

Commission *Transition énergétique* de l'Eurométropole

Le marché mondial des matières premières et la transition énergétique:

Energiewende et comportements citoyens

Jean-Alain HERAUD

Strasbourg
7 mars 2016



Synthèse de conférences et de lectures

Conférences de l'APR sur la transition énergétique :

Les dilemmes de l'Energiewende :

* **Aspects juridiques:** Dieter ECKERT, *Bürgermeister a.D., avocat, chargé d'enseignement à la Duale Hochschule de Mannheim.* 1/10/2014

* **Aspects technologiques:** Daniel KRAY, *Professor, Hochschule Offenburg.* 15/10/2014

* **Aspects économiques:** Marc RINGEL, *Professor, Hochschule für Wirtschaft und Umwelt, Nürtingen-Geislingen.* 12/11/2014

La stratégie de Freiburg

Astrid MAIER, *Freiburg Future Lab* : 30/09/2015 (*Fonctionner sans énergie fossile ni nucléaire d'ici 2050 ?*)

La transition énergétique en Alsace:

Philippe HAMMAN, *Pr de Sociologie, Institut d'urbanisme et d'aménagement régional, Faculté des sciences sociales, Unistra* 7/10/2015

Enjeu #1 Alerte sur les énergies fossiles



Les *stocks* naturels
sont
par définition *finis*



Que disait-on du problème mondial de l'énergie il y a encore dix ans?

JAMES HOWARD
KUNSTLER

LA FIN DU PÉTROLE

Le vrai défi
du XXI^e siècle

PLON

Le spectre de la pénurie du pétrole se fait de plus en plus pressant. Au train où nous le consommons, la moitié des réserves sera épuisée dans quelques années et, avant le terme de ce siècle, il se pourrait que notre civilisation industrielle ait à affronter un choc immense et pourtant prévisible : la fin du pétrole. Notre mode de vie en sera bouleversé, notre modèle économique et social totalement transformé.

C'est donc à une véritable prise de conscience que l'auteur nous invite. En rupture avec l'optimisme traditionnel des pays producteurs, compagnies, et autres économistes, il dépeint avec méthode et lucidité un monde à venir dans lequel de grands défis attendent l'humanité. Ce n'est qu'après cette période de troubles pour notre civilisation, que Kunstler nomme la « Longue Catastrophe », que nous retrouverons un monde viable.

Lire *La Fin du pétrole* est déjà nous y préparer.

J.H. Kunstler, The long emergency (2005)

Extraits

(p.13)

- Actuellement, même des gens qui devraient être mieux informés espèrent ardemment qu'une transition aisée, sans rupture, entre les combustibles fossiles et leurs hypothétiques substituts - l'hydrogène, l'énergie solaire, Dieu sait quoi -, nous attend dans les quelques années à venir. Je vais essayer de démontrer que c'est une dangereuse illusion.
- En réalité, le scénario le plus favorable est qu'il faudra des décennies pour développer certaines de ces technologies...
- (...) les énergies et les technologies nouvelles risquent de ne jamais remplacer les carburants fossiles à l'échelle, au rythme et de la manière dont le monde les consomme à présent

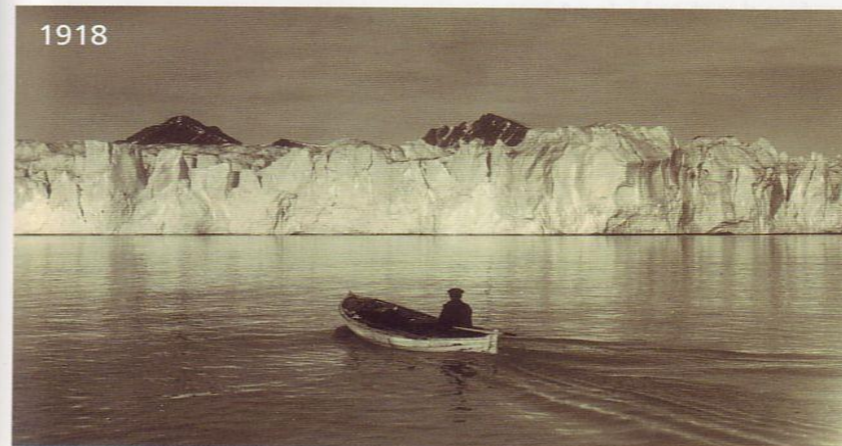
Enjeu #2: Alerte sur sur l'écosystème

Les *fonds* naturels
sont
normalement *perpétuels*

Mais ils peuvent être
modifiés ou détruits
de manière
plus ou moins
irréversible

- La fonte des glaces

La température moyenne du globe a augmenté de presque 1 °C depuis 150 ans et continue de croître...



Les glaciers du monde entier fondent progressivement, diminuant les surfaces de haute réflectivité solaire et amplifiant ainsi le réchauffement climatique.



Le glacier de Blomstrandbreen, Norvège, à 84 ans d'intervalle.

Les conséquences • 25

Source: R. Ducroux, Ph. Jean-Baptiste CNRS Ed. 2004

Que faire?

- Diagnostic (analyse, diffusion des constats, prospective)
- Action (qui peut apporter des solutions?)

Une exigence de *créativité*

- Trouver des idées *nouvelles* (experts, entrepreneurs, citoyens...)
- Vérifier leur *pertinence* (bureaucrates, marché, expérimentation sociale....)
- Des *acteurs* pour les porter (publics, privés, initiatives citoyennes...)



Un cours ou une conférence en économie de l'énergie en 2006

- Les Conférences du Jardin des Sciences
Février 2006
- Cours Economie de l'énergie (EOPG)
Automne 2006

La question de l'épuisement du pétrole

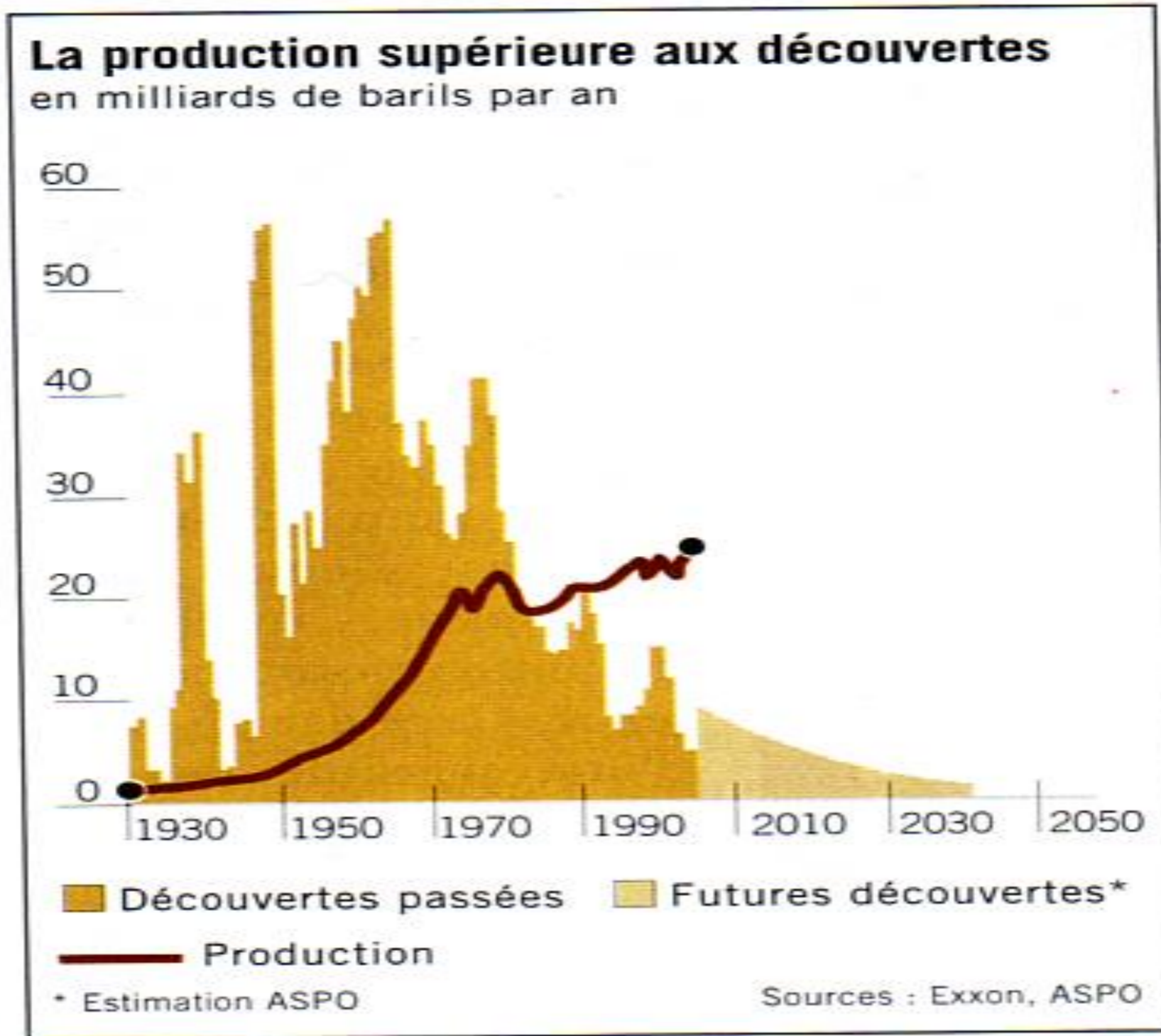
Jean-Alain HERAUD

*Université Louis Pasteur
BETA, UMR CNRS*

La fin du pétrole

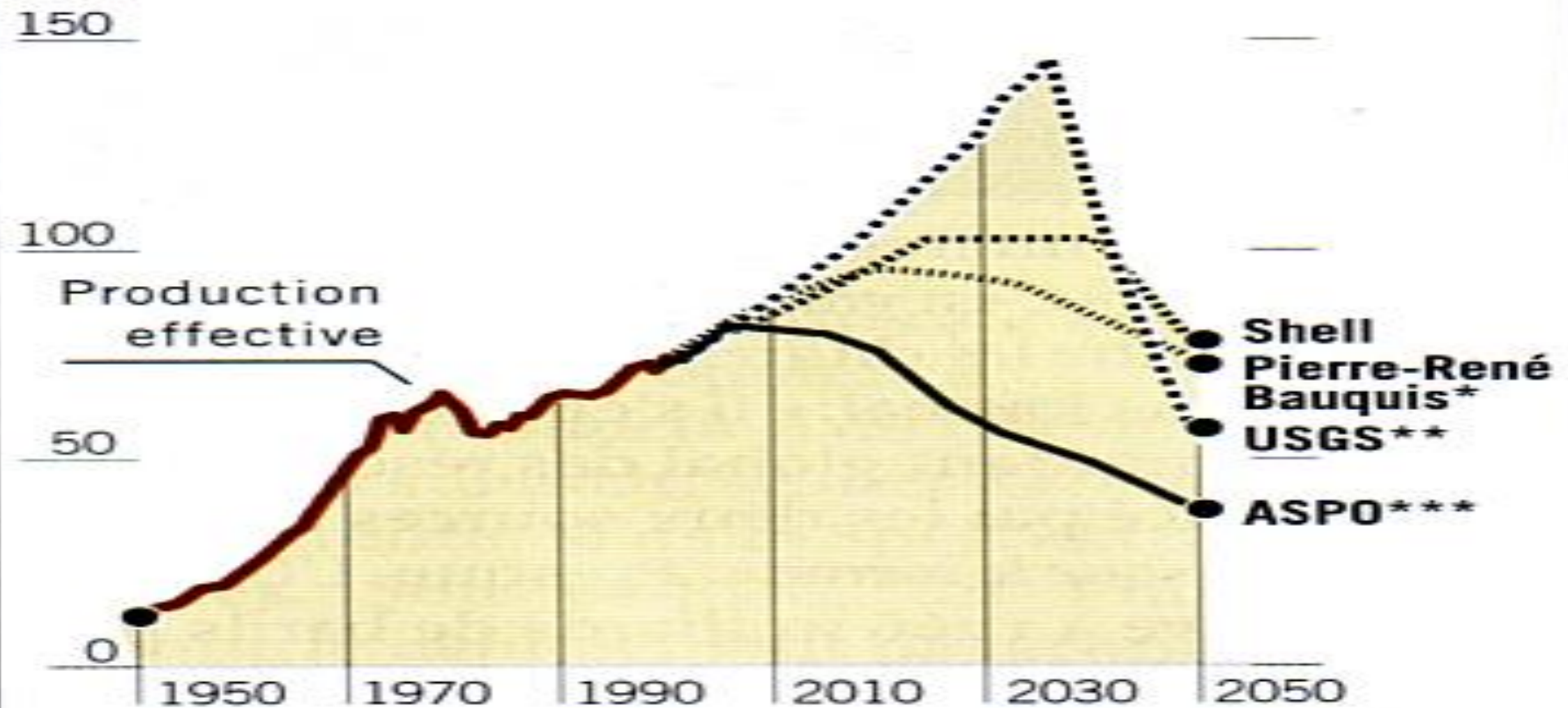
- Combien d'années de pétrole avons-nous devant nous?
- Avons-nous atteint le « *peak oil* » (le pic de production, la production annuelle maximale)?
- Quelles en sont les conséquences ?
- Quelles solutions alternatives à l'économie du pétrole classique?

