

Politiques climatiques, politiques nucléaires: le contexte du début du XXIème siècle

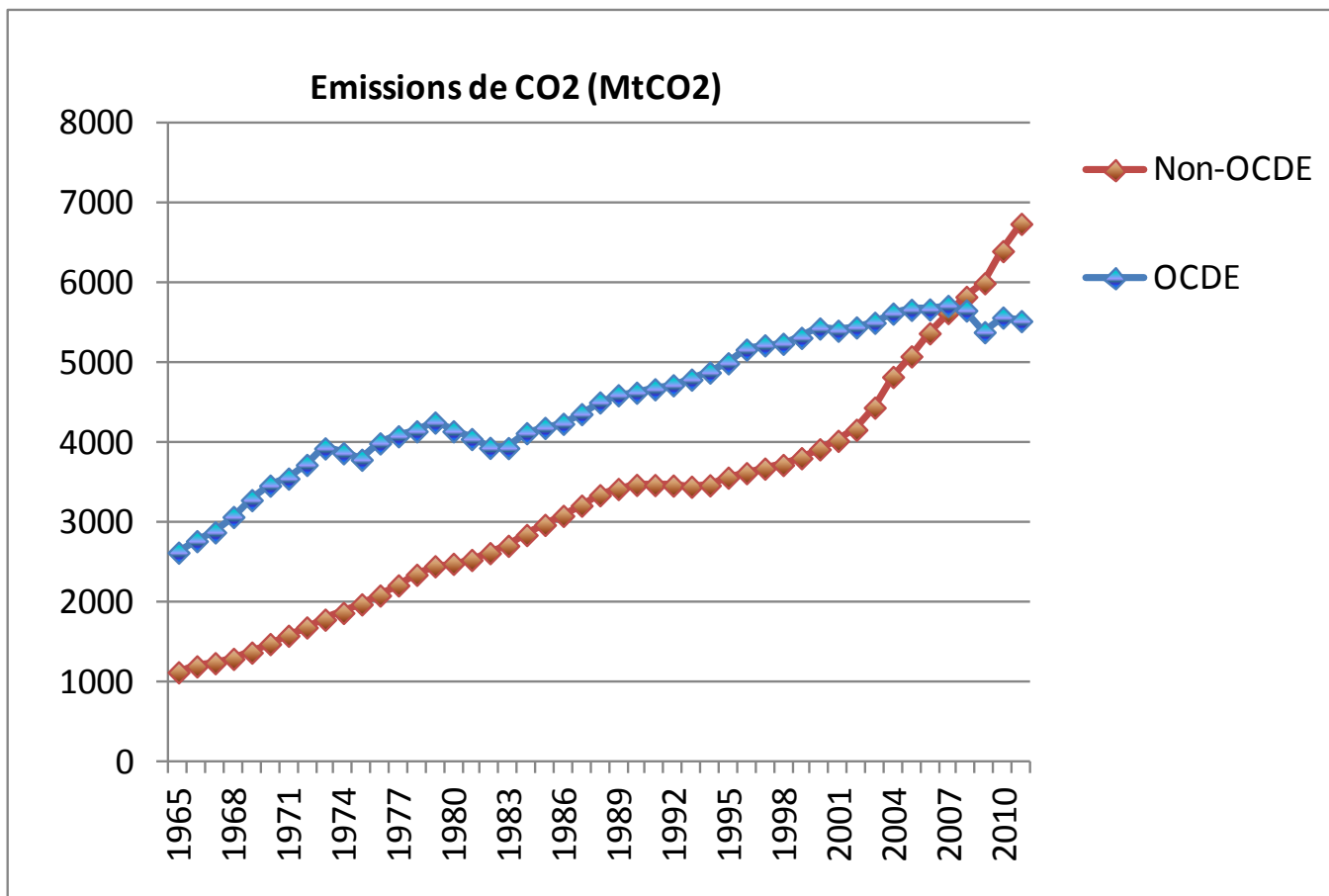
Patrick Criqui

CNRS-Université de Grenoble

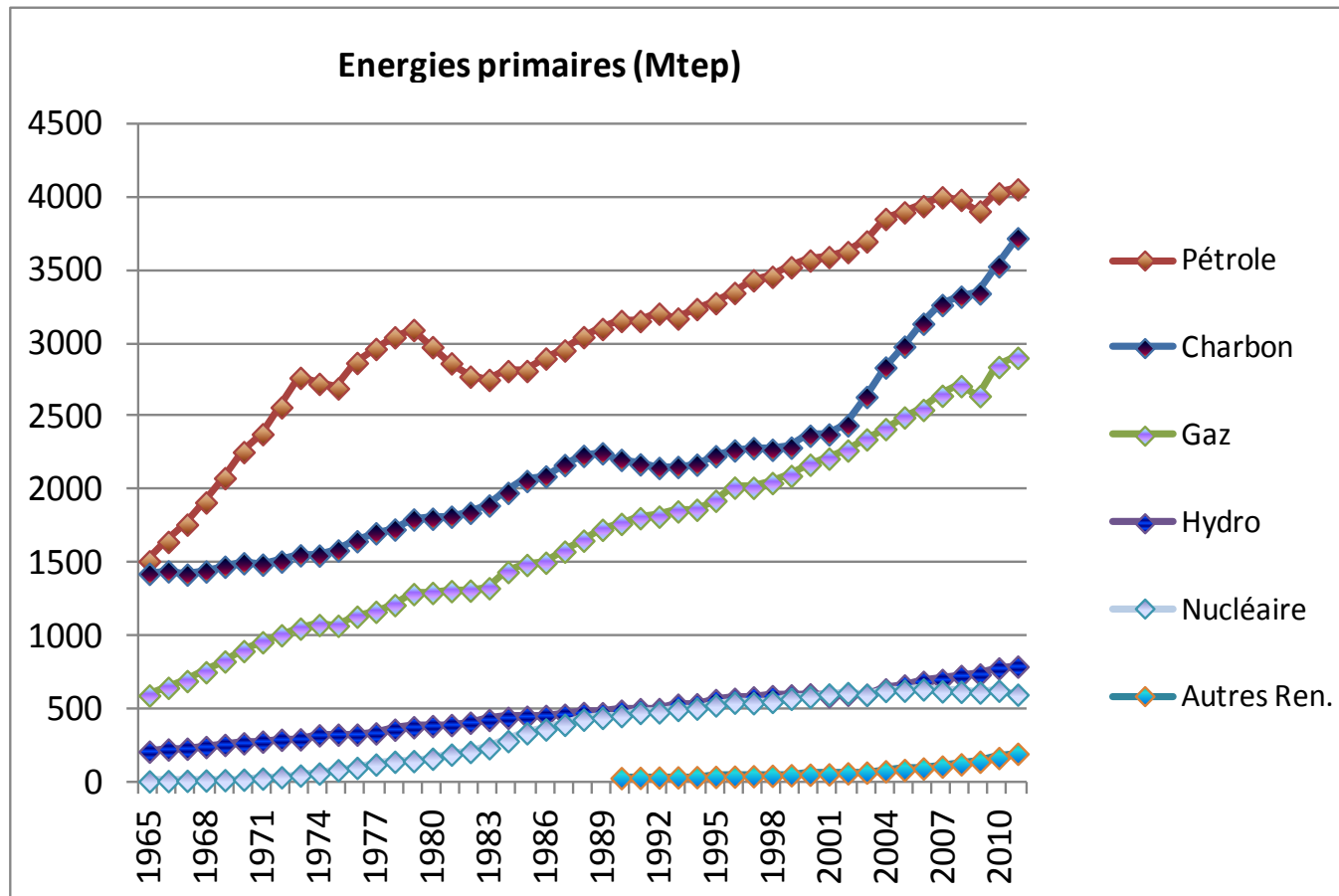


- ◆ ***Dynamiques énergie-climat:
retro- et prospective***
- ◆ ***Un nouveau monde au début
du XXIème siècle***
- ◆ ***Le nucléaire dans la
compétition inter-énergies***

