

# Futurs technologiques sous contrainte carbone : Problèmes méthodologiques posés par la biomasse séquestrée

Aurélie Méjean, Ruben Bibas  
**CIRE**

11 octobre 2011



Chaire Modélisation prospective  
au service du développement durable

# Introduction

- Quelles technologies pour atteindre les objectifs de stabilisation ?
- Importance de la possibilité d'émissions négatives  
⇒ nécessaires pour atteindre 450ppm
- Etude de l'importance des technologies de production d'électricité à partir de biomasse avec CCS



Chaire Modélisation prospective  
au service du développement durable

# IMACLIM-R

- IMACLIM-R : modèle hybride

12 régions

12 secteurs, dont 5 énergétiques

Représentation explicite du transport, industrie et résidentiel

- Dialogue entre équilibre macroéconomique et modules technologiques
- Représentation de l'économie en quantité et en valeurs
- Anticipations imparfaites, inertie



Chaire Modélisation prospective  
au service du développement durable

# Problème spécifique de la représentation de la biomasse

- Un cas typique de limitation des courbes d'offre
- Les déterminants non techniques de la biomasse :
  - Coût du travail agricole
  - Prix de la terre



Chaire Modélisation prospective  
au service du développement durable

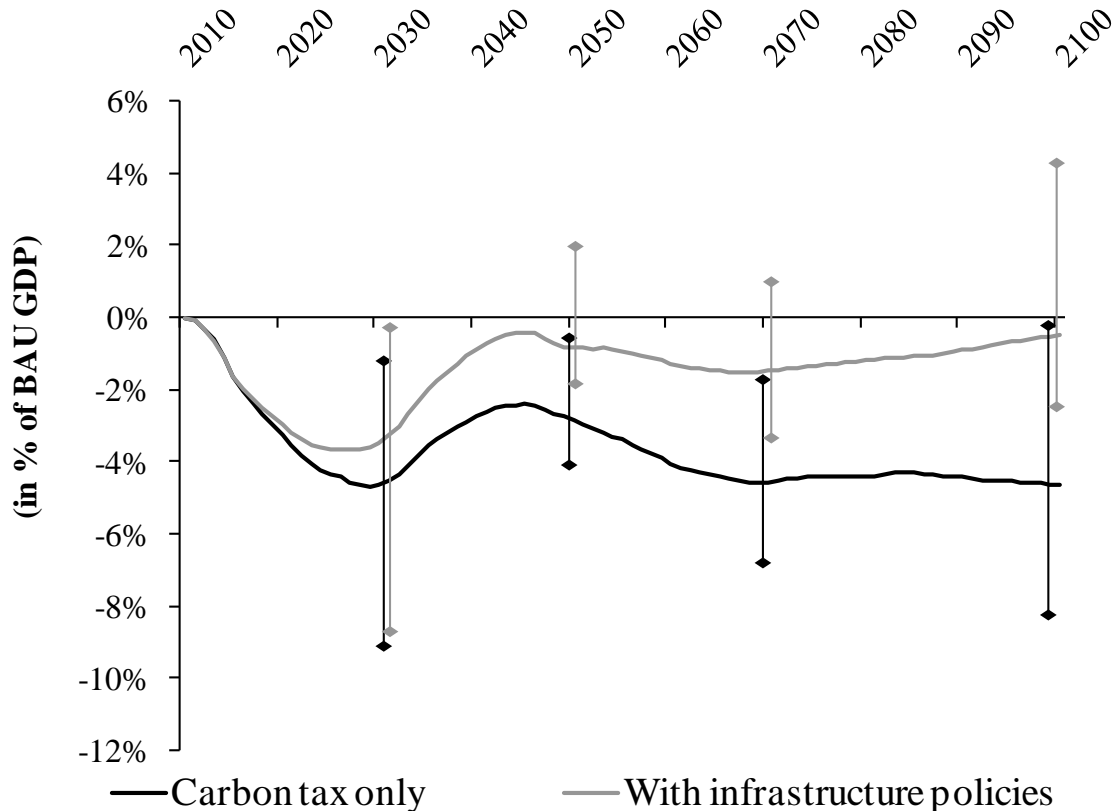
# IMACLIM-R et la biomasse

- Nécessité d'un bouclage avec un modèle d'occupation des sols (entrepris avec le nexus land-use)
- Insertion transitoire de la biomasse dans IMACLIM-R
- Utilisation d'une courbe d'offre faute de mieux
- Essai de clarification du jeu de la complémentarité entre CCS et biomasse