Comparaison des flux annuels d'extraction et de découvertes nouvelles



« Peak oil » : quatre scénarios

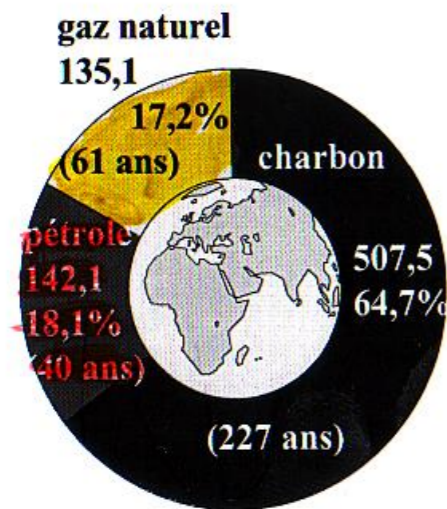
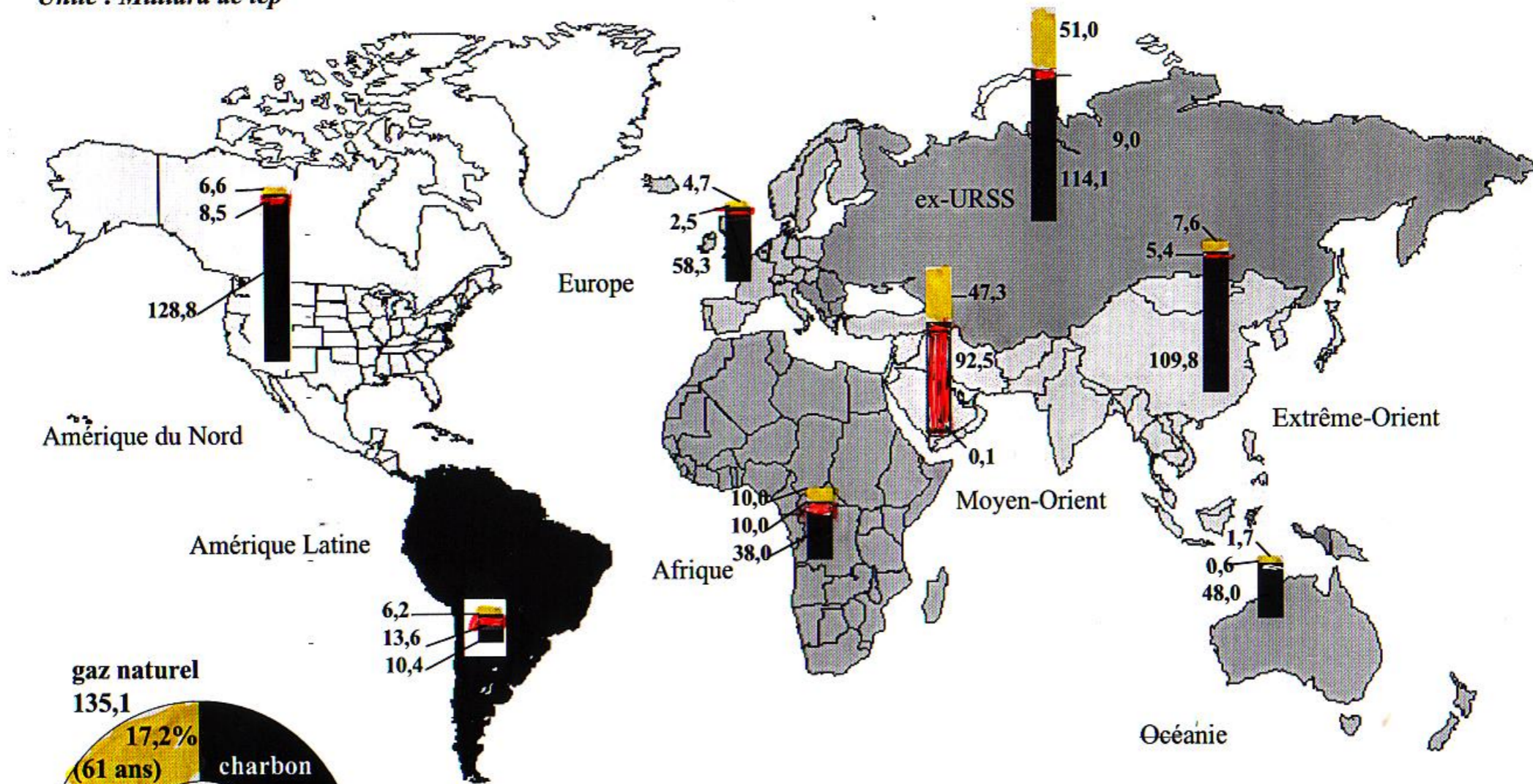
(production en milliards de barils/jour)



* Ex-conseiller scientifique à la direction de TotalFinaElf
** Energy Information Administration (Etats-Unis)
*** Association for Study of Peak Oil & Gas

Réerves énergétiques mondiales (31. 12. 2000)

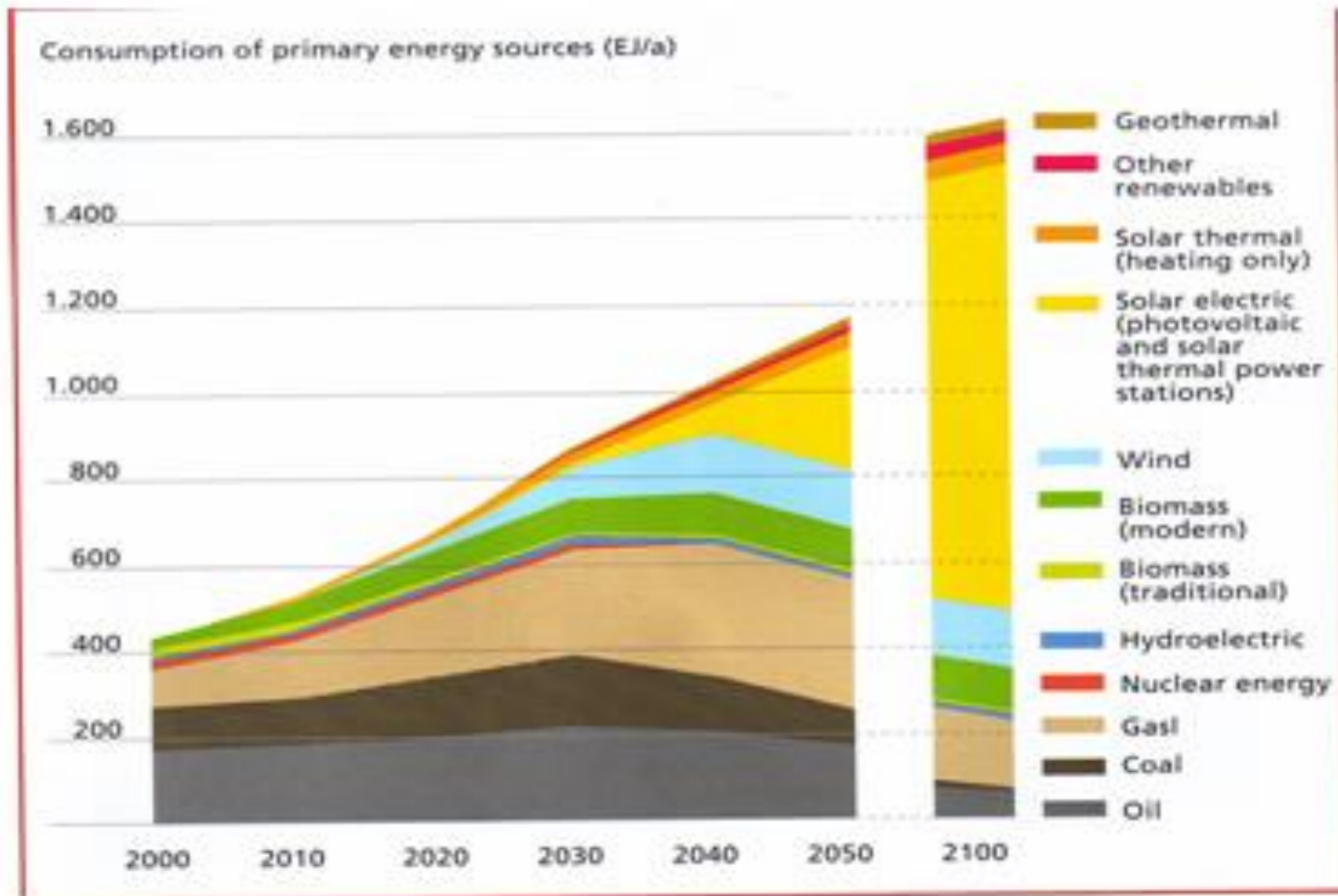
Unité : Milliard de tep



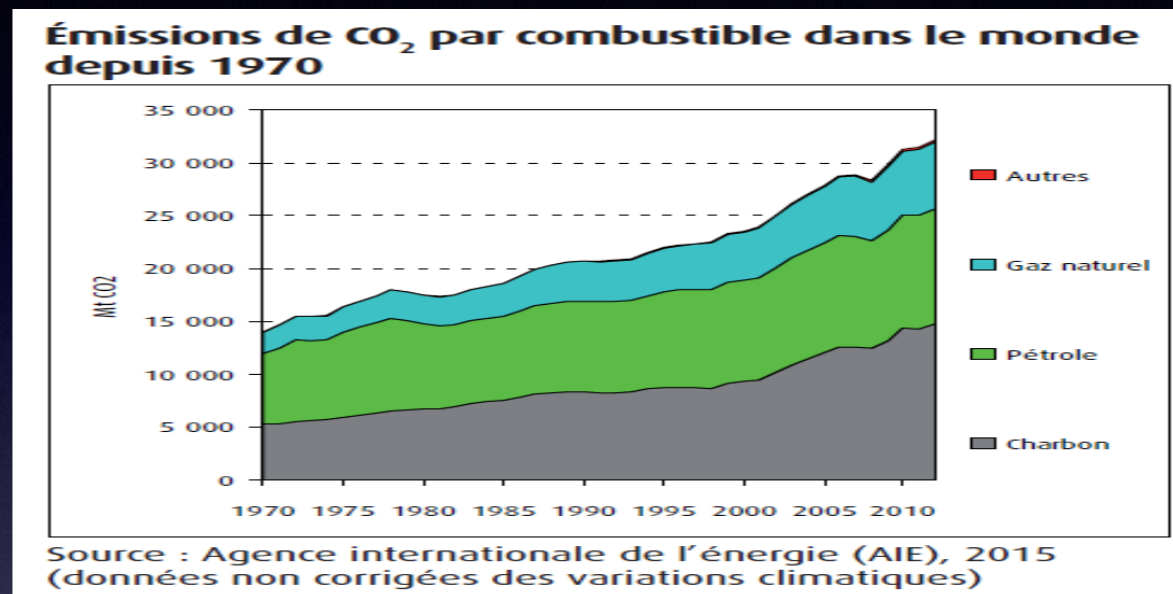
Total toutes énergies : 784,7 Mtep

Source : Observatoire de l'Énergie d'après BP Statistical Review (juin 2001)

Substituer des renouvelables



Source: WBGU, Fraunhofer magazine



La conférence de Jacques Percebois en 2016

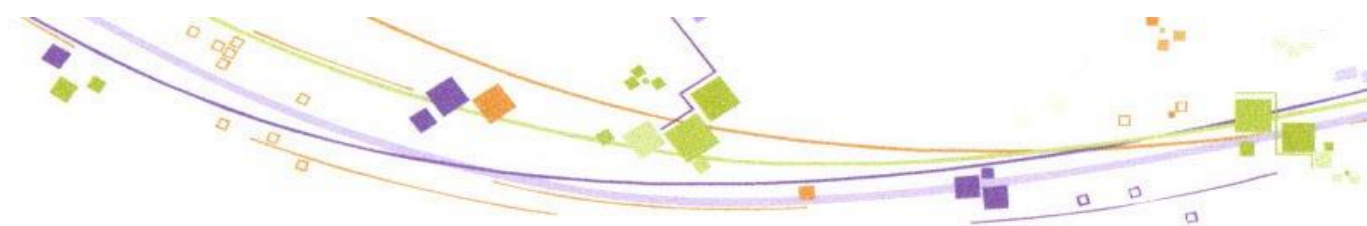
(JP. Hansen, J. Percebois, *Energie: économie et politiques*, 2^{ème} ed., de Boeck, 2015)