La dynamique des émissions



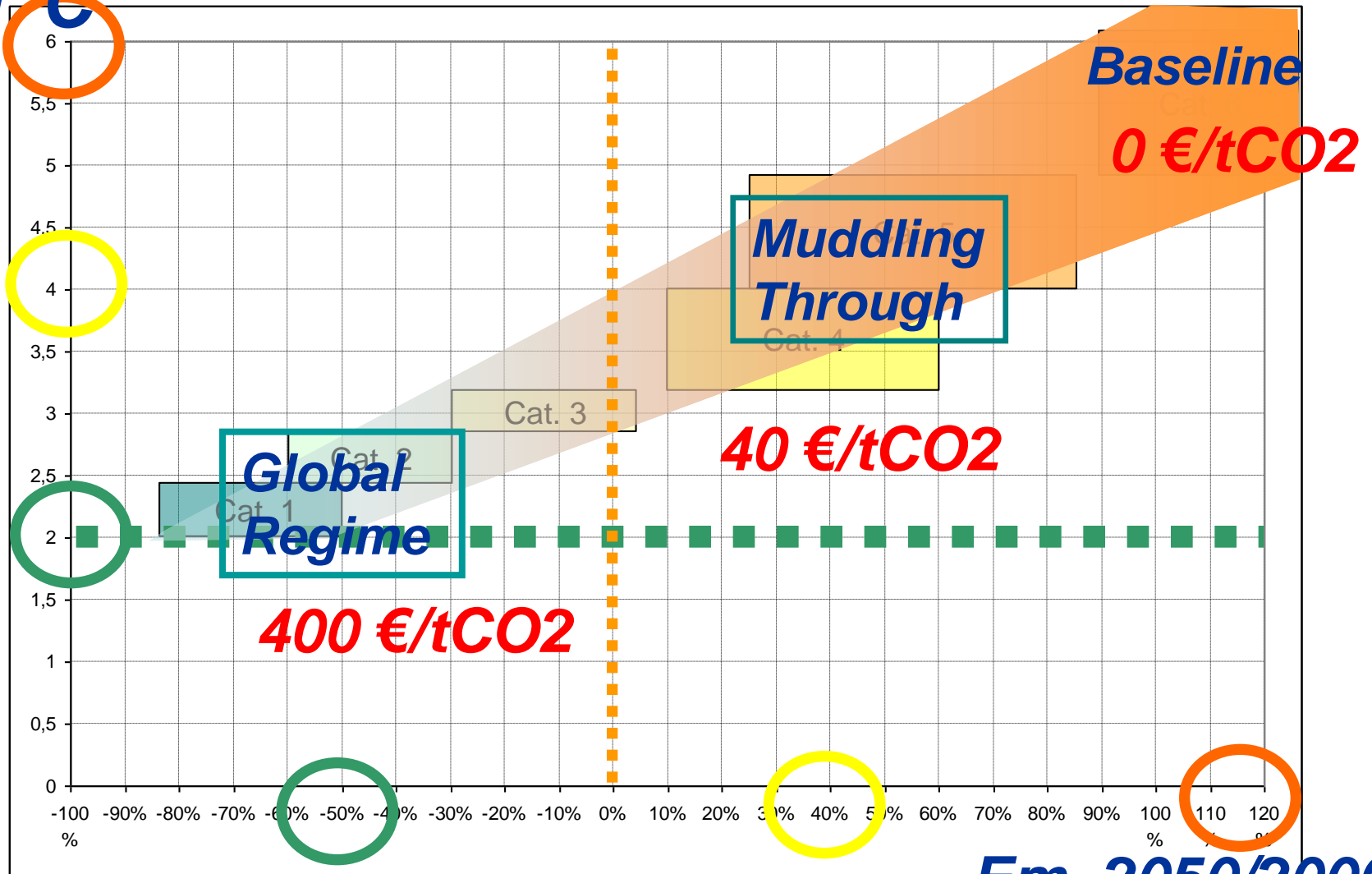
La dynamique des énergies primaires



La relation: émissions 2050 / $\Delta t^{\circ}\text{C}$

