



Rétrospective et réflexions sur quelques exercices de prospective énergétique en France

- *Que peut-on tirer des scénarios énergétiques ?*
- *Comparabilité, solidité et utilité des résultats*

Introduction

« Avant la crise, les États-Unis et le monde entier étaient confrontés à de nombreux problèmes, la nécessité de s'adapter au réchauffement climatique n'était pas le moindre [...] Après la crise, ces défis seront toujours là, encore plus importants, mais les ressources dont nous disposerons pour y faire face auront considérablement diminué ».

Le triomphe de la cupidité, Joseph Stiglitz

Premier enseignement : un scénario qui ne tiendrait pas compte des contraintes de budget et de financement ignorerait une partie de la réalité.

Introduction

« L'objectif de 2° C devient de plus en plus irréaliste ».

Energy Technology Perspectives 2012, Maria Van der Hoeven, Directrice exécutive de l'AIE, 11 juin 2012

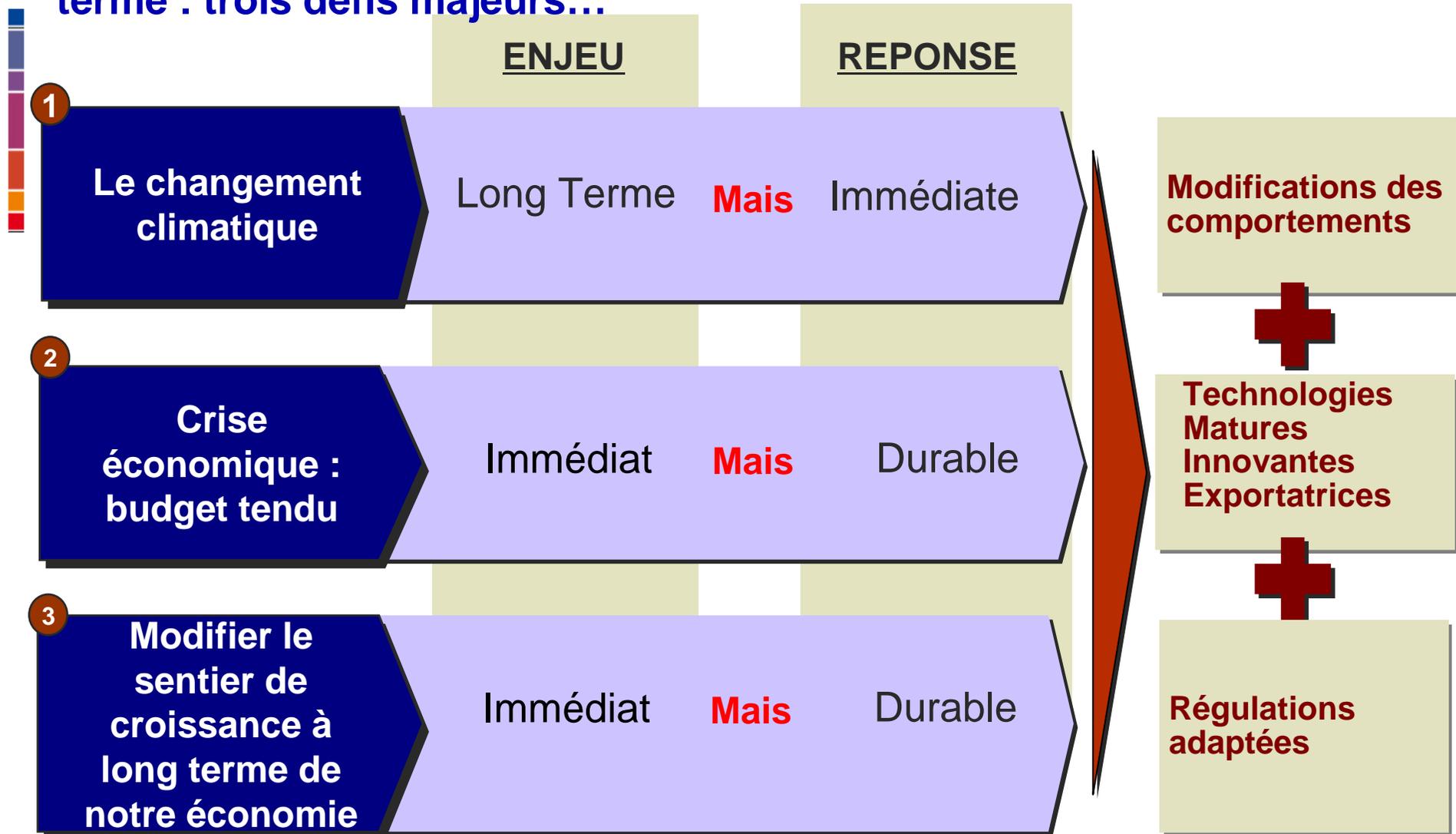
Are we on track to reach a clean energy future ?