Université de Strasbourg
Faculté des Sciences Economiques et de Gestion

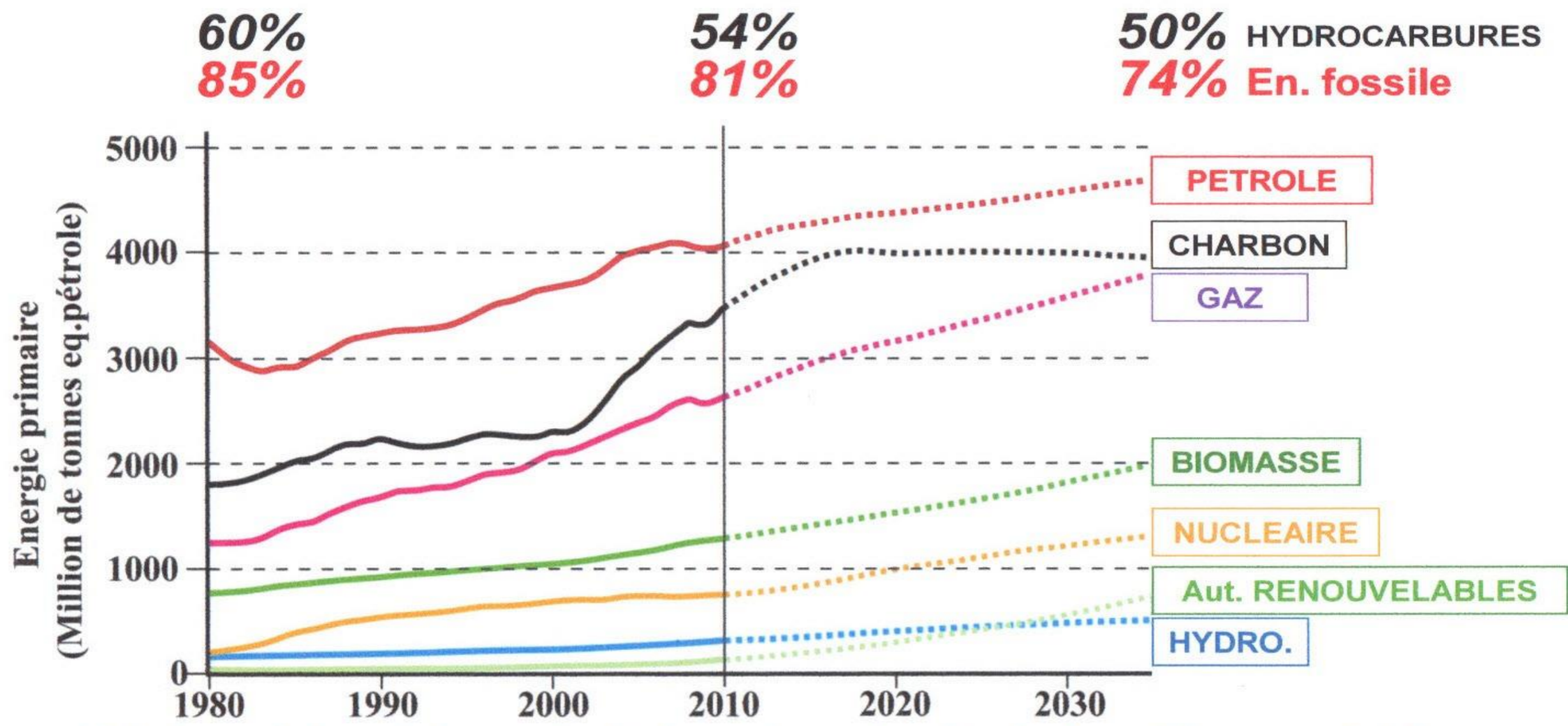
**Vers une transition
énergétique bas carbone?**

Jacques PERCEBOIS

**Professeur Emérite à l'Université de Montpellier
(CREDEN/ Art-Dev, UMR CNRS)**



L'évolution du mix énergétique mondial.

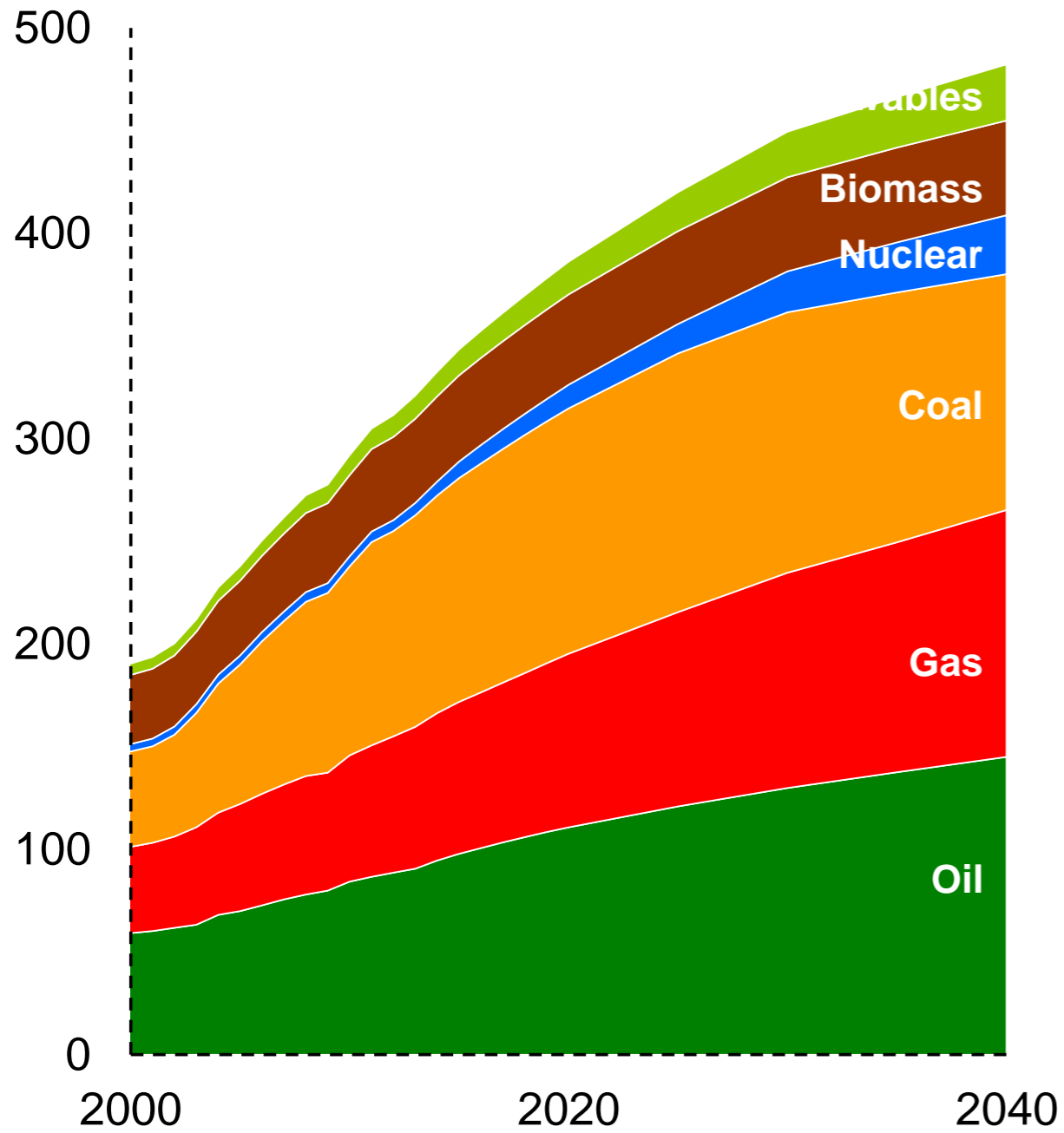


Malgré une baisse de la part des hydrocarbures dans le mix énergétique mondial, leur consommation continue à progresser.