(GIEC et projet FP7Secure)

$\Delta T^{\circ}\text{C}$

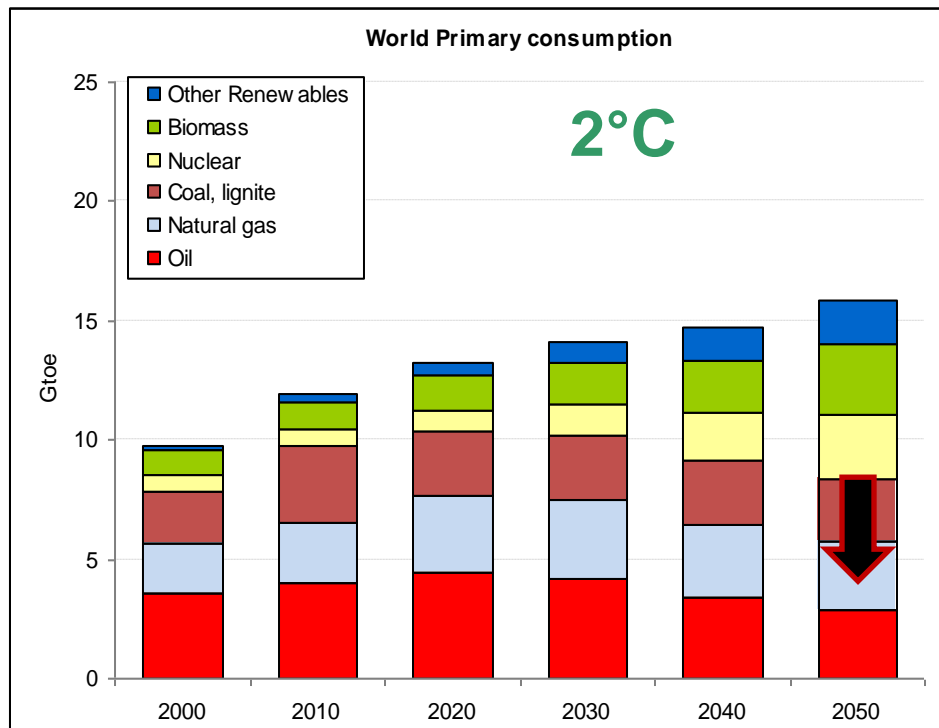
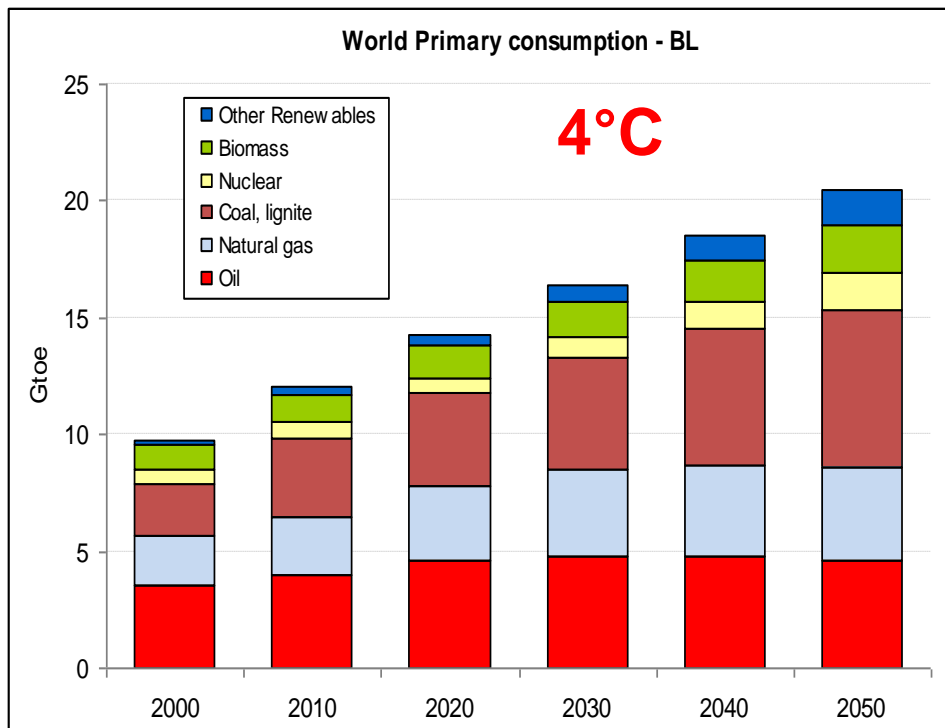


