

Fondation Tuck. IDées  
jeudi 18 octobre 2012



Chaire Modélisation prospective  
au service du développement durable

L'exercice prospectif et la fabrication de scénarios énergétiques :  
réflexion sur les approches 2050 pour la France

Nadia Maïzi, Renaud Dudouit, Edi Assoumou



# Les scénarios du rapport Besson



## Le temps de la prospective . . . le temps du politique

. . . pour alimenter la préparation de la PPI 2013

le rapport devait fournir une analyse du mix énergétique à l'horizon 2050

- La lettre de mission est publiée le 19 Octobre 2011
  
- Le rapport en chiffres
  - Une centaine de personnes impliquées
  - 200 pages
  - 10 annexes de plus de 300 pages . . .
  
- Publication officielle des résultats du rapport le 13 Février 2013

## 8 recommandations

### Sur le nucléaire

- Laisser à l'ASN le soin de décider des fermetures administratives

Fessenheim avant 2016

- Sûreté nucléaire au niveau international
- Ne pas fixer a priori le mix énergétique

Nucléaire à 50 % en 2025

### autrement

- Encourager la sobriété et l'efficacité énergétique
- Évaluer les coûts avant tout changement de politique énergétique
- Politique de vérité des prix de l'énergie et des émissions de CO<sub>2</sub>

Baisse pour 3 mois des prix des carburants

- Développer un marché européen de l'énergie
- Soutenir la recherche publique dans le domaine de l'énergie

## Du glissement de la question prospective

La réflexion devait prendre en compte des contraintes

- la croissance mondiale de la demande en énergie
- l'utilisation des ressources fossiles non-conventionnelles
- l'accident de Fukushima et ses conséquences sur le domaine nucléaire (avec notamment les décisions allemande et suisse de sortir du nucléaire ou italienne de ne pas relancer cette filière)
- l'objectif de 23 % d'énergies renouvelables dans notre consommation finale d'énergie en 2020

le travail s'est concentré sur le mix électrique et on retiendra une vision étriquée des conclusions du rapport (telle que largement diffusée dans la presse)

☞ Extension de la durée de vie des centrales à 60 ans

# scénarios préexistants ou exploiter le flux



Chaire ParisTech Modélisation prospective  
au service du développement durable

## Pertinence de l'exploitation des scénarios existants

- ☞ envisager 2050 en s'intéressant tout particulièrement à la part du nucléaire dans le mix électrique en considérant quatre possibilités :
- L'extension de la durée de vie des réacteurs actuels ;
  - La transition accélérée vers la 3ème ou la 4ème génération ;
  - La réduction de la part du nucléaire dans la production d'électricité ;
  - La sortie du nucléaire

# Les approches méthodologiques

## Storytelling

Faire rêver, Effrayer

- Négawatt
- Global Chance
- Négatep (Sauvons le Climat)

## Back-casting

Définir des objectifs; Identifier les étapes intermédiaires; Comparaison économique

- CEA
- AREVA
- UFE

## Modélisation

Demande et Offre

- Enerdata
- RTE

## Du danger de la comparaison de scénarios incomparables

Organisation	Horizon	Nucléaire	Fossile	Renouvelables	Durée de vie
CEA	2025	74 %	2 %	24 %	
Areva	2050	70 %	10 %	20 %	58 ans
Areva	2050	70 %	10 %	20 %	40 ans
UFE	2030	69 %	7 %	24 %	60 ans
Areva	2050	50 %	20 %	30 %	
UFE	2030	50 %	16 %	34 %	
UFE	2030	20 %	40 %	40 %	40 ans
Areva	2050	0 %	30 %	70 %	40 ans
CEA	2025	0 %	16 %	84 %	
Areva	2050	0 %	70 %	30 %	40 ans
CEA	2025	0 %	87 %	13 %	

Différences entre les scénarios de back-casting

# scénarios dédiés ou exploiter le flux



Chaire ParisTech Modélisation prospective  
au service du développement durable

## Comment élaborer la réflexion sur des scénarios dédiés

- envisager 2050 en s'intéressant tout particulièrement à la part du nucléaire dans le mix électrique en considérant quatre possibilités :
  - L'extension de la durée de vie des réacteurs actuels ;
  - La transition accélérée vers la 3ème ou la 4ème génération ;
  - La réduction de la part du nucléaire dans la production d'électricité ;
  - La sortie du nucléaire

## Prospective long terme et optimisation

- ☞ Les questions de prospective liées à l'énergie
  - futurs investissements pour le mix ?
  - mesures pour pallier les impacts environnementaux ?
  - quelles substitutions entre ressources primaires ? ...

