

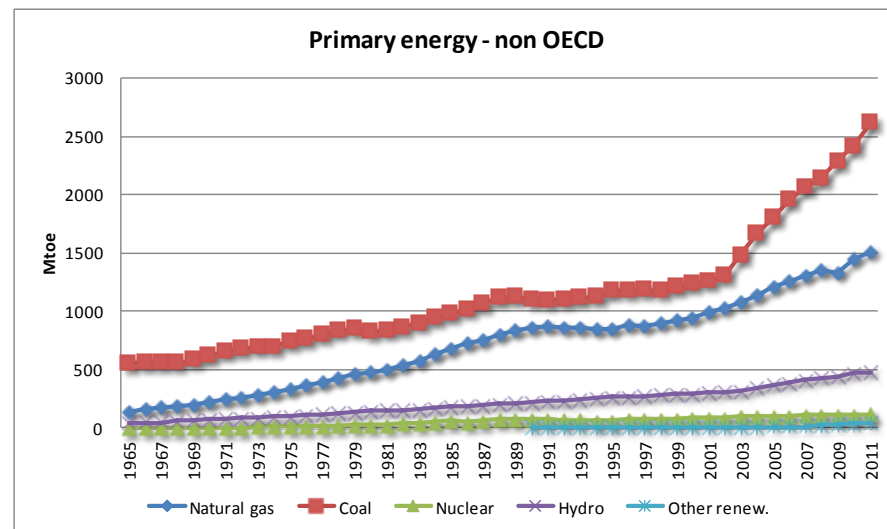
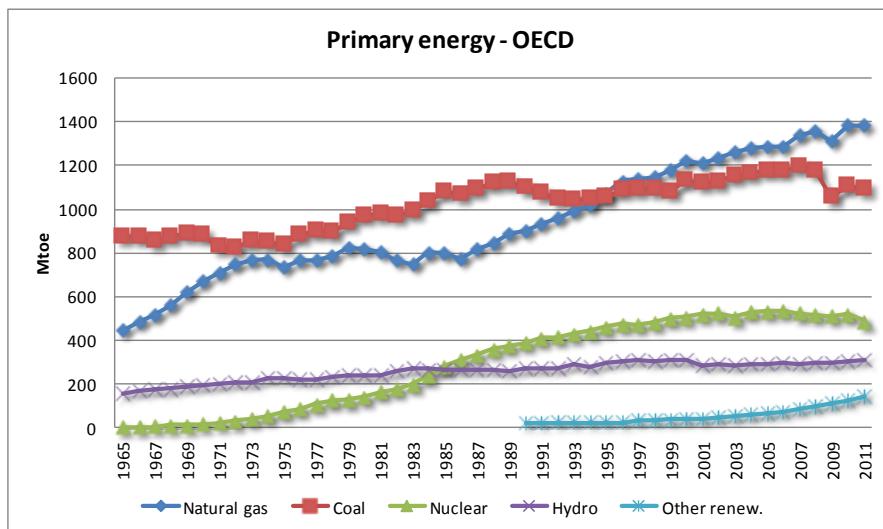
Quelles perspectives pour l'énergie hydraulique dans le mix énergétique ?

P. Menanteau (EDDEN – Univ de Grenoble)

R. Vidil (Hydro 21)



L'hydraulique maintient sa place dans le mix énergétique

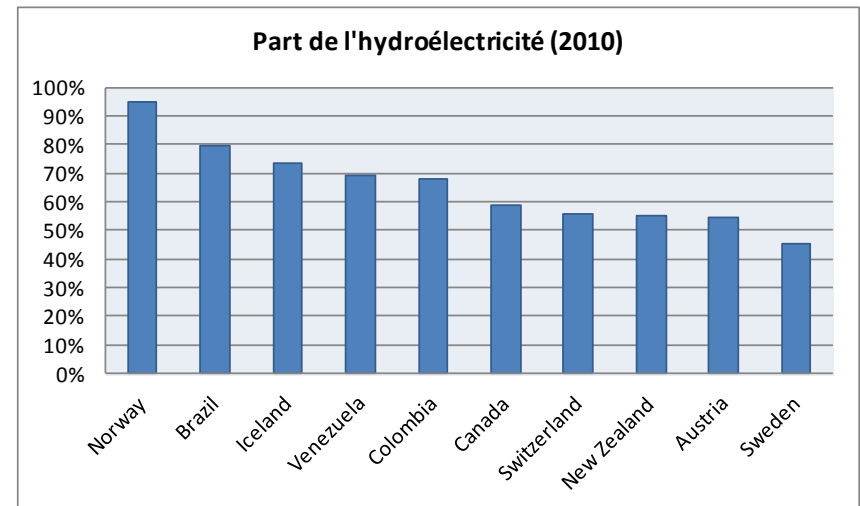
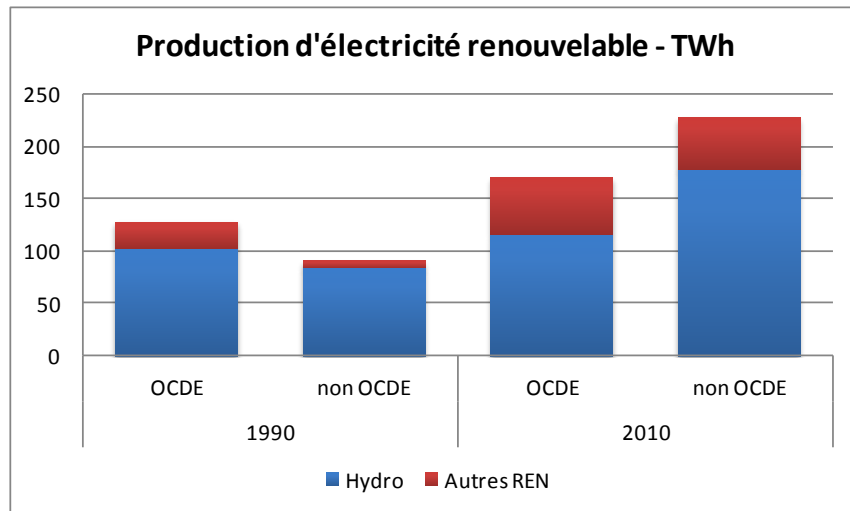


