énergies carbonées et des énergies décarbonées. Est-ce qu'il n'y a pas un complément à imaginer par rapport à ces systèmes de financement d'investissement sur l'usage ?

Dominique Bureau : Je vous propose qu'on prenne quand même plusieurs questions. Après on verra comment vous vous les répartissez.

Membre du public : Merci pour toutes ces présentations. Depuis ce matin, il y a quand même quelque chose qui m'intrigue et dont on n'a pas parlé, on doit peut-être y revenir. On n'a pas évoqué le coût du démantèlement nucléaire et comment on allait intégrer tout ça parce que, à un moment donné, il va falloir reprovisionner. J'ai cru comprendre qu'on ne savait toujours pas ce que ça coûtait et qu'on essayait de repousser un petit peu plus loin le problème. Donc, d'accord pour que le nucléaire puisse apporter sa quote-part passée dans la transition énergétique, mais on reste avec ce gros problème.

Pierre-Noël Giraud : J'ai une question à la fois pour Gaël Giraud et Alain Lipietz. Si j'ai bien compris l'exposé de Gaël Giraud, on a le choix entre la déflation et une succession de bulles et de krachs parce que le paradis des Trente Glorieuses, à savoir la croissance avec inflation, ne nous est plus accessible. Mais en même temps, tu dis que ce serait une bonne chose de pouvoir y revenir, et Alain Lipietz nous dit : « Pour redémarrer, il faut non pas dénoncer toutes les dettes passées mais les étaler sur soixante ans », ce qui veut dire soumettre les détenteurs de ces actifs à une inflation qui, même si elle reste en dessous de 2 %, peut quand même être évaluée. Dans les deux cas, il s'agit de pratiquer le bons conseil de Keynes : euthanasier les rentiers. Alors je vous interroge sur le fait qu'on ne l'a pas fait jusqu'à présent. Donc il y a des obstacles politiques à s'en sortir par un grand coup de balai qui euthanasie les rentiers. J'ai l'impression que vous passez un peu ce problème politique sous le tapis en évoquant ce genre de choses.

Membre du public : Bonsoir, j'ai beaucoup apprécié vos interventions. Je voulais vous poser une question complémentaire : ne pensez-vous pas qu'une bonne séparation entre les banques d'affaires et les banques d'investissement réglerait en partie le problème parce que, aujourd'hui, nos banques accordent énormément de crédits qui sont orientés vers les marchés financiers qui ne financent pas l'économie réelle. Cela assèche en partie l'offre de crédits en faveur des investisseurs de nos entreprises qui sont du coup

dépendantes de leurs propres actionnaires qui exigent des taux de rentabilité, des retours sur investissement hallucinants à la hauteur des plus-values qu'ils peuvent espérer gagner sur des marchés surévalués, comme tu l'as fort bien montré, Gaël. En séparant les banques d'affaires des banques d'investissement, on pourrait peut-être réorienter l'offre de crédit vers l'économie réelle, limiter les phénomènes spéculatifs et régler en partie le problème de la déflation.

Membre du public : Une question aux trois intervenants. Comment, selon vous, pourrait-on utiliser les 65 % des fonds réglementés en France que sont le Livret A, le Livret Développement durable. Il y a pour à peu près 200 milliards d'encours pour financer des investissements de transition énergétique.

Et question spécifique à Alain Lipietz : c'est la Banque européenne d'investissement, à la différence du budget de l'Union européenne, qui n'a pas le droit d'avoir 1 € de déficit. Aujourd'hui, l'enjeu, d'après ce qu'on a compris, c'est que la BEI, on l'a aussi entendu dans les paroles du Président de la République, va avoir un enjeu conséquent pour financer la transition écologique énergétique, non seulement au niveau européen, mais en France. La question c'est : la BEI a ses propres critères, elle n'est pas forcément indépendante mais autonome de la Commission européenne. Elle a des normes sociales et environnementales. C'est la seule d'ailleurs, je crois qu'Alain est intervenu au Parlement européen pour faire en sorte que ce soit la seule institution financière publique qui ait des normes sociales et environnementales pour les gros projets qu'elle finance. Donc la question c'est : comment faire en sorte qu'il y ait un minimum de gouvernance des critères autodéfinis par la Banque européenne d'investissement dont les derniers éléments sont que la part sur la transition énergétique écologique est importante. Quand on va sur le site de la BEI : mais qui décide quoi concrètement sur cette politique de financement de la BEI par rapport à notre sujet qui nous concerne ?

Dominique Bureau : Cela fait beaucoup de choses. Je crois que le sujet de notre table ronde, c'est le financement. Donc je vous propose qu'on n'entre pas dans le nucléaire spécifiquement, d'autant que j'ai compris que l'objectif d'une prochaine session, c'est d'avoir une journée qui traite assez largement de ça. Enfin, peut-être que tu pourras en parler. Je crois qu'il y a au fond trois groupes de sujets. Il y a des sujets de gouvernance. Comment on impute le coût de la non-transition et comment on arrive à se mettre d'accord sur, au fond, ce qui est le coût de la non-transition, le nucléaire étant un exemple éventuel, mais je pense qu'il faut le traiter peut-être plus largement pour ce qui est de notre session. Il y a des questions qui tournent autour de l'analyse macroéconomique de cela, c'est-à-dire de l'euthanasie des rentiers et puis les aspects plus de mise en œuvre, séparation banques d'affaires-banques d'investissement. Et puis je crois qu'il y a quand même deux questions qui sont, la cohérence, en revenant en amont, et est-ce qu'on peut juste avoir une stratégie qui soit fondée sur la mise en œuvre de ce qui était présenté ? Il y a la question de l'effet rebond posée par Claire Tutenuit et puis il y a la question d'Alain Lipietz à Jean-Charles : comment arrive-t-on à expliquer que la transition carbone soit plus prioritaire que l'enseignement, que d'autres choses ? Je pense que ça fait beaucoup de questions. Je vous propose de passer à tous les trois parce que je pense qu'on a eu trois exposés très complémentaires, de vous redonner chacun pour deux-trois minutes la parole là-dessus. Peut-être sans détailler les raisonnements mais en disant comment vous réagissez par rapport aux questions qui ont été posées.

Gaël Giraud : Je ne reprends pas toutes les questions. Juste une remarque pour Alain, ce sont les bâtiments publics que nous envisageons pour l'instant. Dans notre négociation avec le ministère, précisément, pour éviter tous les problèmes liés aux ménages. Sur la question de l'euthanasie des rentiers, je suis complètement d'accord que c'est un enjeu politique considérable. De mon point de vue, c'est : quand est-ce que ceux-

ci comprendront qu'en fait ils ne peuvent pas récupérer l'argent qu'ils ont prêté aujourd'hui et que tant qu'ils n'accepteront pas de renoncer à la rétrocession immédiate des créances qu'ils détiennent l'économie risque d'être plongée dans la déflation. C'est ça le problème, me semble-t-il. Après que ça ne se fasse pas facilement, je suis complètement d'accord. Je pense qu'il y a un moment où eux-mêmes peuvent comprendre que leur intérêt c'est de faire ce que propose Alain, c'est-à-dire de surseoir au remboursement de la dette maintenant, me semble-t-il. La séparation bancaire, je suis complètement d'accord évidemment. C'est l'un des enjeux majeurs de la séparation, comme vous le savez, elle n'est pas faite, et on est même en train de régresser sur ce sujet, puisque le projet de loi français de fausse séparation bancaire est destiné en réalité à couper l'herbe sous le pied de Michel Barnier de manière que le projet européen lui-même ne mette pas en œuvre au moins le rapport Liikanen. De mon point de vue, ça veut dire qu'on ne le fera pas avant le prochain krach.

Sur le Livret A, je suis complètement d'accord. En fait, la loi normalement oblige une partie de la gestion du Livret A à être utilisée du côté de la transition, enfin en tout cas d'investissements verts, et ce n'est pas ce qui est fait. Là, il suffit au moins d'exiger l'application de la loi, me semble-t-il, pour obliger les banques à le faire.

Jean-Charles Hourcade : La difficulté intellectuelle, c'est que vous voyez bien, on va parler de séparation banques d'affaires-banques privées, d'euthanasier les rentiers, etc. Je crois que le lien qu'il y a à voir avec l'histoire de la croissance verte, c'est quand même la chose suivante, c'est que : on doit résoudre des problèmes financiers, macroéconomiques. Le faire ne nous ramènera pas au beau temps du keynésianisme où, en gros, une politique de relance monétaire, comptes publics, etc., faisait automatiquement repartir la machine économique. La machine économique est dégradée pour des raisons importantes liées à son substrat technique et aussi au lien qu'elle entretient avec l'énergie et l'environnement, mais je ne suis pas d'accord avec les 60 % que tu dis, c'est-à-dire qu'il y a quelque chose de fondamental, c'est qu'il n'y aura pas de relance « soutenable », mettez les mots que vous voulez derrière, s'il n'y a pas redirection des schémas de croissance que nous connaissions. C'est un point très important. C'est-à-dire qu'il faut en même temps résoudre des problèmes macroéconomiques financiers, mais ne pas croire que ça va suffire, le contenu va être un point très important.

Alors, la question qui tue. Je vais d'abord répondre à la question qui ne tue pas. Celle qui ne tue pas c'est celle que posait Claire sur l'effet rebond. Évidemment que ça implique des systèmes fiscaux qui changent, des tarifications du carbone, enfin des questions des prix de l'énergie, et il y a autre chose dont on a parlé ce matin, pour éviter les effets rebonds. Évidemment, d'accord, ça ne suffit pas.

La question qui tue et qui est très politique, c'est un problème diplomatique de fond en Europe et je vais quand même parler du nucléaire sous un angle très précis. Lorsqu'Alain tu as parlé des malentendus entre la France et puis l'Europe, le nucléaire en fait partie. Alors je vais être plus neutre que toi, je ne dis pas qui a raison, qui a tort. De même qu'on ne bougera pas en Europe si on ne dit pas, et là je pense qu'ils ont raison, aux Allemands : « Il faut créer de la monnaie mais de la monnaie avec un collatéral de vrais investissements derrière. » De même, et alors là, j'insiste, en France, mais ici, il faut porter la voix plus haut, au-delà de cette salle, je pense, on ne convaincra pas les Allemands que le nucléaire est une énergie propre. On peut être en désaccord avec ça, c'est autre chose. On peut refuser qu'on nous force à brader trop rapidement un capital, mais il n'y aura pas d'accord s'il y a ça. Je le sais. J'ai quand même participé suffisamment longtemps à la négociation climat pour témoigner que ça a été un des obstacles permanents. Le premier qui m'a attiré l'attention là-dessus, c'est Louis Puiseux que vous ne connaissez peut-être pas, certains le connaissent ici, qui est un vieux monsieur qui était collaborateur de Boiteux

et qui, en 1978-1979, a écrit un texte disant que la ligne de division sur le nucléaire va être une ligne de division permanente politique entre l'Europe et l'Allemagne. Qui va bien sûr avoir des conséquences pas seulement sur le terrain énergétique. Donc ça, il ne faut pas se voiler la face. Il y a l'affaire de : « Je ne veux pas d'inflation, je veux bien créer de la monnaie mais je veux être sûr que ça soit gagé » et, dans ce cadre-là, l'accord en Europe dont tu parles, Alain, évidemment, j'ai fait exprès de dire une Europe capable de signer quelque chose en son sein et de porter l'accord à l'échelle internationale. Je suis parfaitement conscient de cela. Par contre, je pense que c'est possible, à condition qu'on soit astucieux, habile, etc., parce qu'on n'est pas tout seul, parce qu'il y a l'Europe, mais il y a aussi la Chine, l'Inde, etc. À titre personnel, je pense que c'est parce qu'il y aura un jour un accord international où les Chinois, les Indiens, les Brésiliens seront impliqués que nous, Européens, y compris entre Français et Allemands, nous allons bien devoir arriver à trouver un accord entre nous, et le nucléaire ne deviendra pas une pierre d'achoppement totale. Tout ce que j'ai dit suppose le problème résolu. Par contre, ce que j'espère, c'est que si l'on travaille bien du point de vue technique, la crédibilité sera suffisante pour que, diplomatiquement, on se rende compte que ça vaut le coup de ne pas se perdre une énième fois là-dessus. Je peux le dire quand même à haute voix. J'ai été négociateur à Cop 6. C'est mon dernier exemple, il est vraiment très simple. Dernière séance : c'était deux jours avant la fin, il y avait un compromis possible. Ce compromis a échoué parce que nous n'avons pas discuté à temps du fait : est-ce que le CDM et les mécanismes qui étaient en place pouvaient servir ou pas à financer le nucléaire ? Comme ça n'a jamais été mis assez tôt sur la table, évidemment, au dernier jour, tous ceux qui n'avaient pas intérêt à signer un accord ont utilisé ça comme bille qui a tout renversé, qui a fait que l'accord n'a pas été possible. Il faut donc le savoir, il vaut mieux l'affronter dès maintenant. Je n'ai pas de solution mais il faut le dire… (*intervention inaudible dans la salle*). Non, mais attendez, ça ne vaut pas le coup de se dire que c'est un vrai ou faux problème. Il se trouve que les Allemands pensent que le nucléaire, ils n'en veulent pas. Nous, nous pensons le contraire. Donc ce n'est pas la peine d'essayer de cacher cela, il faut en parler et voir les conséquences que ça a sur un accord international, c'est tout. Si on le découvre à deux jours de la fin du processus, on est sûr d'une chose, c'est que ça va resurgir et ça va faire échouer un nouvel accord, y compris sur la finance et je trouve que ce n'est pas coordonné. Alain a très bien dit ce qui se passera, en fait, quand il a parlé de ça.