Em. 2050/2000



Le champ des possibles à 2050

- ◆ Avec une population et un PIB respectivement multipliés par 1,5 et par 4, le “laisser-faire” conduit au grand retour du charbon et au doublement des émissions => + 3-4°C dès 2100
- ◆ Une politique climatique responsable (2°C) limite la consommation totale, avec moins de fossiles... et un fort développement de la CSC



4 options et quelques autres pour la réduction des émissions

1. Sobriété et efficacité énergétique
2. Energies renouvelables (biomasse, hydraulique, éolien, solaire)
3. Energie nucléaire
4. Capture et Stockage du CO₂

+

5. Substitution du charbon par le gaz “naturel”
6. Gestion des stocks de carbone dans les forêts et les sols
7. Géo-ingénierie (?)
8. ???



- ◆ *Dynamiques énergie-climat: retro- et prospective*
- ◆ *Un nouveau monde au début du XXIème siècle*
- ◆ *Le nucléaire dans la compétition inter-énergies*

Le contexte du début du XXIème siècle

1. 2005 et 2006: les émissions de CO₂ puis les consommations d'énergie des pays en développement dépassent celles des pays Annexe 1; les émissions de CO₂ augmentent de 40% de 1997 à 2011
2. 2001 puis 2009: après le retrait des Etats-Unis du PK (Bush), la négociation internationale échoue dans la tentative de renouvellement du régime climatique à Copenhague (Obama)
3. 2003-2008: l'envolée des prix du pétrole et du gaz (120 \$/bl, 12 \$/Mbtu) entraine le décollage des gaz de schistes, puis du pétrole de schistes aux Etats-Unis
4. 2008-?: la crise de la dette des pays du Nord fragilise les politiques de financement et d'incitation aux NTE (Nouvelles Technologies de l'Energie); le 3x20 européen remis en question ?
5. 2012: crise des industries de l'éolien et du solaire du fait du fort ralentissement des marchés en Europe et aux Etats-Unis qui entraînent de fortes surcapacités en Chine