Source : BP Statistical review, 2012

Entre 1980 et 2010, la production d'électricité d'origine hydraulique a très peu évolué dans les pays de l'OCDE (recul dans le mix électrique) mais elle a progressé dans les pays non-OCDE (depuis 2000).

L'hydraulique représente 16% de la production d'électricité dans le monde (nucléaire 13%, fossiles, 67%, autres ENR 3%).

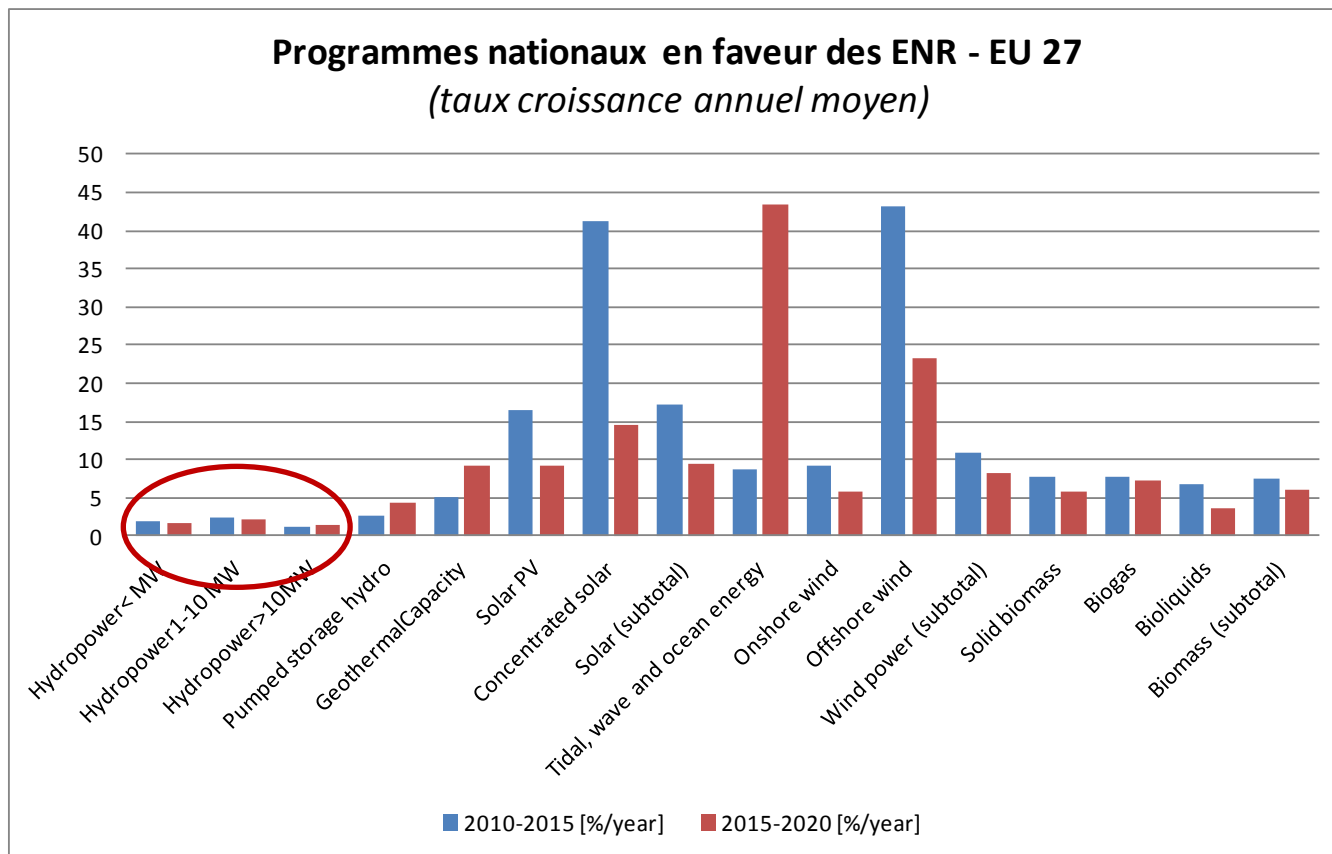
L'hydraulique représente l'essentiel de la production d'électricité renouvelable



L'hydraulique représente encore l'essentiel de la production d'électricité renouvelable dans le monde mais les autres sources d'énergie renouvelable progressent rapidement.