Intervenant : Puis-je te poser une question malgré tout ? C'est que tu as commencé ton exposé en rappelant qu'effectivement il y a eu un G20 à Londres où la stratégie que vous décrivez était quand même très esquissée et donc peut-être nous dire plus intuitivement au fond pourquoi, qu'est-ce qu'il faut pour reprendre cela parce que, au fond, les rapports Stern-Edenhofer ont été faits. Donc pourquoi ? Qu'est-ce qu'il faut faire pour qu'on puisse s'en sortir ?

Alain Lipietz : Je réponds tout de suite à cette dernière question, parce que c'est la dernière : «*Last in, first out.* » Le problème « Qu'est-ce qu'il s'est passé en 2009 ? » est un des grands problèmes que les historiens vont avoir à résoudre. En 2008, les solutions envisagées pour sortir de la crise étaient globalement correctes. On peut penser que l'homme qui portait cela était ce président keynésien du FMI qui a chuté dans une histoire « indécente »– ces petites choses, dans l'Histoire, peuvent avoir un certain poids. On peut penser aussi qu'Obama a eu exactement les mêmes problèmes par rapport aux banqueset autres firmes américaines, dans l'affrontement politique contre la finance et les vieilles industries, parce que, quand même, la finance perd quelque chose aux schémas que nous proposons. Je reviens dans un instant sur les questions d'euthanasie.

Le *momentum* a été manqué parce qu'on a sous-estimé l'importance de l'affrontement, qu'il n'y a pas eu de pression sociale aussi. Il faut quand même bien voir

que ce n'est pas parce que vous avez élu Obama, que DSK se retrouve au FMI et que Lagarde, quand elle le remplace, commence à découvrir le keynésianisme, que la « relance verte » va s'imposer d'un seul coup. S'il n'y a pas une pression sociale, les financiers baissent la tête pendant six mois, et après ils la relèvent, ils mordent la main qui les a sauvés. Il y a de ça probablement.

La question de « l'euthanasie des rentiers » ? L'important c'est le petit « eu- », *epsilon-upsilon.* **Eu**thanasie veut dire « mise à mort douce », elle doit être « agréable », quand même ! Parce qu'il ne faut pas oublier que, derrière la banque, il y a des déposants, c'est justement ce qu'on a redécouvert à Chypre, et le déposant, ce n'est pas seulement le méchant oligarque russe, le déposant de Chypre, c'est aussi la veuve de Carpentras chypriote, je ne sais pas comment on l'appelle. Même *L'Humanité* a soutenu les déposants chypriotes… Même le Secours populaire chypriote avait eu l'imbécillité de mettre tout son argent dans un seul compte, donc son compte se retrouvait dans la partie écrêtée par l'*hair cut.* Bref, dans l'euthanasie du rentier, il faut que ce soit le plus « *eu-* » possible. C'est un vrai problème qu'on résout en disant : « C'est étalé dans le temps, on a le droit de sortir un petit peu d'argent de temps en temps, etc. » Quand l'État décrète le gel des avoirs et qu'on n'a plus le droit de sortir d'argent du tout, c'est le *Corralito*, qui a eu lieu en Argentine en 2001-2002. Et j'y étais, c'était une horreur. Vous pouviez avoir à la banque de quoi acheter une voiture, et du jour au lendemain, vous n'aviez pas de quoi acheter votre pain. Il faut bien voir ce que cela implique, l'« euthanasie des rentiers » !

Ensuite, la question « Il n'y a pas que le nucléaire ». C'est vrai, j'ai pris l'exemple du nucléaire parce que, si l'on veut penser ce que cela veut dire un « mécanisme assurantiel », c'est plus facile à comprendre, un risque d'accident bien franc, à la Fukushima, qu'une tempête comme celles de décembre 1999. Tous les réassureurs sont absolument persuadés qu'il y a une « explosion des risques assurantiels » liés au changement climatique mais, bien entendu, arriver à imputer une tempête à un modèle de développement qui a brûlé trop d'essence, c'est extrêmement compliqué. L'imputation assurantielle en matière de tempête ou plus généralement de changement climatique plus ou moins diffus c'est vraiment le problème de la grenouille qu'on met dans une casserole à petit feu. Alors que l'accident nucléaire, c'est clair, c'est net.

Avec le temps, la convergence entre les problèmes de la transition énergétique et les problèmes assurantiels, vient du fait que « ça s'aggrave », que ce soit les dégats actuels des sécheresses ou tempêtes ou le risque, potentiel, d'un accident de niveau 7. On suppose que le risque est permanent et puis se matérialise. Sur dix ans, sur vingt ans, sur quarante ans, il y a plus de chance de voir exploser un réacteur nucléaire dans un pays qui en a 58. Plus vous sortez vite du nucléaire (et si possible avant l'accident), mieux c'est. Évidemment, les spécialistes nous disent : « Oui mais alors, dès l'instant où l'on ferme une centrale, il faut commencer le démantèlement, parce que si l'on ne démantèle pas, les ingénieurs s'en vont, les ouvriers s'en vont. Plus personne ne sait comment était fabriquée la centrale et c'est beaucoup plus cher après. » C'est un vrai problème. Je le reconnais tout à fait. Enfin, si l'on reconnaît les risques et qu'ils justifient la fermeture, repousser le moment où l'on commence à payer le démantèlement permettrait-il de faire des économies en termes « actualisés » et probabilisés ? Non, je ne pense pas. Si le démantèlement est cher, il doit déjà être intégré sous forme de « provisions », et on revient au problème précédent.

Sur la séparation banques d'affaires-banques de dépots. La BEI, Banque européenne d'investissement, est une banque d'investissement. La vraie distinction, c'est entre banque de marché, quelle qu'elle soit, ou banque déterminée par la décision politique. La BEI était à l'origine déterminée par la décision politique. Notre problème était de la remettre sur les rails d'un contrôle politique. Et, même chose sur les « 60 % réglementés ». Pour moi, le Livret A n'est pas le plus gros problème. Il est affecté à la

Caisse des dépôts pour faire des logements. Le problème, c'est vraiment le Livret Développement Durable dont tout les déposants s'aperçoivent que, quand ils demandent en quoi c'est pour le développement durable, personne à leur banque n'en sait rien. C'est vraiment n'importe quoi.

Après, la partie qui va au logement - c'est là qu'on revient à la question de l'effet rebond. J'ai posé la question à Philippe Quirion tout à l'heure : « Ton évaluation de NégaWatt, comment est-elle faite ? Comment prends-tu en compte les nouvelles dépenses des ménages qui ont économisé sur le chauffage ? » C'est le grand débat sur croissance-décroissance, découplage, croissance verte, etc. Je ne suis pas pour la « décroissance sans adjectif » et je crois au découplage, je tiens à le préciser tout de suite. Mais concrètement comment cela se passe-t-il ? Vous conduisez mieux, vous économisez un plein d'essence par mois. Là, c'est de l'argent qui va « rebondir ». Comment le dépensez-vous ? Philippe me dit : « C'est du second ordre, de toute façon, je l'ai étalé sur la même structure de consommation qu'avant. » C'est-à-dire que les économies que vous faites en changeant une partie de votre mode de consommation, vous les redépensez comme si vous n'aviez pas changé votre mode de consommation.

Mais si vous regardez plus près – Philippe Quirion reprend le modèle NégaWatt –, il y en a quand même un tiers, qui est de l'austérité, de la « sobriété heureuse » (ou pas), enfin c'est de l'austérité au sens romain. La part sobriété-austérité, c'est énorme dans NégaWatt. Si vous regardez les chiffres rapidement, dans la grille d'évaluation de Philippe, ce qui détruit le plus d'emplois dans le volet « sobriété » du scénario NégaWatt, c'est qu'on arrête d'agrandir les appartements. Cela supprime 400 000 emplois par rapport au scénario de référence, simplement parce qu'on plafonne à 40 m^2 par personne. Ça, c'est vraiment de l'austérité, parce que les gens veulent se « desserrer », actuellement.

Donc, il y a un vrai problème mais, si j'ai bien compris son application du modèle, cet argent qu'on n'utilise pas pour desserrer les appartements, on s'en sert pour faire autre chose. D'ailleurs à moyen terme il y a probablement le risque que sinon tout va être mangé par la rente foncière, ou faire éclater la bulle immobilière. Mais on a un véritable problème au sujet de : « Est-ce que quand on dépense moins à quelque chose, on a une baisse du PIB ? » Implicitement non, puisque, tout de suite, on l'utilise à autre chose. On roule moins, on achète des appartements plus petits qu'on aurait aimé ? Alors on achète des livres, on va davantage au théatre, en concerts, ça fait travailler du monde : le spectacle vivant, on est sûr que c'est principalement des emplois créés !

Normalement, le modèle est fait comme ça, vous n'avez pas de baisse du PIB parce que ces économies que vous faites, vous les dépensez tout de suite. Oui mais... si l'immobilier s'écroule parce qu'on n'augmente plus la taille des logements, est-ce que ça veut dire que les salaires vont se maintenir et que vous pouvez vraiment les dépenser à autre chose ? C'est un peu ça la difficulté de toute l'affaire. Il y a, dans l'austérité-sobriété un seul risque, c'est effectivement d'aggraver une tendance déflationniste. Je ne pense pas qu'il soit important, parce qu'il y a du recyclage privé et surtout de la demande publique. Pour que se matérialise le risque de « sobriété déflationniste », il faudrait que les employeurs considèrent que, puisque vous êtes devenu austère, sobre (et ludique, naturellement), ce n'est plus la peine de vous payer autant. Vous vous amusez très bien en allant au théâtre, et comme il y a du théâtre de rue, ce n'est pas la peine de vous payer, puisque c'est gratuit. Bref, s'il reste un risque d'enchainements déflationnistes, il faut essayer de l'encadrer dans le champ de cette « économie mobilisée » dont j'ai parlé.

Rapport de synthèse par Céline Guivarch

Pas de transition sans financement. La dernière session de cette première journée sur la transition énergétique s'est donc penchée sur la question du financement. Les intervenants ont apporté des éléments de réponse à deux questions : D'où peut venir ce financement ? Avec quelles contraintes macroéconomiques faut-il composer ? Les deux premiers orateurs, Gaël Giraud et Jean-Charles Hourcade, ont donné leur diagnostic de la situation macroéconomique dans laquelle devait s'inscrire cette transition et proposé chacun un mécanisme de financement. L'intervention d'Alain Lipietz et la discussion avec la salle ont offert un contre-point.

Rappelons tout d'abord les ordres de grandeur qui ont été donnés : le financement de la transition énergétique en France demanderait de mobiliser environ 60 milliards d'euro par an, selon les évaluations disponibles. A titre de comparaison, la France emprunte chaque année 200 millards sur les marchés financiers, et le PIB annuel français est de 2000 millards environ. Les 60 milliards avancés sont également à comparer aux quelques centaines de milliards de prêt à long terme accordé par la BCE (Banque Centrale Européenne) aux banques européennes dans le cadre de leur refinancement.

Le secteur privé serait-il capable de mobiliser seul un tel montant ? Les deux intervenants ont répondu par la négative, en donnant des arguments complémentaires. Gaël Giraud a insisté sur le fait que la majorité de ces chantiers énergétiques ne sont pas rentables à court terme, et n'attirerait donc pas les investissements privés qui trouvent de meilleurs rendements sur les marchés financiers. La vision offerte par Jean-Charles Hourcade complète et éclaire cette constatation. Si les investissements bas-carbone apparaissent peu rentables, et incertains, c'est avant tout à cause de l'absence d'un signal prix sur les bénéfices sociaux de tels investissements (limitation des impacts du changement climatique de par la réduction des émissions de gaz à effet de serre) suffisamment élevé et crédible. Mais, et c'est la toute la difficulté, un tel signal prix serait insoutenable aujourd'hui pour une grande partie de la population mondiale.