© 2011 - IFP Energies nouvelles

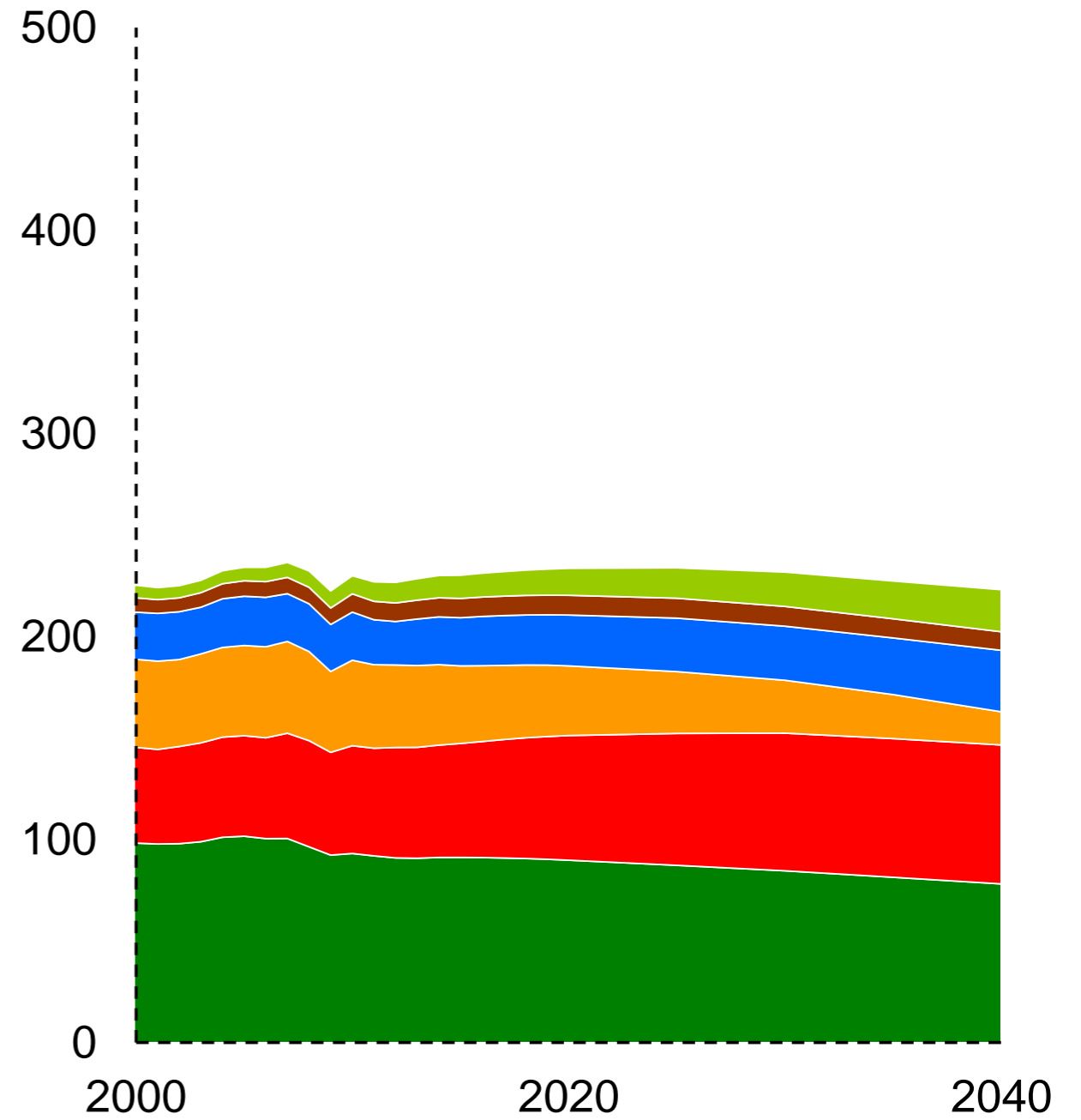
Tale of Two Worlds

Non OECD



Percebois, 2016

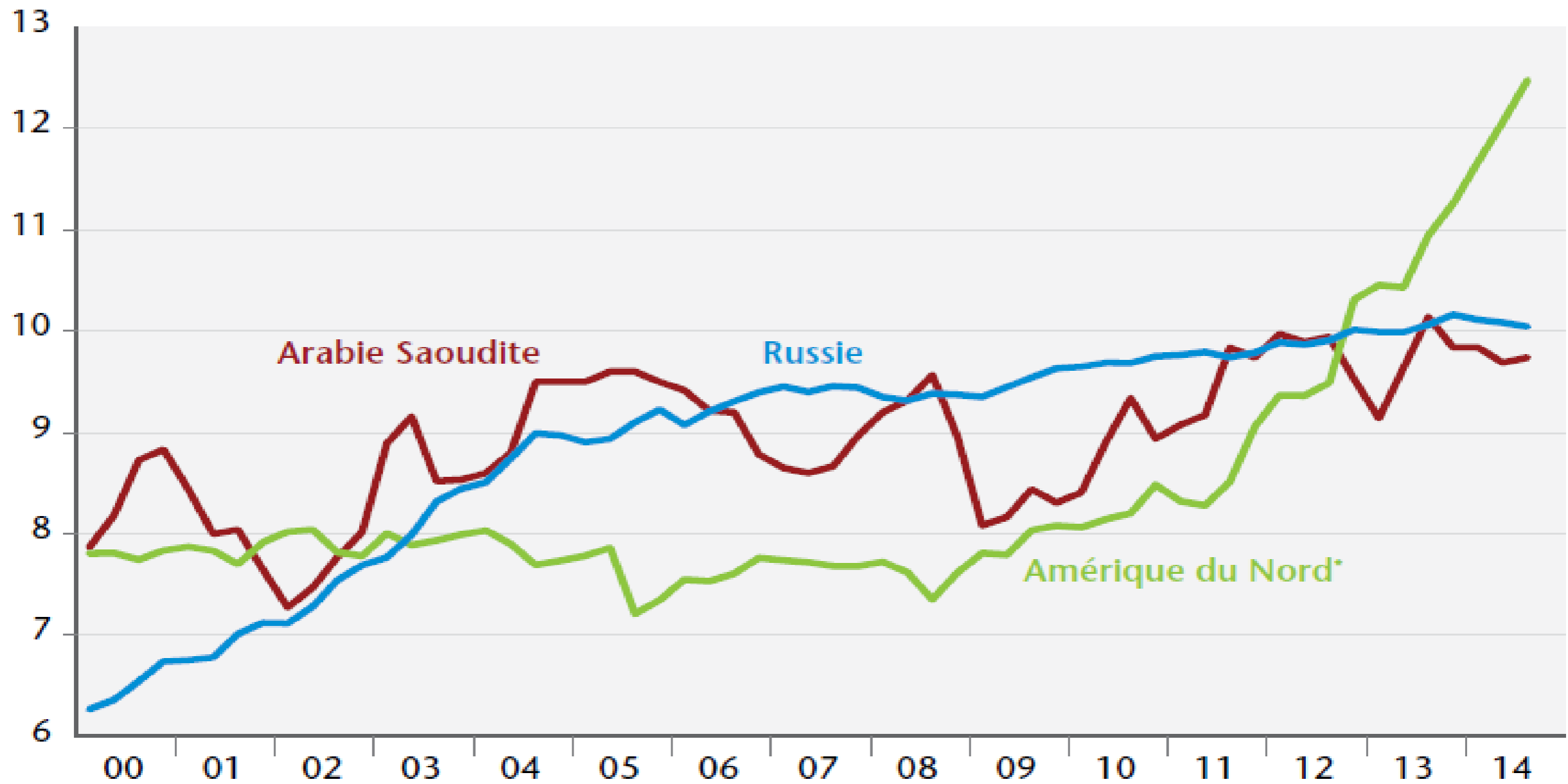
OECD



18

Graphique 3. Production de pétrole des trois principaux producteurs

En millions de barils/jour

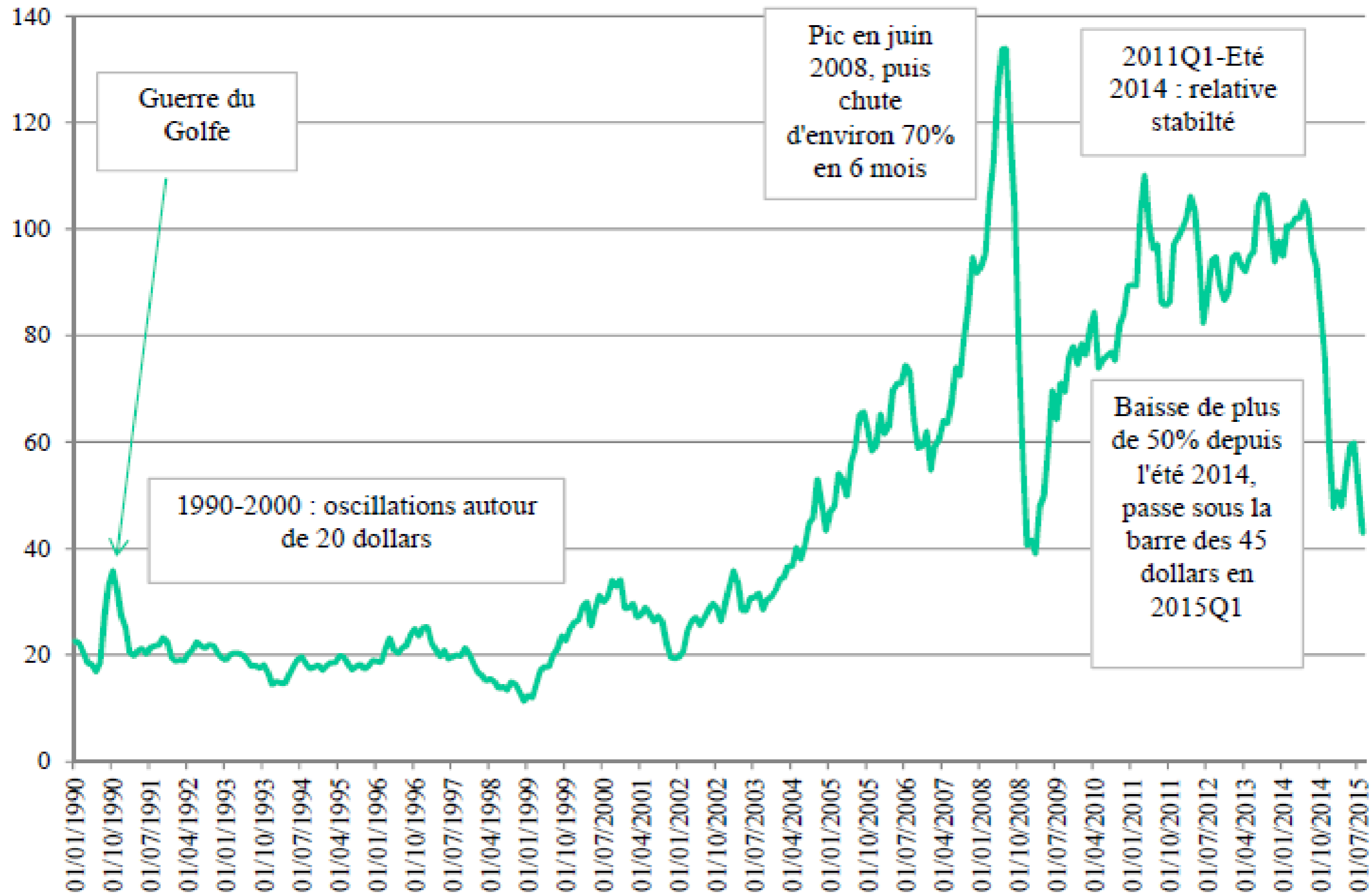


* États-Unis + Canada.

Source : Energy Information Administration.



Prix du pétrole brut



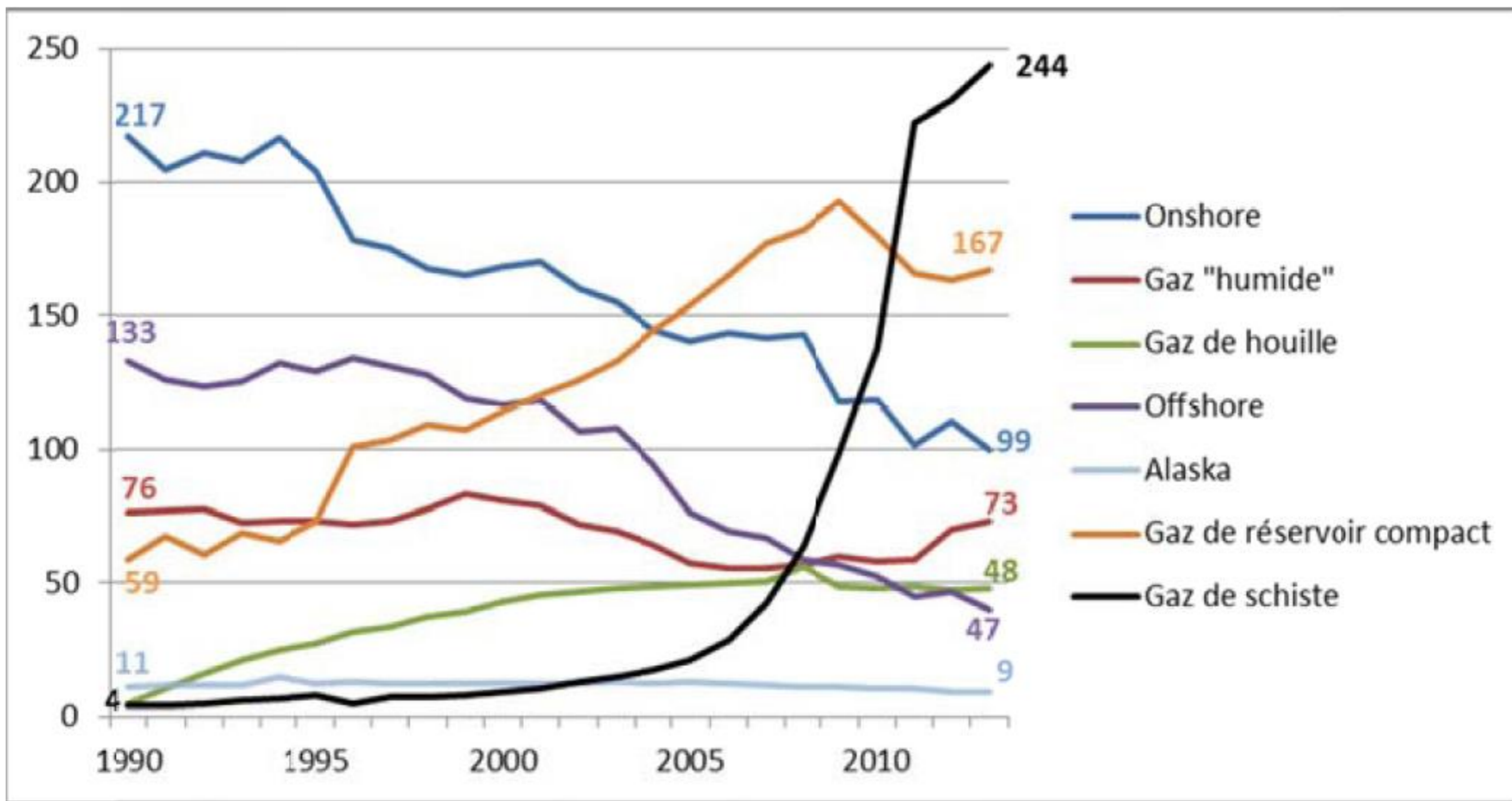
septembre 2015

Club du CEPII

2

Percebois, 2016

PRODUCTION AMÉRICAINE DE GAZ PAR CATÉGORIE ENTRE 1990 ET 2013 (GM³ /AN)

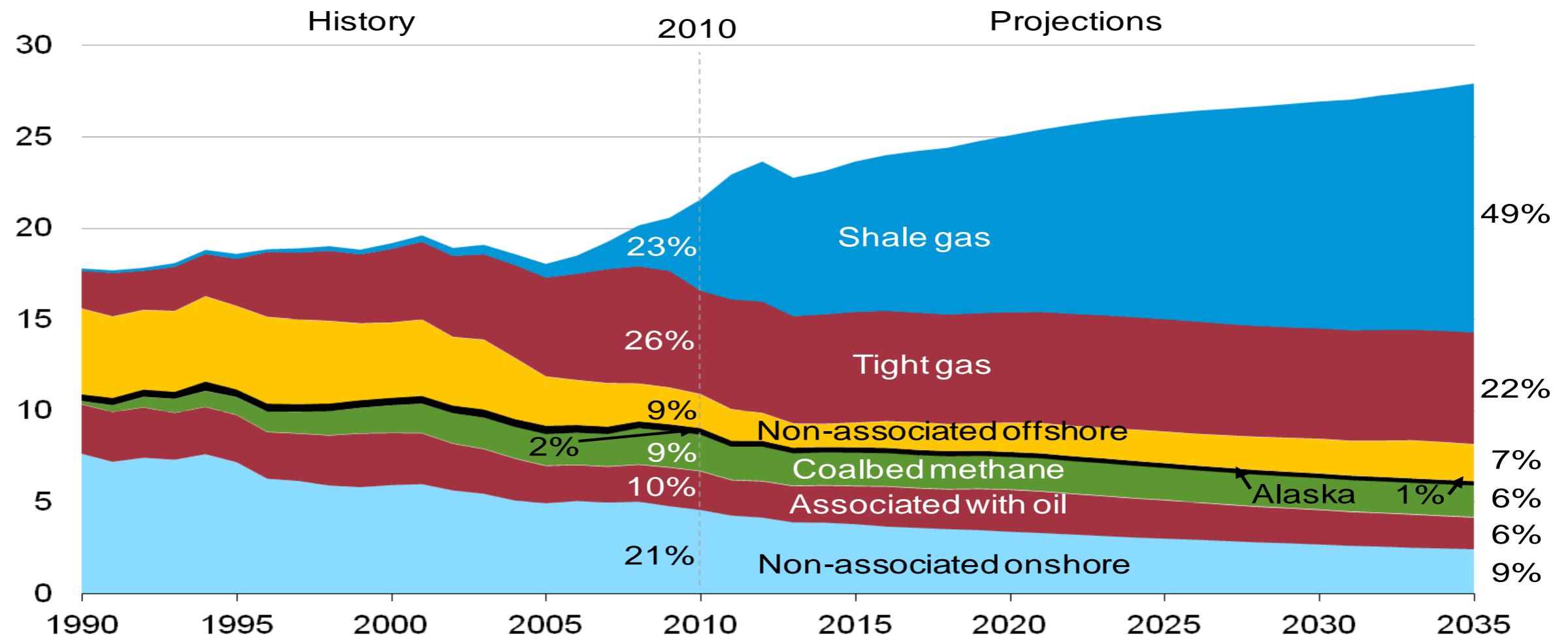


Source : d'après Energy information agency (EIA) http://www.eia.gov/energy_in_brief/article/about_shale_gas.cfm