NO

Deuxième enseignement : deux types de scénario : ceux qui voudront s'intégrer dans cette perspective, ceux qui la refuseront .

Introduction

Changement climatique, contrainte budgétaire, croissance à long terme : trois défis majeurs...



Introduction

- **Un débat public sur l'énergie va se tenir dans les prochaines semaines ou les prochains mois;**
- **" Nous mènerons le grand débat énergétique national et le ferons dans le respect des opinions. La vérité sortira de la confrontation des points de vue"**
- **Débat difficile : exercice de projection dans le futur sur des données que la plupart des citoyens maîtrisent mal ;**
- **Possibilité de l'éclairer par des scénarios afin de donner une image claire du futur pour débattre.**

- **Mais quels scénarios ?**

Sommaire



1. Introduction

2. Les enseignements du passé

3. L'analyse des scénarios réalisée dans Energies 2050

4. Les scénarios et le débat public sur l'énergie

5. Conclusion

I Les enseignements du passé



La vision des années 50 sur le futur énergétique exprimée lors de la Conférence internationale sur l'énergie atomique à des fins pacifiques de 1956 ;

- épuisement des ressources pétrolières aux Etats-Unis, sous-estimation des gisements de l'Arabie saoudite et de l'offshore ;

- recours au charbon dès que le pétrole aura augmenté de 30 %,

- nécessité de développer le nucléaire pour l'électricité afin d'économiser la houille pour la production de carburant;

- Lancement de l'AIEA, de la coopération pacifique sur le nucléaire, 102 communications russes sur leur réacteur nucléaire, ...

I] Les enseignements du passé

La vision des années 70 sur le futur énergétique :

- 1972 – 1980 : exercice prospective IIASA (ONU) : influencé probablement par des chercheurs acquis au nucléaire : le pétrole, puis le gaz, vont arriver à leur point de retournement, la relève ne peut être assurée que par la fission nucléaire et le solaire;
- 1977 : WAES du MIT : le monde va manquer de pétrole beaucoup plus vite qu'on ne le croit : la demande dépassera l'offre entre 1985 et 1995 : il nous reste peu de temps pour sauver notre mode de vie occidental; le charbon s'imposera
- 1985 : retour de l'abondance pétrolière : a) moindre croissance économique, b) incapacité des experts à estimer les réductions d'intensité énergétique, c) augmentation production pétrolière pays non OPEP

I] Les enseignements du passé

La vision française des années 70 sur le futur énergétique d'après le Plan :

- hypothèse de baisse continue des prix des produits pétroliers;
- croissance envisagée dans les Plans 64, 70, 75 entre 5 et 6%, réalisée : 3 % !
- le nucléaire peut seul remplacer les énergies fossiles en voie d'épuisement; le nucléaire l'emportera sur les énergies fossiles grâce au haut degré de concentration énergétique des combustibles fissiles;
- 2000 : production d'électricité de 1 000 TWh (850 nucléaire)

I] Les enseignements du passé

La vision française des années 65 – 75 s'est construite sur trois certitudes :