Cela conduit à examiner le contexte macroéconomique dans lequel doit s'inscrire la transition énergétique. Depuis quelques décennies, l'Europe (et les Etats-Unis) se trouve dans un régime de croissance caractérisé par des bulles spéculatives à répétition sur les marchés financiers, qui, lorsqu'elles explosent, détruisent une partie de l'économie réelle. La crise des *subprimes* de 2008 (suite à l'éclatement de la bulle immobilière américaine) et la Grande Récession depuis en étant la dernière manifestation brutale. L'intervention massive des pouvoirs publics face à cette crise a favorisé la dérive des finances publiques dans plusieurs pays, alimentant les craintes liées au gonflement des dettes souveraines et déclenchant un nouvel épisode de crise. On se trouve ainsi, comme l'a montré Gaël Giraud dans son exposé, à la croisée des chemins entre trois régimes de croissance : celui des bulles spéculatives à répétition qui pourrait se poursuivre si l'épargne mondiale continue à alimenter des bulles, celui de la déflation que connaît le Japon depuis une vingtaine d'années et dans lequel l'Europe pourrait s'enfoncer à son tour, et celui de la croissance avec inflation (le régime des *Trentes Glorieuses*) qui pourrait sembler désirable sans compter les craintes liées à l'inflation. Finalement la transition énergétique pourrait offrir une possibilité de renouer avec la croissance (et être une condition nécessaire à une croissance soutenable sur le long

terme) si on arrive à réorienter les liquidités disponibles vers son financement plutôt que vers l'alimentation de la prochaine bulle. Mais cela devra se faire sous la contrainte de réduction de la dette publique qui laisse peu de marge de manœuvre à la puissance publique.

Ce contexte macroéconomique nécessite de mobiliser des mécanismes de financement innovants. Les deux intervenants ont exposé leurs pistes de réflexions à ce sujet. Si leurs propositions sont assez différentes, elles reposent sur leur diagnostic partagé des contraintes macroéconomiques avec lesquelles il faut composer, à savoir que le secteur privé seul n'assurera pas le financement mais que l'Etat ne peut pas s'endetter.

La proposition de Gaël Giraud s'inspire de la création de la SFEF (Société de Financement de l'Economie Française) en 2008 pour sauver les banques françaises qui faisaient face à une crise de liquidités majeure. La SFEF était une société de droit privé dans lequel l'Etat a investi mais est resté minoritaire, les banques y étant majoritaires. Le PDG de la société était nommé par le gouvernement, et le gouvernement rendait compte auprès du Parlement des activités de la SFEF. Cette dernière a donné la garantie publique aux prêts interbancaires et a elle-même émis de la dette (77 milliards de dettes en un an) pour accorder des prêts aux banques. Cela a été possible car il y avait la garantie publique sur cette dette, ce qui en faisait des actifs de bonne qualité. En mettant ces actifs de bonne qualité en collatéral, les banques ont ainsi pu se refinancer auprès de la BCE. La SFEF étant une société privée, sa dette n'était pas comptabilisée dans la dette publique française. L'idée proposée par Gaël Giraud est de réitérer cette expérience en créant une société privée de financement de la transition écologique, abondée par l'Etat, mais l'Etat restant minoritaire, et par des entreprises intéressées à la transition. Cette société donnerait la garantie publique pour un certain nombre de prêts bancaires orientés vers la transition, et émettrait elle-même de la dette. Les banques pourraient acheter une partie de cette dette et l'utiliser comme collatéral pour se refinancer auprès de la BCE.

La proposition de Jean-Charles Hourcade repose quant à elle sur l'idée que, si un accord sur un prix du carbone significatif est politiquement inatteignable, il est possible de se mettre d'accord sur une valeur sociale du carbone (une sorte de valeur tutélaire du carbone, représentant la valeur des dommages climatiques évités, mais qui ne serait pas directement payée). Un engagement quantitatif de réduction d'émissions au niveau d'un Etat pourrait alors se traduire en un droit de tirage sur cette valeur sociale du carbone. Ce droit de tirage donnerait lieu à des prêts pour financer des projets bas-carbone, qui, une fois mis en œuvre, génèreraient des actifs carbone dans le bilan des banques, valorisé à la valeur sociale du carbone.

En définitive, ces deux propositions de mécanismes de financement reposent sur une réappropriation de la création monétaire, ainsi que sur une forme garantie publique pour baisser le coût du capital pour les investissements bas-carbone.

Les contre-points offerts par Alain Lipietz et les débats avec la salle s'interrogent sur les conditions politiques et institutionnelles de la mise en pratique des mêmes « bonnes idées qui n'arrivent pas à passer ». Car, en 2008, tout le monde semblait s'accorder sur le fait qu'un *New Deal* vert était la solution pour sortir de la crise. Or cela n'a pas eu lieu. Alain Lipietz propose une analyse des obstacles rencontrés, ancrés dans différents culturels et historiques structurants les positions et rapports de forces au sein de l'Europe. Selon lui, ce qui empêche fondamentalement la création de nouveaux crédits (pour financer la transition, et plus largement éviter la déflation) est le spectre d'une annulation des crédits anciens qui continue de flotter. Ainsi un moratoire général d'étalement des dettes dans le temps est une condition *sine qua non* préalable à la mise en œuvre des mécanismes de financement évoqués. Ensuite, il y a la peur du risque d'inflation si l'instrument de création monétaire est utilisé. Mais la création monétaire ne génère pas nécessairement de l'inflation si elle est utilisée pour créer de la valeur économique, ce qui serait largement le cas pour des investissements de transition énergétiques s'ils permettent effectivement de réduire la facture énergétique future et les dommages dus au changement climatique. D'ailleurs ces deux « peurs », celle de l'annulation des dettes et celle de l'hyperinflation, font écho aux épisodes du début des années 30 en Europe et méditer cette expérience serait utile pour dépasser les positions viscérales.

Surtout il semble que l'échelon européen soit un bon échelon pour la création monétaire, et Alain Lipietz montre que la Banque Européenne d'Investissement, sous le contrôle du politique, pourrait devenir un instrument de financement de la transition si un accord pouvait être trouvé sur le fait que le financement de la transition énergétique en Europe est prioritaire, et si les différends sur le nucléaire pouvaient être réglés ou tout du moins ne faisaient pas achopper l'ensemble de la négociation. Nous voyons là l'ampleur du défi politique et institutionnel.

Pour conclure ce bref rapport sur les défis, notons que l'ampleur des questions à aborder, la profondeur de leurs implications, et le champ vaste des expertises nécessaires (reflété par la diversité des intervenants) appelle à approfondir la recherche dans un cadre interdisciplinaire, et à poursuivre les échanges.

The world transition towards a Low Carbon Society. Session présidée par J.-C. Hourcade

Panel organized in coordination with "Climate Policy" and the LCS R-Net.

Jean-Charles Hourcade : Laurence Tubiana n'est pas là, elle a dû rencontrer un petit problème de dernière minute. Je vais donc introduire la session en français, puis nous passerons à l'anglais pour la discussion.

C'est toujours difficile de terminer une journée comme ça par quelque chose vers 18 heures un vendredi, surtout après avoir pris un peu de retard. Mais vous êtes nombreux encore. Et comme vous êtes nombreux, vous avez droit pour vous remercier à un petit cadeau. On a mis sur l'escalier un numéro spécial de *Climate Policy*. Ce journal fondé grâce à la pugnacité de Michael Grubb est une des revues de politique climatique en Europe, comme le dit son nom. Ceci est un numéro spécial dont vous verrez que parmi les trois éditeurs il y a l'Anglais Jim Skea ; Stephen Lechtenböhmer qui est un Allemand et moi-même un Français. C'est un triangle intéressant vu la tonalité des discussions introduites par Alain Lipietz tout à l'heure. Cela a nécessité de faire émerger un « *common understanding* » en Europe. Donc votre vertu d'être resté jusqu'au bout va être récompensée si vous pouvez prendre ce journal.

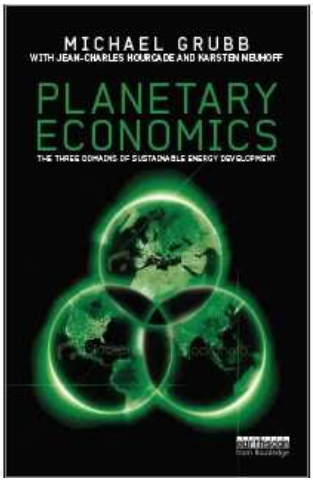
Michael will give a talk of about twenty minutes, and then give his view not only on negotiations but also about the economics of climate change. I can say something to introduce his book, by reminding something he said at a meeting with Laurence Tubiana some time ago. She asked if economists did provide a good service to the climate negotiations, because of their framing. The response were a bit ambiguous: polite but implicitly saying that maybe, the economists were not so useful.

So, Michael will give that and then, we'll ask Christian Egenhofer to give his vision of economic policies and the situation in the EU. Then Paul Watkinson, who is one of the key members of the French negotiation team since years, will give his impressions. And Franck also will give some reflections, given his role now at the IPCC, and to expand the vision to what happens in North-South relations.

So Michael, vas-y !

M. J. Grubb : Planetary Economics, concepts and tools of transition and implications for European policy

Planetary Economics: Contents



1. **Introduction: Trapped?**
2. **The Three Domains**

Pillar 1
- **Standards and engagement *for* smarter choice**
- 3: Energy and Emissions – Technologies and Systems
- 4: The Energy Efficiency Resource – Technologies and Systems
- 5: Tried and Tested – Three Decades of Energy Efficiency Policy

Pillar II
- **Markets and pricing *for* cleaner products and processes**
- 6: Pricing Pollution – of Truth and Taxes
- 7: Cap-and-trade & offsets: from idea to practice
- 8: Who's hit? Handling the distributional impacts of carbon pricing

Pillar III
- **Investment and incentives for innovation and infrastructure**
- 9: The Philosopher's Stone? Innovation, Growth and Finance
- 10: Bridging the Technology Valley of Death
- 11: Transforming systems

12. **Conclusions: Changing Course**

4CMR

www.eprg.grou

Planetary Economics:

Concepts and Tools of Transition
and implications for European policy

La Transition Energetique, projets de societe et tensions du present
Paris, 21st June 2013

Professor Michael Grubb
4CMR University of Cambridge Centre for Mitigation Research

Editor-in-Chief, *Climate Policy* journal

Senior Advisor, Sustainable Energy Policy,
UK Office of Electricity and Gas Markets (Ofgem)

www.eprg.grou

Michael Grubb : Merci beaucoup, Jean-Charles. Je suis désolé mais je pense que c'est mieux si je parle en anglais.

Jean-Charles Hourcade : Il a fait beaucoup de progrès depuis que je le connais, je vous signale.

Michael Grubb : Yes, so. Sorry to have to change languages. The typical Brit. And it means I also have the disadvantage of not understanding what's been said before, although listening I think I did hear a mention of the "base de prix" which I could probably translate and I'd love to know whether what went with it was a crazy idea or a brilliant but I will offer a comment on that and the European situation in the latter part. What I would like to do is go a bit off-pist from the original brief to speak about the global transition and negotiations, because as Jean-Charles said, this is actually a very good time to introduce to you quite a major piece of work. Really, it's taken the last three years in collaboration with Jean-Charles and Karsten. And just to try and emphasize a few key points from an attempt to understand something that we've ended up with the thoroughly immodest title of *Planetary Economics*.

To also mark publication of Special Issue of

climate policy

Low Carbon Drivers for a Sustainable World

VOLUME 13 ISSUE S01 2013

International Research Network for Low Carbon Societies (LCS)

"Although the insights are varied, there is a common theme – the need to link the policies necessary to launch a long-run transition towards an LCS with shorter-term concerns about poverty alleviation, jobs, and the protection of welfare benefits."

www.eprg.grou

I am conscious also that this is the occasion of launching the special issue of the *Climate Policy* on the low carbon drivers and fortunately Jean-Charles has already covered that, so I don't need to, I'm not going to speak about this special issue. I thought it was interesting that the editors said, universally across certainly Europe and Japan, the need to link policies on climate change with the short-term concerns about poverty, jobs, welfare, economics growth, etc. And some of what I have to say, particularly at the end, I hope will make it plain where some of those links can be found.