Dans certains pays, l'hydraulique assure plus de 50% de la production d'électricité. C'est la première source d'ElecR en France – 2eme parc installé en Europe (après Norvège)

Des anticipations de croissance limitées en Europe à l'horizon 2020



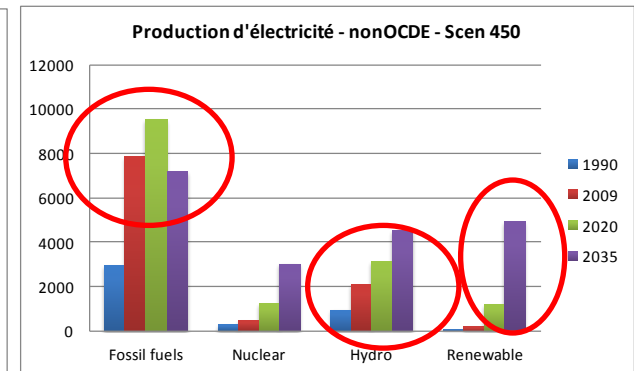
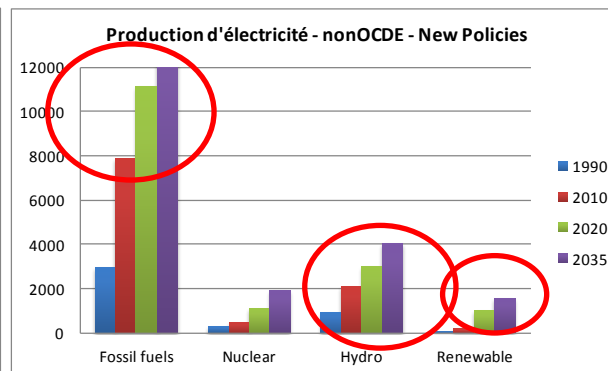
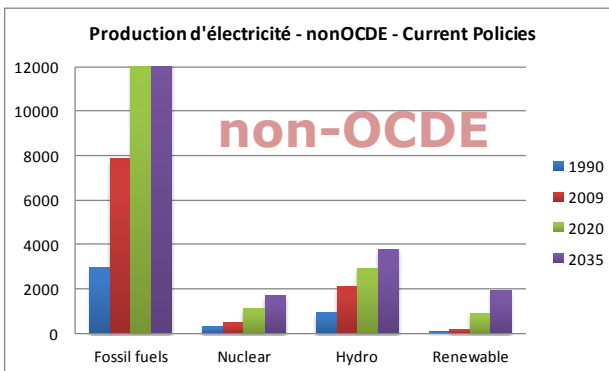
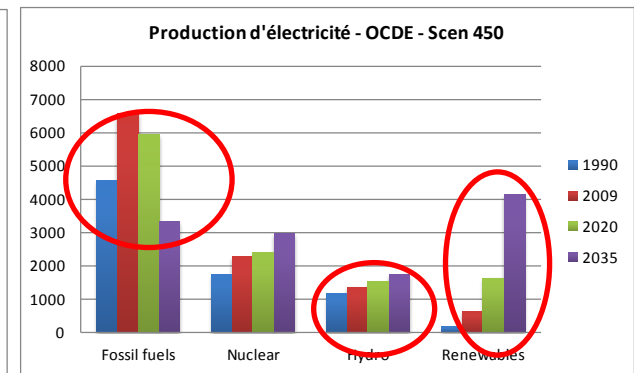
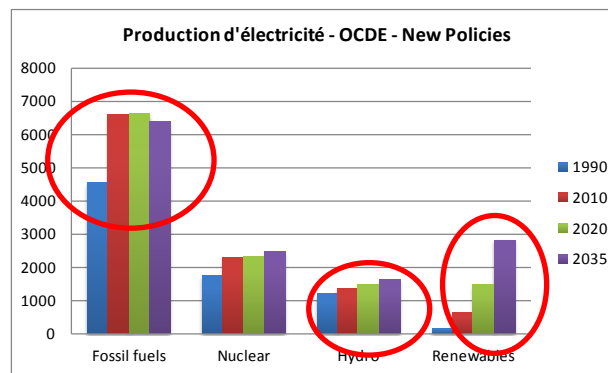
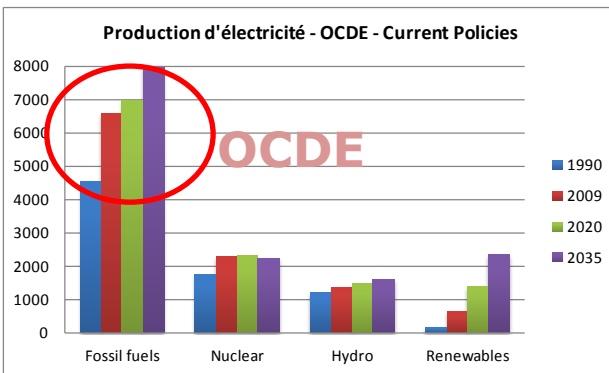
De faibles perspectives de croissance pour l'hydroélectricité en Europe comparées aux autres sources d'énergie renouvelable
(Source : Plans nationaux d'action en faveur des énergies renouvelables)