Les modèles de prospective basés sur une optimisation permettent une approche rationnelle de ces questions

Développement du modèle TIMES-FR dédiée à l'analyse technico-économique du secteur de l'énergie

au Centre de Mathématiques Appliquées de MINES ParisTech

depuis 2003

## La modélisation prospective via TIMES-FR

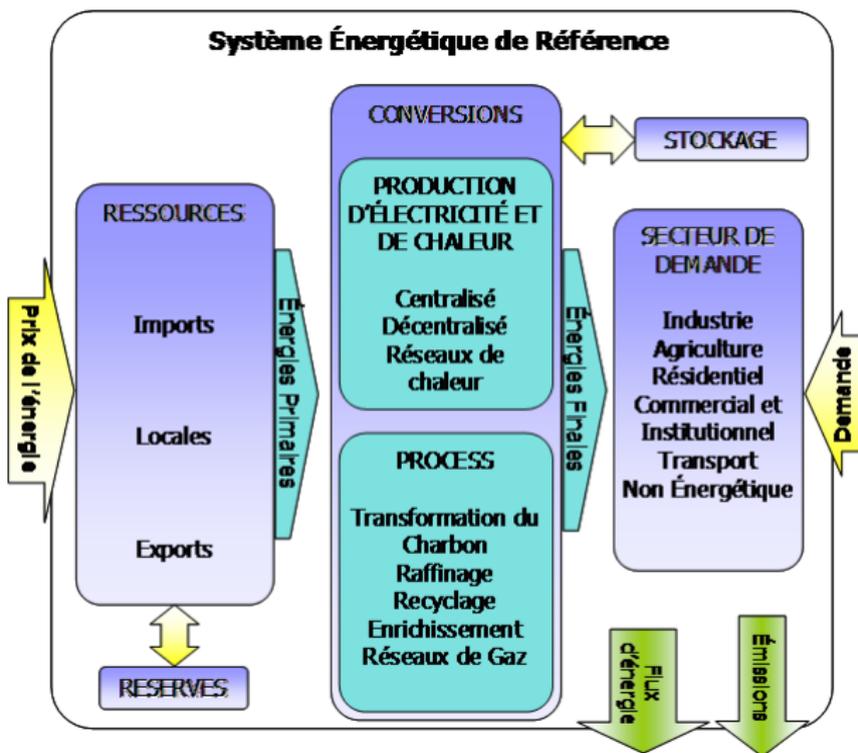
TIMES-FR est un optimiseur avancé de modèles technologiques

- générés à partir de règles de description détaillée de technologies (coûts, rendements, durée de vie, ...)
- réalise une optimisation technico-économique sous contraintes (de satisfaction de la demande, de prix des ressources, ...)

### En résumé

TIMES-FR détermine dans un cadre normatif des chemins technologiques optimaux

# Le système énergétique de référence



# Cadre d'hypothèses des Exercices de prospective électrique

Scenarios envisagés	Contraintes CO <sub>2</sub>	Demande élastique	Statut Nucléaire	Hypothèses communes
<b>BAU</b>	taxe ETS	référence	Maintien	<b>Prix</b> WEO 2010 %
<b>PROGt1</b>	taxe ETS	oui	Sortie Progressive	<b>Demande</b> RTE référence
<b>PROGv1</b>	taxe ETS + émissions BAU	oui	Sortie Progressive	
<b>FASTt1</b>	taxe ETS	oui	Sortie Rapide	<b>Exportations</b> variables
<b>FASTv1</b>	taxe ETS + émissions BAU	oui	Sortie Rapide	

# Et on retiendra

## SCENARIOS PROSPECTIFS FRANCE A L'HORIZON 2050

Nadia Maïzi, Professeur et Directrice du Centre de Mathématiques Appliquées (CMA) de l'Ecole des MINES ParisTech, et Edi Assoumou, Chargé de Recherche du CMA, ont présenté devant la commission les résultats d'une étude prospective sur l'énergie en France à l'horizon 2050, menée dans le cadre de la Chaire ParisTech de modélisation prospective au service du développement durable. Ils ont ainsi envisagé, à l'aide du modèle TIMES pour la France, plusieurs scénarios d'évolution du mix énergétique français et en ont déduit un certain nombre d'enseignements qui leur paraissent pérennes et robustes quelles que soient les options technologiques retenues :

- l'effet falaise met le système électrique français « au pied du mur » : il faudra consentir des investissements soutenus pour renouveler un parc de production d'électricité en fin de vie ;
- cette situation ouvre des opportunités à l'ensemble des filières industrielles, dont l'enjeu principal sera de soutenir un rythme ambitieux de construction de nouvelles capacités avec pour chacune des questionnements spécifiques : acceptabilité, fiabilité entre autres ;
- en parallèle, le paradigme actuel de consommation croissante d'électricité devra être remis en cause dans les prochaines décennies, si les questions environnementales s'inscrivent toujours dans les priorités des politiques publiques ;
- ces éléments permettent de considérer que la question des options politiques en matière d'énergie pour le long terme ne peut se restreindre à un choix technologique, et doit dépasser le cadre des oppositions pro ou anti nucléaires.

Cette contribution, qui constitue principalement une réflexion technique, devra s'inscrire dans le cadre plus large d'un débat sur les choix de société et de comportement. On ne pourra s'affranchir d'y associer l'utilisateur du vecteur électrique. Les résultats détaillés de cette étude

## Contact

nadia.maizi@mines-paristech.fr

## Site Web

<http://www.modelisation-prospective.org/>



Chaire ParisTech Modélisation prospective  
au service du développement durable