Fundamental structure of *Planetary Economics* based around three domains of human decision making

Domain
Ignore / Satisfice
Compensate / Optimise
Secure / Transform

UNIVERSITY OF CAMBRIDGE | Electricity Policy Research Group

www.eprg.group.cam.ac.uk

Now, as I said, what I really will do is try and give a brief introduction to the key concepts that have emerged from an effort on several years trying to understand what have we learned about these issues and the role of economics, stimulated and, and focused in part by Laurence Tubiana on those questions. Has economics helped or made things worse? And of course the answer is "Well, it sort of depends on what kind of economics applied to which bit of the problem".

The most fundamental thing that we've tried to say and structure the book around in the end is that there are three different domains of human decision making, and they are, we talked a lot about why there are, in this sense, only three, what they, characterises them. But very simply, we've ended up with the tag lines that one of those is, in terms of risks, a tendency, if a risk is below the threshold you can ignore it, forget about it, it's psychologically more comfortable. And concerning actual behaviour, including on energy, economics has long ago recognised what's called satisficing. It's good enough, I won't bother, I won't pay attention, I don't need to optimise, I'll just get on with life the way that I normally do.

The second domain is what classical economics feels most comfortable with, in which one is looking fully to optimise a system, and there's an implication that if there are damages then one has some sort of compensation for damages. But it is essentially, it is an optimisation and trade-off framework.

The third framework is long-term strategic in the context of risks, trying to ensure the system you are dealing with is secure, which is not the same as trying to optimise. And on the other side of that, the system you are working with trying to transform them no longer marginal changes with marginal trade-offs but trying to achieve some more fundamental transitions. And the thing about these three domains is that they operate over different time scales, over different spatial scales, over different organisational and decision making units, and they rest upon fundamentally different theoretical foundations. And one of the nice things is within the last two to three decades, we have learnt in

research a lot more about all of those three domains, tremendous development of behavioural economics, the classical economics has become much more sophisticated and some of its treatments of risk on the markets. And the development of evolutionary economics and institutional economics. So there's actually quite strong theoretical foundations as well as empirical basis for each of these domains. Now, why is that so important? Well, maybe just one word on what we're trying to emphasize in this and in relation to Laurence's question. What this is really saying is, a problem on the scale of energy, environment, climate change is an enormous problem which involves or ranges from the behaviour of seven billion people on the planet and how they view risks and how they take day-to-day decisions about energy consumption, right through to the evolution of complex systems and their environmental impacts on present and future generations elsewhere, over periods of decades even to centuries. And that to imagine that anyone theoretical framework could describe usefully all the different bits of that problem is fantasy. And they draw the analogy with physics where, for a long time, people thought Newtonian mechanics was the way the world worked, and eventually had to develop quantum mechanics and relativity when you look at the very small and the very large. An essential argument of the book is that's always been there in flat economic thinking, what should have been. Whether it matters depends on the problem and the question you're asking, but for this kind of problem it really matters to understand all three of those domains. And in fact to some extent we argue they are roughly of equivalent importance, no one is more important than the other. And that means a policy has to get to grips with all three. As written in the book, structuring the underpinning evidence and theories around these domains.

Policy challenge: to integrate three pillars of policy, based on the three domains, to transform our energy systems

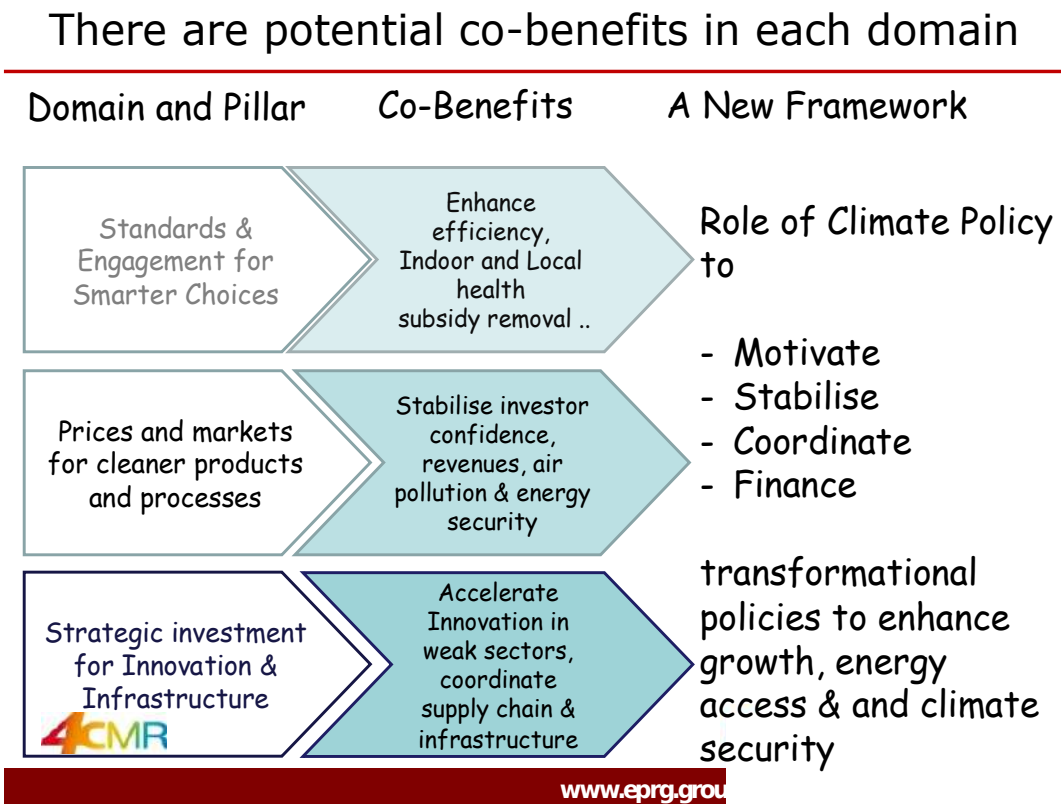
INTEGRATED SOLUTIONS

Standards & engagement

Domain	To deliver
Ignore / Satisfice	Smarter choices
Compensate / Optimise	Cleaner products and processes
Secure / Transform	Innovation and infrastructure investment

Source: M.Grubb, J.C.Hourcade, and K.Neuhoff, *Planetary Economics,* Taylor and Francis/Routledge, forthcoming October 2013

When we then move on though to say: "So what does that imply for policy?". Well, policy has to have instruments that are based on an influenced decision-making in each of those domains. There is no perfect alignment that broadly three pillars of policy relate primarily to each of those different domains. So the first pillar of policy of equal standards and engagement is most impactful in the domain of satisficing behaviour, this is classic energy efficiency stuff, lots of barriers, lots of behavioural anomalies, lots of wastage, and you either have to just say the State will regulate, will ban wasteful light bulbs, have standards on efficient vehicles, or you have to find a way of engaging people so that they actually think about what they are doing and why they're wasting energy. And in the central, the second domain, broadly if you have entities that are thinking, rationalising, projecting, calculating, and markets and prices will tend to be a key influence on their behaviour and choices, and that goes for important parts of their energy system. But if what you want to do is to transform the system, where in economics terms you no longer have stable supply and demand curves or demand and preferences in technologies, they are all capable of evolving, then no individual market actor can make sensible decisions based upon the transformation of the system unless there is a public authority, like guiding investment in that direction. And that is therefore a key role for, what you might say, strategic investment if what you want to do is transform a system. And there is lots in the book about the innovation and infrastructural dimensions of that and the classic stuff around the failures of the innovation chain. So I'm sorry to drag you through the theory but unless one really understands the depths of the case that each three of these domains really matters, requires different policy approaches, you will never understand the rest of what I have to say.



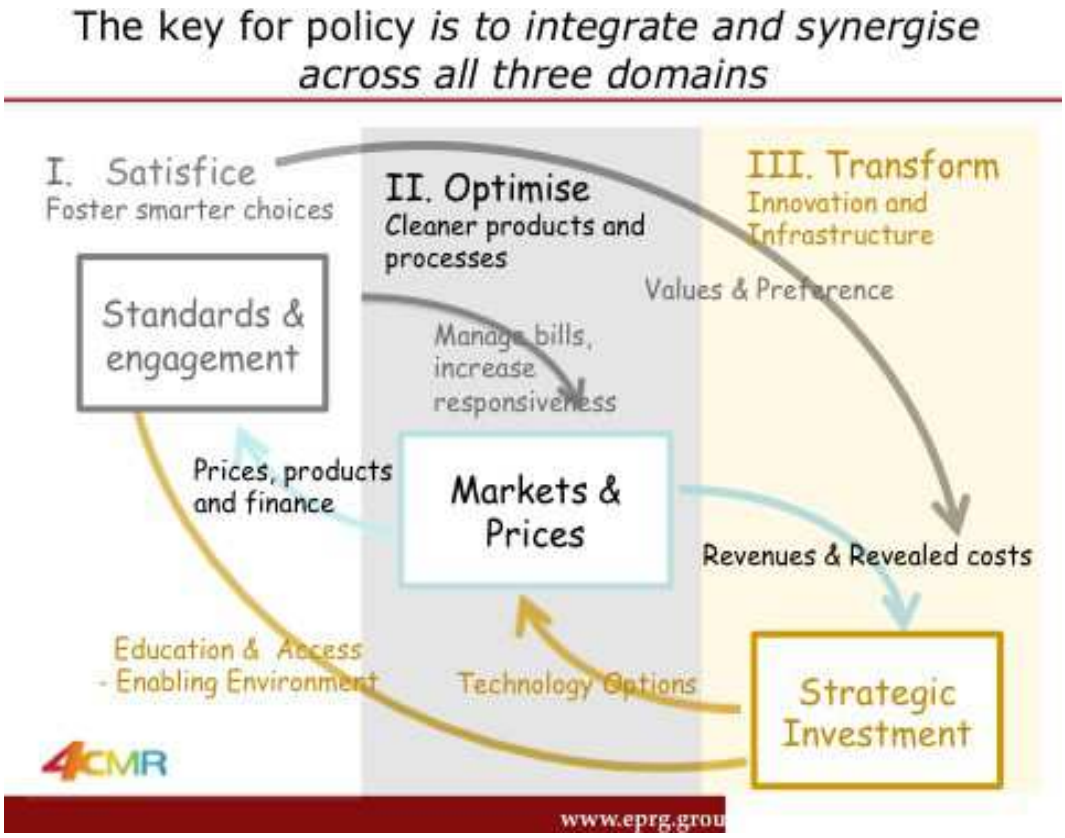
Most of the book deals through all of this theory and the practice of these different pillars. Jumping through this, we get to one point which I realise is becoming increasingly important in the practical arena of climate policy and actually always has been pretty important. I think the fact that in Europe, for a few years, we could pretend that we could do climate policy purely on the basis of concern about climate change is actually quite a behavioural anomaly. It's rare in the world, I think. It is just hard to motivate ordinary people and ordinary politicians to take some complicated, maybe unpopular actions for the sake of the fact that future generations, most of them in other countries, will ultimately, probably, benefit from what we're doing. It is amazing that Europe did as much as it did on that agenda. But in Europe there is no political mandate to do radical stuff purely for that basis.

So you have to understand where and how planet policy will interact with other interests on other agendas, what are the during benefits. Now if the world were entirely like the second domain assumptions, this would give us a major problem because logically, under a purely optimising rational forward thinking and sufficiently informed system, you kind of separate out all the different things and you optimise each individual component. You've got a problem with air pollution? You optimise air pollution policy. A problem with unemployment? You optimise employment policy. The second domain is essentially a world in which you can separate every problem and pick everything else. You have no co-benefits, really, very little. When you look more holistically actually you find all sorts of potential co-benefits or joint benefits. It's kind of obvious in the first domain, it's easiest in the first domain although some of the biggest benefits are actually quite subtle. In fact, I spoke last week to the deputy director of the International Energy Agency, which has been pushing energy efficiency tremendously strongly, and I said: "Don't you ever get economists complaining that this stuff shouldn't really exist?", and he said: "Oh no, they tried, you know, a decade or more ago". The key thing, really, is also the co-benefits that arise, for example we estimate the sheer financial benefits to governments of keeping old people warmer so that they don't die or get ill so early is what pays for energy efficiency.

All sorts of things happen when you realise that a lot of behaviour around energy use is just satisficing habit, there's no particular reason to think that it is optimal. So you can enhance efficiency economically and energy, you can well improve indoor and local health. A feature in this domain is also subsidy removal, it's a kind of equivalent. We know the policy sub-optimal, we know what the barriers are to, to improving that. Second domain, the arguments around co-benefits are more complex but there are definitely issues arising from the fact that we have learned time and again how unstable fossil fuel systems are, and if one can craft a role for climate policy, which is more stability to the energy system, which is actually entirely possible, you may get quite significant benefits arising from that. And, or you may well get revenue effects which can be designed to be beneficial, particularly when linked with the other domains.