Chaire Modélisation prospective  
au service du développement durable

# Profil de coûts dans IMACLIM, ou les écarts entre coûts techniques et coûts macroéconomiques



Amortisseurs macroéconomiques

- politiques d'infrastructure

- politiques fiscales  
(recyclage de la taxe)

- stabilisation des anticipations

# Quelle baseline et quelles politiques ?

- On regarde les coûts sans amortisseur macroéconomique:
  - sans action précoce de mitigation
  - sans anticipation de la contrainte de long terme
  - sans politique d'infrastructure
  - sans politique fiscale complémentaire (i.e. sans recyclage de la taxe)
  - « technical fix »
- On étudie la dimension technologique



Chaire Modélisation prospective  
au service du développement durable

# Méthode

- Emissions négatives :
  - Production de biomasse
  - Combustion et production d'électricité
  - Capture et séquestration du CO<sub>2</sub>
- Combustible : peuplier cultivé sur les terres agricoles abandonnées
- Courbe d'offre adaptée de (Hoogwijk et al., 2009)



Chaire Modélisation prospective  
au service du développement durable



# Scénarios « heuristiques »

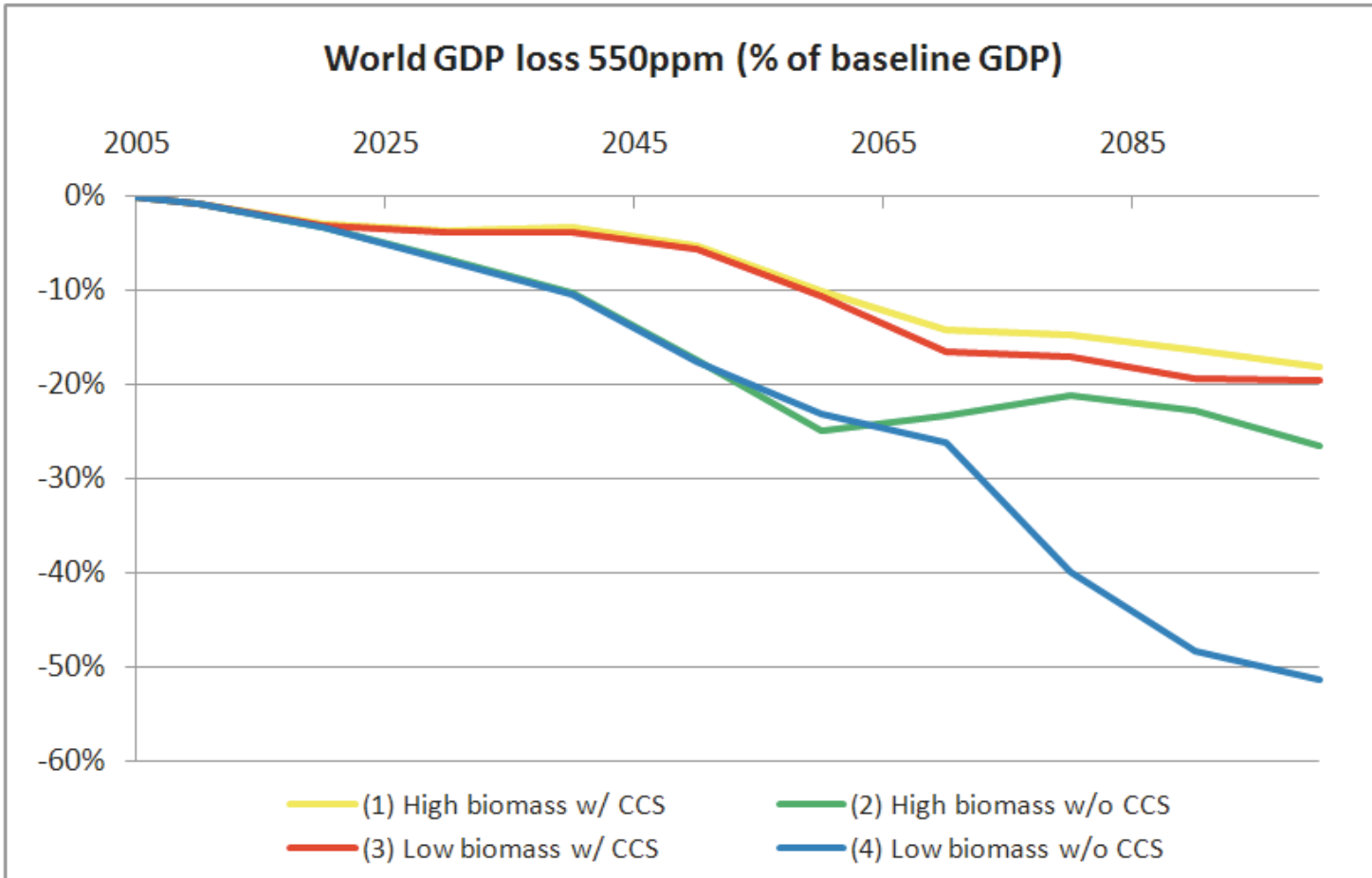
- Etude de sensibilité à la CCS et au potentiel de biomasse
- 4 scénarios technologiques

