

Dynamiques d'investissement dans le système électrique français Maîtrise de la courbe de charge

Ruben Bibas



Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

Plan

- Contexte et fonctionnement du marché électrique
- Méthodologie de modélisation
- Problématique spécifique de la pointe
- Scénarios Facteur 4

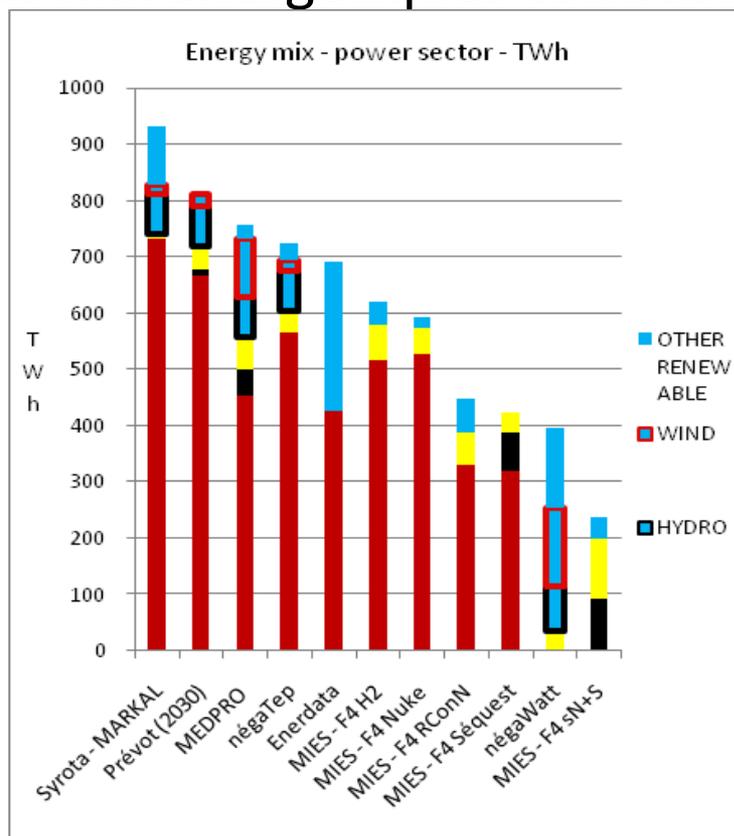


Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

Scénarios F4 en France – Etat de l’art

L’électricité amenée à jouer un rôle central

Des mix énergétiques contrastés



Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

Le secteur électrique français

- Caractéristiques secteur électrique français :
 - Base surdimensionnée / tensions pour la pointe
 - Importante part du nucléaire dans le mix (78%)
 - Spécificité des usages électriques (chauffage électrique)
 - Gestion de la pointe
 - Balance imports / exports

Usage (gCO ₂ /kWh)	Chauffage	Eclairage	Usages intermittents	Usage « en base »
Contenu moyen	180	100	60	40
Contenu marginal	550	650	650	500

Source: RTE-Ademe



Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

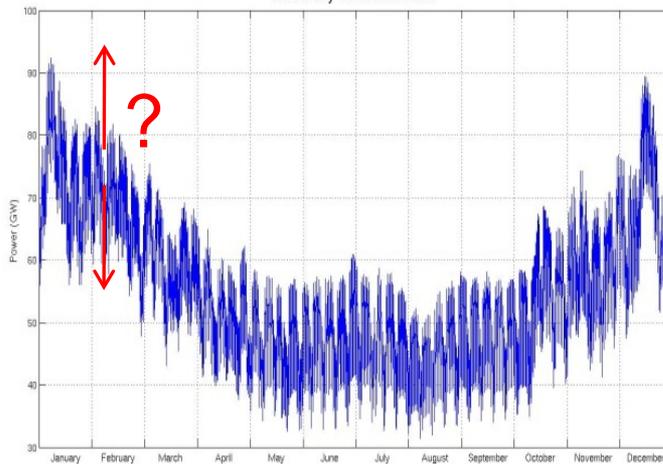
Principes de base du secteur électrique (Rappels)

Courbe de consommation journalière

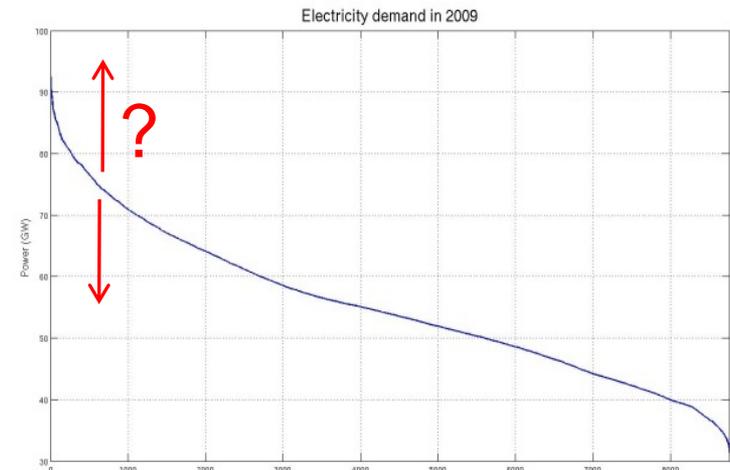


Médiathèque RTF

Electricity demand in 2009



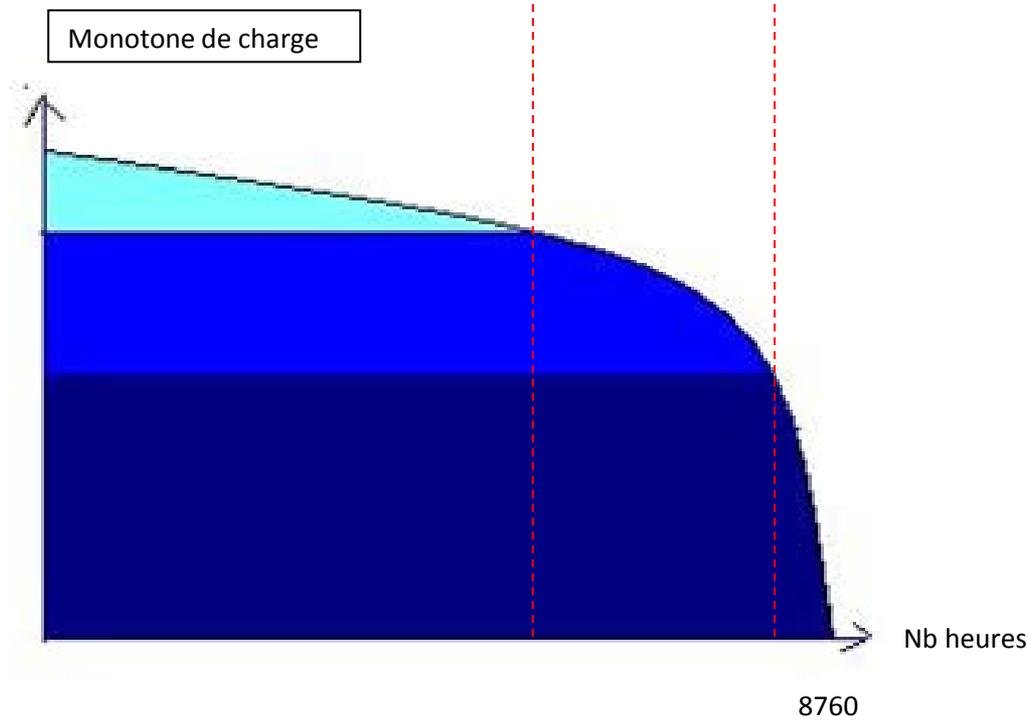
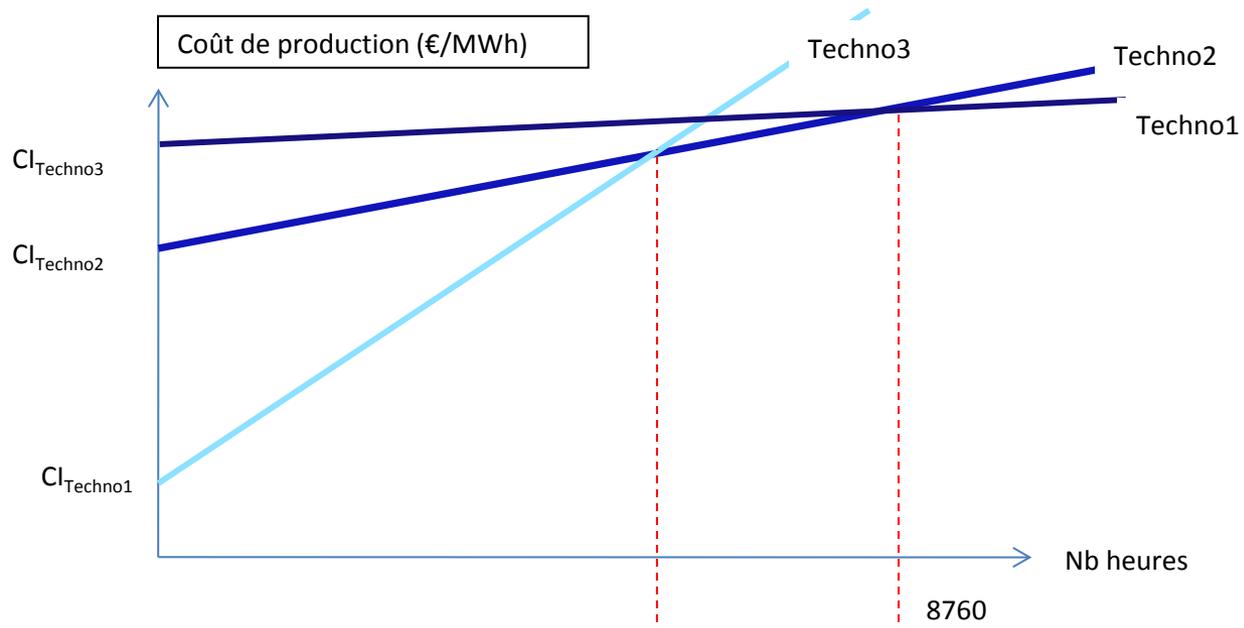
Demande horaire annuelle