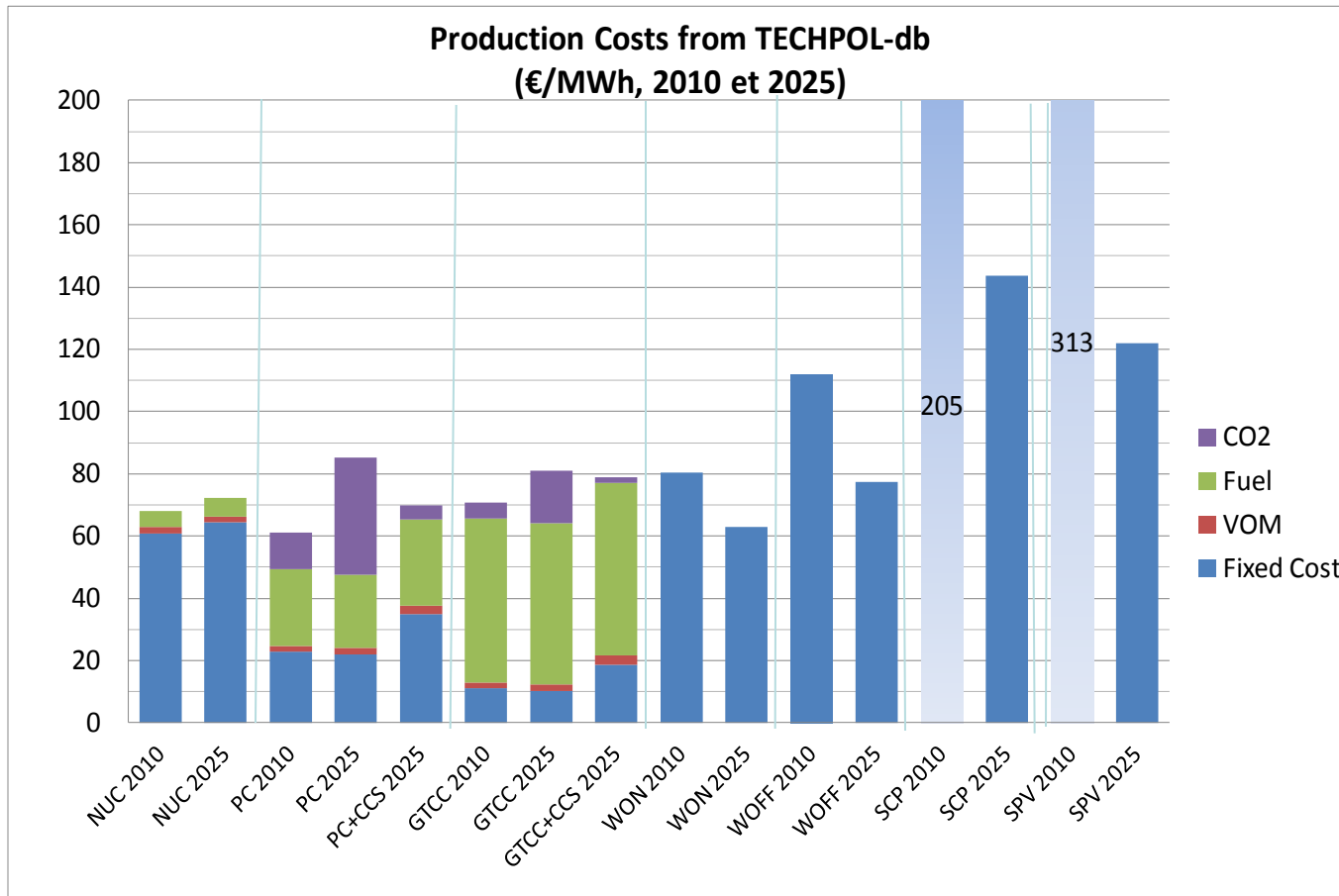


Dans le reflux, des signes avant-coureurs ?

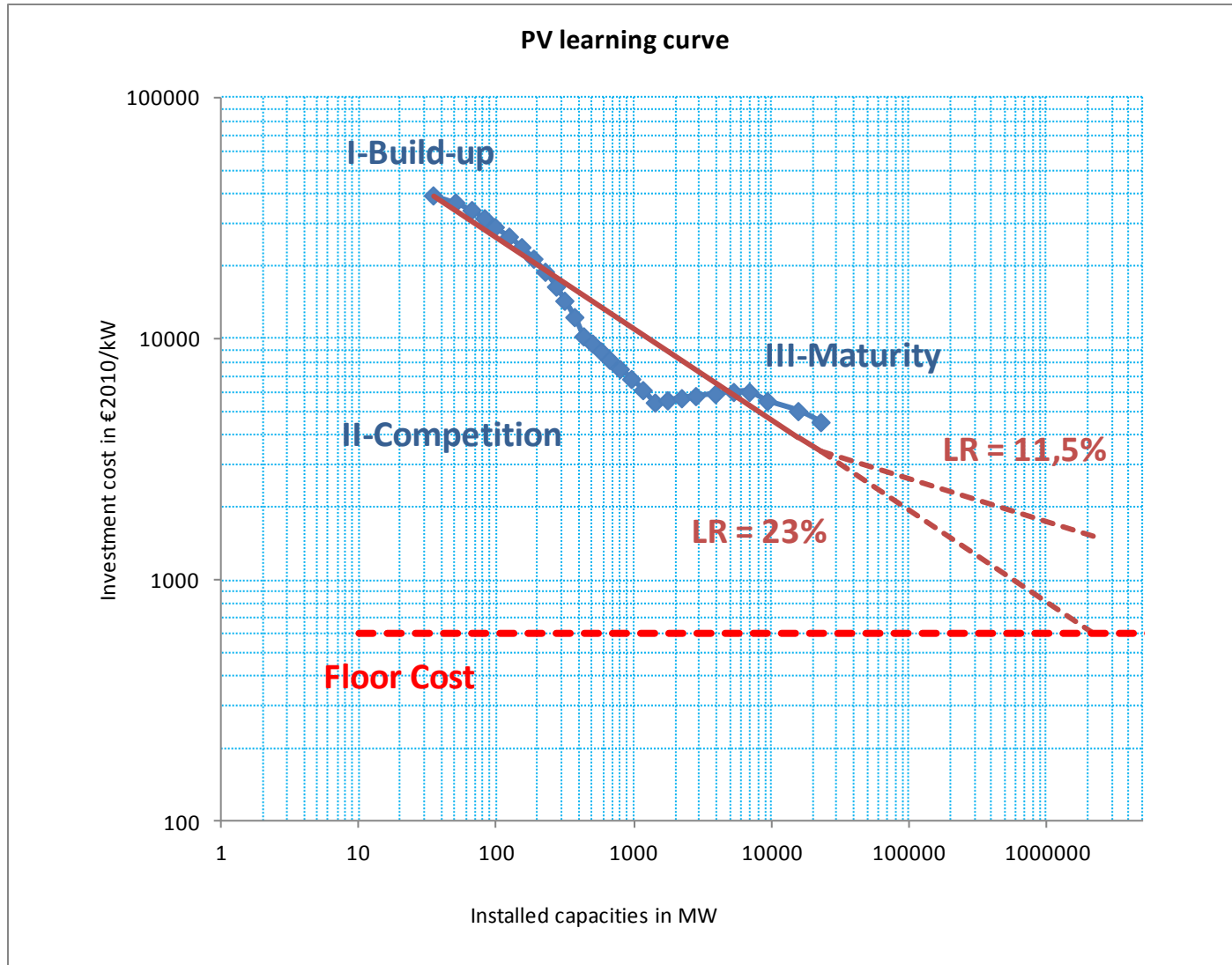
- ◆ Préparation en Chine du marché des quotas d'émission au niveau des provinces
- ◆ Appel d'Al Gore pour la mise en œuvre, dans le contexte de la « falaise fiscale », d'une taxe carbone
- ◆ Les politiques fondées exclusivement sur les « carottes », par exemple les tarifs de rachat garantis pour les renouvelables, ont trouvé leurs limites
- ◆ La tendance au retour aux fondamentaux de la régulation environnementale (le « bâton ») pourrait être d'autant plus forte qu'il sera nécessaire d'équilibrer les comptes publics