- une forte croissance dans les années à venir de la consommation énergétique : extrapolation du passé + imitation des Etats-Unis;
- une inévitable substitution du nucléaire aux énergies fossiles dont l'exploitation est entrée dans une phase de coûts croissants;
- une nécessaire pénétration de l'électricité sur le marché des usages thermiques où elle pourra prendre la place des combustibles

I] Les enseignements du passé

Les principales erreurs des scénarios énergétiques des années 2000 :

- la croissance des pays émergents, de la Chine en particulier;
- l'augmentation des prix du pétrole : le rapport Boiteux II envisageait un prix du pétrole à 30 dollars en 2020;
- la bulle Internet et la crise économique;
- l'effondrement en fin de période des prix du gaz aux Etats-Unis : la révolution des gaz de schistes.

III] Les scénarios pour un débat public

L'atteinte du facteur 4 :

- a) Rapport Syrota sur les perspectives énergétique à l'horizon 2020 – 2050 : **Les résultats des scénarios volontaristes traduisent l'extrême difficulté pratique de dépasser le « facteur 2,1 à 2,4 », sans changements profonds des comportements et sans ruptures technologiques imprévues à ce jour;**
- b) **Le modèle Medpro-Poles atteint cet objectif en faisant le choix d'un recours fort à l'électricité produite par des centrales thermiques au charbon associées à de la séquestration à hauteur de 60 MtCO₂/an**
- c) Matrkal Les *émissions de CO₂* sont réduites, par rapport au niveau de 1990 de 52 % en 2050.
- d) 2007 : le triomphe de la capture et de la séquestration
- e) 2011: le triomphe de la réduction de la consommation d'énergir primaire : 50 % en Allemagne, 30 % dans l'UE.

I] Les enseignements du passé

Les enseignements portant sur les méthodes de prévision :

- il n'y a pas d'image simple et unique du futur : (le nucléaire remplace le charbon, le *peak oil* est pour demain, les Etats-Unis vont être de plus en plus dépendants de leurs approvisionnements énergétiques) : l'évolution énergétique est toujours plus variée et moins prévisible : **il faut explorer un champ des possibles = un champ des what if ?**
- tendance à extrapoler le passé : prix pétrole !
- insuffisante attention apportée à la demande, aux évolutions internationales, aux capacités de production.

I] Les enseignements du passé

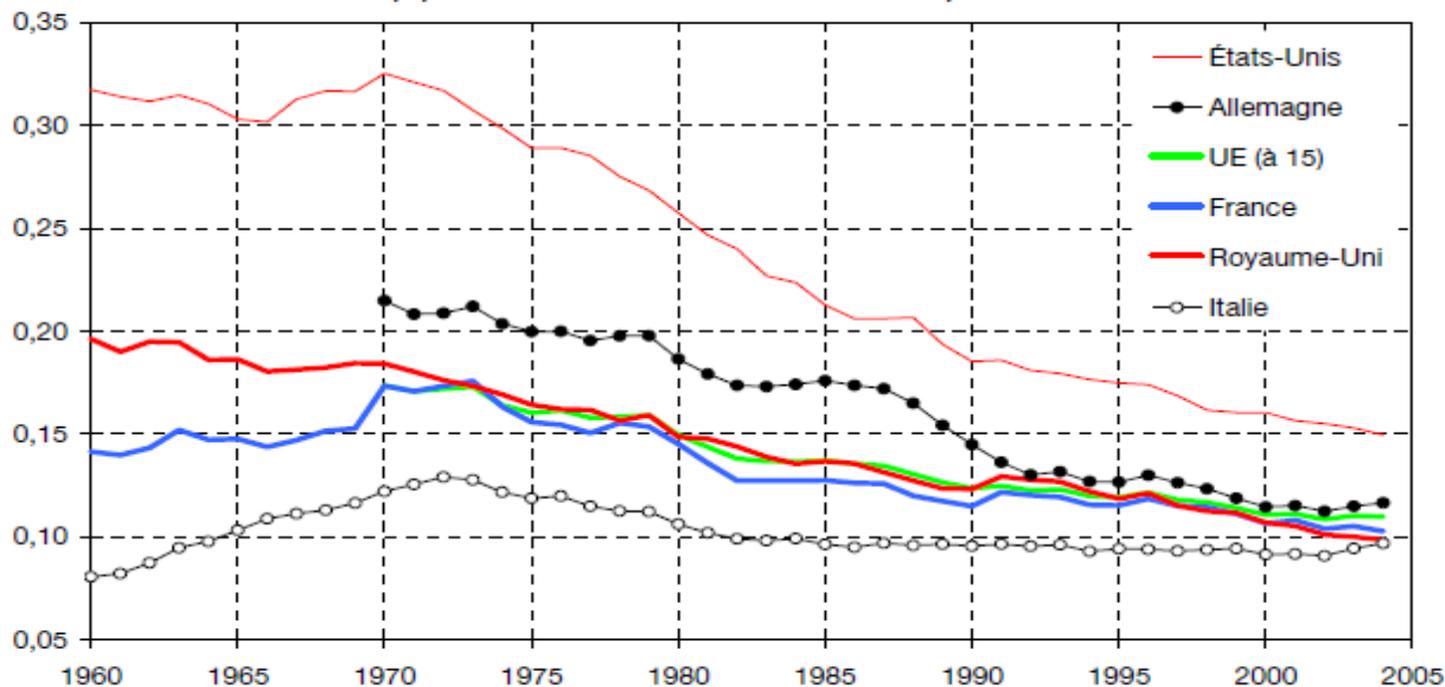
Les enseignements portant sur les résultats :