Percebois, 2016

Développement rapide et inattendu des gaz non conventionnels aux Etats-Unis

U.S. dry gas production
trillion cubic feet per year

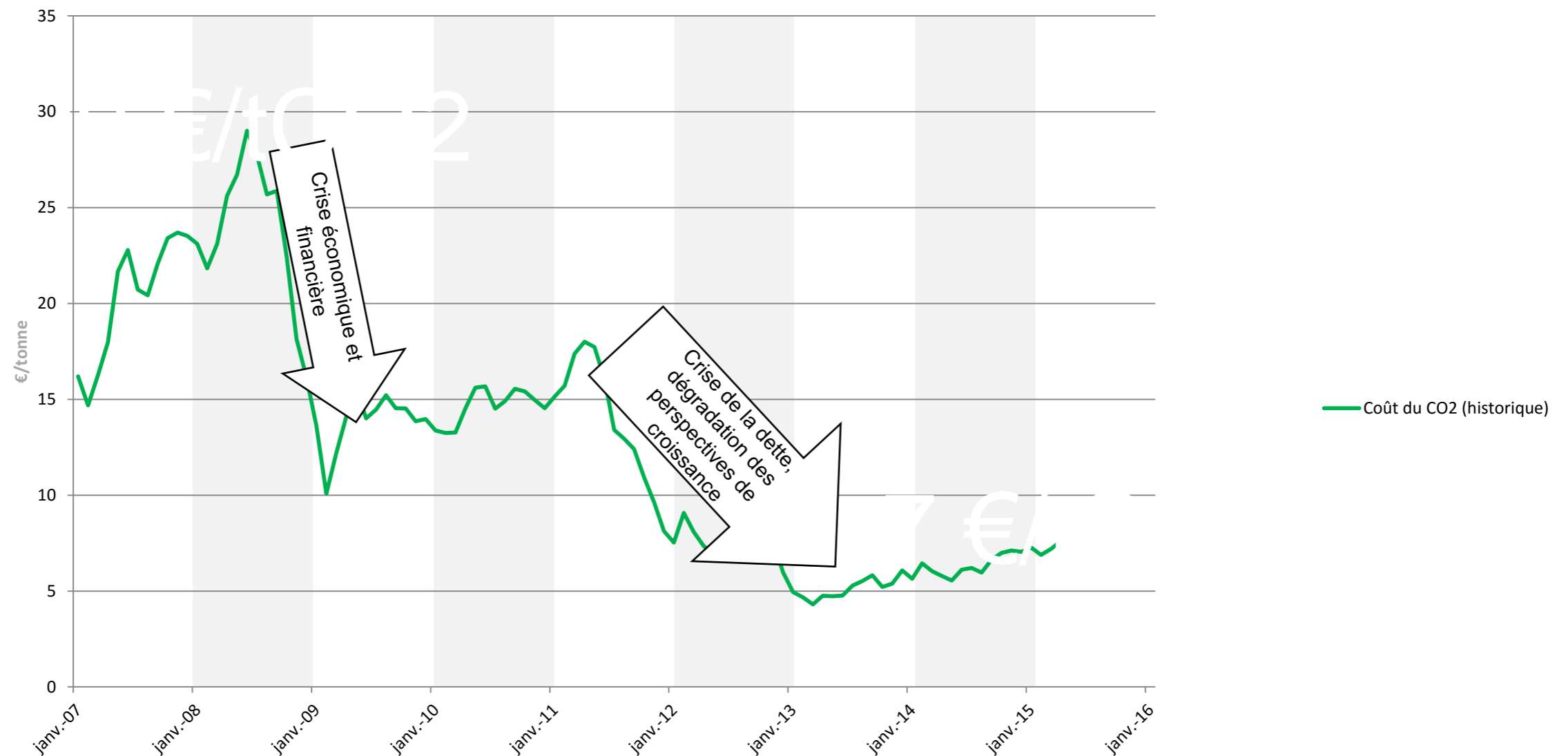


Source: EIA, Annual Energy Outlook 2012

- **Facteurs explicatifs**
 - Rentabilité rapide assurée par les liquides et le pétrole associés
 - Attractivité financière des compagnies pour les fonds d'investissements
 - Obligation de mettre en production des puits attachée aux droits d'exploitation des licences
 - Incitations fiscales pour les petits producteurs

Cours du CO2 et des matières premières

- **Evolution du prix du CO2 depuis 2007**



- **Depuis 2012, le prix s'est effondré à des valeurs inférieures à 10 €/tonne**, loin des valeurs permettant d'orienter les investissements vers des industries moins émissives

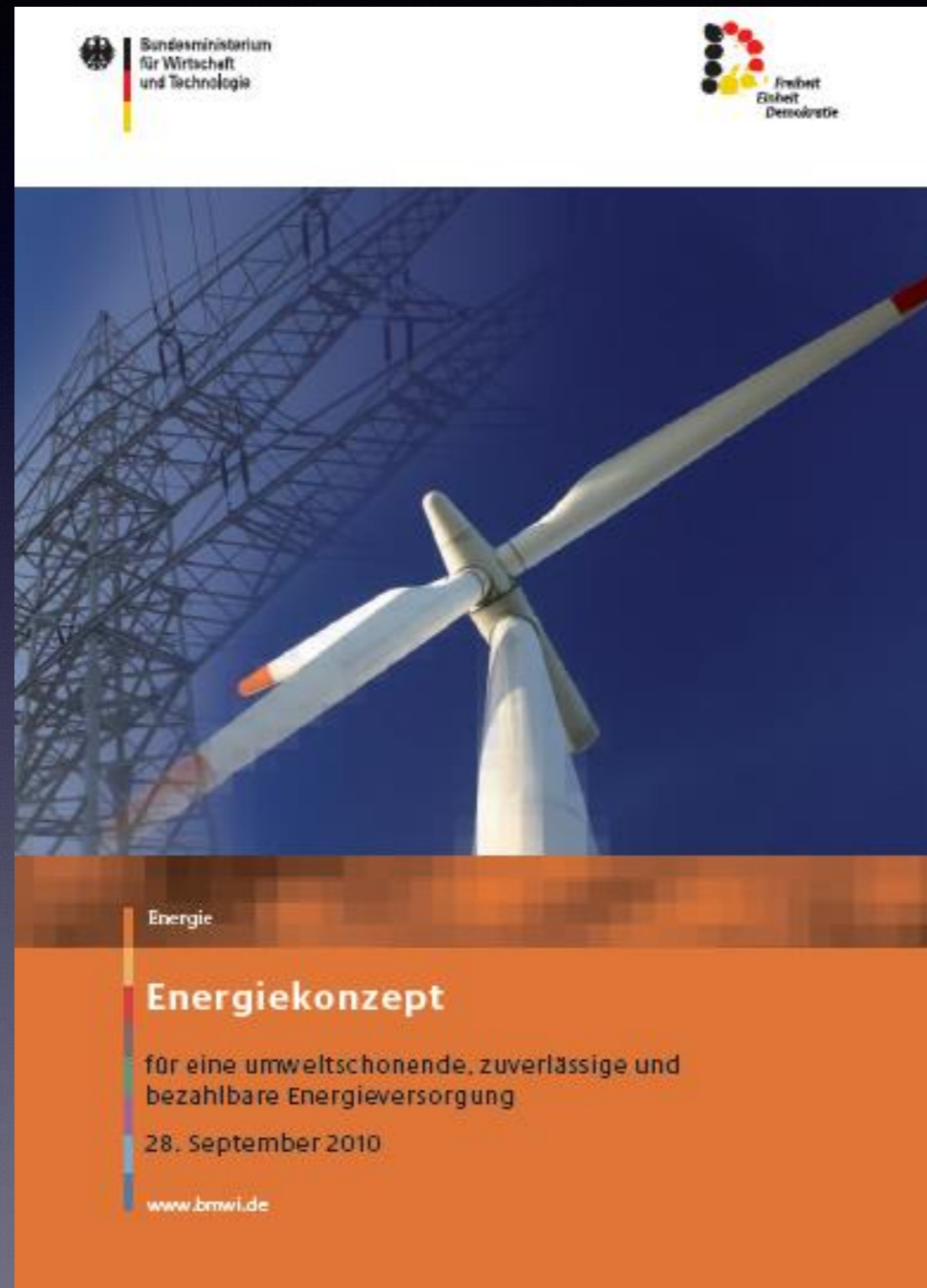
Argumentaire de J. Percebois

- **1 Réduire la part des énergies fossiles avant tout pour des raisons environnementales et non en raison de leur épuisement, mais ne pas sous-estimer les inerties du système.**
- **2 Favoriser la pénétration des énergies bas-carbone, en particulier dans le secteur de l'électricité (renouvelables et /ou nucléaire) mais éviter les effets pervers de certaines incitations publiques**
- **3 Introduire progressivement un prix du carbone pour orienter les choix mais tenir compte des contraintes d'équité entre pays et entre catégories sociales.**

Que s'est-il passé qui explique une telle révision de vision prospective et d'agenda politique?

- **Progrès dans les technologies d'extraction (même pas anticipés par les grands groupes)**
- **Evolution constante (et cependant mal anticipée) de certaines technologies renouvelables: typiquement le solaire**
- **Prise de conscience mondiale des risques environnements:**
 - malgré les tentatives de désinformation de certains lobbies négationnistes
 - « grâce » à une aggravation surprenante du rythme de dégradation : changement climatique (partout) et pollution (typiquement en Chine et en Inde)
- **Enjeux géopolitiques et stratégiques (typiquement: Arabie Saoudite vs USA vs Iran vs Russie...)**

Et l'Allemagne ?



Une péripétie allemande

福島

fuku

shima

Rappel des faits

- En 2011, après une décennie de tergiversations, l'Allemagne décide, sous le coup de Fukushima, de sortir du nucléaire (une « heureuse » circonstance pour pouvoir enfin trancher)
- Angela Merkel décide de fermer immédiatement 7 centrales, puis les autres sous dix ans. (Nucléaire = 20% de l'électricité)
- Politique incitative très appuyée en faveur des EnR. En principe l'*Energiewende* devait se faire à CO₂ constant car ni le nucléaire ni les EnR n'en émettent

L'ENERGIEWENDE ALLEMANDE

La perspective économique: Les défis, les acquis, les perspectives

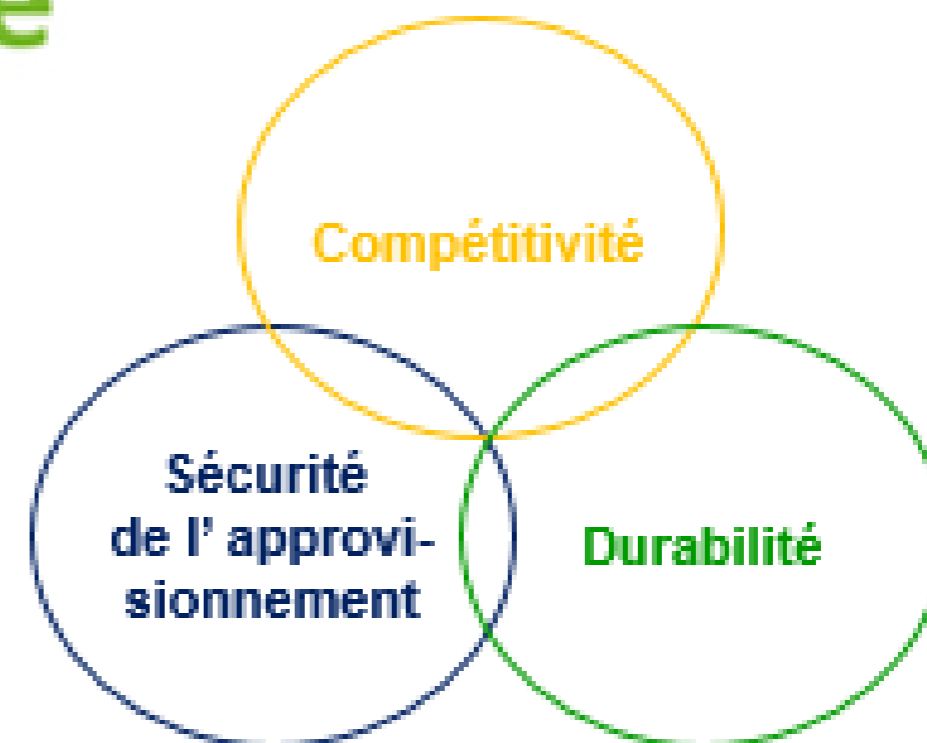
Marc Ringel

Professeur à l'Université des sciences appliquées
Nuertingen-Geislingen (NGU)

