



## Groupe Prospective Transition Energie et Société

Réunion du jeudi 18 octobre 2012

 Rappel du fonctionnement du *think tank* IDées

- Présentation des quatre groupes de travail :
- Déroulé des réunions prévues :

*La présentation Power point est disponible sur le site de la Fondation :  
<http://www.fondation-tuck.fr/fondation-tuck-groupe-de-reflexion-idees.html>*

## Exposés

 « Les scénarios énergétiques à l'horizon 2050: le point de vue du WEC »

Jean-Eudes MONCOMBLE  
Secrétaire Général du Conseil français de l'énergie

*La présentation Power point est disponible sur le site de la Fondation :  
<http://www.fondation-tuck.fr/fondation-tuck-groupe-de-reflexion-idees.html>*

- Le Conseil Mondial de l'Energie est une ONG mondiale, base à Londres, comprenant cent pays, dont les deux tiers de pays en développement, regroupant pays consommateurs et producteurs. Elle vise à rendre l'énergie accessible, disponible et acceptable.
- Vouloir établir un nouveau scénario amène deux questions : pourquoi un

nouveau scénario et quelle organisation adopter pour l'établir ?

- Il ne s'agit pas, comme cela se passe souvent, d'élaborer un scénario de pure forme, séduisant dans sa présentation, mais incohérent dans son contenu.
- Le principe retenu pour le scénario CME a été d'élaborer un scénario « bottom up », au lieu d'utiliser l'approche traditionnelle « top down »
- Pour y parvenir le monde a été découpé en cinq grandes régions (Amérique du Nord, Amérique du Sud, Europe y compris Russie, Afrique et Asie. En outre des groupes transverses ont été organisés.
- Quatre scénarios de base ont été établis en considérant comme variables clefs le niveau de coopération entre nations d'une part et le niveau d'engagement des gouvernements d'autre part (scénarios léopard, éléphant, girafe et lion)
- Les représentants de chaque pays ont exprimé leur point de vue concernant les perspectives d'évolution de variables telles que croissance du PNB, croissance démographique, consommation énergétique, émissions de GES, équilibre offre / demande Des estimations ont été ainsi établies dans le cadre des quatre scénarios précédents
- Sur cette base, il apparaît tout d'abord que **la demande d'énergie primaire va sensiblement doubler d'ici 2050** (Message 1). Elle se situerait selon les scénarios entre 20 et 28 Gtep/an, à comparer à un niveau de l'ordre de 12 Gtep/an en 2005.
- L'intensité énergétique baisserait d'environ 10 MJ/ \$ 2005 ppa à 5 – 7 selon les scénarios.
- Le problème majeur de l'énergie n'est **pas** perçu **au niveau des ressources**, qui seraient suffisantes, mais de leur **allocation** (Message 2).
- La modélisation est considérée simplement comme un moyen d'illustrer de manière quantitative les hypothèses qualitatives des quatre scénarios.
- D'après les scénarios du WEC, le problème de l'accessibilité peut être **résolu** tout en mettant en œuvre des **solutions efficaces et acceptables**, limitant la dégradation sociale et environnementale (Message 3)
- Les émissions de CO<sub>2</sub> atteindraient 40 à 60 Gt par ans en 2050 (en partant de 30 en 2005)
- Le prix de l'énergie devrait augmenter, favorisant ainsi les mesures d'efficacité énergétique, mais la coopération internationale devra être mise en œuvre pour limiter les conséquences de la pauvreté énergétique dans les pays en développement (Message 4)

- L'engagement de tous est nécessaire pour assurer l'orientation générale des politiques vers le développement durable (Message 5)
- Sur cette base, le WEC a formulé six recommandations (efficacité énergétique, rôle du transport, valeur du carbone, intégration des marchés, transfert de technologie, sécurité de l'offre et de la demande, cadre favorable aux investissements – Cf. Présentation)
- Les actions à entreprendre sont classées en termes d'impact, de priorité et d'incertitude. Il est possible ainsi de suivre les évolutions de différents thèmes tels que nucléaire, CSC, smart grids, efficacité énergétique, hydrogène.
- L'analyse globale du WEC peut être transposée au niveau national, pour en tirer quelques enseignements majeurs sur la stratégie à suivre dans le domaine de l'énergie. Il en ressort surtout la nécessité d'une démarche pragmatique ( tenir compte des constantes de temps, «évaluer de manière aussi complète que possible les technologies, intégrer la dimension macroéconomique) et encourager un débat serein et global, construit et documenté, impliquant l'ensemble des acteurs.