- l'intensité énergétique est une variable sensible aux évolutions conjuguées des prix de l'énergie et des politiques énergétiques;
- il existe des cycles dans l'énergie : a) augmentation de la demande entraînant une insuffisance des capacités de production et une augmentation des prix; b) période de prix haut et d'investissements de nombreux acteurs différents; c) mise en œuvre des investissements entraînant une baisse des prix (et des investissements);
- **rôle crucial des hypothèses macroéconomiques.**

I] Les enseignements du passé

■ L'évolution de l'intensité énergétique :

Graphique n° 7 : Intensité énergétique finale de quelques pays
En Mtep par millier de dollars US 2000 et en parité d'achat



Source : DGEMP – Observatoire de l'énergie d'après AIE

Depuis le premier choc pétrolier, l'intensité énergétique¹² finale a décliné, de 3,1 % par an entre 1973 et 1982, puis de 0,9 % jusqu'au début des années 2000. Récemment, la décroissance s'est à nouveau accentuée : - 1,4 % en 2004, - 1,6 % en 2005 et - 2 % en 2006 [graphique n°8].

II] Energies 2050

La sécurité énergétique de la France s'est considérablement améliorée depuis 1973 mais la facture reste très lourde : **plus de 60 Md€ en 2011** à comparer avec un déficit de la balance commerciale de 70 Md€

Le devenir du mix énergétique est soumis à de nombreuses **incertitudes**, dont :

- Evolutions des négociations climatiques internationales et du marché ETS
- Prix des hydrocarbures
- Nécessaire révision du marché intérieur européen de l'élec., qui ne permet pas de garantir aujourd'hui la construction de lignes transfrontalières d'électricité ni de back up des EnR
- Avenir de l'industrie du raffinage qui se déplace de plus en plus de l'Europe vers l'Asie

II] Energies 2050

Le mix énergétique français sera confronté à un certain nombre de défis à relever :

- Renforcer l'**efficacité énergétique**
- Exigence de **sûreté nucléaire** comme un préalable absolu au fonctionnement des centrales
- Tenir compte de l'**évolution des technologies**, prévisibles à l'horizon 2030, incertaines au-delà
- Construire de **nouvelles lignes** électriques, notamment transfrontalières
- Développer le **tissu industriel** français
- Tenir compte de l'**opinion publique** qui s'exprime comme favorable aux EnR, moins favorable au nucléaire qu'avant Fukushima et très sensible aux prix de l'énergie

Enseignement ou interrogation : ces paramètres (sauf l'efficacité énergétique) sont-ils modélisables autrement que par des what if ?