And obviously pollution and regional air pollution, and that's a huge driver in China, is those kinds of guidance. Basically, it comes down to, you have multiple problems, do you really want to try and deal with everyone separately and invest in desulfurization and ten years later to something else? No, you, you can put together a package. And, and in the third domain, again it's actually a lot easier to demonstrate co-benefits. One of them is just the empirical fact that innovation is central in economic growth, and energy is one of the least innovative sectors in our economy. You look at the data, it's incredible for low level of investment in energy R&D. I don't mean public, I mean corporate R&D. And we know why. The chapters in the book trace why. It is quite clear that there are things governments can do to accelerate innovation in the energy system: they have to join the supply push with the demand pull. We've got a lot better aback, there's every reason to believe that we'll ultimately be beneficial. Also when you're looking long term, there are big issues about coordination of infrastructure regulation and technology, and if you have a sense of where you are trying to go with the energy system it may improve the coordination of infrastructure and, indeed, supply chain.

What emerges of that is to some extent a reframing of climate policy not as straightforward, "let's calculate the cost of carbon and then price it up to that level", but saying "Hang on, this is a really complicated system, a really complicated set of issues". For something that has a fundamental long-term strategic scientific basis, you can use that as an instrument, potentially, to motivate various things that probably would not happen otherwise. Let us be honest. Governments don not actually care all that much if people waste money on consuming too much energy. But if governments have to cut emissions they do care about the cost effectiveness of the policies for doing so. So you actually create a motivation to do something about first and main failures. As I said, you can find ways in which having a challenge of that nature can help to stabilise what has been an astonishingly unstable energy system, to coordinate measures required and to generate finance that cuts across what needs to be cramped on across the three pillars. Enhance transformational policies emerge that could enhance growth and energy access and security. But the key for policy, and this is the bit that I think we really haven't got before because you could argue that, well, I mean, I don't know if I've helped to give it more of an interesting framework, but actually almost everything I've said, most people in the field, they kind of know it. There are very few people out there who really thought carbon pricing was the only thing to do that was the answer to everything, that it was the end of the story. There is certainly not many of them left now. Most people know we need energy efficiency policies and we kind of need a carbon pricing, we sort of need some technology stuff. And we sort of know that maybe co-benefits, sort of donations being in some people's minds.



But what I think we have failed completely to do is to say "Well, how do these really fit together?" And if that one of the reasons why Europe is in such trouble is because we embarked on the 2020 package without any serious debate as to how they would have fit together. And my last comment will be in that area, coming on to European policy. And what actually is really key is they can fit together very well, we actually have by and large seen more competition and, you know, tension between them, but actually it becomes increasingly clear when you look at this. Anyone of these three pillars of policy, on its own, would fall flat on its face and fail. Try and solve everything with energy efficiency and you'll very quickly get killed by rebound effects. I'll say more about that if you want. Try to do everything on its own by carbon pricing and not only are you being unnecessarily costly because you haven't taken up first domain opportunities, but the cost impact on consumers who are still wasting a lot of energy will mean that they will kill carbon pricing. Only if there is a coherent package you can sell to them, which maintains energy bills reasonably constant as the price rises, only then do you have the political possibility of doing what you might want to do with carbon pricing. And if you're thinking about European issues, Eastern Europe, frankly, does not give a toss about climate change, but do they care about energy efficiency and their building stock and the level of energy dependence on Russia and so forth? So if your carbon pricing instrument can generate revenues to address the first domain effects, you may well be able to strike a political deal which makes carbon price incredible, which you could never do if you completely ignored consumers and just say: "Well, they've got to just cope with whatever price you hit them with." Well, you might be able to do that when it's OPEC doing it for you, but you cannot do it as democratically elected government. And similarly on the innovation front, you try and do everything with innovation and all you get is a lot of supply push and a lot of brilliant ideas that just never actually find a market because there's no incentive for anyone to actually buy them and to take the risks. You have to have market drivers behind innovation. Otherwise it doesn't work, it's kind of one-hand clapping, and one-hand clapping does not make very much noise. So, the innovation itself has to be integrated

certainly with carbon pricing, and ideally with first domain effects of getting consumers more engaged and more interested, thinking: “You know, I’d actually really like to buy that low carbon product”, and it’s worked in vehicles for some obvious reasons, you have more products differentiation. But basically, you, an intern innovation is what then creates the possibilities to keep rising up carbon prices all the time because you are generating more opportunities for people to respond to a carbon price without such a large bill. So innovation is an absolutely fundamental part of the long-term process as well. So all these three things in principle interact, the question is, in policy terms, how do you make sure they interact rather than disagree, should we say?

Relative emphasis and specific instruments will vary

According to national resource endowments, culture, etc

The European condition:

- Continued economic crisis dominating politics, turning into a crisis of governance
  - Much reduced public interest and political attention to energy and climate change, solutions needed at EU level
- Irrespective of climate change, cannot realistically compete with US on basis of cheap fossil fuels
  - + Key member states already committed to low carbon transition
- Both economy and energy sector need investment (c. €1trn)
  - + Huge capital in institutional investor funds (c. €14trn)
  - - deterred by policy and market uncertainty
- EU ETS Structural reform and 2030 package

The determining opportunity

www.eprg.grou

Which brings me to my final two slides. I'm sorry I had to be so brief on this and can't do it service, but the European condition is really quite serious. I suspect you have noticed the French position is not that much more comfortable. We had problems, which put climate policy right on the back burner. One solution being pushed quite strongly in Britain at least, and I think elsewhere, is "OK, we need to abandon all of this carbon stuff and repeat this US shale gas revolution". Well, frankly, I think one thing most people learn in university first grade economics is "Know what your comparative advantage is". Europe does not have, and I can't see any way it can gain, comparative advantage on the basis of cheap fossil fuel vis-à-vis the US. There are structural fundamental differences that make it more expensive in Europe, so it's not a very smart policy even if we didn't have a climate problem. What we do need in Europe is investment. We need economic growth, economic recovery and that is most likely to come from investment. And the energy sector is an extraordinarily good candidate for substantial investments. We actually need it because otherwise sooner or later the lights will start to get out. But also, I've been struck by senior macro-economists saying: "We've got almost all time historically low interest rates, this is a perfect time to invest in capital intensive infrastructure, particularly which has a long run supply benefit. You have both a Keynesian demand effect, and you have a long run economic supply potential, and gee, there's low carbon stuff". Fits that bill very nicely indeed. Governments are broke, however. So too are utilities. And the normal capital markets are all constrained by Basel regulations. Good thing too, it has to be set in the long run but there are other sources of capital and vast amounts of money sitting in institutional investment funds. They are only earning 2% a year, why don't they invest in low carbon capital? Largely because of policy uncertainty. They don't really know whether to believe it. And in that sense, and I'm sorry I might be repeating things said earlier in the day, the key component of European economic recovery should be seen as the European 2030 package and associated structural reform.

Three Pillar Package

- Standards and engagement for smarter choices
  - *Build on Energy Efficiency Directive towards embodied and supply chain carbon & materials efficiency*
  - *Smart grid technologies*
- Markets and pricing …
  - *Stabilise and strengthen the EU ETS*
  - *Extend EU Third Energy Package to facilitate low carbon contracts market*
  - *New agenda of competitiveness through transformation for carbon and electro-intensive industry sectors*
- Strategic investment for innovation and Infrastructure
  - *Component sector targets for innovation and coordination Grids and vehicles investments*

www.eprg.grou

Which brings me, this is the final slide, what would be there for the three-pillar package for a European 2030? Well, I don't have time to go into details, any of these areas, there are probably people in this room that know more than me, but I do think, in a sense, it's no accident that Europe ended up with three targets for 2020. Economists tended to hate it and say: "What a stupid policy." But actually, I mean, 2020, 20 may have been a fairly dumb numbers or not fully worked out, but the principle of having those three targets for policy instruments actually is very well grounded in the three domains, even if people didn't quite realise it in that way. We've made progress on energy efficiency, I think we could actually do quite a lot more, not purely by toughening up energy efficiency but by expanding its horizons. We still have very little around embodied supply chain carbon effects for example, or material's efficiency. And smart engaging consumers would imply smart grids technology in the electricity area.

Most fundamental need is for a rising price floor in the EU ETS

- Restore credibility
- Deter new coal investment
- Reduce low carbon investment risk
- Demonstrate robustness in the face of (large) future uncertainty
- Forestall the renationalisation of climate policy
- Provide some confidence for revenue planning
- Reduce displacement in *delivery of* the other two pillars
- Automatically compensate for any *shortfall* in other two pillars
- Provide a platform for long-term financial instruments – the bridge to the Third Domain

Align with California and emerging Chinese to set a global benchmark?

Markets and pricing, I'm sorry, there is one more slide, I'll come to it in a moment on the ETS, there would need to be electricity reforms, etc. And then, the strategic investment leg is also crucial, it doesn't have to be renewables targets, though they are, you could make quite a good case for them as an important pillar of the third domain policies. But that's strategic investment incentives. What I did want to end on was what might imply for the European Emissions Trading Scheme, a hope, you know, even those most heavily and centrally involved in Brussels do realise now that EU-ETS is in very serious trouble. It has lost its credibility, and that is a real problem because, you know, don't misunderstanding anything I said about the importance of all three pillars to undermine the fact that pricing carbon is a very important pillar. If you don't do that, the others would eventually fall over. And my personal view, we don't have time to say much more, is: the most fundamental reform required is to put a price floor in the European Trading Scheme. It is technically very easy to do, now that Europe is auctioning 60% of its allowances, you just set a reserve price on the auctions. Could not be simpler technically. Politically is another topic. One reaction to this tense matter is that it is politically impossible. Well, can you show me the option which achieves what we want that is not politically difficult? We might as well at least go for something that would really make a big difference. Why would it make a difference? I think we'd restore credibility. I think we'd deturn coal investment. It would reduce the investment risk in low carbon, which is central. It would demonstrate that you had actually taken seriously the message of the last few years, which was: "Oh, we got it wrong so let's take some allowances out of the market", it was: "We didn't design the thing to be robust. We have to redesign it to be robust". It would forstall the rationalisation and climate policy, which is happening: the UK has a unilateral floor price on carbon, Germany is beginning seriously to discuss it. Very soon, if that continues there will be no EU-ETS left, you will have a number of member states with different patchworks and bits of carbon price legislation. It will provide some confidence for governments and revenue planning. I mean, someone said to me, you know, I'd said I was surprised governments didn't take the revenue some more seriously, they said: "You can't

budget for something with a price that behaves that way. Don't be crazy, it's irrelevant." It would reduce displacement in delivery of the other two pillars. In other words, what's happened, in part, is: "Well, we delivered everything we said we would on renewables targets or looks like we're going to. We've done reasonable job on energy efficiency." Those two things have squeezed us to a very steep demand curve, and by the way we got other stuff wrong with a result that there's hardly any market left in the EU. If you have a price floor, you effectively create what most markets have, which is the supply actually does adjust the price, which is just what it should do if you want a stable system. You would also get the exact inverse, which is, supposing you had a three-pillar package for 2030 and supposing it'd actually proved harder to deliver on the renewables targets or on energy efficiency than you thought. And let's face it, one thing we've learned in energy policy always, every damn time, is we don't fully understand the future, we will always get it wrong. So please design for that fact. In this case, the advantage of the trading scheme over pure tax is you don't deliver enough on the other two pillars, the carbon price goes up. You get compensation for those who have invested in the low carbon business. And finally it would provide a platform for a long-term financial instrument of the kind that I believe Jean-Charles may have touched on, which is strategically hugely important because that is where the bridge lies to all of the first, third domain, transformation effects thereafter. So, to my mind, unless we can establish a floor price in the trading scheme or something very similar, then we're simply not being serious about the problem. And I will end there.

Intervenant dans la salle : I am not so sure to have understood the three domains and the corresponding delivery attached to each of them. But I have intuitively the impression that one domain is missing. Globally, what I will call the global understanding, or the understanding of the full system. And the delivery of an understanding of the full system will be a simple reasoning which can be shared with a lot of people or investors, and if the global understanding is cached, in such a case it could be easier for such an investor to invest without any guidelines or whatever because he has understood and it can do what he believes is the best to do as far as he is concerned. And my point is that I am afraid that some individuals have already understood; and some individuals, companies or even rich people have understood and are making some investment today, and I am afraid that there are already some examples of those people are successful on many goals. The first one is to tackle this CO_2 problem, but also tackle the problem of development and also make money of this, and they can believe that they will have success, and more power, influence and more leadership. My question is very simple: don't you think that we can see an example similar to what happens in Johannesburg where, when the government realized suddenly (three days after), before the end of the session that some private company will make a deal among themselves and with the NGOs. They suddenly rushed to have an agreement because did not want to be outrunned by the enterprise.