CCS availability	Biomass availability	
	High (300 EJ/year)	Low (150 EJ/year)
Yes	(1)	(3)
No	(2)	(4)

- Des scénarios sous contrainte climat (550ppm) avec action lente sans amortisseur macroéconomique considéré



# Résultats : PIB (550ppm)



Chaire Modélisation prospective  
au service du développement durable

# Résultats : PIB (550ppm)

## Disponibilité de la CCS

- avec CCS : « lock-in » dans un mix électrique fossile.
- sans CCS : la biomasse pénètre plus tôt, ce qui atténue les pertes.

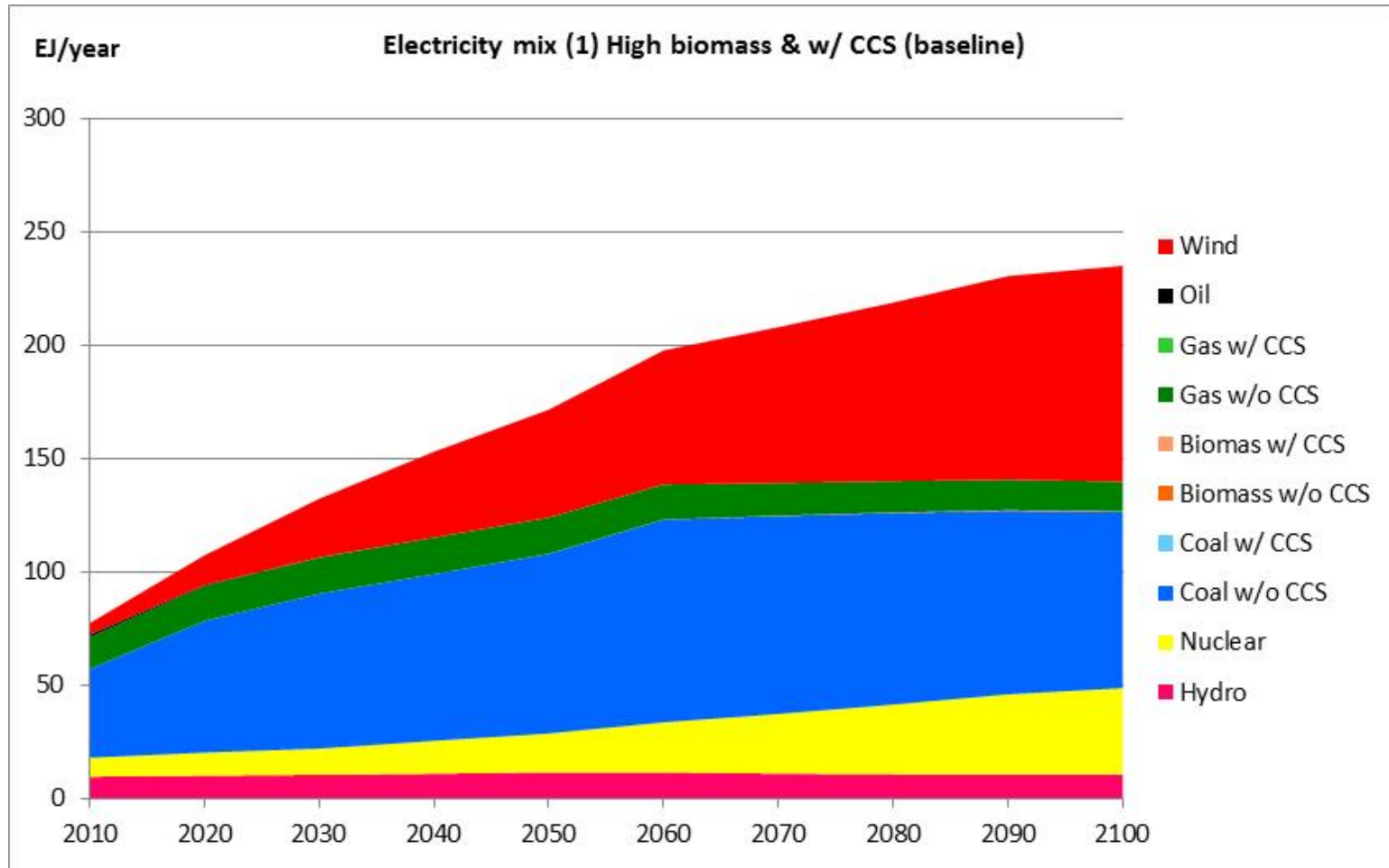
## Disponibilité de la biomasse

- Avant 2070 : très peu d'effet
- Après 2070 : sans CCS, les pertes explosent.



Chaire Modélisation prospective  
au service du développement durable

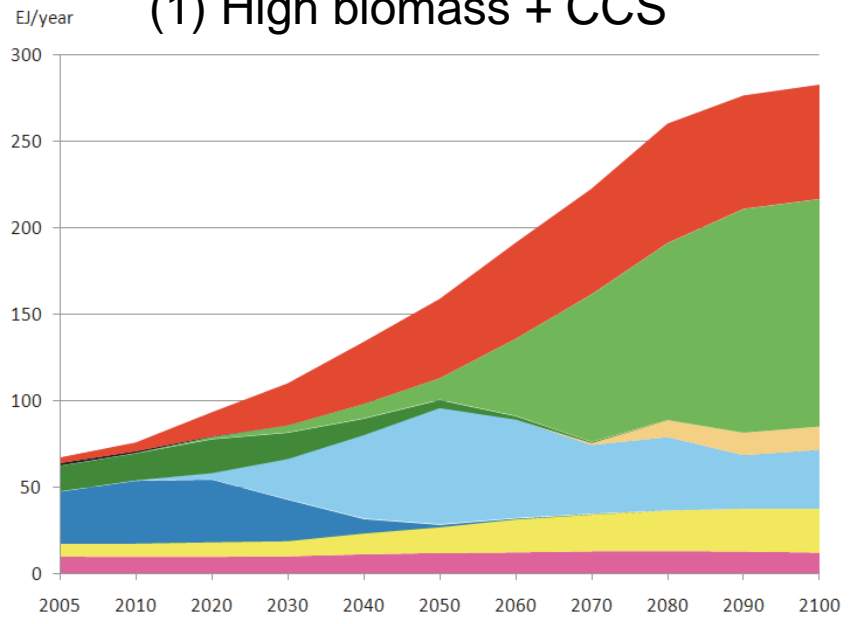
# Résultats : Mix électrique (baseline)