Quelles perspectives à 2035 ? (les scénarios AIE)

Référence

Politique modérée

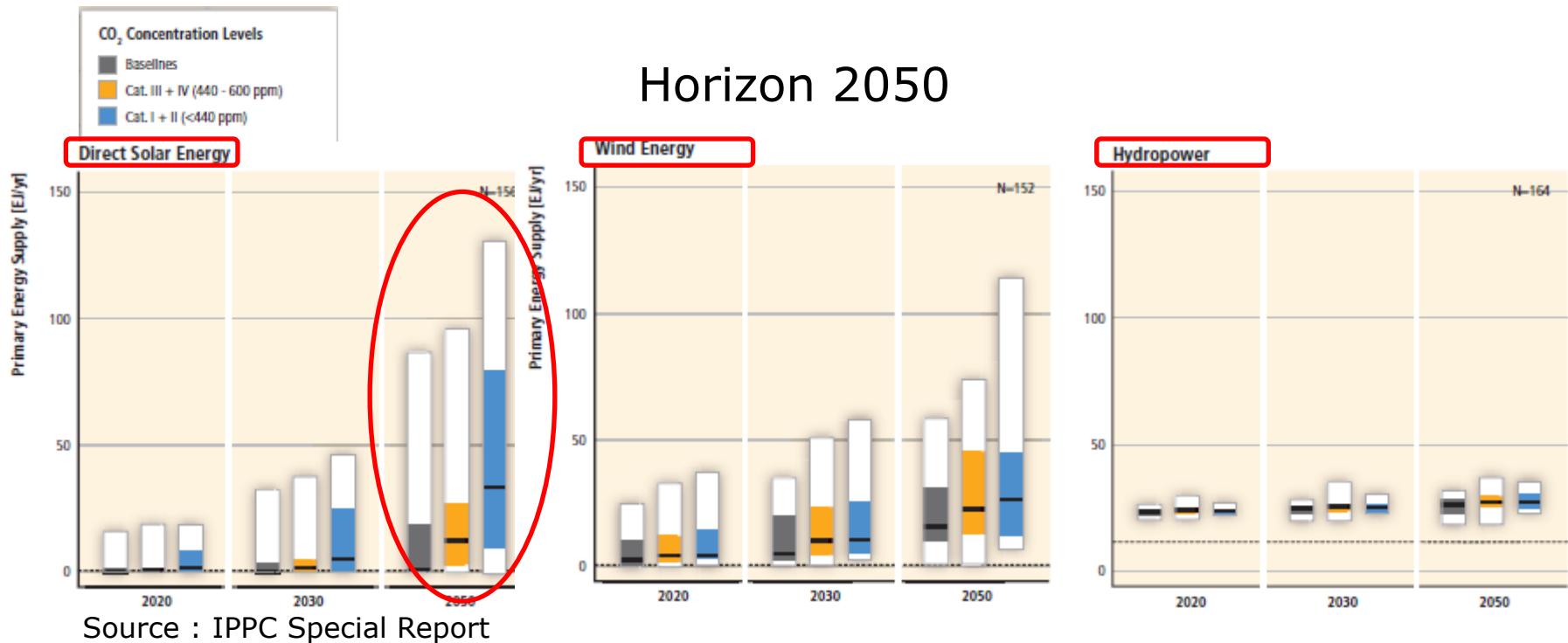
Politique ambitieuse



La mise en place d'une politique climatique ambitieuse aurait peu d'impact sur le développement de la production hydroélectrique (très limité pour l'OCDE à faible pour les pays non OCDE).

Source : AIE, World Energy Outlook, 2012

Développement de l'hydroélectricité et politiques climatiques (2050)