II] Energies 2050

Scénarios portés par :

- ONG et associations : Négawatt, Global Chance, Négatep
- Acteurs du secteur de l'énergie : Enerdata/DGEC, RTE, Union française de l'électricité, Areva, CEA

Des objectifs et méthodologies très contrastés selon les scénarios :

- Objectif de sortie du nucléaire pour Négawatt et Global Chance
 - Priorité à l'EE/sobriété et aux EnR (mais coûts non chiffrés pour N)
- Objectif de baisse des émissions de CO2 pour Négatep
 - Priorité à l'électricité bas carbone, dont le nucléaire
- Différents choix affectant le secteur électrique pour les autres scénarios étudiés (part du nucléaire de 0 à 70%, EPR accéléré,...)
 - Mix divers (EnR, nucléaire et fossiles)

III] Energies 2050

Insatisfactions des auteurs du rapport sur les scénarios qu'ils ont pu étudier :

- Peu de contraste sur les perspectives de demande
- Objectifs de baisse de consommation restant à valider
- Incertitudes sur le réalisme des parcs de production proposés (équilibre offre/demande, durée d'utilisation des centrales, stockage...)
- Effets sur l'emploi restant à compléter

Une **sortie totale ou partielle du nucléaire** fait en général apparaître des effets négatifs (investissements, coûts de production, facture énergétique, CO2...), à moins de réduire fortement la consommation d'énergie

III] Energies 2050

La **méthodologie** des scénarios étudiés mériterait d'être améliorée, notamment sur :

- la demande d'énergie
- l'effet sur les réseaux du déploiement des énergies intermittentes
- la capacité à payer des investissements qui seront considérables, dans tous les cas

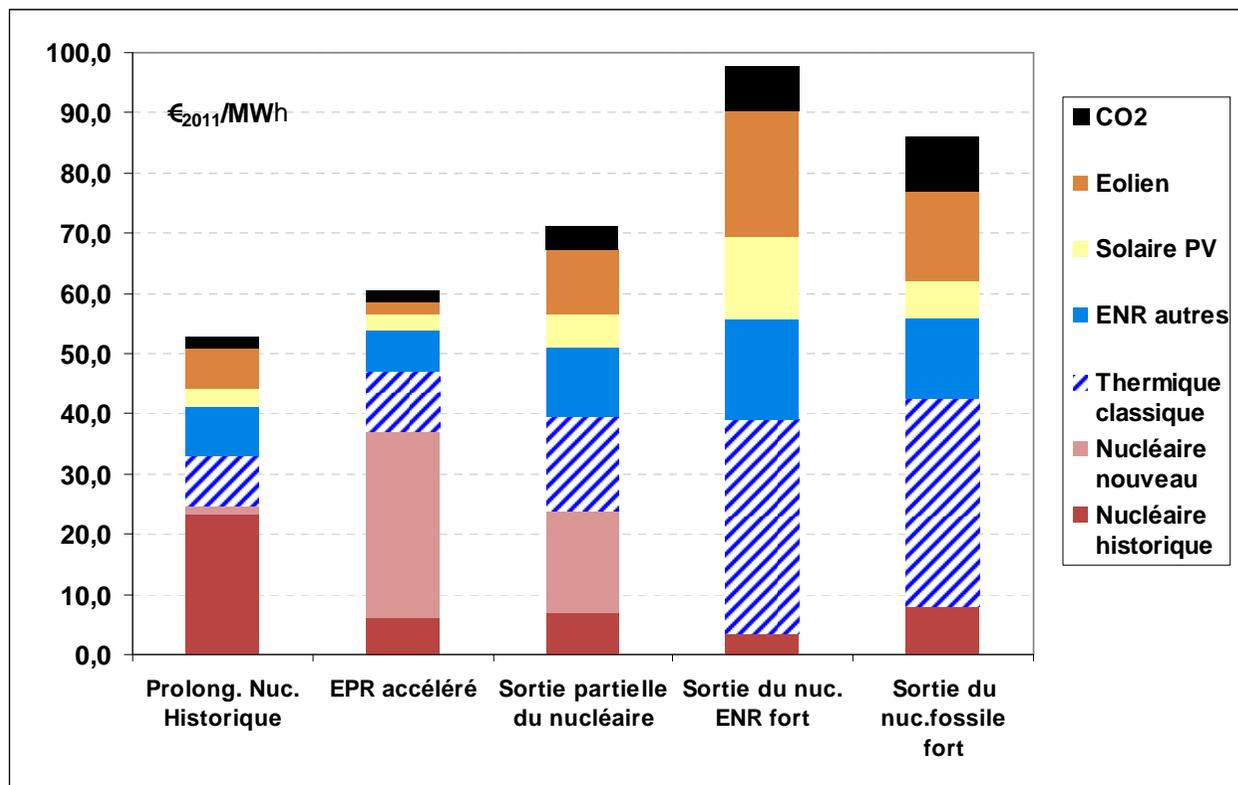
Besoin de laisser des **marges de manœuvre** pour des technologies qui deviendront matures à partir de 2030 grâce à la R&D