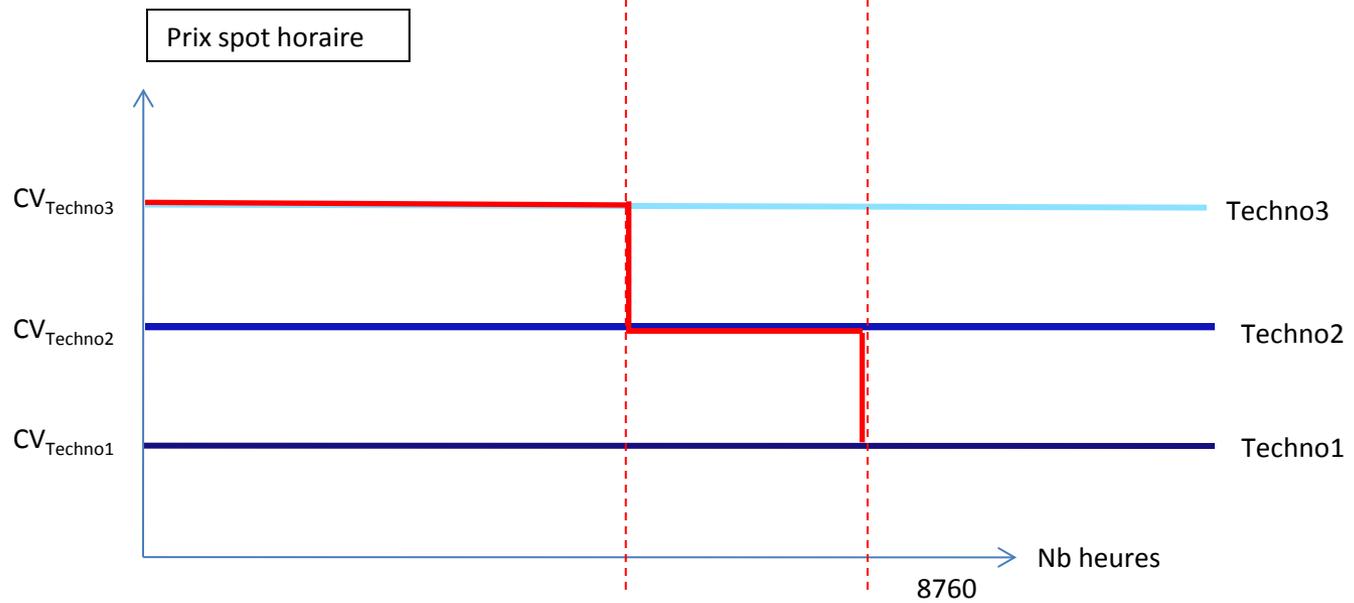
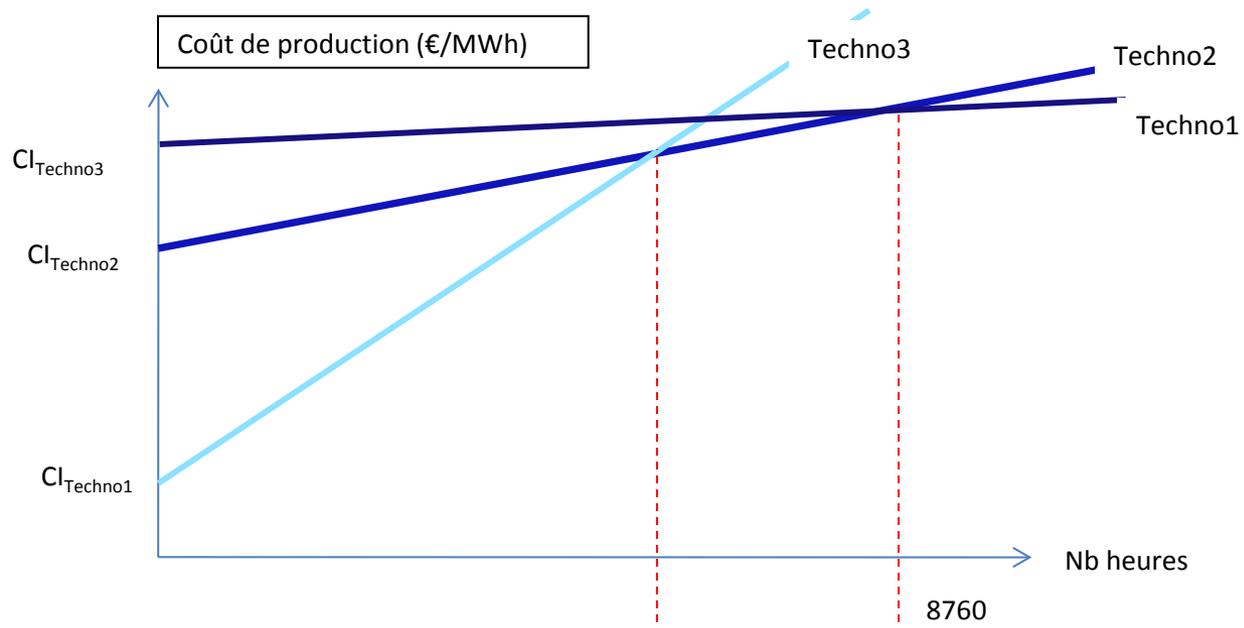