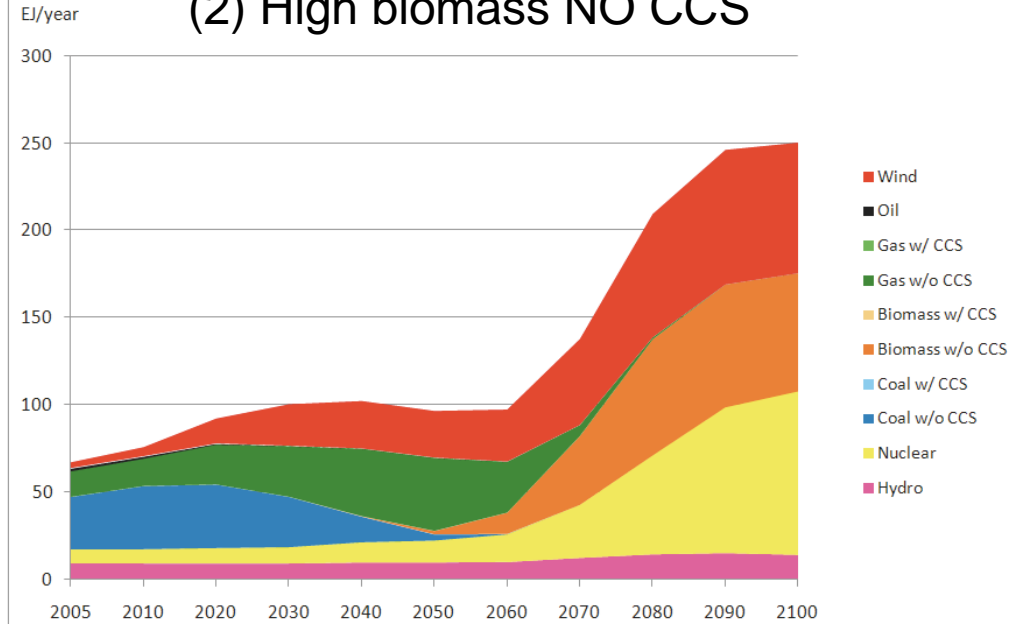
Chaire Modélisation prospective  
au service du développement durable

# Résultats : mix électrique (550ppm)

(1) High biomass + CCS



(2) High biomass NO CCS



Pénétration de la biomasse dans le mix électrique plus tardive si CCS activé :  
2070 au lieu de 2050

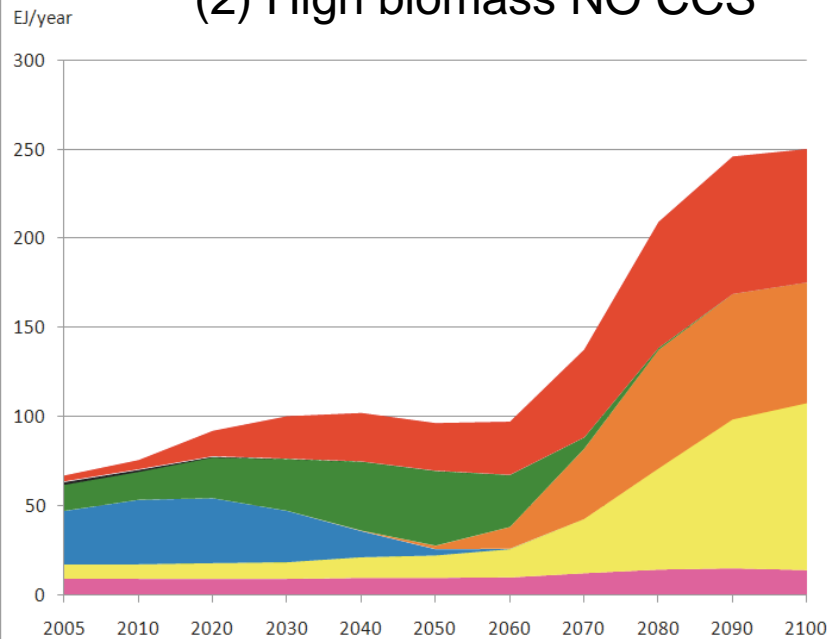
→ Dans ce cas « lock-in » dans un système électrique fossile