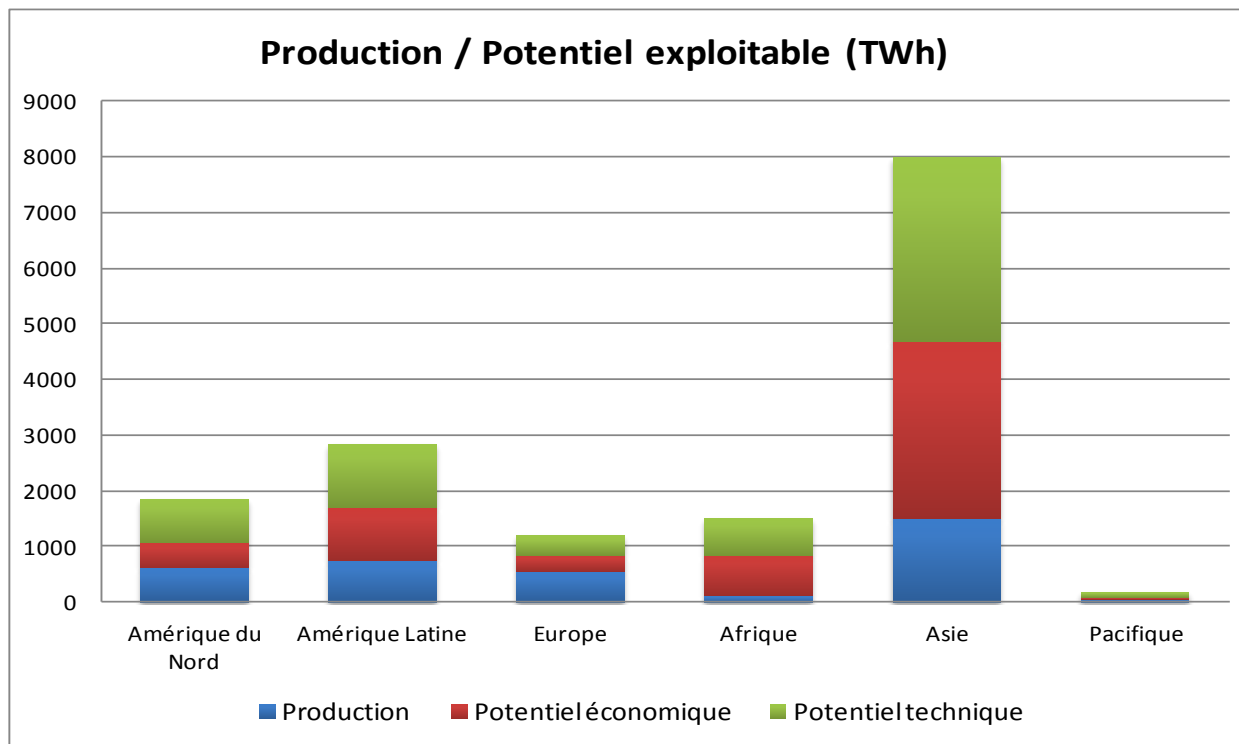


Selon les résultats des modèles de prospective énergétique (164 scénarios analysés par l'IPCC) la contribution attendue de l'hydroélectricité reste limitée par rapport aux autres sources d'électricité renouvelable et la variabilité est relativement faible ;

Pas de développement massif ... et pourtant l'hydroélectricité dispose de nombreux atouts

- ❑ Approvisionnement énergétique
 - ❑ Indépendance énergétique
 - ❑ Source d'énergie compétitive
 - ❑ Pas d'émission de gaz à effet de serre ou autres gaz polluants
 - ❑ Ressources disponibles (selon régions)
- ❑ Technologie
 - ❑ Des technologies matures, fiables, ...
 - ❑ avec des marges de progression (rénovation ouvrages existants)
 - ❑ Des technologies nouvelles (hydroliennes, marémotrice, vagues, STEP, ...)
- ❑ Système électrique
 - ❑ Contribution à la demande de base et de pointe
 - ❑ Equilibre offre / demande instantané
 - ❑ Stockage d'électricité
- ❑ Industrie
 - ❑ Position forte industrie française
 - ❑ Tradition ancienne, savoir-faire, connaissances, ...

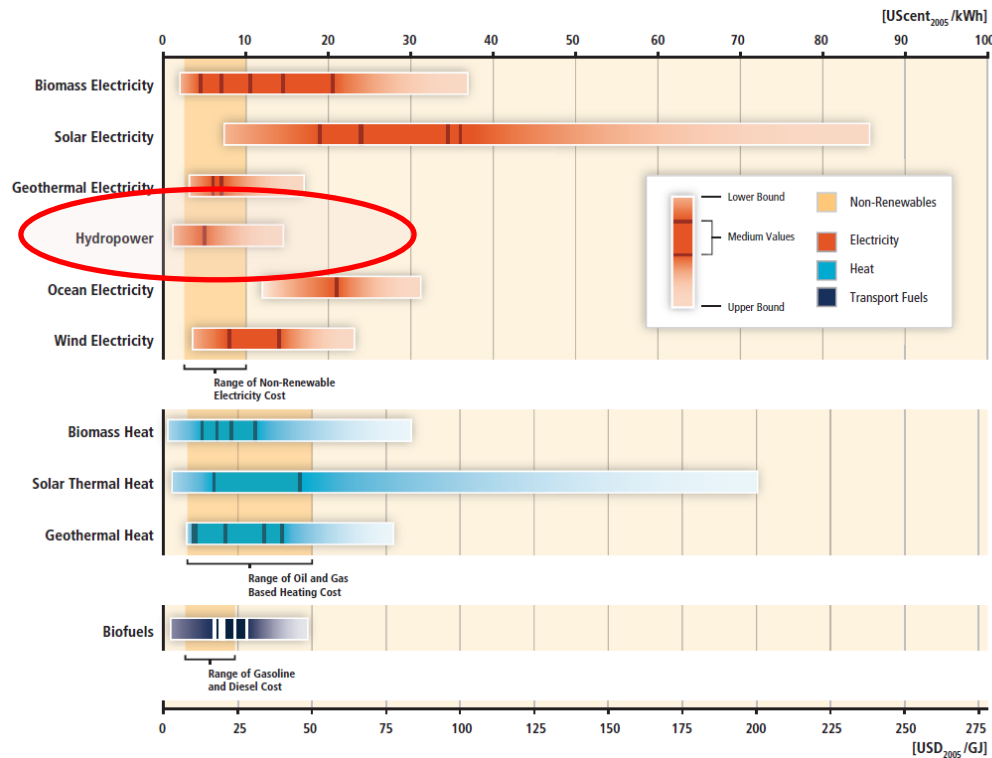
Atouts (1) : des potentiels en partie exploités mais des ressources encore disponibles