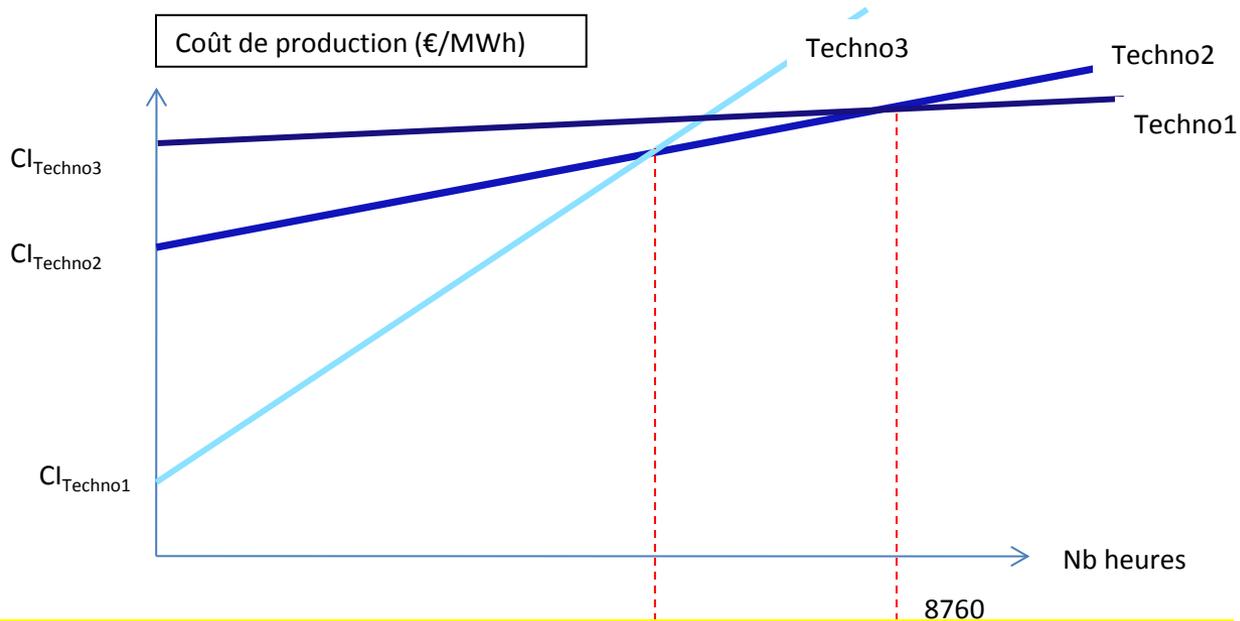
Monotone de charge



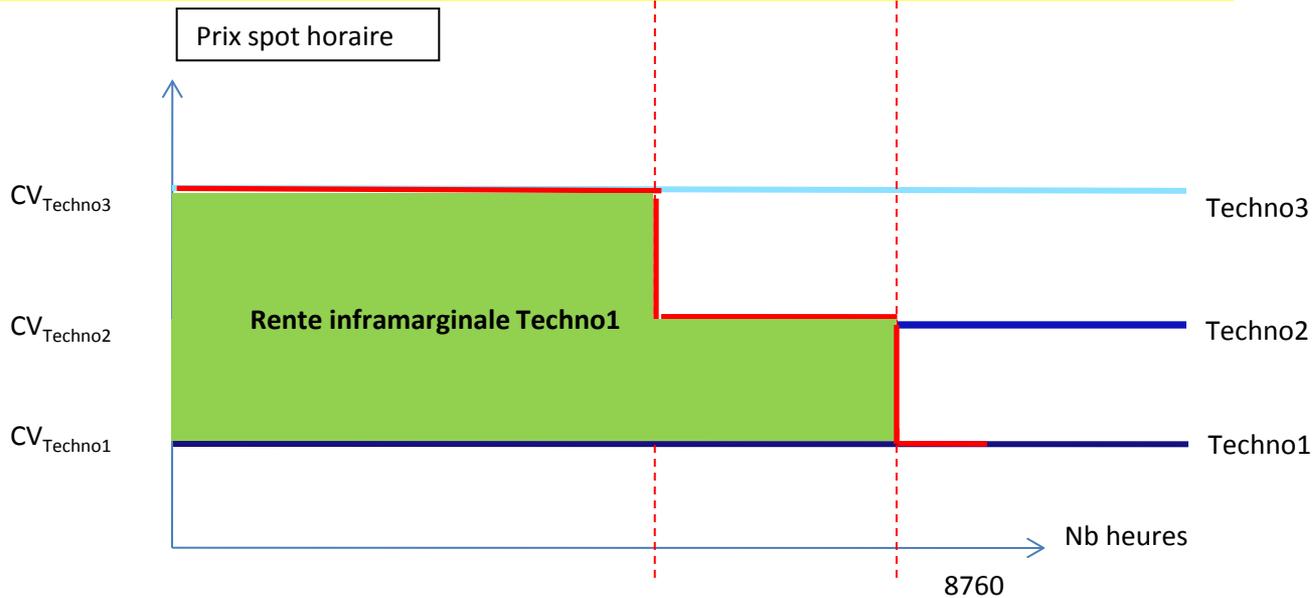
Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable



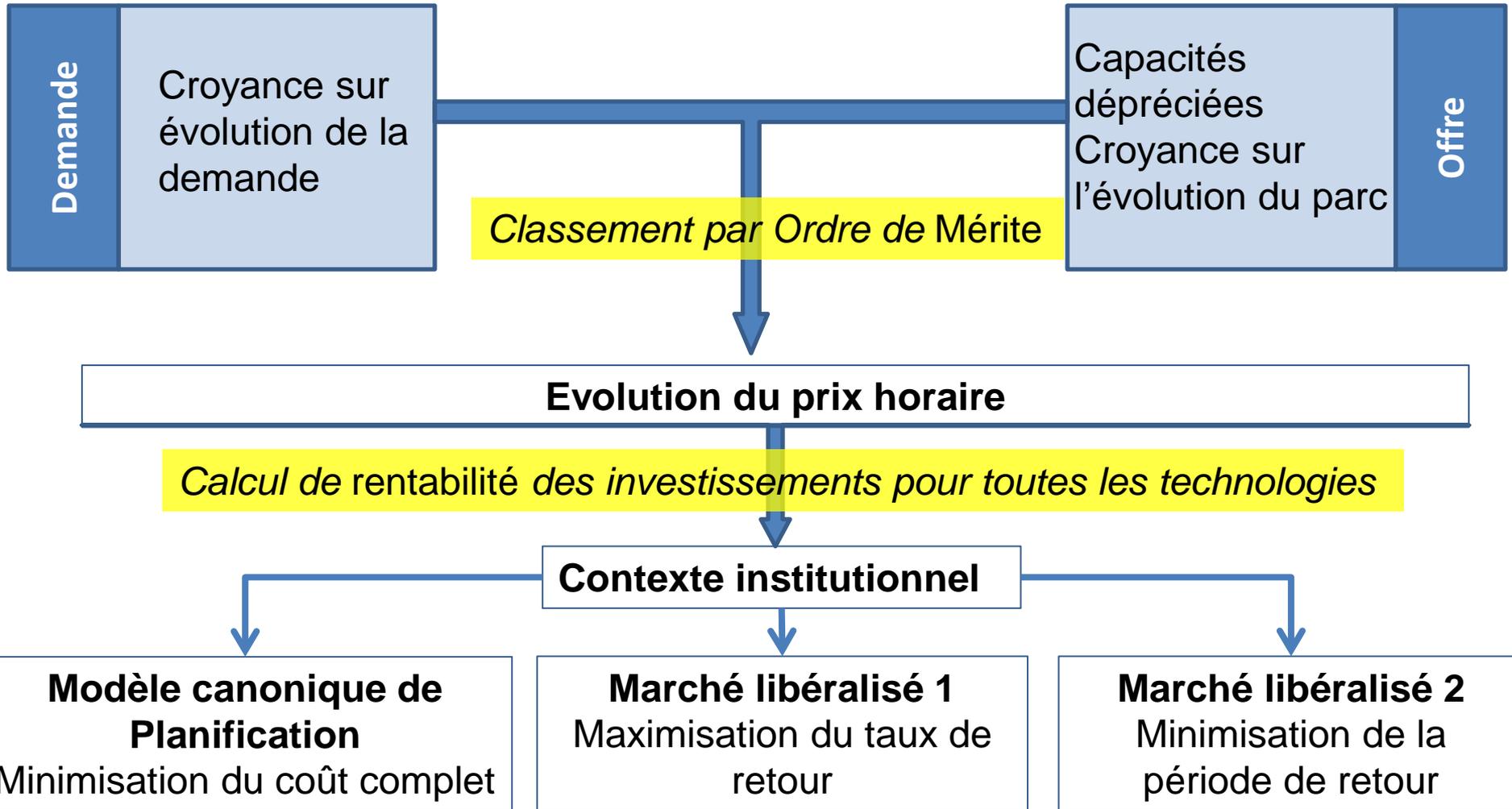




Le prix spot est égal au coût variable de la centrale marginale



Dynamique d'investissement



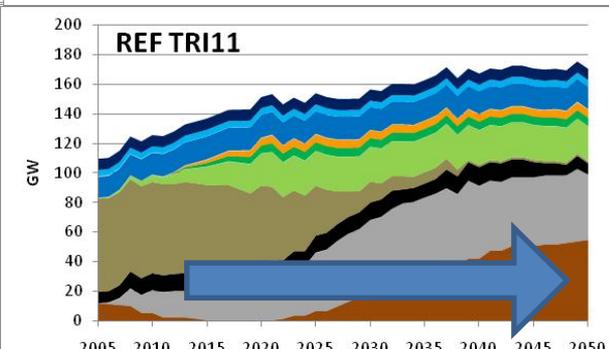
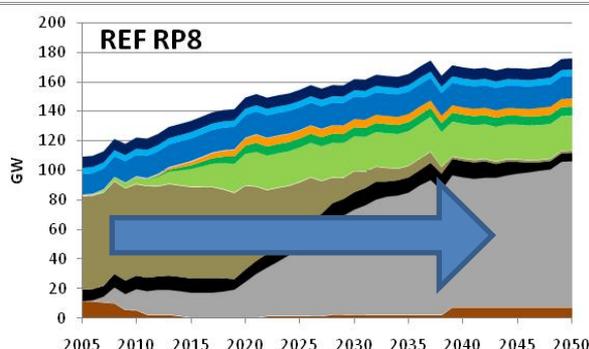
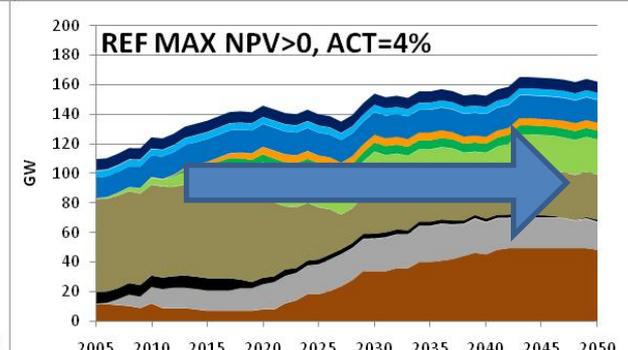
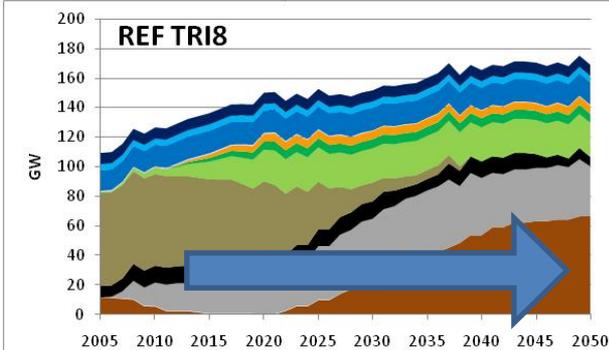
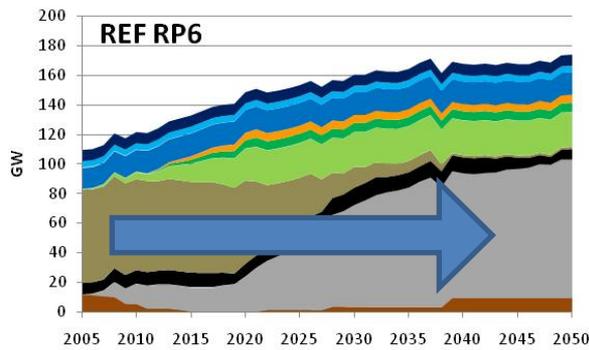
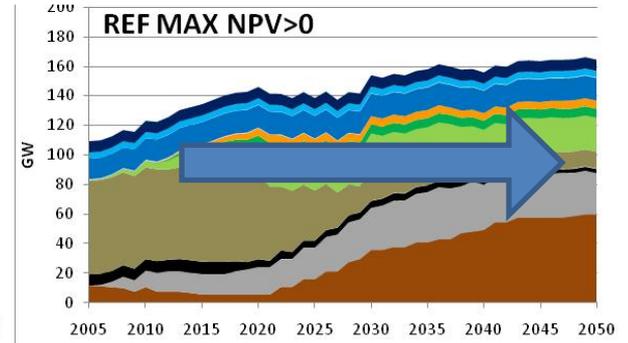
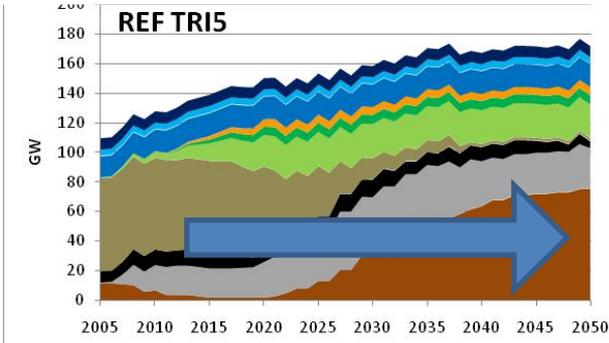
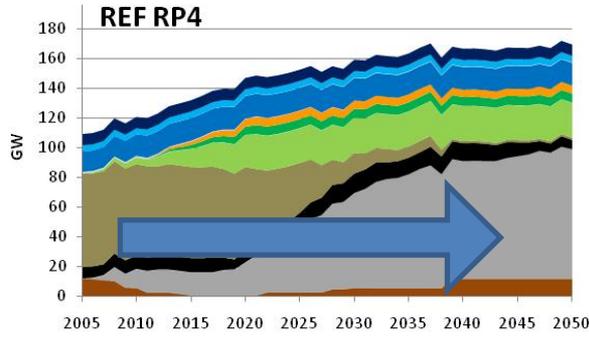
Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