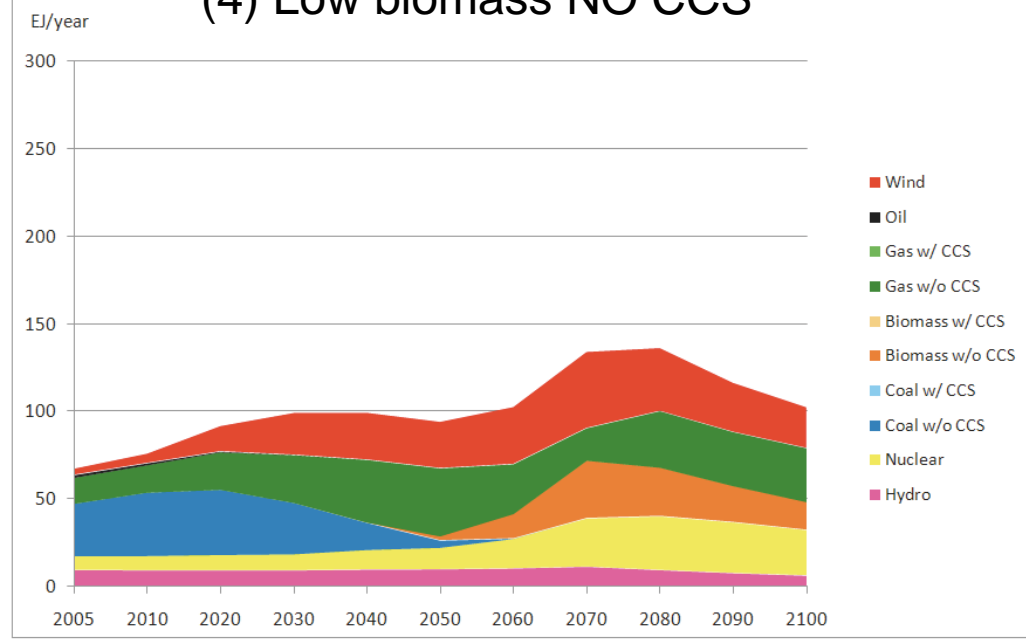
Chaire Modélisation prospective  
au service du développement durable