Le potentiel technique global est estimé à 15 000 TWh/yr (3 700 GW), soit à peu près 4 fois la capacité installée actuelle (IPCC, 2011).

Les potentiels se situent en majeure partie dans les « pays du sud » (Asie principalement, Amérique Latine et Afrique dans une moindre mesure).

Atouts (2) : une production d'électricité renouvelable à faible coût



Source : IPCC-Special report, 2012

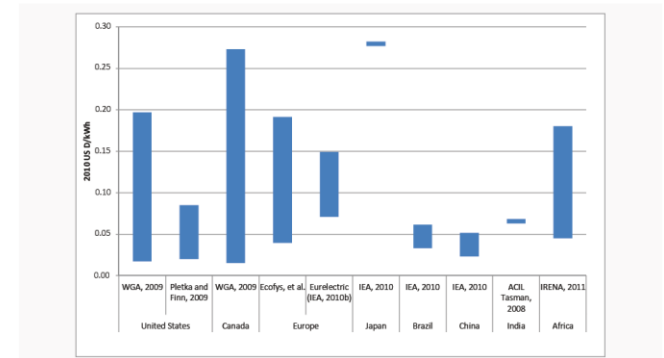


FIGURE 6-2: LEVELIZED COST OF ELECTRICITY FOR HYDROPOWER PLANTS BY COUNTRY AND REGION
NOTE: ASSUMPTIONS ON CAPITAL COSTS, CAPACITY FACTORS, O&M COSTS, LIFETIMES AND DISCOUNT RATES DIFFER. REFER TO EACH STUDY FOR THE DETAILS.
SOURCES: ACIL Tasman, 2008; Ecolys, et al., 2011; IEA, 2010b; IRENA, 2011; Pletka and Finn, 2009; and WGA, 2009.

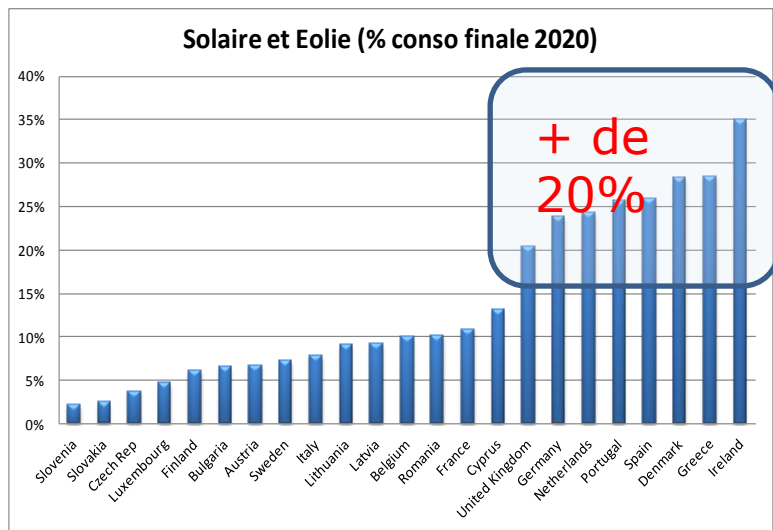
Source : IRENA, 2012

Les coûts de la production hydroélectrique sont extrêmement variables (IRENA, 2012)

- Grande hydro : 20-190 \$/MWh
- Petite hydro : 20-270 \$/MWh
- Réhabilitation : 10-50 \$/MWh

... mais ils se comparent très favorablement aux autres sources d'électricité renouvelable ou conventionnelles

Atouts (3) : un rôle clé pour l'intégration des renouvelables intermittentes ?