- ◆ *Dynamiques énergie-climat: retro- et prospective*
- ◆ *Un nouveau monde au début du XXIème siècle*
- ◆ *Le nucléaire dans la compétition inter-énergie?*

Couts de référence en 2010 et 2025 (charbon 120\$/t et gaz 12\$/Mbtu, CO2 15-50 €/tCO2)

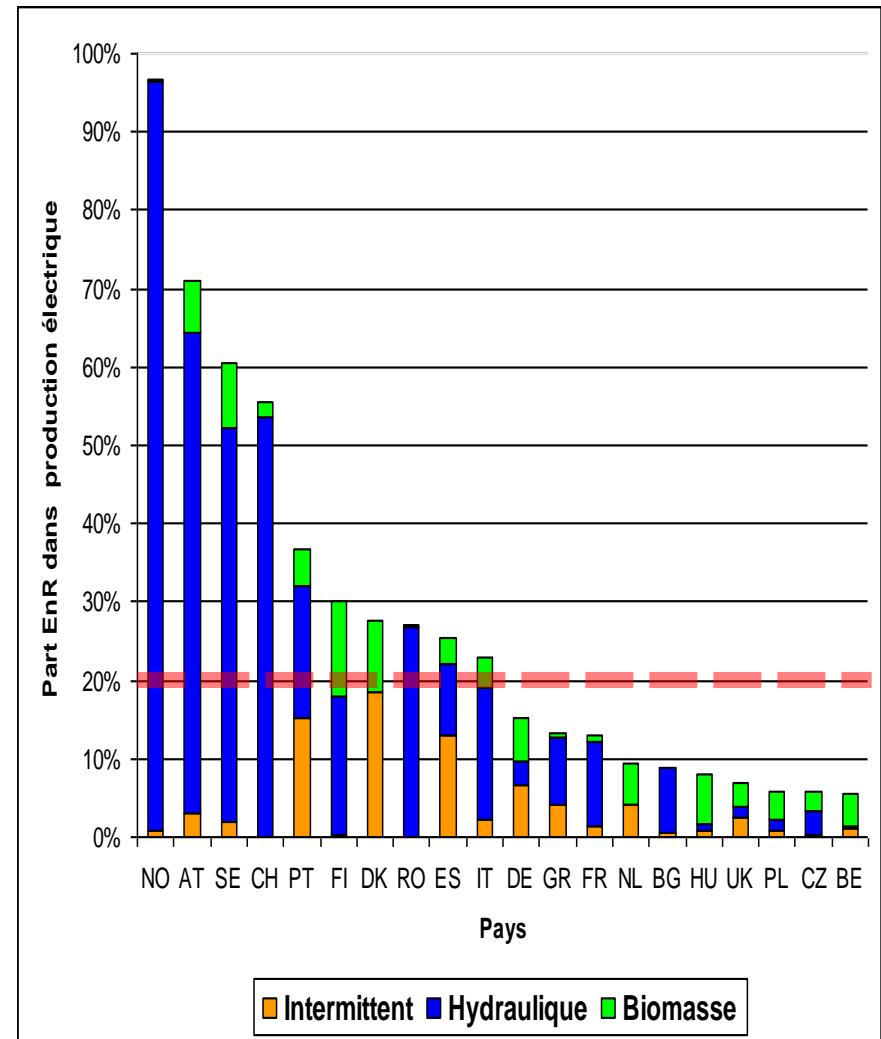


Courbes d'apprentissage nouvelles technologies



Renouvelables et production électrique

1. La part des énergies renouvelables dans le mix électrique européen va de 5% (Belgique) à plus de 95% (Norvège)
2. Ces différences tiennent aux ressources naturelles avec un modèle nordique/alpin fondé sur l'hydroélectricité, et des taux de renouvelables supérieurs à 50%
3. Le Danemark, le Portugal et l'Espagne sont en tête pour la part de l'éolien, entre 15 et 20%
4. Pour le futur il convient bien de distinguer les renouvelables « programmables » (biomasse, hydro), des renouvelables chaotiques (éolien, solaire) qui demanderont, pour passer la barre des 20%, des capacités de relais ou de stockage