L'impact des critères d'investissement

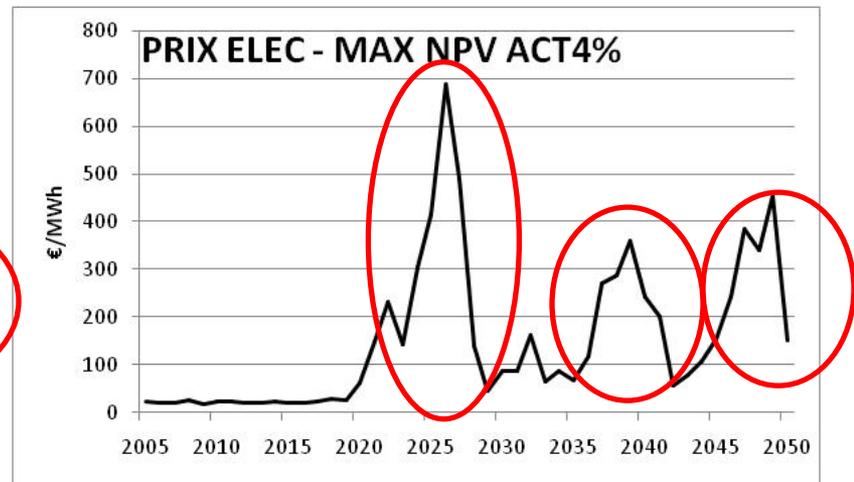
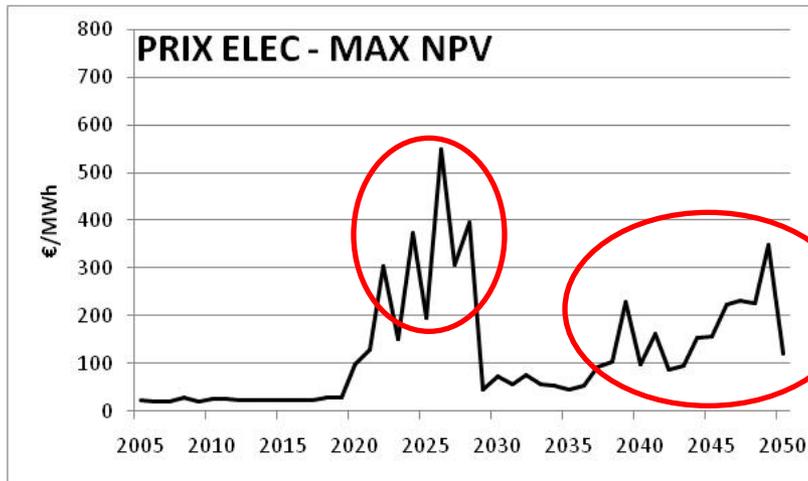
Contrainte financière
environnement risqué
« PAYBACK PERIOD »

Contrainte financière
Capacité anticipation long terme
TRI

Pas de contrainte financière:
Max VAN



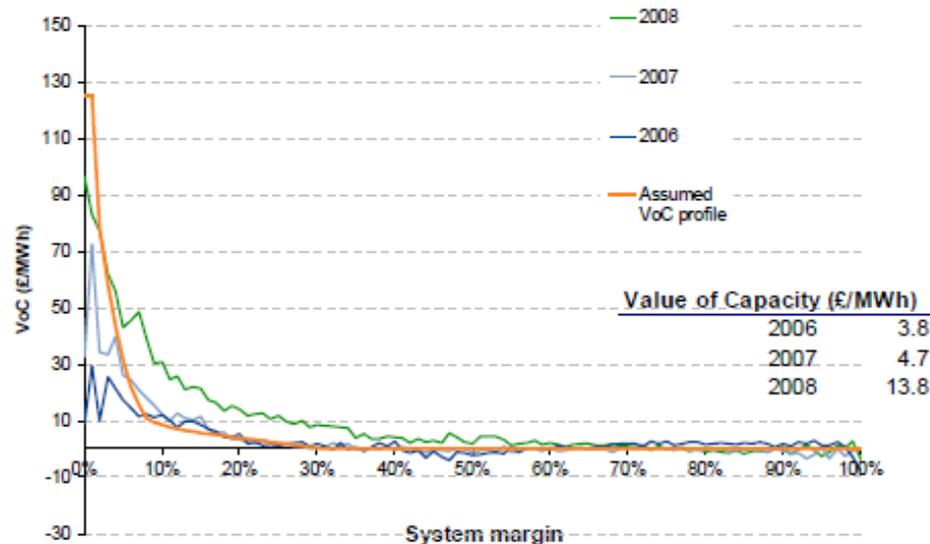
Critère : Valeur actuelle nette



Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

Déficit d'investissement de moyens de pointe

Rente de rareté et pouvoir de marché



S

- Possibilité d'exercer un pouvoir de marché par n'importe quel producteur de moyen de pointe
 - Renforce l'incertitude sur les prix
 - Acceptabilité sociale lorsque la rente monte à 10000 €/MWh alors que le prix de marché est de 300 €/MWh
- Incitation au régulateur à instaurer un price cap.



Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

Déficit d'investissement de moyens de pointe

« Mécanismes de capacité »

- Réserve stratégique: autorise le GRT à disposer de réserves contractuelles de long terme ou de ses propres équipements de réserve.
- Mécanisme de paiement de capacité: rémunère toutes les capacités. Cette coordination décentralisée par le prix de marché pose un problème car même si elle donne une rémunération garantie, il n'assure pas que soit atteint le niveau de capacité et de marge de réserve souhaité par le régulateur. Il a été en général abandonné.
- Obligation de capacité associée à un mécanisme d'échange de droits: impose la détention de droits de capacité (équipements en propre et contrats de long terme de fourniture de gros) en relation avec la demande maximale qui leur est adressée en pointe.



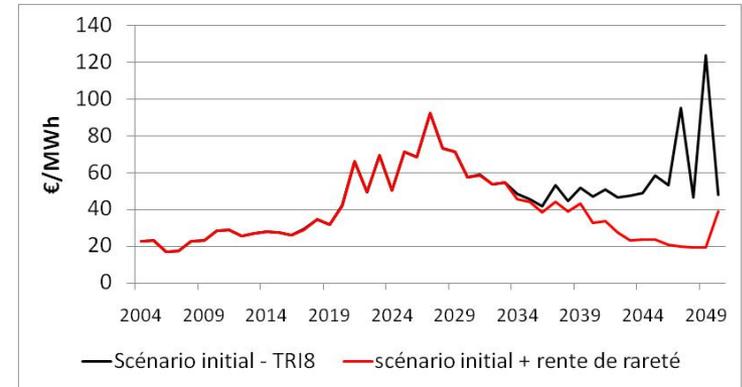
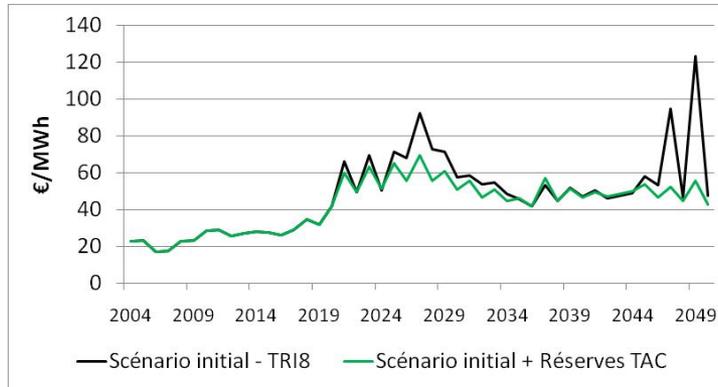
Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