Jean-Charles Hourcade : Thank you sir. May be one quick response by Michael and then will close the session. Michael, have you something to add.

Michael Grubb: Well, that's one of the most profound questions that I had in presenting this stuff. Almost we should have another day because it takes a very long time and probably another book to talk about the fourth domain. But there is an institutionalized literature where some of this draws on, which talks about four levels. And what I cover is really only the first level because the fourth is actually the deeper level where we get our ideas, our believings, and our values. Therefore, that creates the institutional infrastructure that underpins the third domain and the market infrastructure is the second domain, etc. So it is a very profound question.

Jean-Charles Hourcade : Merci, je vais conclure en français parce que Michael comprend assez le français. Il est marié depuis longtemps avec une Catalane francophone,

donc il n'a pas appris le catalan, mais pour le français, ça va à peu près. Donc je vous remercie tous et peut-être, c'est dommage notre ami est parti, pour la réponse du *second domain* et le marché, mon seul mot, c'est, en France, il y a quelqu'un, très connu, qui est Marcel Boiteux, patron d'EDF, l'un des pères du programme électronucléaire français, mais c'était un type très intelligent, qui a dit la chose suivante : « Les prix — donc le marché — doivent dire les coûts comme la montre doit dire l'heure. » C'est-à-dire que les prix ont leur rôle, ils sont très importants, sans montre on se perd, mais ça ne fait pas toute l'affaire. Le *second domain* est très important mais le premier et le troisième, c'est vraiment ce qui compte beaucoup. Donc, c'est une façon de renvoyer la balle. Merci

Comments by Christian Egenhofer

Christian Egenhofer : I don't have slides. I will make a few general comments.

The first point is about the common understanding on the EU low carbon policy. We have forgotten a big part of the European world which has votes in the Council and which is part of the EU. That is not just the Poles, there are many others. This is a much more heterogeneous world.

This links back to some of the discussions on ETS and some of the other previous points. Let us go back to 2007-8-9. The European policy package was adopted in a unique situation:

- Big consensus between all three institutions — we are very far from this now.
- The EU consisted essentially of EU-15. Eastern Europe was just there and said: "What do you want? Okay, we give you this and we get something in return." There was no real sort of interaction.
- There was strong and committed leaders. I think they are still committed, but most of them are not very strong politically at the moment.
- And we expected a global agreement.

Now, did the EU get the whole overall package wrong? Maybe somewhat there was something, but overall it may not have been that bad. What maybe was the most complicated from an energy perspective is that we have three parallel targets. We have three parallel targets which then started interacting. If you had junior and senior targets that would have been a different story.

When you look at the package, it was not about climate change. At least the rhetoric was not about climate change only. It was not about energy only. It was also about competitiveness. I have here the original language, it says: "… *increase security of supply; 2. Ensuring the competitiveness of the European industry and promoting environmental sustainability to transform Europe into highly energy efficient low carbon gas emitting economy*". And this was not just written because of the moment. That actually came into the Europe 2020 strategy (sorry for having this jargon) which became the mission statement of the European Commission — the second one of Barroso. This was basically an economic growth strategy, resource efficiency and all the rest of it. So there was a sort of transmission or migration of this notion into the Europe growth strategy. And I think this is important because here the economic crisis comes in, in a very big way.

When the package was discussed, the costs and distributional impacts were very little discussed. It was all about the benefits. Costs are bearable. Most analysis showed of bearable 1 to 2% of GDP and largely compensated by benefits. The idea was: early action is cheaper than waiting, that was

sort of the Stern report, reducing fossil fuels dependency. Fossil fuels were meant to rise very considerably so we are preparing us for that: technology leadership, first mover advantage.

Now, the situation has changed. Let us look into the details of how it has changed:

- The first is, it has reduced the European carbon constraint. Certainly ETS, we don't have to discuss this. But also the economic crisis has reduced industry margins. This is a very important thing and I will come to it at the end.

- The European climate change ambitions are a little bit more difficult to sell, maybe Paul wants to say something about this, he is in the negotiations.

- The heterogeneity in Europe is very important, it is not just the economic crisis. Some of the member States have a far lower GDP per capita than the others. Bulgaria, Romania are fairly close to Brazil and South Africa in GDP per capita. How do you make them convinced that they actually should bear the burden? Some of those are heavily based on coal power. It is Poland of course but there are others as well, and some combine high carbon with low energy efficiency. We know that Polish economy is not very energy efficient as well. This sort of background makes you look at things differently.

- The international landscape has changed. Shales and Alberta… they may disappear, I would not overestimate but they certainly are important. Nobody knows where energy prices are going. I don't think they will remain as low, but the current discussion is they will. The US are building crackers, and us not. What is happening? What are we doing? Very difficult discussion.

- And of course we are not sure there will be an international agreement. There may be an international agreement. Or there will be an international agreement, but we really quite don't know what it will be.

So, lots of changes. Now, the costs and the distributional impacts still are relatively limited taking aside the Polish – let's say the Eastern European – situation. But there are more doubts on the benefits we have identified there.

- Early action is cheaper than waiting, I think that is still sort of accepted.

- There is some doubt about reducing fossil fuel dependency: is it really such a big thing on our energy security ? "Yeah I think we are fairly comfortable, why should we be bothered?" So that part of the equation is a bit less.

- Gas and coal prices are low and may stay low.

- The technology leadership certainly has taken a battering in Germany. This issue about first mover's advantage. If you are moving first you want to be relatively sure, at least believe, that the rest is moving there as well. Yet the agreement which there might be will be more asymmetrical. Much more national industrial policy will be there in the end. We are all in a big global market where you operate and have your competitive advantages. Climate policy will be done in such a way to serve national industrial policies and whatever interests there may be. So the narrative on this export-driven growth is not very convincing. Some still use it but then usually people start doing their emails under the table. It does not really cut a lot of ice.

The big question then is: "Where are the eastern European benefits?" I don't have an answer, but this is a question which is not really discussed. In Brussels basically it is: "*How many auction rights should they get, how many extra allocation, how could we differentiate targets?*" I think it is more complicated than just handling out cash and this kind of things.

And then I think the economic crisis really is important. It's not just: "*Yes we have a recession and will be getting back to usual*." I don't think we will be getting back to usual, and we had lots of discussions earlier today. First of all, honestly, the European market is just not attractive. Who on Earth wants to invest in the European market and sell here? If you want to transform our society, what products? Who wants to buy these low carbon goods and products?

The export-driven argument is also difficult. Low industry margins — I think Claire would certainly support me there, yes she does, it was not a big bet — undermine the industry's ability to invest. We did a study on steel and aluminium industry and the issue is not that costs are high, they are still the same, but the margins are zero. If you have a little bit of cost with zero margins, that is just not a good situation. That is why they really go up to the barricades.

On top of these low industry margins, many governments cannot afford to support this transition to the low carbon. Here the finance becomes so crucial. For R&D, demonstration and education. The infrastructure investment is not coming, the Valley of Death money support is not coming, R&D is cut down and even education. That is where you save in a recession.

What are the industrial policy opportunities? There is the big question we are currently discussing in Europe. If we do this transition we want to have some benefits. Where are these benefits? This morning we talked about the local benefits, here we talk about local meaning European economic benefits for the citizens and for the industry. The opportunities for a low carbon strategy still exist, but we don't have the means at the moment to reap them.

Finishing with a positive note, the point we discussed in the last session is quite interesting to move closer to sort of a low carbon development plan. Carbon finance, more targeted, specific, dealing with local choices, dealing with local benefits. One good example to make it more tangible would be the Baltics. The Baltic countries do not belong energy-wise to Europe, they are part of the Russian empire. There is a plan to connect them to Europe by 2020. You can do it the traditional way, "the Lithuanian minister wants to build a nuclear plant, which probably people like". But you could also do it in a different, more modern, sort of decentralized system, and have it low carbon. The infrastructure basically is paid down or is dysfunctional, so you might actually move to a different system. At the moment there are some tools, but they are not nearly developed enough. That would give for example one possibility for your model to say: "OK, let's start with this. They have to do it, there is no doubt, there is a lot of political will, but probably what they are doing is to have an old structure there."

Comments by Paul Watkinson

Paul Watkinson : I will look at the international negotiations and where they can take us. Here in France, we have decided to host the Conference of parties in 2015. It will be in Le Bourget in December 2015, so we want an agreement at the international level. It is not a question of "will there be an agreement?", there will be an agreement in 2015. It's not going to drag on, it's not going to fail. I am very positive on that point.

But the question is: What will be in it? How will it play in to this wider field? And what will it seek really to achieve? I think that the debate we started within the UNFCCC is taking us in a different direction from the way a lot of the negotiations have gone in the past. It is not simply trying to repeat an extra phase of what we did in Kyoto or an extra phase of what we did in the Convention itself. It's trying to reason on what it is we want to achieve. The debate we have had in the last year, and in the last two weeks in Bonn, is quite constructive at the moment because it is focusing on some of the underlying concepts. It is not saying "*What are the commitments people take on board?*". It is not putting it down straight away "H*ow much does everybody do?*".

The fact that everybody will be taking part in agreement is a starting point which was not there when we were preparing Copenhagen a few years ago. That was much more difficult to establish. Things have moved on from there.

Similarly, we are not in a rather naive sense that, somehow, doing climate on its own will justify everyone going on board. I very much take the point that Michael made, he said that Europe was having some sort of behavioral anomaly in the past. I think we have learned from that, and that we are not in that behavioral anomaly anymore. We recognize the risks. We recognize the costs. We recognize the things that need to be taken on board. And simply saying "people will do this purely for climate" is not necessarily going to deliver. So we need to think about how it fits in to a wider framework. I will come back to that.

We are thinking about how this agreement as a central agreement fits into a wider whole. It is not going to do everything. It has got to be something fairly simple in many ways. It is about essential rules. It is about transparency. It is about giving people reinsurance that what they are doing is recognized and what other people are doing is visible. That is something that the essential climate deal can focus on.

It is very much what we started to get in the agreement in Copenhagen. Many people still it see as a failure. But Copenhagen and Cancun and in the last couple of years the developments in Durban and Doha have actually set out a fairly substantial set of rules, and a substantial set of institutions. I don't think it is very helpful that we tend to play that down too much. It is in place. And it is being made to work in the coming years. And that is going to be an underpinning foundation of whatever we put in from now. And the implementation is actually at the heart of what we are trying to achieve with those rules. Transparency, reporting but also the support on the financial side — making a green fund work.

Making other bits of that picture start to deliver in the next few years will be crucial in making a post-2020 climate system at an international level deliver.

We are also looking very much at how those rules might apply to everybody. We are not trying to say "*There is one set of rules for one group of countries and another set of rules for another*" based on some historical definition of whether they were developed or developing in 1990. Of course that is still at the heart of the negotiation, and you still hear people going on again and again and again against the principles of the convention. At the same time, most people recognize that we are in a much different world today, and will be in a very different world by 2020 or 2030. And what is important is that the way in which people take part in that system is accompanied by rules that reflect well the way in which they participate. A type of commitment has a type of set of rules for the reporting, the accounting rules that go with that commitment and others, which will be caught in the agreement in 2015.

So I think we are moving in very similar ways around here. I am not saying that people have agreed on it. But people are recognizing these as questions we need to talk about. That structuring of the negotiation is going on in that conceptual phase over the last year.

Now as we move into 2014 and 2015 and perhaps the conference in Warsaw at the end of this year, that will be a sort of point where we shift from one mode to another. That will become a lot more difficult. We will be much more focused on the details of what does this look like, what sort of text does this look like.

And as we move into 2015, we need to talk about what level of effort people will actually put down and think of as their contribution towards the system. So that debate which is fairly civilized and fairly, as I say, well structured so far, will become much more nasty. I think that one delegate said we will be into a blood bath when we reach that stage. We will see what that looks like, but that is the next phase as we move to 2015. It will be much more concrete, will be much more difficult because of that.

I am positive that we will reach that agreement in 2015. I think that is because I am looking beyond what we do within the negotiations themselves. This is where I want to link to the previous presentations and the debate you have been having all day as well.

The negotiations are not the place where we are going to solve climate change. That will be solved through national policies. It will be solved through the investment choices made by the private sector, by other actors taking investment choices. It is the way in which all this fit together. I very much like Michael's presentation of the whole range of different types of intervention, particularly the sense of the scale of time and the scale of the type of change we are trying to achieve. And thinking that through, that is the sort of accompanying debate that we need to start to make the negotiation process capable of picking up a political agreement around this, having that central set of rules that give us the visibility on the actions, and give us the transparency on delivery that the central climate deal can achieve.