Source: Eurostat 2009

B3S = Backup-Supergrids-Smartgrids-Stockage

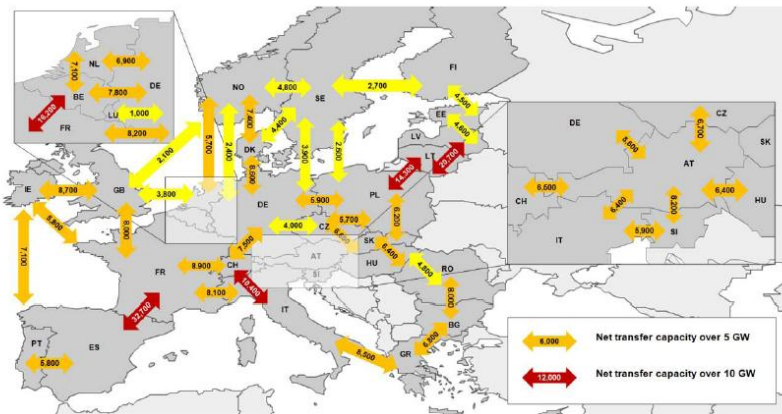
- ◆ La nécessité de l'ajustement offre-demande dans des systèmes électriques à forte proportion de renouvelables intermittentes imposera un développement massif du backup, du stockage et/ou des smartgrids et/ou d'un supergrid européen

Exhibit 3. A-CAES, Hydrogen Storage, Batteries, and Pumped Hydroelectric Storage Are the Most Relevant Large-Scale Technologies

	Technological maturity	Key application focus	Site limitations	Public concerns
A-CAES ¹	Partially mature	Mainly for large-scale centralized applications	Most developed countries have the necessary potential storage caverns; Japan and Spain have very few potential sites, however	Little concern expected
Hydrogen storage	Has yet to be demonstrated on a large scale	Generally very flexible in terms of capacity; particularly suitable for decentralized applications	No specific geological requirements	Potential for safety concerns; however, reference projects are running safely
Stationary batteries	NaS is relatively mature; redox flow remains to be demonstrated on a large scale ²	Generally very flexible; particularly suitable for decentralized applications	No specific geological requirements	Few environmental concerns expected except for those related to the disposal of chemicals
Pumped hydroelectric storage	Mature	Very well suited for centralized applications; not yet implemented on a small scale	Europe, including Norway, has a limited number of potential sites left	Potential for environmental concerns, given the profound impact on landscapes

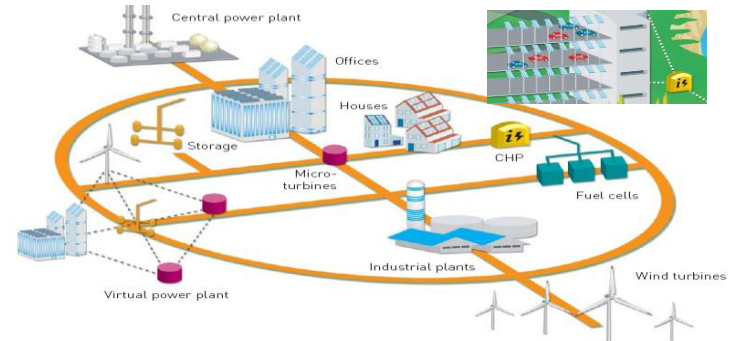
key disadvantage
 key advantage

Figure 8: Interconnector capacities installed in 2050 in MW in the SI scenario (rounded to hundreds)



Source: own calculations, map by StatPlanet.