Les **prix** futurs de l'énergie sont un enjeu majeur pour l'économie française

Les **préoccupations des citoyens** à l'égard des choix énergétiques et de leurs conséquences sont difficiles à analyser

III] Energies 2050

Coûts complets de production en €/MWh de l'électricité HT en 2030 selon l'option



Source : Energies 2050

Hors dépenses de réduction de la demande et hors coûts de réseau (raccordement et renforcement)
 Incertitudes inhérentes à l'exercice : coût des EnR, du nucléaire, du gaz,...

III] Energies 2050

Chaque scénario implique des choix entre différents avantages et inconvénients :
l'opinion publique doit en être clairement informée

Paysage énergétique à 2050 (voire 2030) : impossible à décrire . Incertitudes nombreuses : prix des hydrocarbures et des énergies, évolution de la demande, coût des ENR, percées technologiques, RE sur les EPR
...Décisions de moindre regret à prendre. Ne pas se lier les mains par des objectifs inutiles

Minimiser les coûts même si les investissements à prévoir sont massifs : réduire le déficit de la balance commerciale (S'insérer dans un contexte énergétique mondial d'évolution des prix des hydrocarbures); répercuter les coûts

Facteur 4 : une nécessité. La contrainte environnementale prend le pas sur celle des ressources

Implication forte des collectivités territoriales à mettre au point : réseaux de chaleur, smart grid, énergies locales,

III] Les scénarios pour un débat public

Débat annoncé sur l'énergie durant la campagne présidentielle.

Débat confirmé hier, mais sous quelle forme ?

Deux possibilités :

- débat lors de la conférence environnementale;
- débat préparée par des éléments de dossier.
- CNDDGE : 10 juillet

III] Les scénarios pour un débat public

On ne peut parler de transition énergétique sur un coin de table, il faut modéliser les choix politiques énergétiques possibles, les politiques industrielles nécessaires et les transitions professionnelles. Il faut aussi du temps pour remettre sur le tapis la contribution climat-énergie, ou taxe carbone dans le sens de l'équité sociale et de son efficacité à lutter contre les émissions à la fois de CO₂, mais aussi de nanoparticules.

(Ex : conséquences de l'introduction des ENR dans le parc de production)

Je plaide donc pour que chaque mesure fasse l'objet d'étude d'impact en termes de développement durable. Qu'un débat public puisse s'instaurer sur les mesures essentielles, sous la responsabilité de la CNDP. On sait que dans une période rude le court terme est toujours gagnant. **Aucun sujet ne doit être tabou, il faut donc du temps, des groupes de travail, comme pour les deux Grenelles.** Si la conférence devait être conclusive en deux jours en septembre, elle ne tiendrait pas la route techniquement et politiquement. On ne peut sur un tel sujet comme pour la conférence sociale connaître l'échec. La France, dans l'Europe doit construire un nouveau pacte autour du développement durable.

III] Les scénarios pour un débat public

Le débat public est difficile surtout quand il porte sur un avenir à 2030 : le grand public a du mal à y adhérer.

Il a besoin d'images simples du futur sur lesquels s'appuyer pour débattre.