We are not going to say: "*Everybody: you are going to do this, and you are going to do this and do this !*" in a very top-down manner. We don't have that level of international governance to decide who does what.

What we can do is see what is happening and put in place an iterative process, in which we progress through transparency, through exploring what people put on the table. This is something that we have got to structure so that in 2015 we can have a first go at this process. We can start to understand the scale of effort, the type of policies that countries are willing to put in to an international agreement, what they mean. How they compare to others, how they compare to our overall goal, and structure this debate. It is not going to be a structured debate with a set of indicators, let us say "*EU does this, US does that, China does this*". We are not going to reach that scale of agreement. But we can have something that structures our understanding of what each is

doing. I think that if that is not there in 2015, we will have a big political problem in pulling the agreement together.

To finish, I will put two further elements into perspective. One is the way in which parallel initiatives, complementary initiatives and agreements will play a central role in taking this forward. Some of these, and I am looking outside maybe some of the central area of energy transformation here but we have been working with, say, UNEP and a number of other structures on the climate and clean air coalition trying to bring focus on some of the short-lived climate gases – the methane, some of the fluorinated gases – where you can have policy agreements to bring about change. You can coordinate your policies and make things happen on a much shorter timescale. You need some finance, you need some other actors involved, but you can make that sort of things come together. You can have international structures who work of some of the fundamental development challenges. The work on the sustainable energy forum trying to bring issues around energy access in some of the poorest countries in the world, bringing together many of those development actors, bringing together the development banks and others will be another crucial element in it, because people have to find their future. It has to be a positive agenda coming out of those types of initiatives, and not simply an agenda about keeping emissions down. It is about a development which is possible, which is also a low carbon and climate resilient development.

And the final point I would make is on that resilience. The adaptation agenda is also at the heart of these negotiations in the coming years. It is not just about mitigation and keeping greenhouse gases and CO2 down, it is also about how we really work together on that adaptation and resilience agenda. In the end, that is about local choices, about specifically integrating that into the investments that take place. It is about risk management. It is about bringing those elements into those choices, facilitating that. We also want a big international agreement in that field, but again it is about the tools we put in place, which we have already started to put in the Copenhagen and Cancun arrangements with the information sharing work-programs which are trying to bring together some of the many different actors outside the climate field. The risk reduction, risk management field can start to play a greater role in the climate field so that many of those elements come in.

So in contrast with a lot of ideas that have come through the different debates you have had today, what I am trying to look is how that can help us as we try to move towards an international climate deal, and I am interested in what others would like an international climate deal to deliver so it can help the sort of transformation and a sort of policy needs that you identified at the national and the European level.

Comments by Franck Lecocq

Franck Lecocq : Thank you Jean-Charles and everybody here. I won't be long. I will not answer Paul's question, because all the people around the table are more knowledgeable than me about the issue of negotiations per se. What I'll try to do is to come back to the initial questions that Laurent asked to Michael about economic help or hindrance in the reflexion.

The week after the next one, Minh, Jean-Charles and myself will be heading to the last meeting of the Fifth Assessment Report of the IPCC Working Group 3. And going to that meeting, there is certainly a lot of what I heard today especially this session that I will keep with me going to that meeting. Now, I am also left with a lot of unrest in a way, because it seems that the wedge between what is going to be discussed there and what is actually being relevant here seems well pretty large at least. And there is even some questions given to us – not us meaning Cired but us as a research community – which might at some point become a bit irrelevant to the questions that are really on the table.

Well, of course, IPPC is not the exact right place, because it has to review the past literature, so obviously it does not always reflect the last up to date informations. But still, some directions that we see there raise great scientific questions. As I said this morning, to forget them it would be a loss for the debates. I think we should not underestimate the power that cliché economic ideas can have in the negotiation, for the better of the worse, especially at 3 AM in the morning when a negociator has to say "yes" or "no" to something.

Here are two examples of areas where I see a wedge between what has been discussed all day and what is on the scientific agenda.

First is models, and Jean-Charles knows more than I here. As you know, most of the large scale models that try to evaluate those transition policies have emerged in the nineties, based on energy models developed a decade earlier; so representing the link between the energy economy and climate change are more or less built around the same sectors. The basic set of models' architectures was there in the late 90's and early 2000.

Since that time, the evolution could have been towards including more economic, behavioral and institutional features. But actually, at least for most of the models, it has been towards including more technical features. They have been going deeper and deeper into detailed technology and thus gradually loosing the link with the economy. The average quality of economics in models has decreased and not increased in the past years.

The problem is the question that Michael was raising at the beginning. We don't need only long term perspectives but also to evaluate the transition in terms of jobs etc. A lot of the tools around the table are not able to do so, because they consider perfectly fluids market and do not consider any rigidities or second-best pictures. They may not be able to test questions

like recycling or not recycling because they have no fiscal policy; let alone any macroeconomic question discussed this morning. And this is a major issue about where the community is heading in its ability to actually respond to some policy relevant question that has been raised before, that is point one.

The second point where I was surprised is that you were so optimistic is the co-benefits issue.

Michael Grubb: I am surprised to have been so optimistic about it!

Franck Lecocq : In fact, there has been a lot of debate about co-benefits, with a lot of meetings, exchanges, and even 6 AM breakfast meetings lasting two or three hours.

The issue being that in reality, public policies always have consequences on not just one issue but on more than one. Real world public policies tend to be designed with many targets, not just one. How should one account for these multiple benefits and costs in the evaluation? This is something that is still hotly debated in the Group I am with.

Of course if you adopt numbers, saying, ok, I am reducing also local pollution, and that is so many babies or so many health benefits evaluated at most instances. At some point, even if I forget all the methodological issues associated with that calculation, you might be wrong because instead of using one policy to solve two issues, it might be preferable for society to do just a small, tighter climate policy on one hand and then, on the other hand, one policy for local pollution; the bundle being less costly and more efficient for society.

The opportunity cost here associated with the choice of a climate policy to do many things instead of a package. That is a strong warning that we need to take it into account, but some go a step farther and argue that actually there is always a better package and therefore accounting for co-benefits basically leads decisions makers to pick the right policy bundles. And indeed, in economic theory there are some cases where one instrument for each policy target is socially preferable.However, the conditions under which it is true are rather restrictive, and certainly do not apply to many of the real world situations that we see. Still, that kind of trite economic reasoning is quite entrenched and have a lot of bearing on what is going to be actually published or visible as co-benefits.

A second pitfall is that the co-benefits that one can see with models are usually only the co-benefits of externalities. Anything about macroeconomic policy targets, jobs etc..., are not externalities you want to reduce. The premise is that they will be accounted for in the models which calculate the costs and benefits of policies. But since these models do not take into account correctly the labor market, then the effects on labor are nowhere to be seen.

In summary, these debates are still alive in this context; they remain quite strong. I think that we need, as researchers, to outline what we bring to the debate, and that we can conversely take a lot from the debate back into our research, by pointing to the key issues that models and the academic community must take into account to be relevant.

I will finish with a positive note: there are also very good news coming from the academic community. For example, we see much more interest on financing, much more interest on cities, a lot of analysis of existing policies etc. I would not say that the whole agenda of the climate research community is drifting away from relevant issues. There is a duty for us to fix the pieces of the agenda which are.

Rapport de synthèse par Christophe Cassen

Cette dernière session replace le débat sur la transition énergétique en France du point de vue des négociations climat mais également des dynamiques de la science économique et de la communauté des modélisateurs ingénieurs/économistes.

Michael Grubb met en lumière dans un premier temps la complexité des défis que constituent pour la science économique les changements induits par les enjeux environnementaux globaux au niveau technologique, des comportements individuels et de l'ensemble du système économique. Schématiquement, la science économique se partage entre trois grands courant d'analyse des comportements individuels et collectifs : i) le « *satisficing* » (contraction de *satisfying* et *sufficing*) dans lequel les comportements sont confrontés à un univers restreint de choix, ii) la décision optimale prise dans un univers d'informations parfaites et enfin (iii) l'évaluation des décisions stratégiques de long terme. Chaque domaine d'action a sa temporalité propre et rassemble des instruments de politiques publiques spécifiques. Ainsi, les normes et les règles relèvent plutôt du premier domaine, dans le cas par exemple des mesures d'encouragement en faveur de l'efficacité énergétique (dans le bâtiment, les transports…) ; les signaux prix comme une taxe carbone partagent les objectifs du second domaine en internalisant les externalités négatives de manière coût-efficace, alors que la réorientation des systèmes énergétiques et des infrastructures requiert une intervention stratégique de l'Etat en matière de soutien à l'innovation et de financement des infrastructures, qui relève plutôt du troisième domaine.

Selon Michael Grubb, les changements nécessaires requis par la transition énergétique nécessitent l'intégration de ces trois principaux leviers d'action et de leurs instruments associés afin d'exploiter les synergies ou co-bénéfices entre les politiques.

Mais comme le souligne Franck Lecocq, l'évaluation des co-bénéfices des politiques climatiques est loin de faire l'unanimité au sein de la communauté des économistes. Le débat qui agite le groupe III chargé de l'évaluation des politiques de réduction des gaz à effet de serre du GIEC révèle des enjeux théoriques majeurs sur la conception des politiques publiques. Les économistes imprégnés des travaux de Timbergen estiment que chaque problème peut être résolu par une politique dédiée selon le postulat de la règle d'or. Or cela ne marche pas dans toutes les conditions.

A ces débats théoriques, s'ajoutent les limites techniques rencontrées par les modèles technico-économiques pour évaluer ces co-bénéfices. De plus en plus sophistiqués en matière de contenu technologique, ces modèles sous estiment en revanche les dimensions macroéconomiques, en particulier les conséquences des politiques climatiques en matière d'emplois. Par exemple, la plupart des modèles considèrent que les comportements économiques se déploient dans un monde en information parfaite, sans inerties des comportements et des infrastructures ni chômage. Les politiques fiscales sont par ailleurs peu ou mal représentées, rendant par conséquent difficile l'évaluation des effets de propagation d'un recyclage intelligent d'une taxe carbone.

Les présentations de Paul Watkinson et Christian Egenhofer permettent de replacer ce débat dans le processus incertain des négociations climat qui doit conduire à un accord global en 2015 comme

acté dans le cadre de la feuille de route de la conférence des Parties à la convention sur les changements climatiques à Durban (2012).

Paul Watkinson estime qu'un futur accord sur le climat ne peut reposer uniquement sur des objectifs contraignants de réduction mais doit davantage valoriser les co-bénéfices des politiques climatiques en matière de développement, et ce afin d'intégrer les PED qui restent soucieux de ne pas sacrifier leur développement au profit des seules réductions des GES. Cette tension est au cœur des quatre principaux segments des négociations (mitigation, adaptation, transfert technologique et finance carbone) bien que les conférences de Copenhague et de Cancun aient vu émerger une approche plus ascendante (*bottom up*), ouverte aux enjeux propres aux trajectoires nationales de développement.

Que peut-on alors attendre de l'Union européenne qui assume un rôle exemplaire en matière de politiques climatiques ? Face à la montée des pays émergents dans les négociations climat et à la position clé des Etats unis, l'Europe peine à retrouver son leadership. Ceci s'explique également pour Christian Egenhofer par une série de facteurs qui sont redevables autant à la gouvernance de l'union qu'à des enjeux économiques et énergétiques. L'adoption du paquet énergie climat en 2008 ne peut masquer les tensions avec les nouveaux pays entrants (PECO) dont la structure fortement intensive en énergie les rapproche des pays en développement. La crise a en outre limité les marges de manœuvre des Etats et des entreprises pour financer la transition bas carbone et rendu presque atone le marché carbone ETS, véritable pilier des politiques climatiques européennes. L'Union européenne pourra réellement influencer le processus des négociations post Kyoto si sa stratégie d'articuler objectifs de réductions ambitieux et développement soutenable des économies des Etats membres, dans le cadre d'une croissance verte fondé sur l'innovation et la frugalité énergétique, constitue une alternative crédible auprès des autres parties dans les négociations.

Face à ces défis, la modélisation technico-économique peut à son échelle contribuer à construire des trajectoires de développement cohérentes avec les enjeux propres aux Etats et articulés avec les objectifs de globaux de réduction. Les verrous intellectuels et institutionnels que l'on observe à la fois dans le déroulement des négociations, en particulier autour du mécanisme *cap and trade* ou dans les débats actuels qui agitent le groupe III du GIEC sur la mesure des co-bénéfices, incitent également à analyser plus précisément les effets de cadrage et de composition en matière de politique climatiques transverses au processus politique et scientifique.