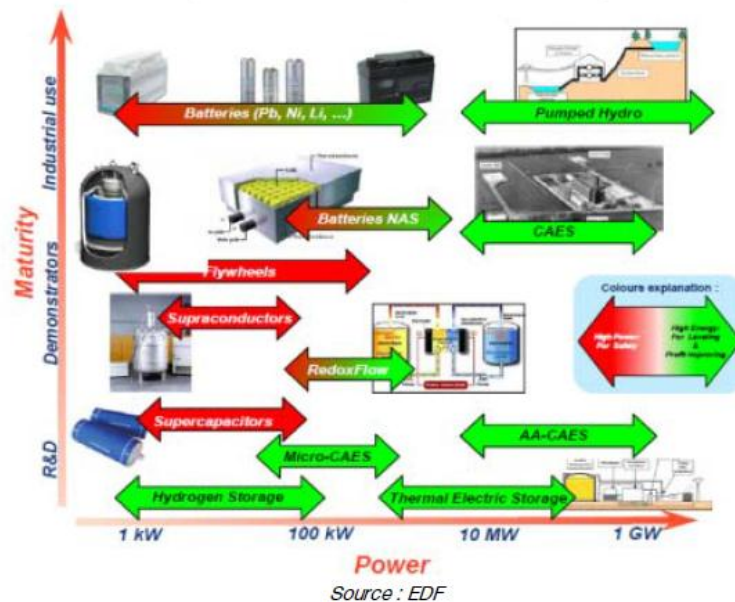


Les sources d'énergie renouvelable intermittentes vont jouer un rôle croissant dans le mix électrique

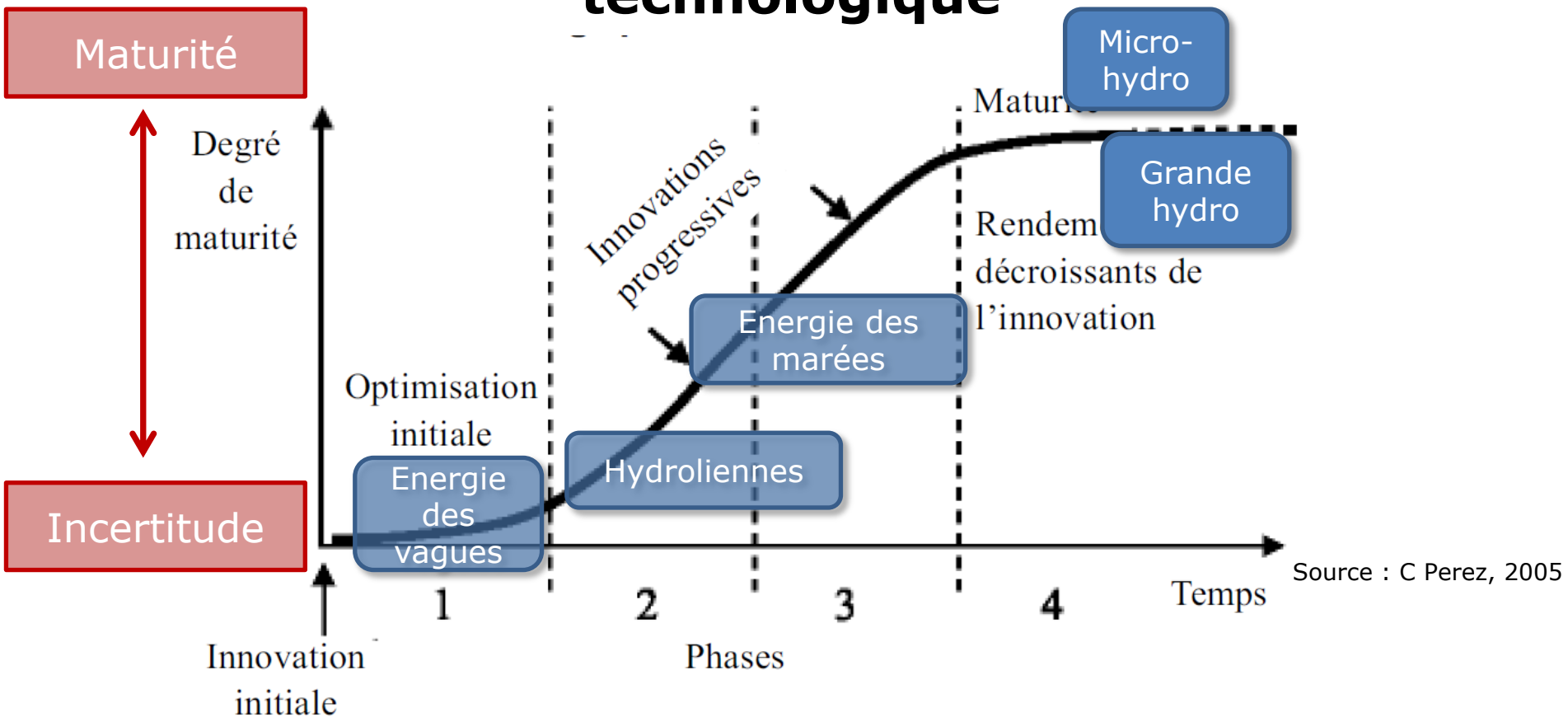
Graphique 11 : Degré de maturité des différentes technologies de stockage, et caractéristiques en termes de puissance et énergie restituée

Les principales options techniques pour préserver l'équilibre offre / demande :

- Interconnexion transport
- Capacités prod. conv.
- Gestion de la demande
- Stockage