Plutôt que d'en rester à une liste d'enjeux, la tentation est grande d'aller vers des scénarios, mettons à 2030 :

- Nucléaire actuel
- Nucléaire à 50 %
- Plus de nucléaire;
- Nucléaire incluant des réacteurs de 4 ème génération.

III] Les scénarios pour un débat public



Ces scénarios ne peuvent être purement prédictifs ou prévisionnelles.

Ce sont des images possibles du futur, images quantifiées, et comparables dans une certaine mesure.

Tenir compte du caractère extrêmement capitalistique du secteur

III] Les scénarios pour un débat public

Les incertitudes de la décennie à venir :

- un redémarrage de la croissance européenne ou une poursuite de la crise et une montée du chômage périlleuses pour la démocratie et la zone euro; ;
- un prix du pétrole à 80 ou 250 dollars;
- une lutte vigoureuse contre le changement climatique ou un report à la décennie suivante ;
- un développement des huiles et gaz de schistes dans d'autres parties du monde;
- l'apparition ou non de ruptures technologiques (la batterie lithium-air, le stockage de l'électricité pas cher, le solaire pas cher, la CSC...).

IV] CONCLUSION

Des scénarios pour un débat

Des scénarios soumis à des chocs

Des décisions privilégiant la résilience aux chocs

Questions :

Quid de la décentralisation ? Et du rôle donné aux acteurs locaux ?

Ne pas oublier le calcul macroéconomique et les données d'emplois : enjeux d'emplois dans la filière de production : 10 000, dans l'économie française : 100 000.

Des scénarios à réaliser en quelques mois !

IV] CONCLUSION

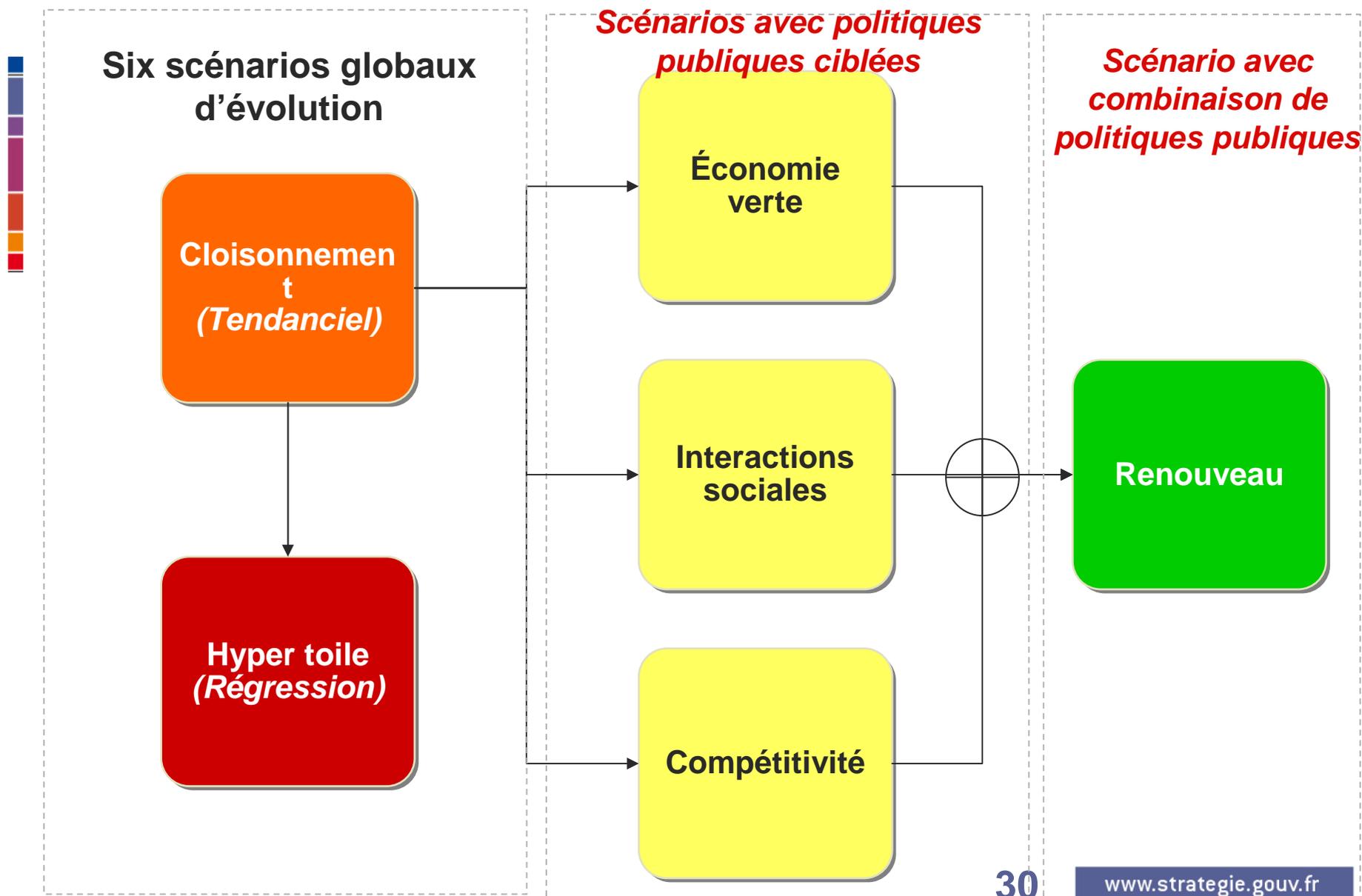
Idée mi-exploratoire, mi-prospectif :