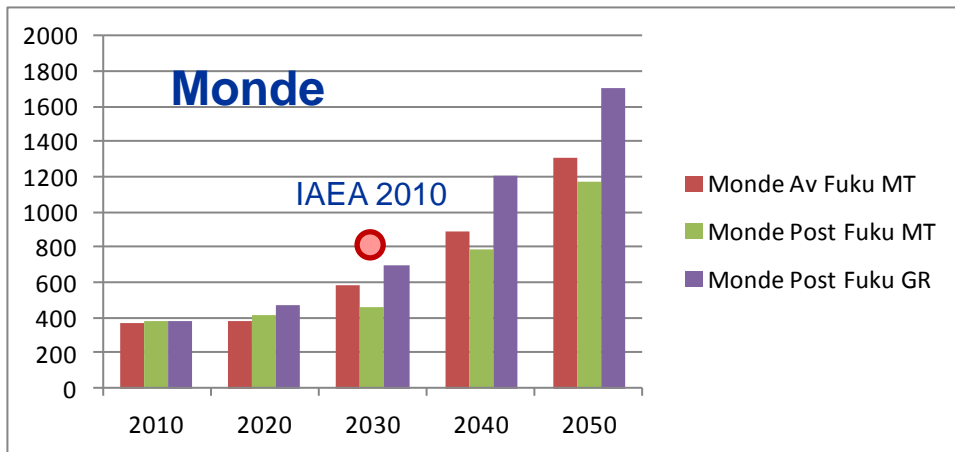
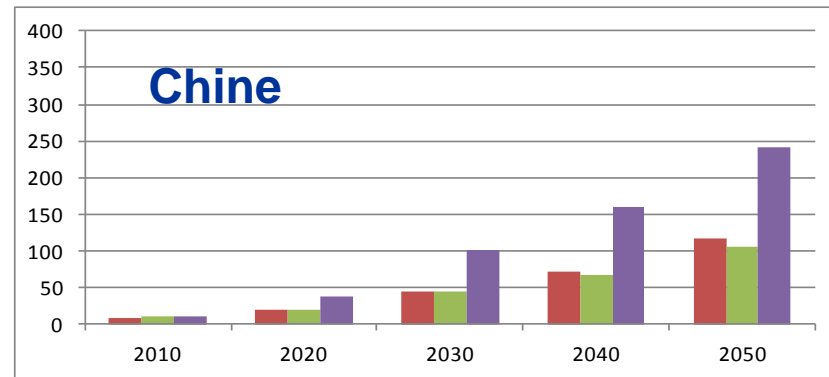
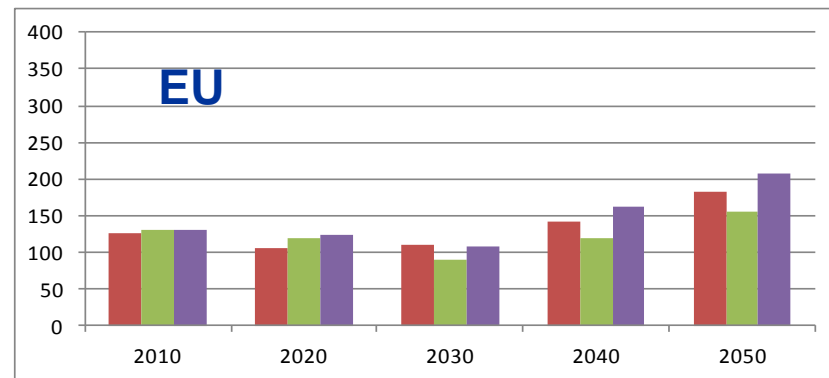
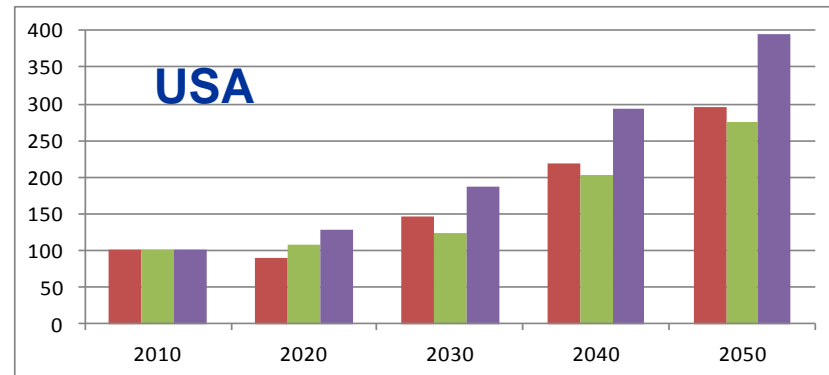
Plateforme Technologique Smartgrids



Future: Operation of system will be shared between central and distributed generators. Control of distributed generators could be aggregated to form microgrids or 'virtual' power plants to facilitate their integration both in the physical system and in the market.

Scénarios nucléaires, (modèle POLES)

- ◆ 84% des réacteurs aujourd'hui en construction (47 GWe) le sont dans cinq pays (B)RICKs
- ◆ L'impact de Fukushima est surtout sensible à moyen terme
- ◆ Il serait plus qu'annulé dans un scénario hypothétique de forte contrainte d'émission



La production mondiale d'électricité

- ◆ Malgré la réduction de la demande totale, la consommation d'électricité est peu affectée par les scénarios de contrainte carbone
- ◆ Dans le scénario de faible contrainte d'émission (MT) le nucléaire ne représente que 17% et les renouvelables 34%
- ◆ Dans le scénario de forte contrainte (GR) le nucléaire passe à 25% et les renouvelables à 40%

Muddling Through	2000	2010	2030	2050	
Electricity (TWh)	15 311	21 182	33 817	49 536	100%
Thermal	10 026	14 605	22 676	27 069	55%
<i>of which:</i>					
Coal	5 987	9 146	12 428	14 696	30%
Gas	2 549	3 780	7 542	7 127	14%
Biomass and waste	167	168	862	2 812	6%
Hydro+Geoth	2 663	3 425	5 151	6 485	13%
Solar	1	19	352	2 573	5%
Wind	31	328	2 221	4 770	10%
Nuclear	2 591	2 804	3 409	8 503	17%

Global Regime	2000	2010	2030	2050		GR/MT
Electricity (TWh)	15 311	21 182	31 975	49 160	100%	
Thermal	10 026	14 605	18 162	21 668	44%	0,80
<i>of which:</i>						
Coal	5 987	9 146	7 757	7 778	16%	0,53
Gas	2 549	3 780	7 340	7 559	15%	1,06
Biomass and waste	167	168	1 204	5 155	10%	1,83
Hydro+Geoth	2 663	3 425	5 379	6 602	13%	1,02
Solar	1	19	543	3 392	7%	1,32
Wind	31	328	2 799	5 017	10%	1,05
Nuclear	2 591	2 804	5 083	12 285	25%	1,44

Conclusions

1. L'avenir énergétique se jouera quelque part entre le scénario aujourd'hui le plus probable (Muddling Through, Ex1,4) et le plus souhaitable (Global Regime, E/2)
2. Le nucléaire conservera dans tous les cas un rôle important dans les pays émergents (B)RICKs
3. Son avenir dans les pays OCDE est sans doute plus ouvert
4. Mais si la contrainte climatique ré-émerge, les handicaps intrinsèques du nucléaire ne paraissent pas plus importants que ceux qui pèseront sur la Capture et Séquestration du Carbone, ou sur les renouvelables intermittentes, au-delà du seuil de 30 %...