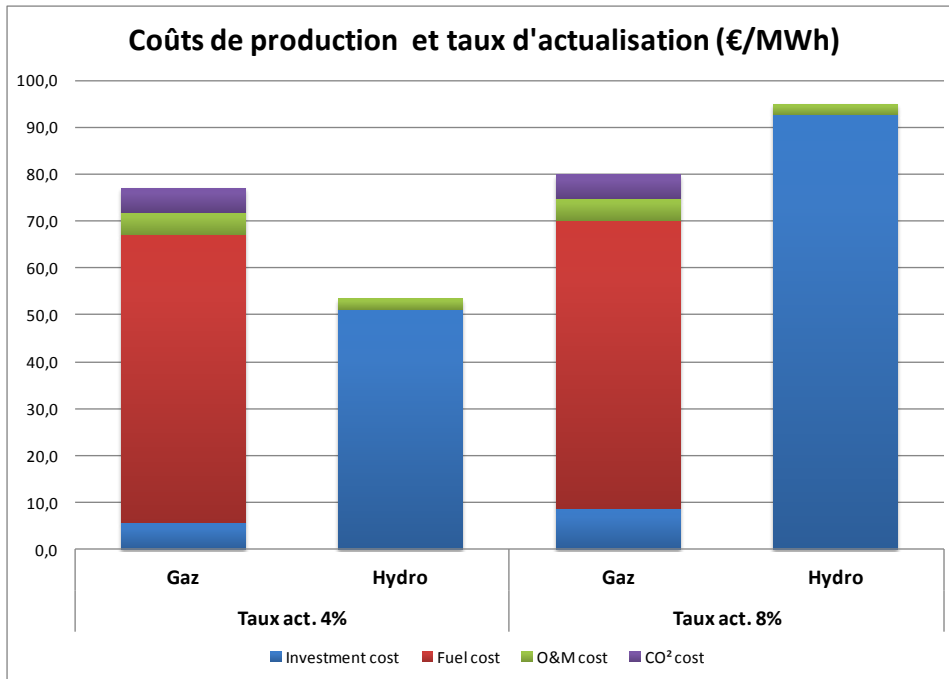


Les incertitudes (1) : le développement technologique



Hydroélectricité : une technologie mature - fiabilité et rendements très élevés - mais des possibilités de progression par la réhabilitation des ouvrages existants et de nouvelles technologies qui émergent

Les incertitudes (2): quels acteurs pour investir sur le long terme ?



Un contexte concurrentiel, avec une plus forte préférence pour le présent (taux d'actualisation élevé), avantage la production gaz

Les hypothèses :
CAPEX Gaz : 600 €/kW
CAPEX Hydro : 4000 €/kW
Gaz : 10 €/MBtU

Un desserrement des modalités de financement ?

- ☐ Retour de la Banque Mondiale et des banques régionales dans le financement de projets
- ☐ Diffusion de nouvelles formes de financement : BOT et autres
- ☐ Arrivée de nouveaux financeurs (Chine, ...)
- ☐ Généralisation du mécanisme de développement propre ?

Les incertitudes (3):quels impacts environnementaux et quelle acceptabilité sociale ?

Une image positive :

- ☐ énergie renouvelable, pas d'émission de polluants, ...
- ☐ fait partie du paysage (en Europe)
- ☐ faible coût, ...

Selon le type, la taille ou la localisation de l'ouvrage, de possibles impacts environnementaux et sociaux à ne pas négliger:

- ☐ impact sur le milieu naturel (débits, sédiments, poissons, ...)
- ☐ aménagements / constructions en zones préservées (montagnes)
- ☐ déplacement de populations (problèmes des très grands barrages, Chine, Brésil, ...)

Quelles options ?

- ☐ mise en valeur de l'impact macro-écologique (climat)
- ☐ études d'impact, aménagements spécifiques, partage de l'eau, ...
- ☐ reconsidérer le choix des grands barrages ?
- ☐ concertation, concertation, concertation

Les incertitudes (4): hydraulique et changement climatique ?

Quel impact sur le changement climatique ? Des questions nouvelles concernant les émissions de GES des barrages (en débat) :

- ☐ Des analyses en cycle de vie (prise en compte de l'énergie grise) qui restent très positives (longues durées de vie)
- ☐ Mais la prise en compte des variations dans l'usage des sols peut donner des impacts significatifs (jusqu'à 150 gCO₂ eq/kWh ; extrême diversité des résultats)

Quel impact des changements climatiques ? Des incertitudes plus grandes sur la disponibilité de la ressource

- ☐ Modifications des régimes pluviométriques, événements extrêmes, évaporation, ...
- ☐ Modification des besoins en eau et concurrence entre usages (eau potable, irrigation, ...)

Conclusion : Quelles perspectives pour l'hydroélectricité ?

1. Possibilité d'accroissement des ressources en améliorant la performance des équipements existants (rénovation)
2. Exploitation de "nouvelles" ressources (micro hydraulique, ouvrages de basse chute, ...)
3. Développement de nouvelles technologies (hydroliennes, énergie des vagues, énergie des marées)
4. Demande croissante pour des capacités de stockage d'électricité de grande taille dans un paysage énergétique intégrant une proportion croissante d'énergies intermittentes
5. A condition d'une attention croissante aux impacts environnementaux et sociaux (conflits d'usage) pour prévenir les problèmes d'acceptabilité