Déficit d'investissement de moyens de pointe

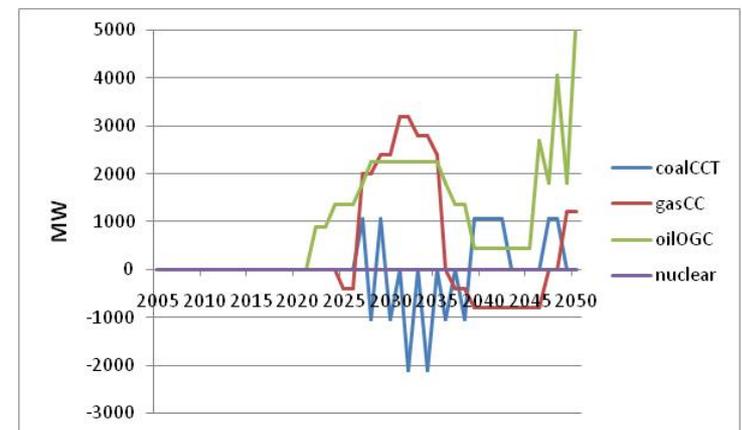
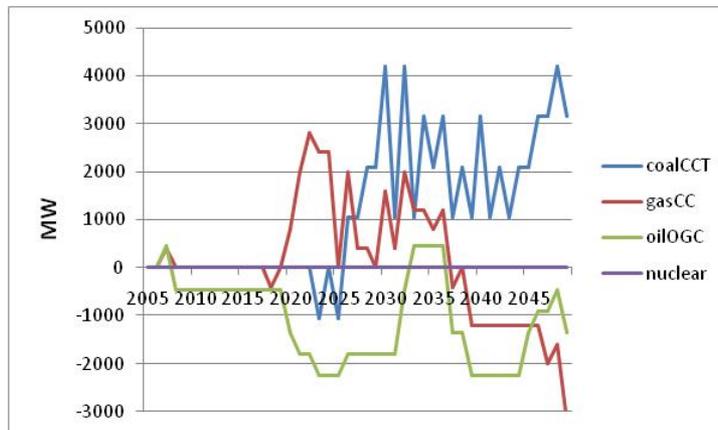
Régulation centralisée par des investissements dans moyens de réserves

Rémunérer la rareté

Impact sur les prix



Impact sur les capacités installées



Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

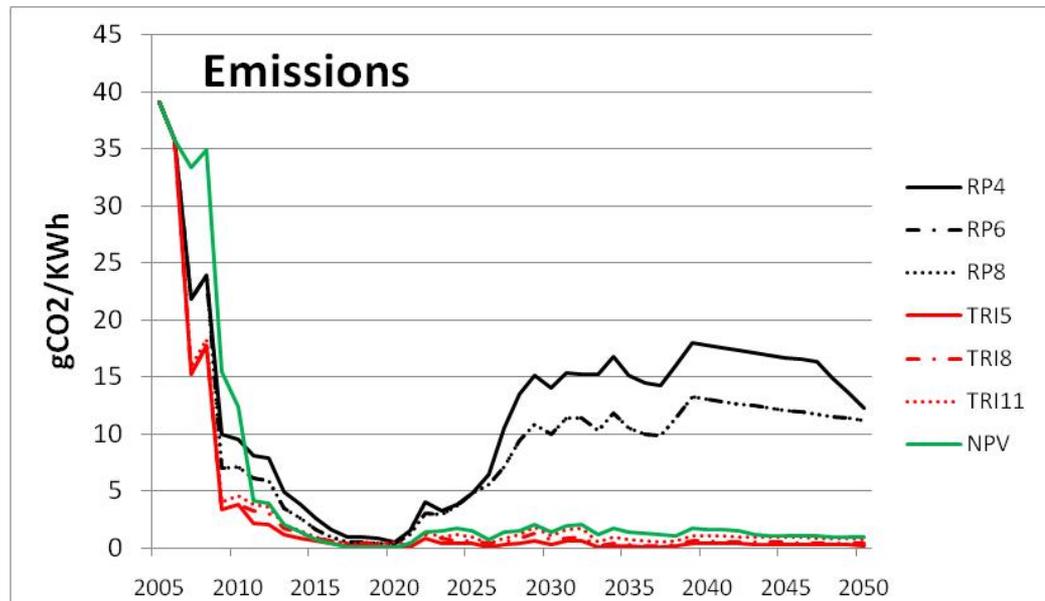
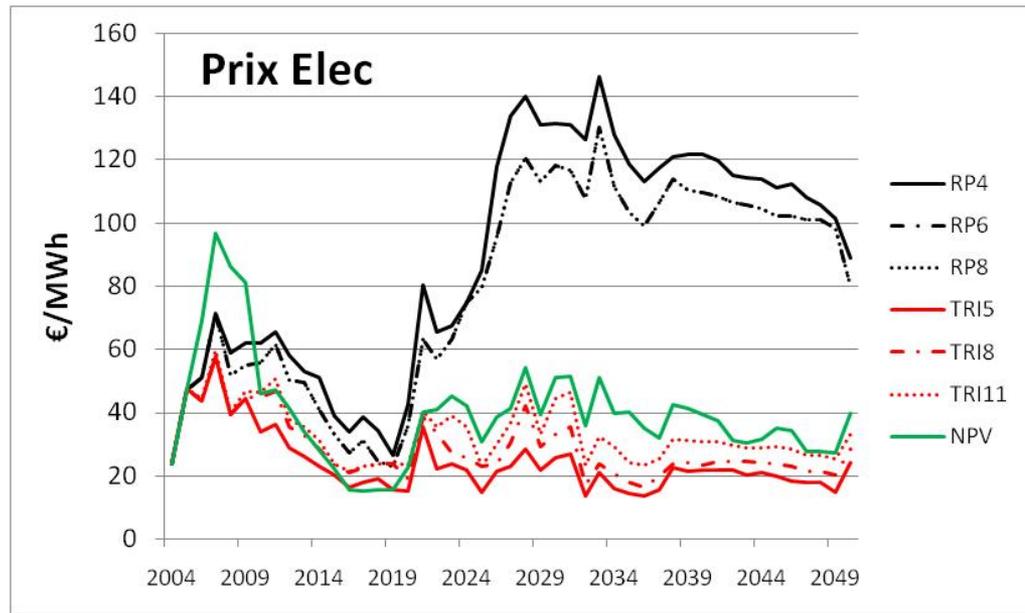
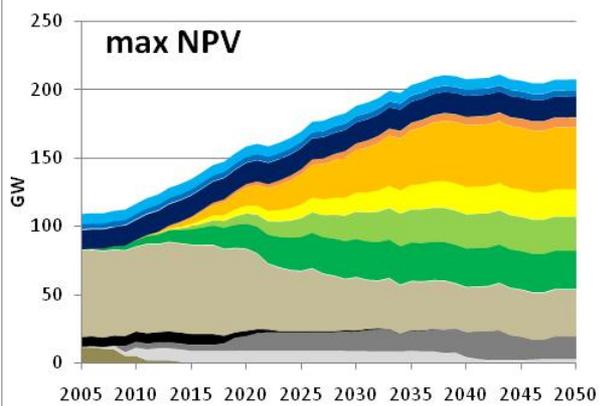
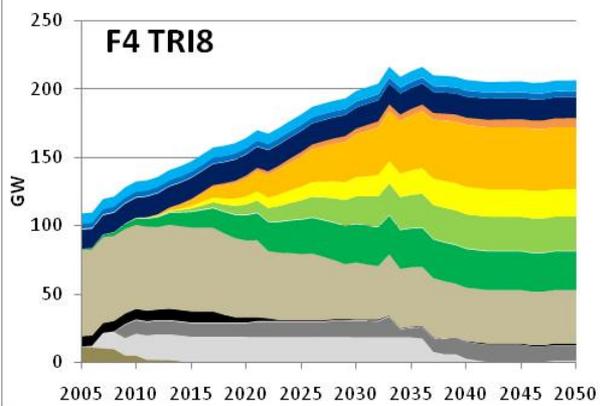
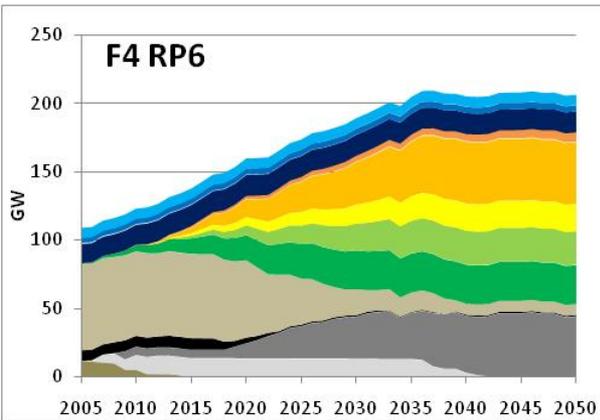
Description des scénarios F4

	Scénario de référence	Scenario F4
Demande	Croissance homothétique de la monotone de charge	Distorsion de la monotone de charge suivant les politiques de MDE et d'efficacité énergétique
Politiques de soutien aux ENR	Exogène selon les objectifs Grenelle (23% ENR en 2020)	Exogène selon objectifs officiels + potentiels négaWatt
Interconnexions	Imports and exports calibrées sur l'année de référence (2004)	Imports et exports calibrés sur l'année de référence (2004)
Taxe carbone	-	2004: 0 2020 – 2050 : 300 €/tCO ₂