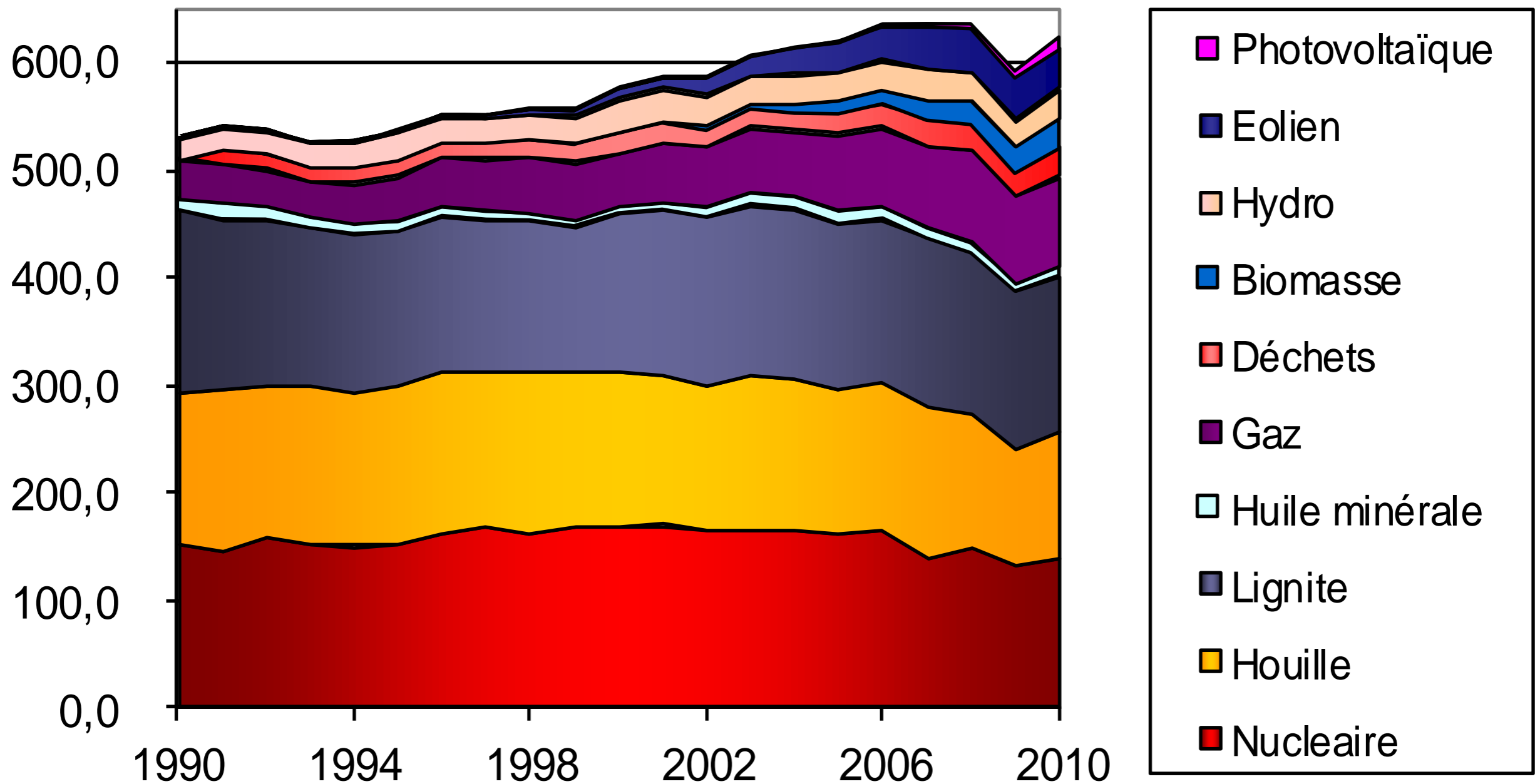
Strasbourg, 12 Novembre 2014

Le concept de l'Énergiewende

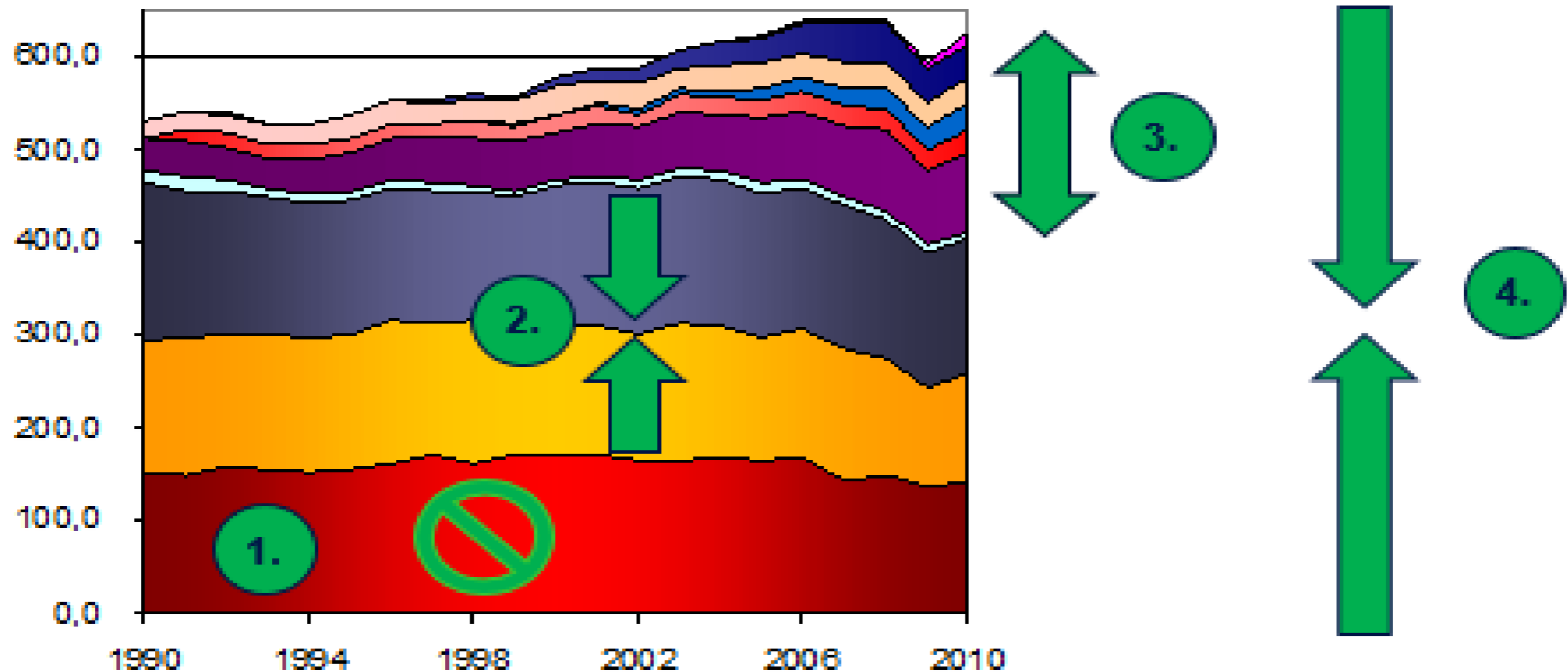
Energie
für Deutschland



Production d'énergie en Allemagne



Les objectifs



Source: BMWI Energiedaten 2014

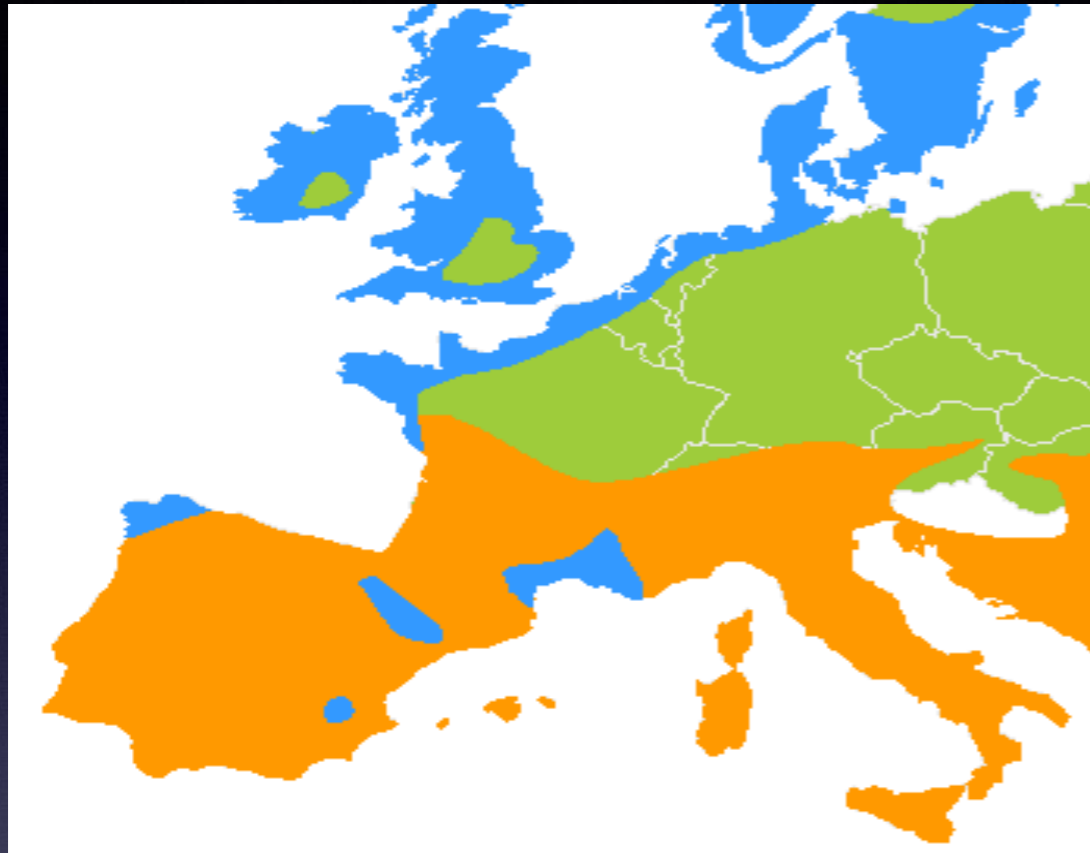
(1) Sortir du nucléaire

(2) Réduire la demande

(3) Développer les EnR

(4) Renforcer les réseaux

EnR & réseaux: un premier problème



Source: EU-Kommission, DG ENER, 2011



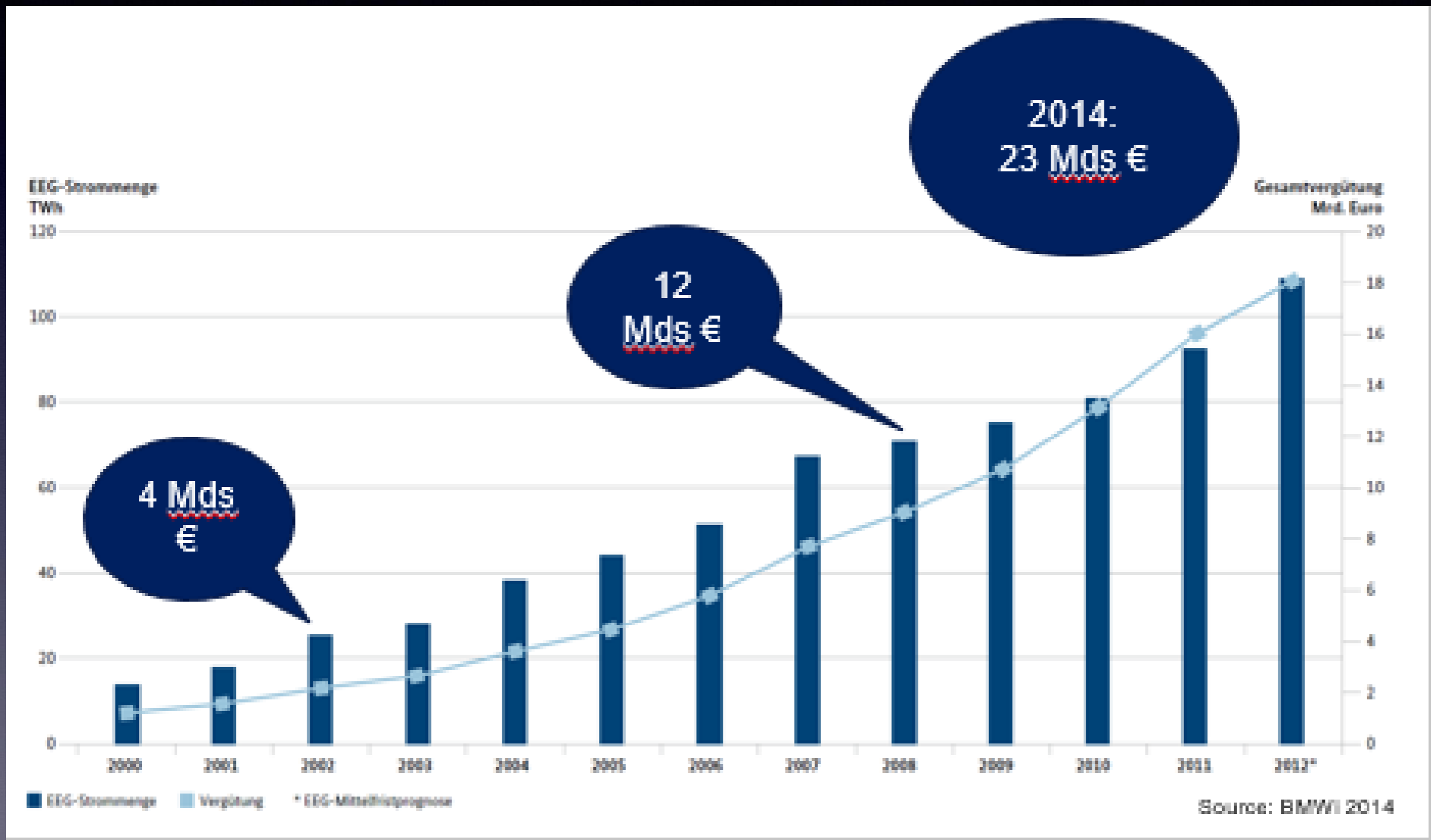
Source: Marc Ringel 2014

Subventions aux EnR

- Les réseaux allemands ont l'obligation d'acheter toute l'énergie éolienne, solaire et biologique produite sur le territoire.
- Le prix imposé par la loi est très élevé
- Il est supporté par les consommateurs via la surcharge EEG (Erneubaren Energie Gesetz)