-Partir d'un (ou de plusieurs) scénario macroéconomique ou d'une ou de plusieurs images du futur;

-Appliquer des variantes de politique énergétique sur lesquelles on veut se prononcer (nucléaire renforcé avec 4^{ème} gen; nucléaire à 70 %, nucléaire à 50 %, plus de nucléaire) et **les comparer** :

-Appliquer les What'if à l'anglaise à ces scénarios : a) absence de redémarrage économique jusque 2020; b) Prix du pétrole à 80 ou à 250 dollars (au lieu de 130); c) absence de lutte contre le cc; d) développement huiles et gaz de schistes; e) effets de ruptures tendanciennes

II. Six scénarios globaux



IV] CONCLUSION

Trois conclusions du rapport Energies 2050 :

- **Se laisser de la souplesse**
- **Prendre des décisions de moindre regret**
- **Ne pas se fixer aujourd'hui d'objectif de part du nucléaire à quelque horizon que ce soit, mais s'abstenir de compromettre l'avenir et pour cela maintenir une perspective de long terme pour cette industrie en poursuivant le développement de la génération 4. La prolongation de la durée de vie du parc actuel nous paraît donc la solution de moindre regret (sous la condition absolue que cela soit autorisé par l'ASN).**

IV] CONCLUSION



Personne ne peut prédire ce que sera le paysage énergétique en 2050. Qu'il suffise de penser à ce que nous aurions écrit fin 1972 sur des scénarios énergétiques pour les quarante années suivantes jusqu'à 2012 ! L'incertitude porte sur tous les domaines : elle est technologique, économique, politique, financière et même démographique. La flexibilité est donc essentielle : une caractéristique indispensable d'un scénario acceptable est la possibilité d'en changer en cours de route pour tenir compte de l'imprévu, et quel que soit le scénario à long terme, nous devons à court terme prendre les décisions de moindre regret et celles qui évitent de fermer prématurément des options qui pourraient ultérieurement se révéler indispensables. Un certain nombre des scénarios étudiés n'entrent pas dans ces catégories : ceux qui se passent d'un effort sur la sobriété et l'efficacité, bien sûr, mais aussi ceux qui font l'impasse sur la R & D, en capture et séquestration du CO₂ ou dans le domaine du stockage de l'électricité, car nous pourrions en avoir besoin à l'avenir, ou ceux qui comportent la fermeture de centrales nucléaires avant que ce soit exigé par l'autorité de sûreté.