# Résultats : mix électrique (550ppm)

(2) High biomass NO CCS



(4) Low biomass NO CCS



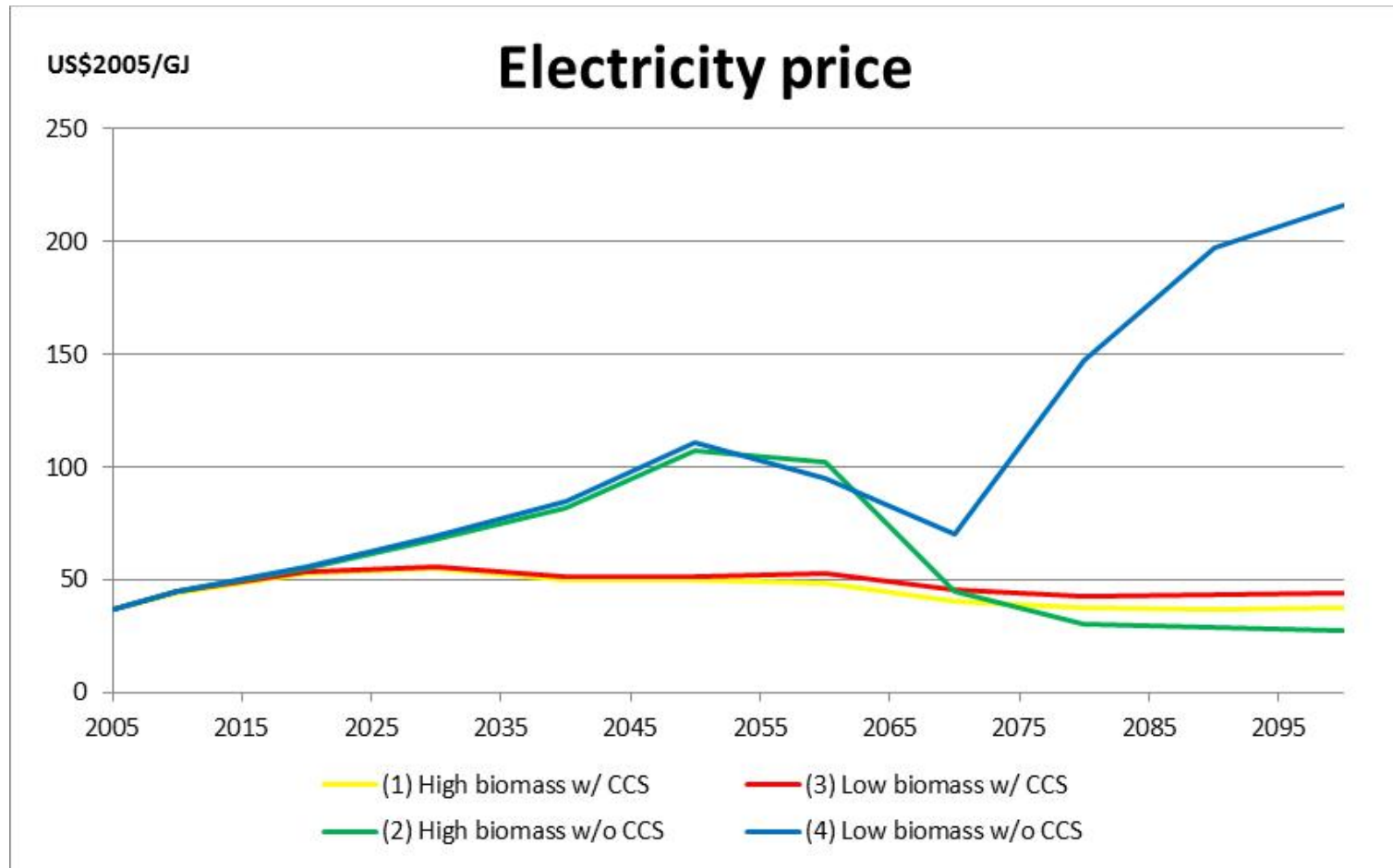
Disponibilité de la biomasse : change très peu le mix dans le cas avec CCS, le bouleverse dans le cas sans CCS



# Conclusion

- 450ppm: Impossible sans émissions négatives
  - Pertinence de cet objectif ?
- 550ppm: En cas d'action tardive et sans politiques complémentaires, pertes très importantes si pas de CCS et faible potentiel de biomasse
- Est-ce que la prise en compte des mécanismes de l'équilibre général est susceptible de changer l'articulation biomasse/CCS ?
  - Contre la biomasse : le renchérissement des prix de la terre
  - Contre la CCS : contrainte financière, incertitudes, effet NIMBY
- Prochaines étapes :
  - Bouclage avec le module d'occupation des sols, prise en compte des prix de la terre et des coûts du travail
  - Etude des scénarios technologiques avec politiques d'infrastructure et fiscale