### « L'exercice prospectif et la fabrique de scénarios énergétiques »

Nadia MAÏZI

*Directrice du Centre de Mathématiques Appliquées, Mines ParisTech*

*La présentation Power point est disponible sur le site de la Fondation :*

*<http://www.fondation-tuck.fr/fondation-tuck-groupe-de-reflexion-idees.html>*

- La démarche suivie pour établir les scénarios, qui ont été utilisés dans le rapport « Energie 2050 » établi à la demande du ministre Luc Besson, illustre à la fois la méthode suivie pour établir des scénarios énergétiques, ainsi que les difficultés rencontrées dans l'exploitation de ces scénarios.
- Une difficulté de départ était la nécessité de s'intéresser tout particulièrement à la part du nucléaire dans le mix énergétique, en considérant quatre hypothèses (extension de la durée de vie des réacteurs, transition accélérée vers la 3<sup>e</sup> ou la 4<sup>e</sup> génération, réduction de la part du nucléaire, sortie du nucléaire)
- Du fait des contraintes imposées, les conclusions du rapport ont été largement découplées des résultats de modélisation.
- On peut distinguer trois types d'approche : « storytelling » (Négawatt, Global

Chance, Négatep), « backcasting » (définir des scénarios à partir d'objectifs : CEA, AREVA, UFE), modélisation (Enerdata, RTE)

- Ces démarches différentes aboutissent à des résultats très différents en 2050 (nucléaire : 0 à 70%, fossile : 10 à 70%, renouvelables : 20 à 70%). En fait, on ne peut pas comparer des scénarios établis selon des démarches différentes.
- Une façon différente d'opérer, suivie par le CMA Mines Paris Tech consiste à recourir à une **optimisation**, de façon à déterminer une solution future qui pourrait être optimale, ce qui permet de répondre de manière rationnelle à des questions portant sur les investissements à engager, les mesures environnementales à décider ou la composition du mix énergétique.
- C'est le but du modèle TIMES-FR dédié à l'analyse technico-économique du secteur de l'énergie. Le modèle TIMES –FR réalise une optimisation technico-économique sous contraintes de modèles technologiques.
- Les modèles technologiques doivent être suffisamment réalistes pour que les résultats aient un sens. Il est notamment nécessaire de veiller à l'équilibre des réseaux électriques (prendre en compte les réserves cinétiques et magnétiques)
- La démarche suivie en application une telle méthode d'optimisation est inverse de celle qui est demandée quand on vise un objectif politique (les résultats ne sont pas connus à l'avance et souvent sont même inattendus.)

#### « Autour de trois exemples de non-prospective »

Jean-Charles Hourcade,  
*Directeur du CIREN,*  
*Directeur de Recherche CNRS, Directeur d'Etudes EHESS*

- Le but des travaux de modélisation engagés est de parvenir à représenter correctement les marchés de l'énergie (en tenant compte de l'ensemble des facteurs de consommation, localisation et technologies), en relation avec l'ensemble du secteur économique (moteurs de la croissance). Aucun des modèles existants ne réalise un pareil grand dessein et la « petite industrie » existante développe des modèles qui ne permettent d'accomplir qu'une partie de ce travail (Modèles Poles, Imaclim en simulation, Markal, Rice en optimisation et nombreux autres).
- On attend des modèles qu'ils définissent des solutions globales aux grands problèmes économiques et environnementaux, sans prendre suffisamment garde à leurs limitations et aux hypothèses implicites qui sont faites (marchés transparents, pas de coûts de transaction, mise en œuvre rigoureuse des politiques préconisées).