Conclusions et invitation à poursuivre le dialogue par M. Ha-Duong.

Minh Ha-Duong : Cette journée a été supportée par le projet de recherche européen R&Dialogue. Celui-ci consiste à construire du dialogue dans dix pays européens pour essayer d'écrire une vision européenne commune de la société bas carbone.

La suite

- Entretiens individuels:
  Qu'évoque pour vous le dialogue national sur la transition énergétique ?
- Journées du 9-10 septembre
- Poursuite en 2014
- Ouvrage de synthèse
- Vision commune

R&Dialogue

9 septembre

La recherche controversée d'énergies 'propres'.

The controversial search for 'clean' energies.

10 septembre

La maîtrise de l'énergie, une option consensuelle et ses obstacles.

Energy conservation, a consensual option and its barriers.

La suite de notre action sera :

- La campagne d'entretiens individuels pour laquelle nous avons pris rendez-vous, et dont nous espérons vous donner les premiers résultats aux journées suivantes de ce cycle de dialogue.
- Je vous donne rendez-vous au château du CNRS, c'est-à-dire ici, pour ces journées.
- Poursuivre au Cired et avec les partenaires des actions de dialogue comme celles-ci en 2014 sous d'autres formes, peut-être moins larges.
- Produire un ouvrage basé sur les synthèses des tables rondes d'aujourd'hui et dès septembre.

La prochaine journée de dialogue portera sur « La recherche controversée des énergies “propres” ». On parlera du nucléaire mais pas seulement, aussi des énergies intermittentes, renouvelables. La troisième journée est intitulée « La maîtrise de l’énergie, une option consensuelle et ses obstacles ».

Les remerciements de conclusion vont bien sûr à Jean-Charles Hourcade, Dominique Finon, Alain Dollet et Sandra Laugier qui ont organisé cet événement avec moi, mais aussi à l’ingénieur technicien administratif du CNRS et du Cired. Je ne connais pas les noms du personnel de la sonorité-éclairage.

Au Cired, je voudrais remercier Arancha, Catherine, Éléonore, Patrick pour l’accueil. Gilles et Miriame qui vous ont passé les micros. Naceur pour la coordination, ainsi que les doctorants qui ont donné un coup de main : Elsa, Florian, Gaëlle, William et Laurent.

La coupe de champagne est servie dans la salle à côté. Merci.

Annexe 1 : Invitation au débat

Peu de voix s'élèvent pour contester que la transition énergétique est une nouvelle 'ardente obligation' face aux alertes sur le changement climatique, le 'pic' du pétrole, l'accident de Fukushima et les tensions géopolitiques autour de l'accès aux ressources. Mais, derrière ce quasi consensus reste l'idée que devant l'urgence immédiate de l'emploi et du remboursement des dettes, il vaut mieux profiter de 'l'aubaine' des gaz de schistes, attendre d'en savoir plus sur les risques climatiques et faire que le nucléaire devienne une technologie intrinsèquement sûre.

La délibération publique est rendue difficile par la mise en scène médiatique de controverses scientifiques et éthiques dont la répétition en boucle paralyse la prise de décision. Le colloque auquel nous vous convions vise à établir une cartographie des enjeux et controverses autour de la transition énergétique et de leur sous-bassement scientifique. Il part de deux constats :

- On ne peut tirer des connaissances actuelles sur les ressources d'énergie fossiles, le climat ou les technologies du futur, l'idée d'un retour durable à l'énergie abondante et bon marché de l'après 2e guerre mondiale ; ***les présomptions de risques sont suffisantes pour conclure qu'il faut agir.***
- Les ***enjeux de justice sociale et d'emploi*** jouent un rôle central dans le réflexe qui conduit les gouvernements à reporter ou ralentir le rythme de la transition énergétique ; il s'agit en effet de ne pas faire peser des charges supplémentaires sur des ménages et des entreprises déjà fragilisés.

La journée à laquelle nous vous invitons le 21 juin est la première d'un cycle de trois (les deux autres étant organisées au mois de septembre) pour faire le point des problématiques pertinentes sur les conditions d'un futur de sobriété énergétique combinant changement de comportements de consommation et des technologies d'usages, procédés industriels économes en énergie et nouvelles articulations entre technologies centralisées et décentralisées : les combustibles fossiles n'ont-ils pas encore paradoxalement un rôle à jouer pour construire un tel futur ? y a-t-il des éléments nouveaux qui conduisent à fonder un tel futur sur la base d'énergies non émettrices ? Qu'a-t-on appris depuis le premier choc pétrolier voici 40 ans sur les difficultés de mise en place de signaux forts pour réorienter les choix ? Sur la gestion des controverses ? Comment définir et mettre en oeuvre une démarche française propre dans la variété de démarches européennes marquées de l'empreinte de la culture de marché ? En quoi les choix des autres pays peuvent influencer voire gêner la poursuite de trajectoires spécifiques ? En quoi l'Europe peut faciliter la gestion des tensions qui en résultent ?

Annexe 2 : Programme du cycle des journées de dialogue

1ère journée : Transition énergétique, projets de société et tensions du présent

Si elle engage de grands choix technologiques, la transition énergétique ne s'y réduit pas. Elle passera de facto par des compromis entre visions du futur contradictoires et par la prise au sérieux des contraintes et inquiétudes du présent. Elle implique un effort d'investissement de long terme, à rendre compatible avec les évolutions de la régulation européenne des infrastructures publiques et les niveaux de profitabilité requis pour attirer l'épargne privée. Enfin, parce qu'elle évitera difficilement des prix de l'énergie plus élevés pour les consommateurs et les industries, elle échouera si elle ne s'insère pas dans une politique d'ensemble répondant aux craintes pour le pouvoir d'achat et l'emploi. Cette politique doit mobiliser la fiscalité, les politiques de prix et de financement qui engagent la politique économique générale. Certes il y a bien des réticences intellectuelles à faire ce lien entre une politique 'sectorielle' et la politique générale. Les investissements de la transition pourraient être un élément fort dans le déclenchement d'un mode de croissance qui évite à la fois les pièges de l'austérité et un laxisme monétaire non soutenable.

2e journée : La recherche controversée d'énergies 'propres'

Les débats sur les stratégies énergétiques sont dominés depuis 40 ans par trois thémes : les risques de l'énergie nucléaire, l'épuisement des énergies fossiles et les promesses des énergies nouvelles. Mais ces débats tournent souvent à un affrontement répété entre alertes et utopies contradictoires. Il s'agit ici de reprendre les bases scientifiques des controverses techniques et économiques autour de ces dossiers, et d'examiner les possibilités d'accords mobilisateurs parce que largement partagés malgré de légitimes divergences de points de vue. Il ne s'agit pas de confondre la transition énergétique avec le seul développement des énergies décentralisées au côté d'actions d'efficacité énergétique où les acteurs locaux auraient un rôle central, comme une *revanche des territoires*. Il s'agit de voir comment infléchir le sentier technologique dominant en repensant l'interface technologique et institutionnelle entre systèmes centralisés et décentralisés. Ceci suppose certes des évolutions institutionnelles favorables aux territoires urbains et ruraux en leur donnant de nouvelles capacités d'action, mais sans oublier la préservation d'une solidarité entre eux.

3e journée : La maîtrise de l'énergie, une option consensuelle et ses obstacles

Il y a un quasi consensus autour de l'intérêt et de la nécessité d'une forte réduction des demandes énergétiques. Mais on sous-estime souvent les ruptures par rapport aux tendances en cours qu'implique une diminution par quatre des émissions de gaz à effet de serre. Les obstacles à de telles ruptures sont connus, mais ils sont très hétérogènes (volatilité des prix de l'énergie, fragmentation de la filière de rénovation thermique, déficits de compétences, manque de rentabilité, choix de lieux de vie, 'désirs' de mobilité, politiques d'infrastructures). Il manque une vision d'ensemble des moyens de lever ces obstacles et des potentiels d'activité économique qu'ils recèlent. Il manque en particulier une attention suffisante portée aux malentendus autour de la notion de sobriété énergétique dans un contexte français et européen où une partie croissante de la population se situe au

voisinage de la précarité énergétique. Comment en particulier lever la contradiction entre le cadeau empoisonné que représente pour les ménages la défense de bas prix de l'énergie et le fait que toute politique fondée sur une vérité des prix commence par heurter des populations piégées par des choix passés qui sont difficilement réversibles ?

Annexe 3 : Programme de la journée

9h00 – 9h15 Introduction

Sandra Laugier (Directrice adjointe scientifique de l'INSHS, Institut des Sciences Humaines et Sociales du CNRS)

Alain Dollet (Directeur adjoint scientifique de l'INSIS, Animateur de la cellule Énergie du CNRS)

Franck Lecocq (Directeur du CIRED)

9h15 – 11h00 De quoi décider aujourd'hui, pour quels objectifs ?

Présidence : Alain Grandjean (Président du comité d'experts du débat national sur la transition énergétique).

Ruben Bibas/Jean-Charles Hourcade (CIRED). Des scénarios de transition entre contraintes économiques, sociales, et techniques.

Contrepoints :

François Moisan (Directeur, ADEME). Commentaires à partir des scénarios de transition ADEME et leurs impacts macroéconomiques

Patrick Criqui (EDDEN-PACTE, CNRS). Les critères d'évaluation des scénarios de transition.

Jean-Eudes Moncomble (Secrétaire Géneral du CFE). Commentaires sur les scénarios français au regard de la méthodologie prospective de la transition énergétique du World Energy Council.

Table ronde : Thierry Salomon (président de Negawatt), Jean-Pierre Bompard (CFDT) et les intervenants.

Rapporteur : Renaud Crassous (EDF)

11h15 – 12h45 Investir sur le long terme et guider la main invisible du marché en Europe?

Présidence : Patrice Geoffron (CGEMP-Dauphine)

Dominique Finon (CIRED). Régime de marché, politiques bas carbone et politiques ENR : autour de quelques contradictions internes des politiques européennes.

Georg Zachmann (Bruegel Center). La transition énergétique d'un État-Membre peut-elle se penser sans prise en compte de l'intégration européenne ?

Christian Egenhofer (CEPS). La tension entre le régime européen de marchés électriques intégrés et l'originalité des politiques nationales au sein de l'Union Européenne.

Table ronde : Richard Baron (OCDE), Marc Bussiéras (EDF) et les intervenants.

Rapporteur : Fabienne Salaun (EDF et CGEMP)

14h00 – 15h30 Énergie, emploi et modes de croissance en économie ouverte

Présidence : Agnès Benassy-Quéré (présidente du Conseil d'Analyse Economique)

Philippe Quirion (CIRED). L'effet net sur l'emploi de la transition énergétique en France : Une analyse input output.

Pierre-Noël Giraud (CERNA). Transition énergétique, un vecteur de rééquilibrage entre emplois sédentaires et emplois nomades ?

Patricia Crifo (Univ. Nanterre et CECO). Transition énergétique et revenus: les inégalités sociales et environnementales sont-elles cumulatives ?

Table ronde : Claire Tutenuit (présidente d'EpE), Alain Mestre (Expert au cabinet Syndex), et les intervenants .

Rapporteur : Frédéric Ghersi (CIRED)

15h30 – 17h00 Énergie, finances, et sortie de la croissance « molle » en Europe

Présidence : Dominique Bureau (CGDD)

Jean-Charles Hourcade (CIRED). Fiscalité carbone, EU-ETS, 'obligations carbone', entre intiatives nationales et coordination européenne.

Gaël Giraud (PSE). Canaliser l'épargne européenne vers la transition énergétique, une sortie des impasses de l'austérité de croissance.

Table Ronde : Christian Egenhofer (CEPS), Alain Lipietz (économiste, ancien député européen Vert), Isabelle Laudier (CDC), Anabella Rosemberg (Confédération syndicale internationale) et les intervenants.

Rapporteur : Céline Guivarch (CIRED)

17h20 – 18h45 The world transition towards a Low Carbon Society

Organized in coordination with Climate Policy and the LCS R-Net

Présidence : Laurence Tubiana (présidente de l'IDDRI, Facilitatrice des échanges du débat National sur la transition énergétique)

Christian Egenhofer (CEPS), Michael Grubb (CPI), Franck Lecocq (CIRED), Paul Watkinson (MEDD)

Rapporteur : Christophe Cassen (CIRED)

18h45 – 19h00 Remerciements et invitation à poursuivre le dialogue

Minh Ha-Duong (CIRED, coordinateur France du projet R&Dialogue)