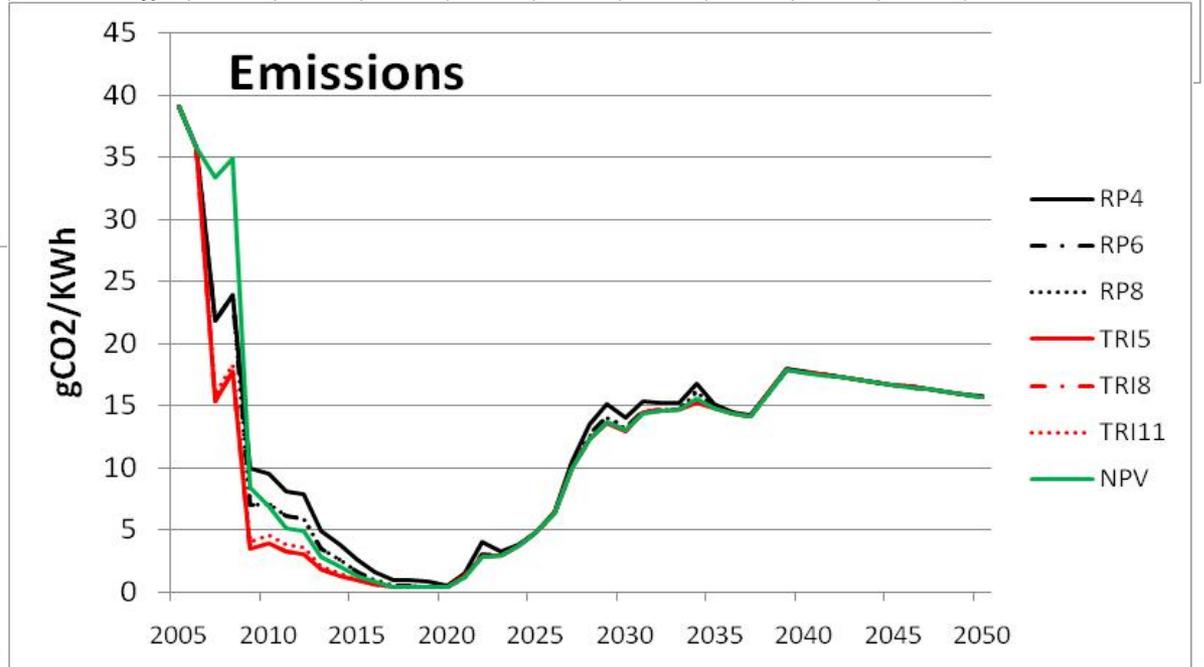
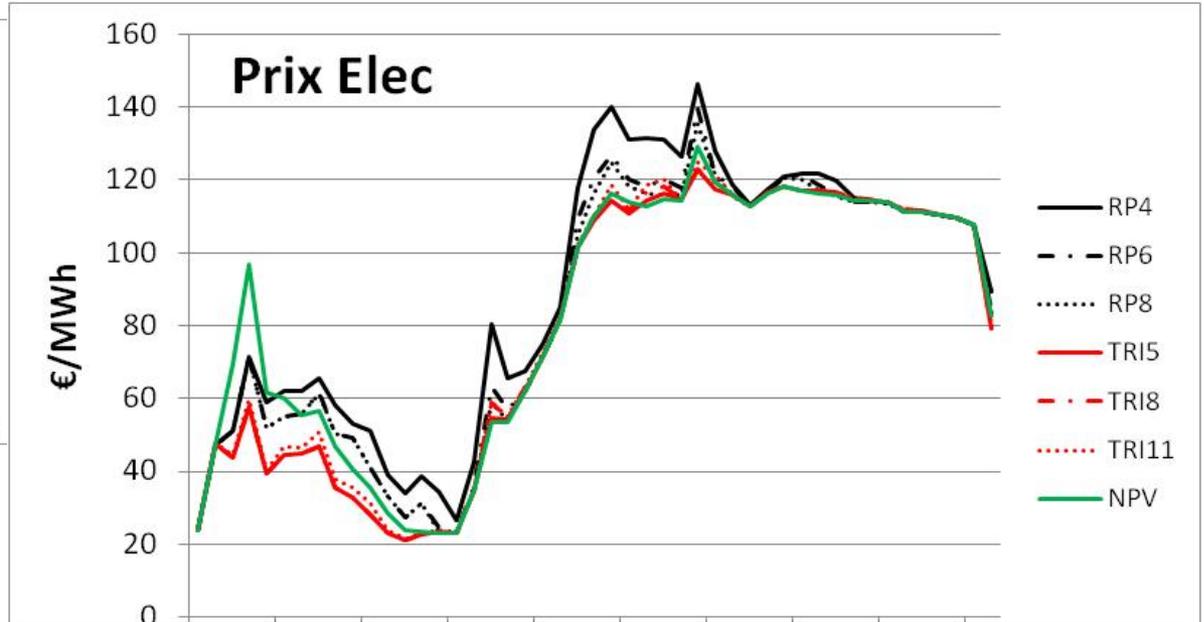
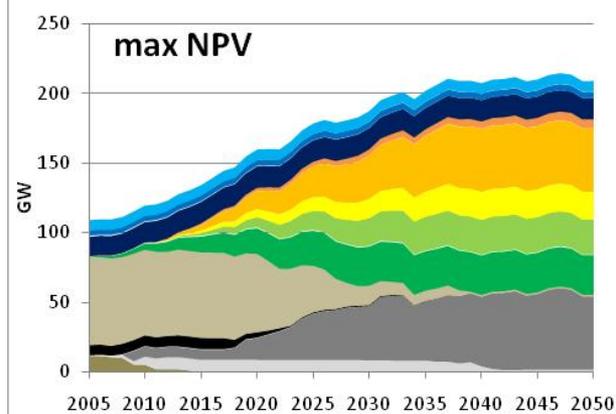
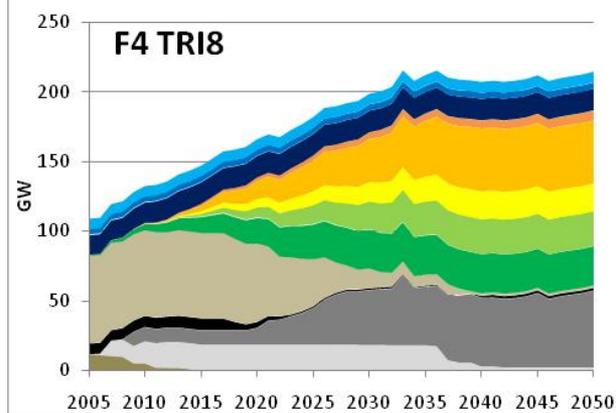
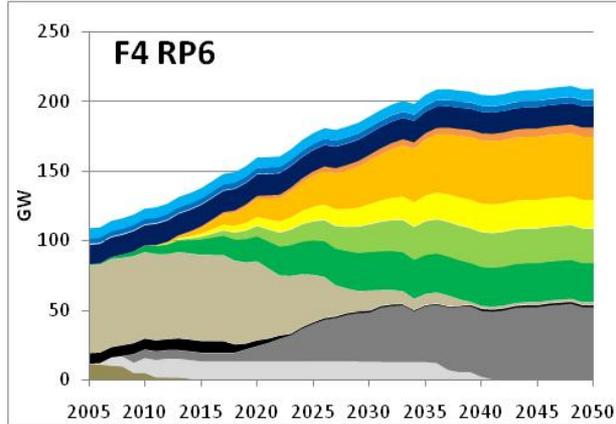


Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

Avec Nucléaire



Sans Nucléaire



Conclusions

- Sensibilité du mode de choix d'investissement au contexte institutionnel
 - Importance de pousser les acteurs à anticiper le long terme (diminue la taxe C nécessaire)
 - Si la contrainte de financement prise en compte, meilleur compromis avec prise en compte du long terme
- Environnement risqué avec forte attention à la valeur boursière
 - Les acteurs ne peuvent pas ne pas intégrer le risque : intégrer le temps de retour
 - Exercice auto-contradictoire : univers instable centré sur le court terme incohérent avec des politiques climatiques de long terme d'où signaux prix très puissants nécessaires
- F4: nécessité d'un contexte stabilisé avec intégration de la contrainte financière sur le long terme
- Les scénarios sans nucléaire « écrasent » les choix : limite de l'exercice
- Investissement en pointe nécessite une régulation supplémentaire



Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

**MERCI DE VOTRE ATTENTION
QUESTIONS ?**



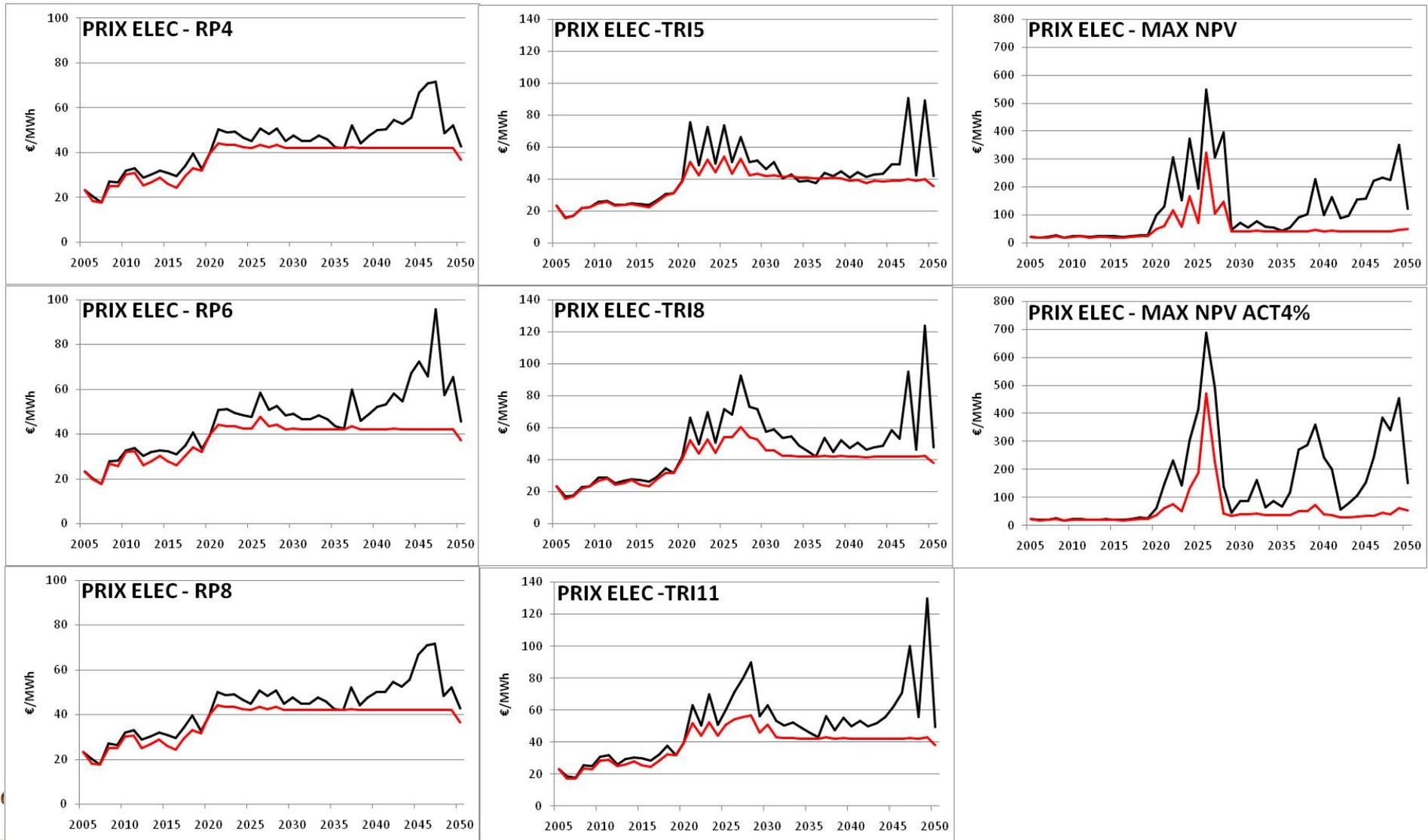
Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

ANNEXES



Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

Un enjeu: aplanir la monotone de charge



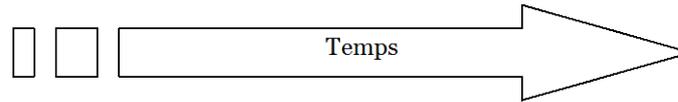
Structure du modèle

- Concurrence parfaite
- Anticipations myopes
- Décisions d'investissement seulement si rentabilité
- Pas de représentation des contraintes de développement de réseau
- Représentation du marché spot



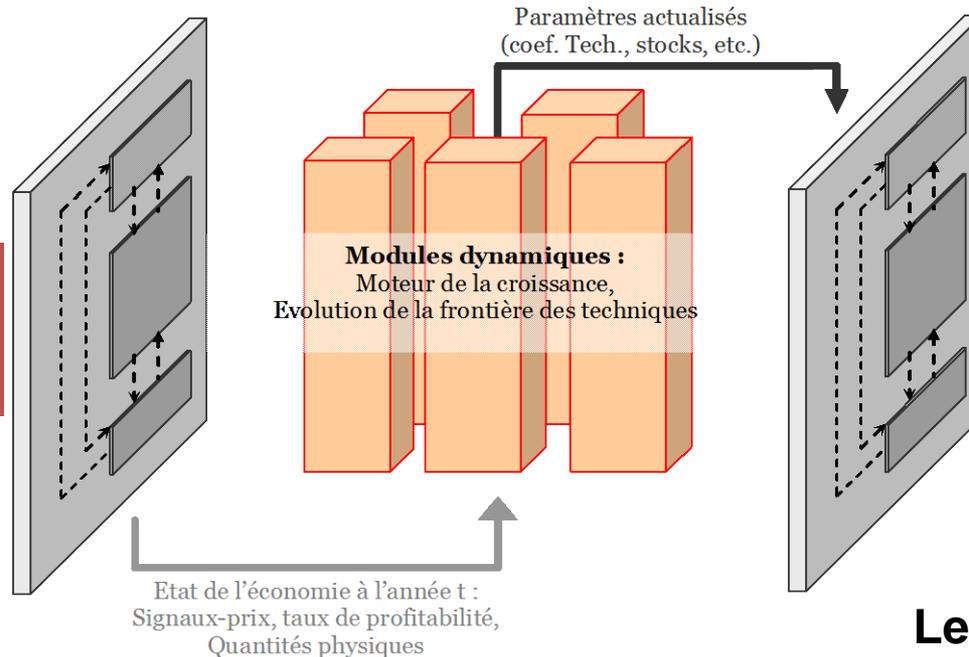
Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

Vers une évaluation technico-économique des scénarios F4



Equilibre statique t

Equilibre statique t+1



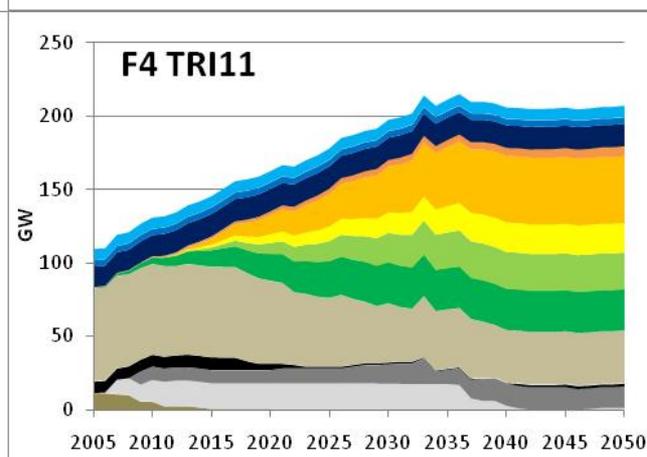
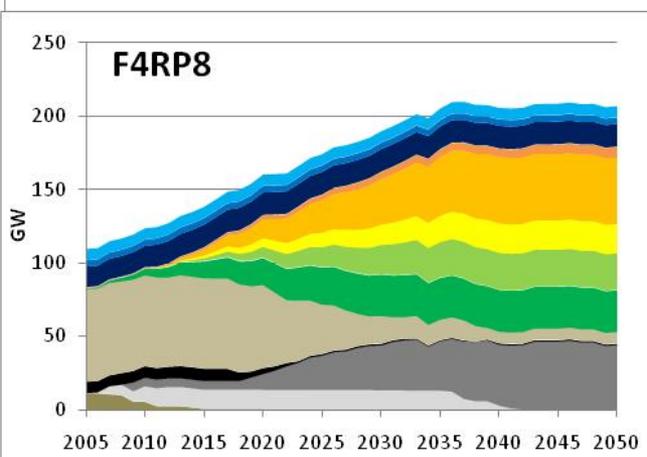
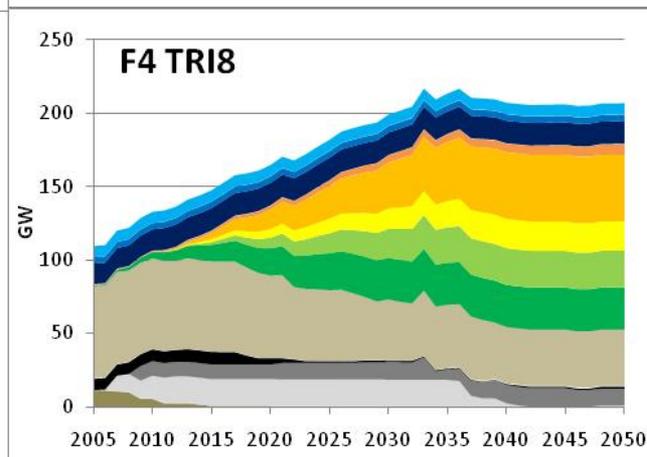
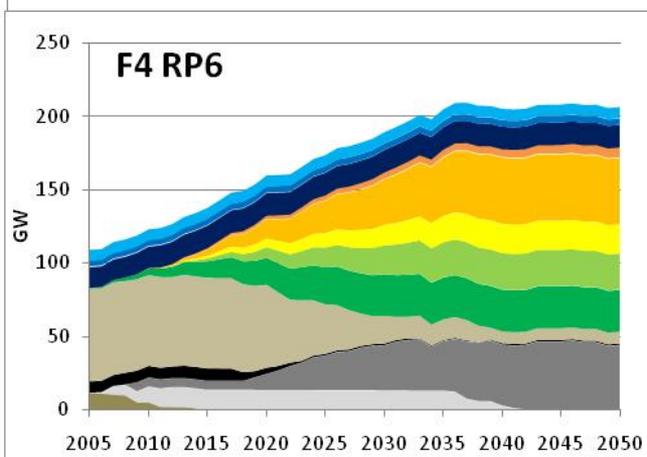
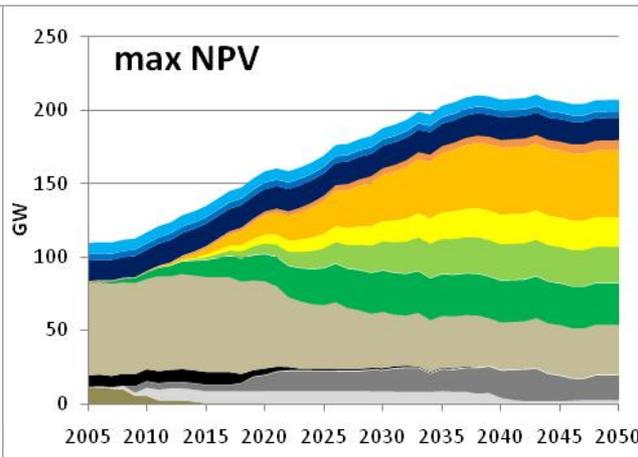
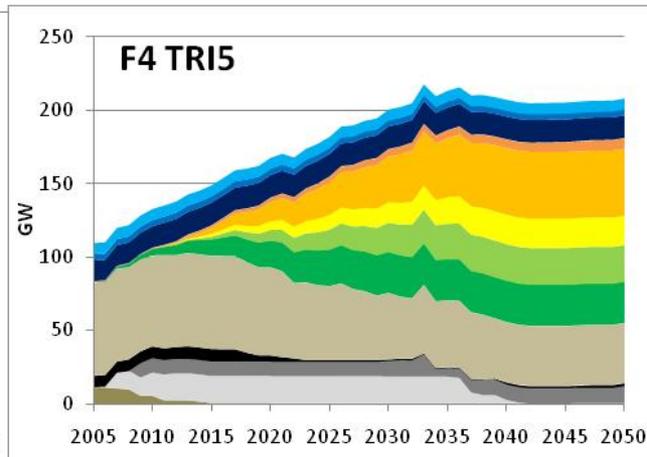
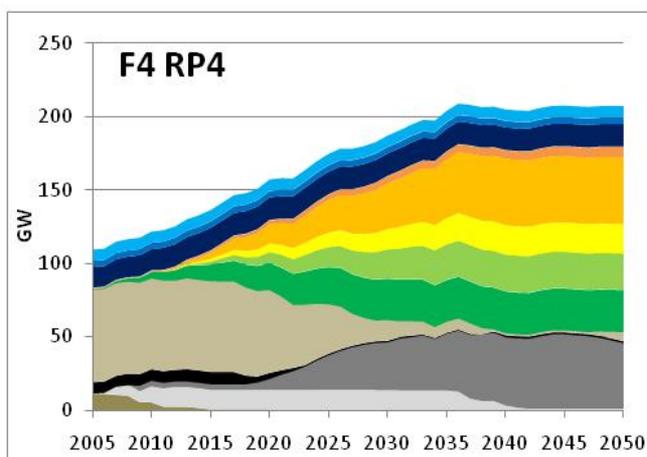
Equilibre statique sous
contraintes de court
terme