- La démarche de modélisation en cours vise à concilier la prise en compte des contraintes à court-terme (équilibre « statique ») et la dynamique à long terme, qui fait évoluer les contraintes.
- Un premier cas d'étude intéressant concerne la feuille de route climat Européenne. La quasi-totalité des modèles disponibles a été mobilisée.
- On peut toutefois se demander quelle est la cohérence entre PRIMES, GEM-E3 et POLES. En outre d'importants effets de couplage n'ont pas été pris en compte : impact du prix du carbone sur l'ensemble des secteurs économiques, impact des biocarburants sur l'alimentation.
- L'impact de l'industrie et la compétition internationale n'est pas évalué correctement.
- Un deuxième cas d'étude concerne le rapport « De Perthuis »
- Dans ce cas également, différents modèles sont utilisés, aboutissant à des valeurs très différentes en 2050. Toutefois, les résultats des modèles sont exploités, sans que le lecteur puisse apprécier le manque de cohérence entre les résultats de modèles différents, malgré un certain nombre de mises en garde dans le texte.
- Certains résultats « gênants », comme la perte de PIB que fait apparaître Imaclim ne sont pas exploités.
- Les résultats dépendent d'un certain nombre de choix politiques essentiels, qui nécessiteraient un débat (inerties techniques et sociales, recours à des politiques « non prix » et d'infrastructures, balance des échanges et dette en 2050, marchés mondiaux et « flexibilité du travail, équilibre budgétaire, optimisation d'ensemble exigeant une action « interministérielle ».
- Un, troisième cas d'étude est celui de la taxe carbone et du financement de nos retraites.
- Les simulations du Conseil d'Orientation des Retraites s'appuient sur un certain nombre d'hypothèses. L'équilibre est assuré en raisonnant sur trois leviers : niveau des prélèvements, niveau des pensions et durée de cotisation, mais le raisonnement est fait à PIB constant, sans tenir compte de l'impact des mesures sur l'économie et en polarisant le débat sur la seule dimension redistributive. Ainsi, sans une action sur l'offre d'emploi, le report de l'âge légal entraîne une baisse sur les salaires ainsi qu'une augmentation du chômage et menace le financement des retraites.
- Une taxe carbone + une hausse des impôts sur le revenu peut être une bonne solution pour financer les retraites, car elle favorise l'emploi, sans trop peser sur les salaires et les coûts de production.
- Selon le domaine privilégié pour établir le modèle, on aboutit à des résultats multiples (768 scénarios consistants !)

- Il faut parvenir à débarrasser le dialogue science / politique du « politiquement correct », qui aboutit à une distorsion des résultats et poser un bilan clair des coûts et des bénéfices, en laissant supposer que des résultats puissent être obtenus sans effort (comme on l'a fait avec de nombreux scénarios qualifiés de « no regret » ..

#### « La feuille de route européenne à l'horizon 2050 »

Christian Kirchsteiger,  
 Direction Générale de l'énergie  
 Commission Européenne, Luxembourg

- La politique européenne dans le domaine de l'énergie a été marquée par quelques grandes étapes, dont la création au départ de la Communauté européenne du charbon et de l'acier ainsi que d'EURATOM. En 2007, a été décidé le paquet énergie / climat (comprenant la règle des 3 X 20%). En 2009, a été mis en place le SET Plan concernant les développements technologiques. Au 1/12/2009, ont été adoptées des dispositions visant à instaurer un marché intérieur de l'énergie.
- En octobre 2009, le Conseil Européen a décidé de réduire de 80 à 95 % les émissions de gaz à effet de serre par rapport au niveau de 1990. Le 8 mars 2011 a été établi un document intitulé « *Roadmap for moving to a competitive low-carbon economy in 2050* », qui décline les implications de ces dispositions générales par secteurs d'activités. Une feuille de route « Energie 2050 » a été adoptée le 13 décembre 2011. Les objectifs visés sont la sécurité d'approvisionnement, la compétitivité et la décarbonation de l'énergie. Cette feuille de route vise les objectifs au-delà de 2020 (il s'agit de dépasser la règle des 3 X 20%). Elle vise avant tout à prévoir des dispositions pour 2030, cohérentes avec les objectifs visés à 2050.
- Quatre voies ont été examinées pour réduire les émissions de CO<sub>2</sub> : l'efficacité énergétique, les énergies renouvelables, le nucléaire et le CCS.
- Sept scénarios ont été bâtis: Les deux premiers prolongent les tendances actuelles, en prévoyant 40% de réduction des émissions de G.E.S. en 2050 (scénario de référence et scénario intégrant les dispositions prises après l'accident de Fukushima). Les cinq autres scénarios visent un mix décarboné: le premier est basé sur une efficacité énergétique accrue, le deuxième prévoit une forte pénétration des renouvelables et les trois autres font appel à un mix diversifié (scénario de base, CCS retardé et nucléaire bas)
- Dans le scénario de référence, la consommation d'énergie reste sensiblement stable, alors que le PNB est multiplié par un facteur proche de 3 d'ici 2050 et les émissions de CO<sub>2</sub> sont réduites de 40%. La part d'énergies fossiles tombe de 83% en 1990 à 64% en 2050. Le CCS est mis en œuvre pour 18% de la production d'électricité et le prix de la tonne de CO<sub>2</sub> sur le marché ETS s'élève à 50 € en 2050.