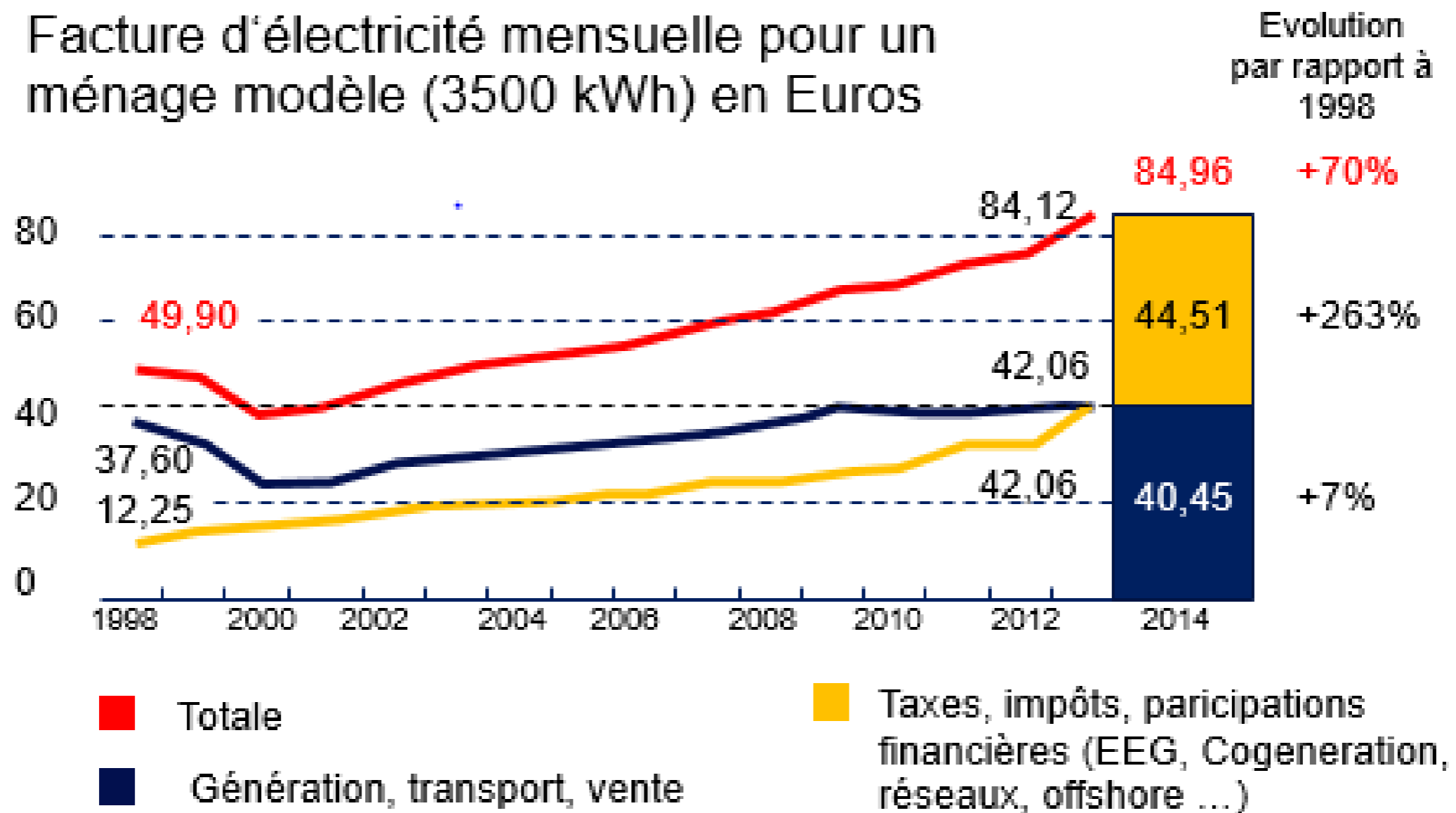
Mit der EEG-Umlage wird der Ausbau der Erneuerbaren Energien finanziert

Volume (TWh) et coût de la compensation (*Vergütung*) EEG de 2000 à 2012

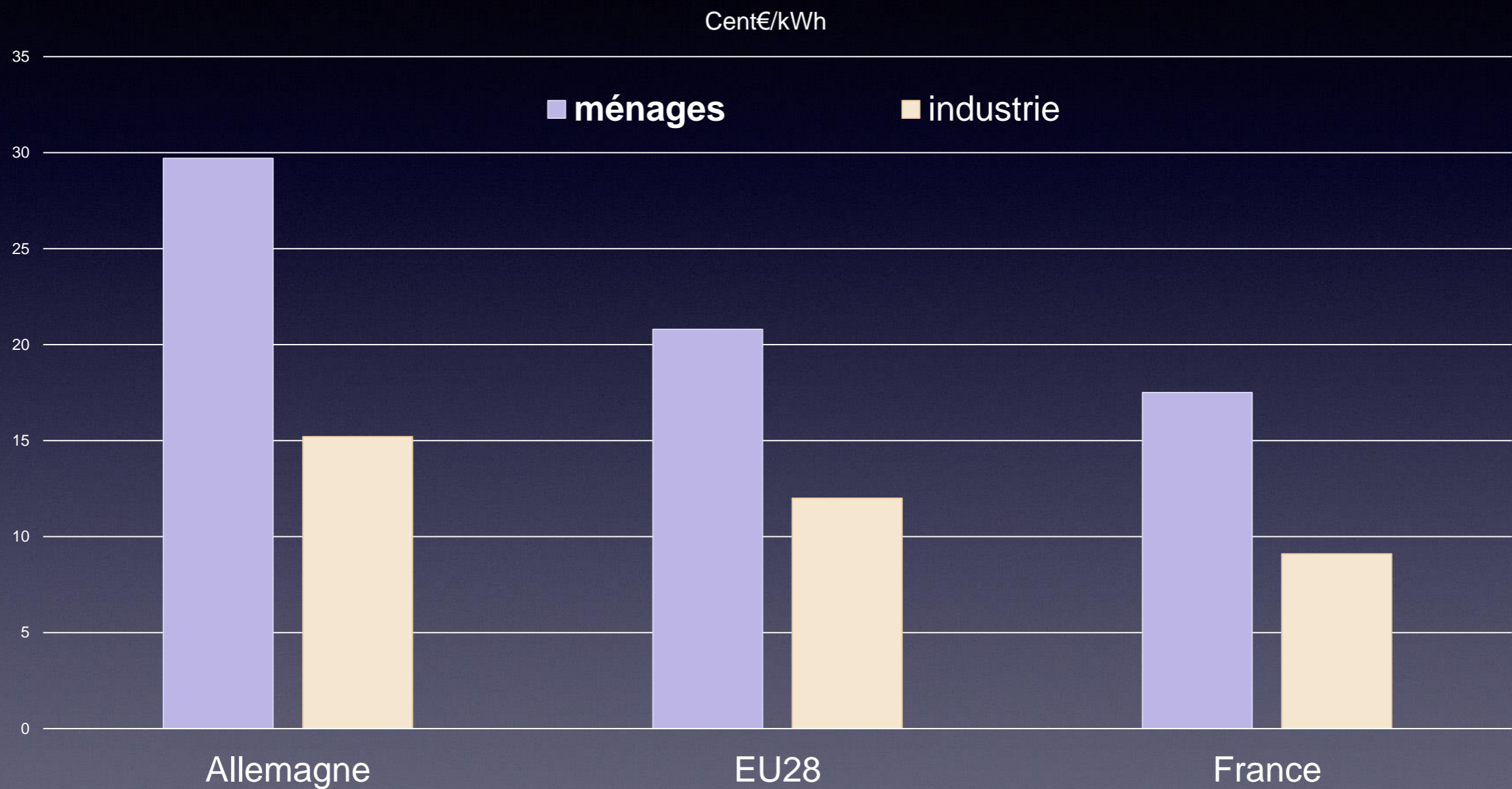


Evolution de la facture d'électricité

Facture d'électricité mensuelle pour un ménage modèle (3500 kWh) en Euros



Comparaison internationale des prix (2014)



Enfin, qui supporte les coûts de la transition?

- Elle pèse plus sur les ménages que sur les entreprises (prix-ind/prix-ménage = 52% en Allemagne contre 58% EU28)
- Elle pèse proportionnellement plus sur les ménages pauvres que riches car la consommation n'est pas linéaire avec le revenu (R. Prud'homme, *Commentaire*, 2014)
- Les entreprises ont des rabais (et surtout les grosses qui consomment beaucoup)

Apparemment, la population est particulièrement bienveillante...

Pourquoi ça a marché si longtemps, et déjà bien avant Fukushima?

- Accord fondamental des citoyens avec l'Energiewende
- Sauts des prix pas avant les années 2011-2013
- Les ménages ont participé (PV)
- Les producteurs étaient Allemands (PV + éoliens)
- Les industries qui opéraient sur échelle internationale étaient exonérées du paiement

Fin 2010/2011: Les choses ont commencés à tourner mal:

- Trop d'exemptions (lobbysme)
- Prix négatifs montrent la mauvaise conception de l'EEG
- Coûts des opérateurs pour balancer l'intermittence

Problèmes aggravants (1)

La transition énergétique américaine (*shale oil & gas*) a bouleversé la donne mondiale:

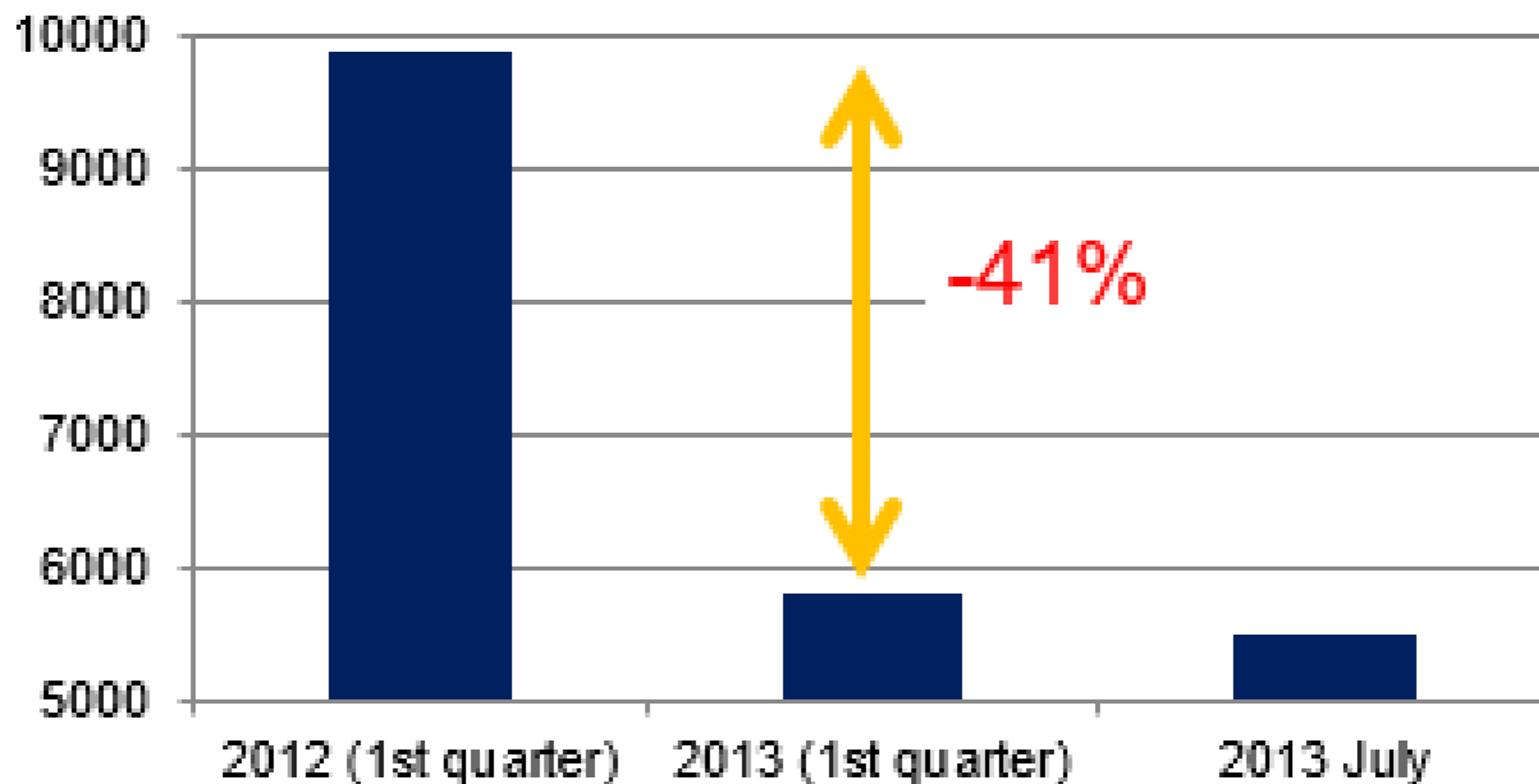
- Grosse baisse du prix du gaz en Amérique
- ⇒ substitution massive au charbon (bravo, c'est politiquement correct en termes de CO₂)
- Comme le gaz est beaucoup moins transportable que le charbon à travers l'Atlantique: le gaz reste cher en Europe alors que le charbon américain est bradé
- La logique des marchés fait donc que l'Allemagne est poussée, elle, à consommer du charbon plutôt que du gaz pour faire la partie non renouvelable de la production d'électricité...En plus du lignite national !