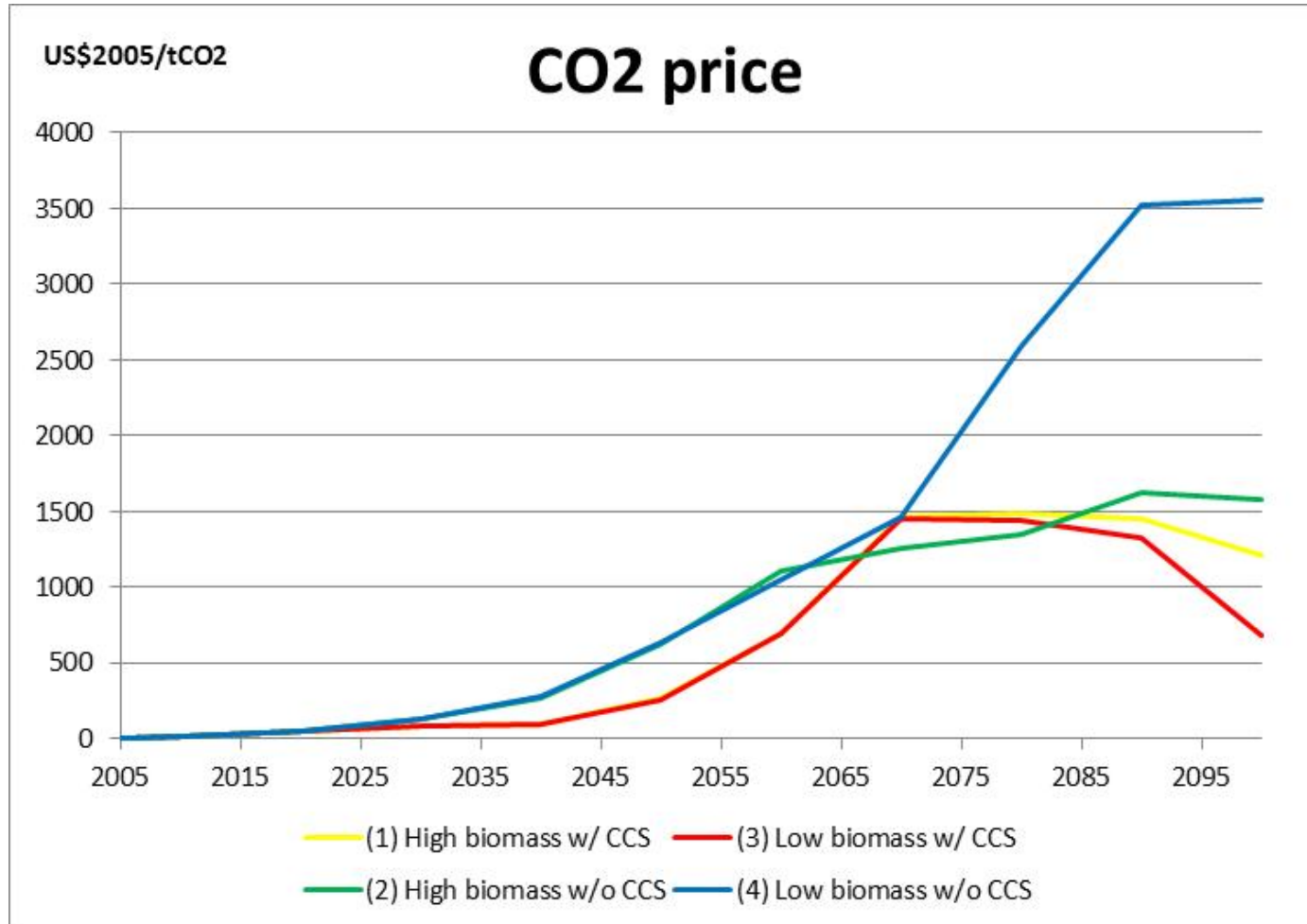
# Prix de l'électricité



Chaire Modélisation prospective  
au service du développement durable



# Prix du CO2



Chaire Modélisation prospective  
au service du développement durable