- Dans les scénarios énergétiques à bas niveau carbone, la consommation d'énergie est supposée chuter de 1600 Mtep à 1100-1200 Mtep en 2050. La part de production décentralisée d'électricité augmente fortement, en passant à l'horizon 2050 de 7% à une part comprise entre 21 à 32% selon les scénarios. Le CCS joue un rôle important (part comprise en génération d'électricité entre 8 et 32% en 2050). La part du nucléaire passe de 27% en 2010 une valeur comprise selon les scénarios entre 2 et 21%). La dépendance vis-à-vis des combustibles fossiles diminue. Les coûts sont supposés comparables aux coûts actuels. Toutefois, le prix de l'électricité augmente jusqu'en 2030, puis est supposé diminuer. Les conditions visées pour réaliser de tels scénarios consistent à réaliser dans un premier temps les objectifs visés pour 2020, à mettre en place des marchés pleinement intégrés pour le gaz et l'électricité, à développer la coordination entre les différents Etats européens et à mettre en œuvre des solutions innovantes et sûres.
- L'analyse des différents scénarios montre qu'il n'existe pas un optimum unique, mais plusieurs combinaisons optimales en fonction des différentes contraintes. Aucun Etat-membre ne peut assurer une fourniture durable d'énergie en agissant de manière isolée. Des discussions doivent se poursuivre jusqu'en 2014 pour décider des mesures qui seront adoptées pour 2030. Il sera nécessaire également de revoir les dispositions devant conduire à un marché européen intégré de l'énergie, ainsi que celles relatives au marché européen des permis d'émission.

## **Le débat: thèmes abordés**

### **La démarche prospective**

- La démarche à mener pour mieux appréhender l'avenir relève d'une « prospective systémique des futurs souhaitables ».
- Vouloir tout intégrer dans un même modèle n'est pas maîtrisable.
- Il se pose la question de la maille pertinente (région, France, Europe, Monde ?)
- Le modèle énergétique qui était relativement simple, devient compliqué.

- La question du climat n'est pas du tout résolue.

## **Prise en compte des échelles de temps**

- Il est nécessaire de tenir compte de l'inertie du système. La modification des comportements n'est pas instantanée.
- Certaines technologies tendent à accélérer le temps (technologies numériques par ex.) alors que d'autres sont beaucoup plus pérennes (énergie).
- On observe des changements très rapides à certaines périodes. Par exemple, on a pu observer une transformation très rapide du paysage urbain en France dans les années 50.

## **Etablir une vision à long terme**

- Il faut parvenir à établir une vision large et à long terme, penser « large et profond ».
- Ceci implique de pouvoir se libérer des contraintes à court terme, ce qui, en pratique, reste très difficile.
- Pour construire une vision d'avenir, il faut disposer d'un groupe diversifié, avec un bon équilibre entre les participants.

## **Politique nationale et européenne dans le domaine de l'énergie.**

- Il manque à présent un organisme indépendant qui puisse établir des projections sur l'avenir, de manière objective et indépendante. Cette mission était assurée par le Commissariat au Plan.
- Les schémas normatifs tels que la règle des 3 X 20 promulguée au niveau de l'Union Européenne sont peu compatibles avec une démarche rationnelle, puisqu'ils excluent a priori toute possibilité d'optimisation. En outre, décider un tel schéma sans étude approfondie ou débat, paraît peu satisfaisant. En outre, des points de pure forme peuvent dans un tel cas avoir des implications très fortes. Ainsi 20% de moins sur l'énergie finale ou l'énergie primaire n'a pas du tout la même conséquence (impliquant pour la France une sortie du nucléaire, ce qui n'avait pas été vu au départ).
- Les politiques devraient tenir compte d'éléments contre-intuitifs.
- Il faut faire attention à ce que la demande ne devienne pas la variable



d'ajustement (coupures de 10h d'ici 2016 ?)

- Une bonne gestion dans la mise en application d'une mesure concernant le domaine énergie-climat est très importante (exemple de l'échec du projet de taxe carbone de Michel Rocard).
- Il se pose la question de la place des politiques locales dans l'avenir.
- Le rôle des médias est essentiel et une bonne communication est critique pour le succès d'une action

**Prochaine réunion :**

**Lundi 3 décembre 2012 à 16h (Domaine de Vert Mont)**

**Thème traité « Les ruptures scientifiques et techniques »**