Problèmes aggravants (2)

- La production solaire + éolien *en pointe* peut devenir énorme tout en étant achetée « administrativement » à prix très élevé.
 - Exemple, le 24 mars 2013 à 14h: 69% de l'électricité produite en Allemagne (mais 3 jours plus tôt à 19h c'était 2%)
- Hérésie économique: plus on produit d'énergie subventionnée, plus cela fait chuter le prix de marché.
 - Il arrive, en pointe de production EnR, que le prix de l'électricité devienne négatif en Allemagne

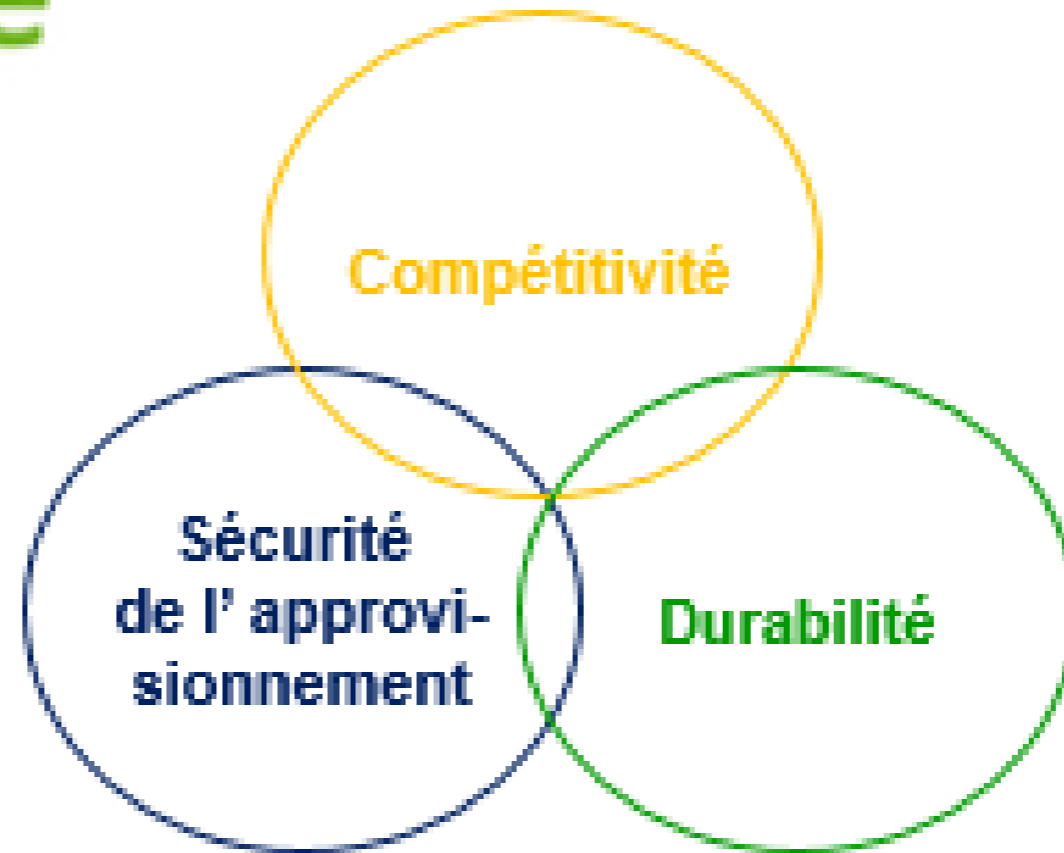
Et la question de l'industrie nationale... (concurrence chinoise sur les équipements)

Emplois dans le secteur solaire allemand



Conclusion?

Energie
für Deutschland






Positiver?

- Améliorer la loi **EEG** et ses modalités d'application
- Il reste des paris industriels qui peuvent être gagnés pour tirer un **avantage concurrentiel** de la stratégie de transition: technologies de production, mais aussi de transport, transformation, métrologie, contrôle informatisé, etc. des EnR.
- Solutions technologiques à développer pour résoudre le problème lancinant du **stockage de l'électricité** : *electricity to gas*: hydrogène, méthane...
- *Smart grids* et objets techniques intelligents dans un **système complexe** de production-consommation-stockage décentralisé); nouvelle conception de l'urbanisme et des systèmes de transport, etc.

L'exemplarité de Freiburg

Transition énergétique à Freiburg 

Fonctionner sans énergies fossiles ni nucléaires d'ici 2050?

Efficacité énergétique et
Energies renouvelables

La stratégie de Freiburg

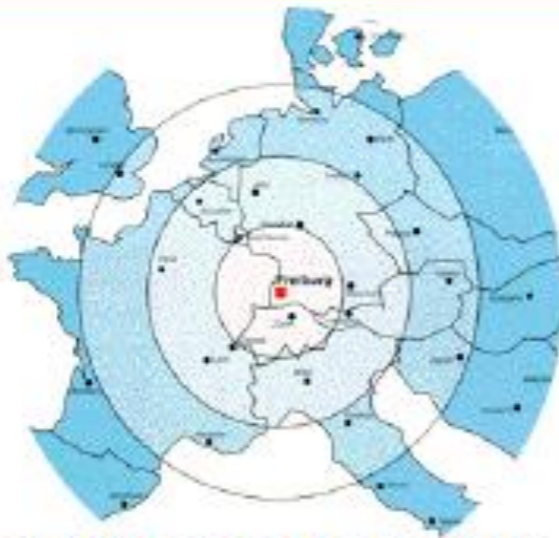
Astrid MAYER Septembre 2015 www.freiburg-future-lab.eu 1

Conférence APR
Astrid MAIER
30 septembre 2015

Population et gouvernance municipale en accord

Transition énergétique à Freiburg

Freiburg
Future
Lab



About the city:

- 220.000 residents - 30.000 students
- Population growing rate about 1 %
- beautiful city with historic old town

Environmental policy:

Officially “most sustainable city” of Germany

- long tradition of environmental policy (since 1970)
- first „green“ mayor in a German big city (since 2002)



Pourquoi l'adhésion de la population est un facteur essentiel

- *Think global, act local*
- Les énergies renouvelables se produisent localement



Transition énergétique à Freiburg

Cogénération dans le Quartier



12 Mio kWh/a chauffage
+ 1,7 Mio kWh/a électricité

production
thermique: pour 2000 logements
électricité: pour 700 logements
Gaz naturel et copeaux de bois

Avril 2019 Septembre 2018 www.Freiburg-Stadt.de

- Accepter l'idée de décentralisation et d'hétérogénéité des situations locales

Citoyens et gouvernance: l'œuf et la poule?

- A Freiburg, tout a commencé avec les citoyens
- Ensuite les autorités municipales ont suivi, en ont fait un axe stratégique et cherché à produire une image

Transition énergétique à Freiburg 

Autopromoteurs innovateurs



Efficacité énergétique meilleures, couts moins importants, Better quality of commons

Astrid MAYER Septembre 2015 www.freiburg-future-lab.eu 32

Transition énergétique à Freiburg 

District „Weingarten West“

Consumption for heating:

- In Weingarten West
- 4 storage buildings: 118 kWh/m²a
- 8 storages.: 88 kWh/m²a
- 16 storage high rises: 68 kWh/m²a

Calender:

- 2007/2008 buildings of 8 and 4 storages
- 2009 first high rise as a projet pilote
- 2021 whole district renovated,

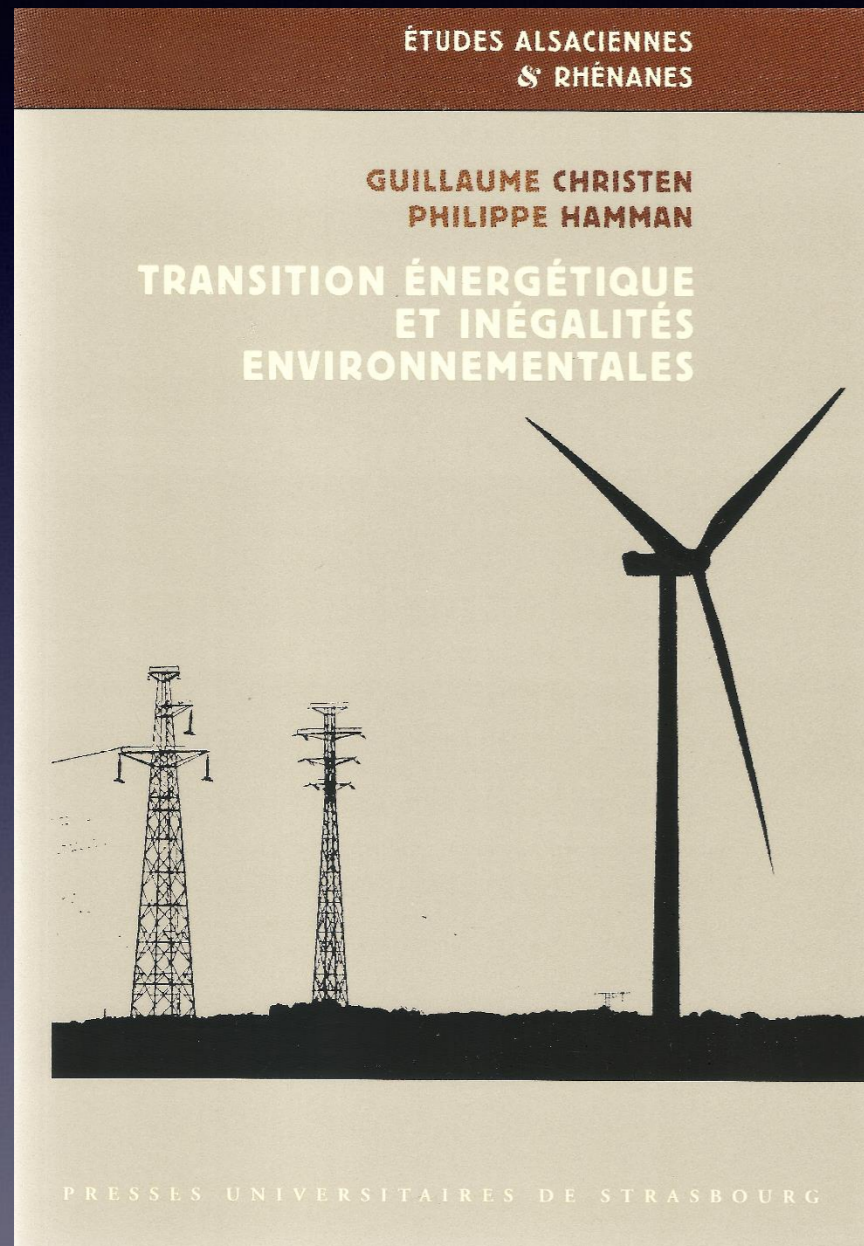
1.214 flats owned by the Fr social housing company

Subsidies:

- From the programme „Soziale Stadt“
- Cheap loans (KfW)
- Other programs of subsidies
- Augmentationn of the rents after renovation



L'acceptabilité sociale de la transition en Alsace



- **Transition énergétique** = un ensemble de changements attendus dans les manières de *produire*, de *consommer* et de *penser* l'énergie.
- Il existe une diversité de positionnements possibles: perceptions différentes selon les pays (p. ex. nucléaire) et les territoires et milieux sociaux (ex. de l'enquête menée en Alsace)

Quelques enseignements tirés de l'étude

- A la Cité de l'III, les interrogés déclarent plus volontiers (40%) qu'à Plobsheim (25%) **accepter** des équipements d'EnR (question de l'impact d'une éventuelle *ferme solaire* sur dans leur champ de vision).
- Globalement, l'étude montre que les capacités à anticiper, à se prémunir et à se mobiliser sont inégalement réparties, en fonction de variables socio-économiques et socio-culturelles.
- Dans le contexte social actuel, la transition énergétique apparaît plus comme **contrainte** imposée aux populations défavorisées - dont on requiert l'assentiment ou qu'on veut inciter (exemple de la durée recommandée de douche dans l'habitat social). Les populations aisées et éduquées sont plus situées du côté **proactif** de la transition.



Merci de votre attention

Jean-Alain HÉRAUD

Personal website
jaheraud.eu

heraud@unistra.fr