Evolution des contraintes

Le modèle Imaclim-R

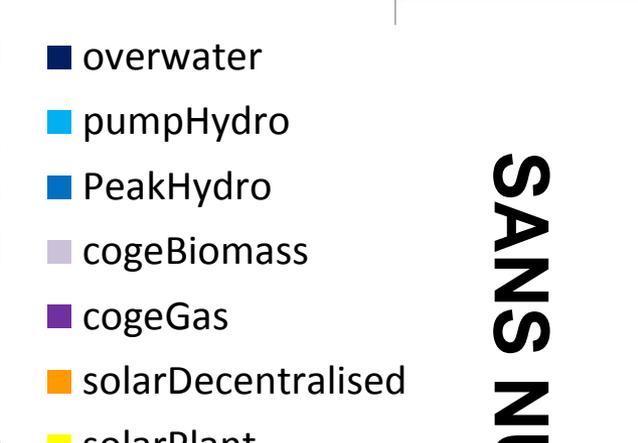
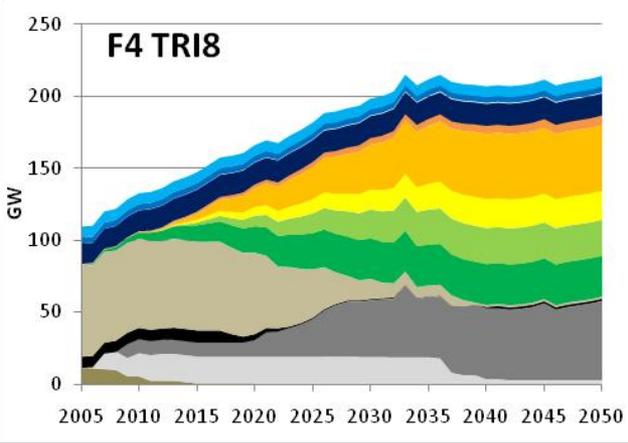
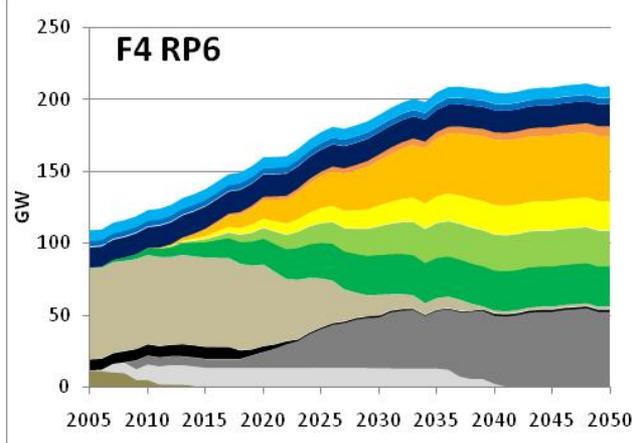
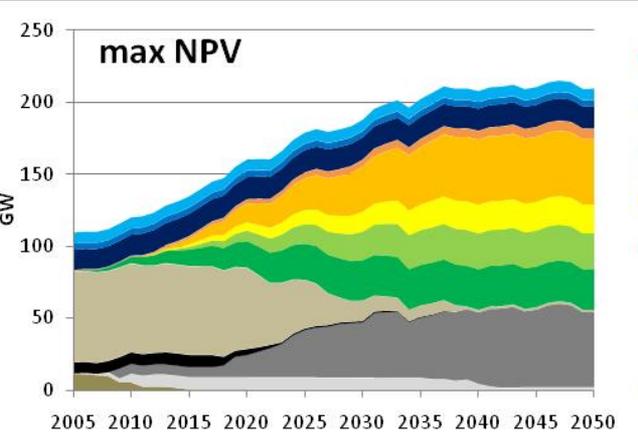
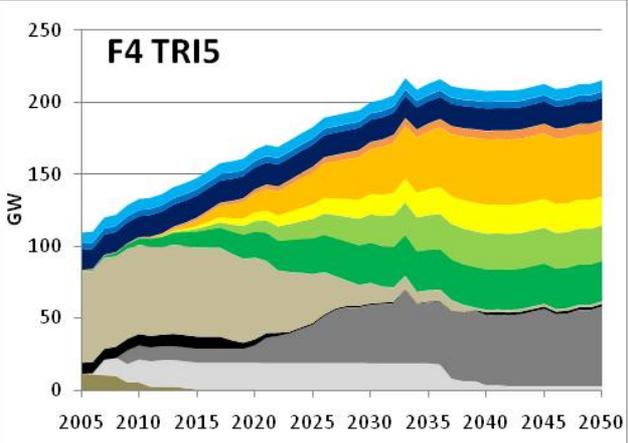
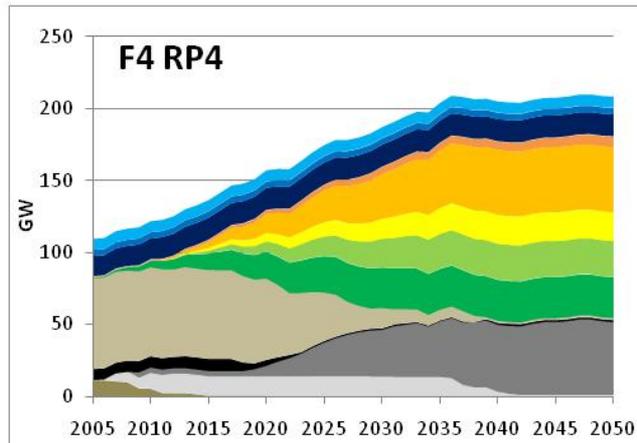


Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable



- overwater
- pumpHydro
- PeakHydro
- cogBiomass
- cogGas
- solarDecentralised
- solarPlant
- windOffShore
- windOnShore
- nuclear
- oilOGC
- gasCC
- coalCCT

AVEC NUCLEAIRE



- overwater
- pumpHydro
- PeakHydro
- cogBiomass
- cogGas
- solarDecentralised
- solarPlant
- windOffShore
- windOnShore
- nuclear
- oilOGC
- gasCC
- coalCCT

SANS NUCLEAIRE