



INRA

Département SAE2

Sciences Sociales, Agriculture et Alimentation, Espace et Environnement

Etude de la viabilité de l'approvisionnement en biomasse- énergie d'unités de transformations

Laure Bamière

Christophe Gouel

Vincent Martinet

Economie Publique ; UMR INRA—AgroParisTech

Journées Agrocarburants du département SAE2

Problématique

- ▶ Production de biomasse-énergie – Agrocarburants de seconde génération
- ▶ Faisabilité de la production à grande échelle
 - ▶ Gisement ?
 - ▶ Coûts de production ?
- ▶ Viabilité économique
- ▶ Impacts sur le territoire
 - ▶ Changement d'usage des sols
 - ▶ Impacts paysagers et sur la biodiversité
 - ▶ Effets environnementaux (Intrants, pollution azotée)

Approche adoptée

- ▶ Modélisation spatialement explicite, par canton, à l'échelle d'une région (Champagne-Ardennes dans le cas d'application)
- ▶ Objectif économique de maximisation des profits: comportement micro-économique
- ▶ Contexte économique incertain (évolution des prix)
- ▶ Analyse de la viabilité de stratégie de contractualisation des approvisionnements des unités de production

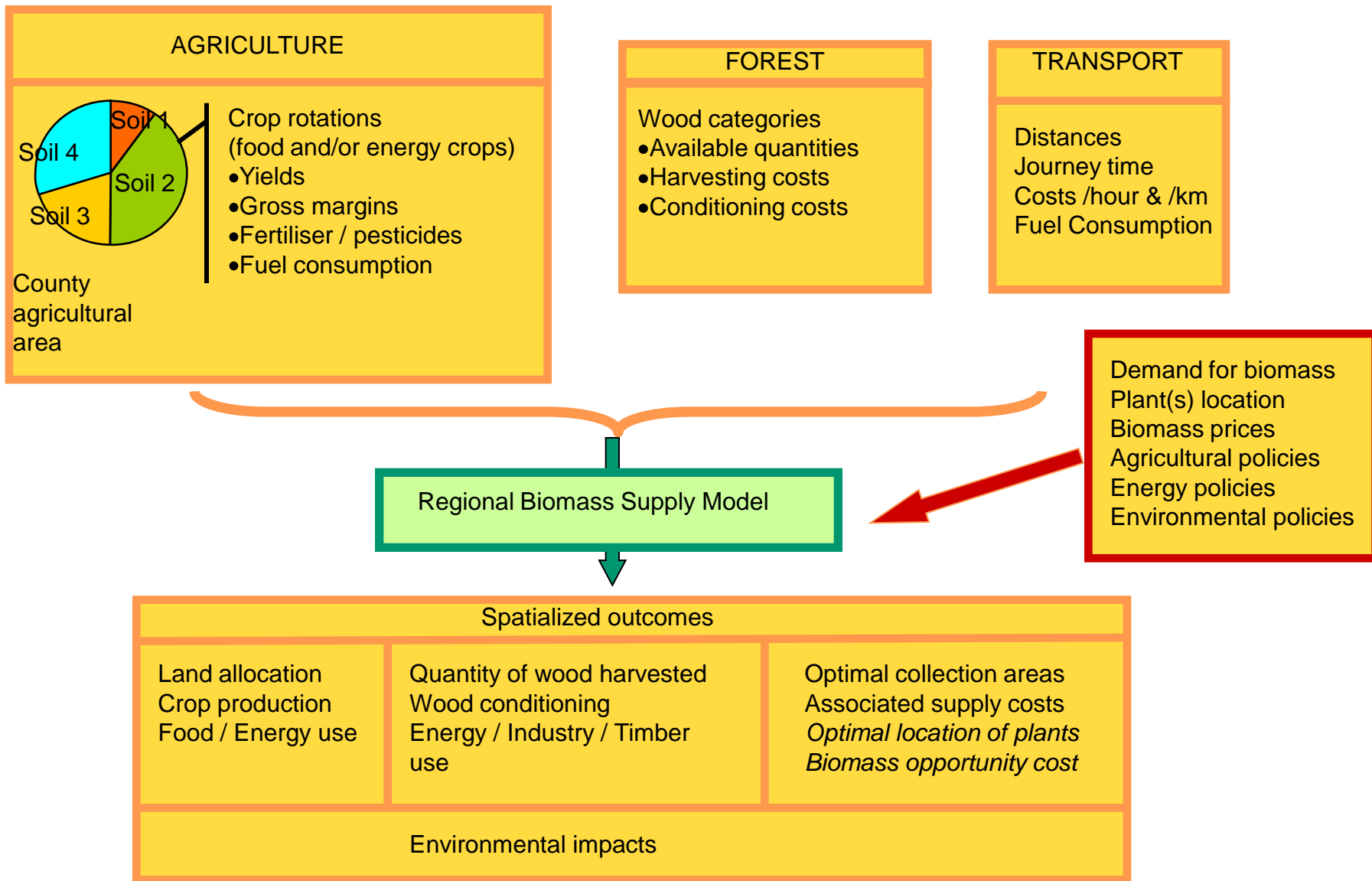
Éléments de modélisation (1 / 3)

ECOBIOM

- ▶ **Ecobiom : une approche socio-économique et environnementale de l'offre de biomasse lignocellulosique**
 - ▶ Programme National de Recherche sur les Bioénergies
 - ▶ Financé par l'ANR
 - ▶ Décembre 2005 – Mars 2009
 - ▶ Partenaires : FCBA (coordinateur), INRA (Economie Publique et EGC), GIE ARVALIS/ONIDOL, UCFF, ONF, CNRS
 - ▶ 1 356 745 € dont aide ANR 553 191 €

-
- ▶ **Analyse micro-économique et environnementale de l'offre en biomasse lignocellulosique agricole et forestière : un modèle générique régional d'offre à maille cantonale**

 - ▶ Développement d'une méthodologie générique
 - ▶ Pour répondre à des questions telles que :
 - ▶ Choix optimal du type de biomasse, compte tenu du contexte économique et politique
 - ▶ Coût de l'approvisionnement des unités de bioénergie
 - ▶ Scénarii d'implantation des unités, changement d'usage des sols et impacts environnementaux associés



Eléments de modélisation (2/3)

Modèle de prix stochastique

- ▶ **Caractéristiques des prix agricoles à reproduire**
 - ▶ Niveau de volatilité
 - ▶ Forte autocorrélation positive (Deaton et Laroque, 1992)
 - ▶ Co-mouvements entre produits (Pindick et Rotemberg, 1990)
- ▶ **Représentation par un modèle VAR**
 - ▶ Estimé sur des données annuelles et des prix internationaux
 - ▶ Pour 3 grands secteurs
 - ▶ Céréales (représentées par le blé)
 - ▶ Maïs
 - ▶ Oléagineux (représentés par l'huile de palme)
 - ▶ Recalé sur Champagne Ardenne

Estimations VAR

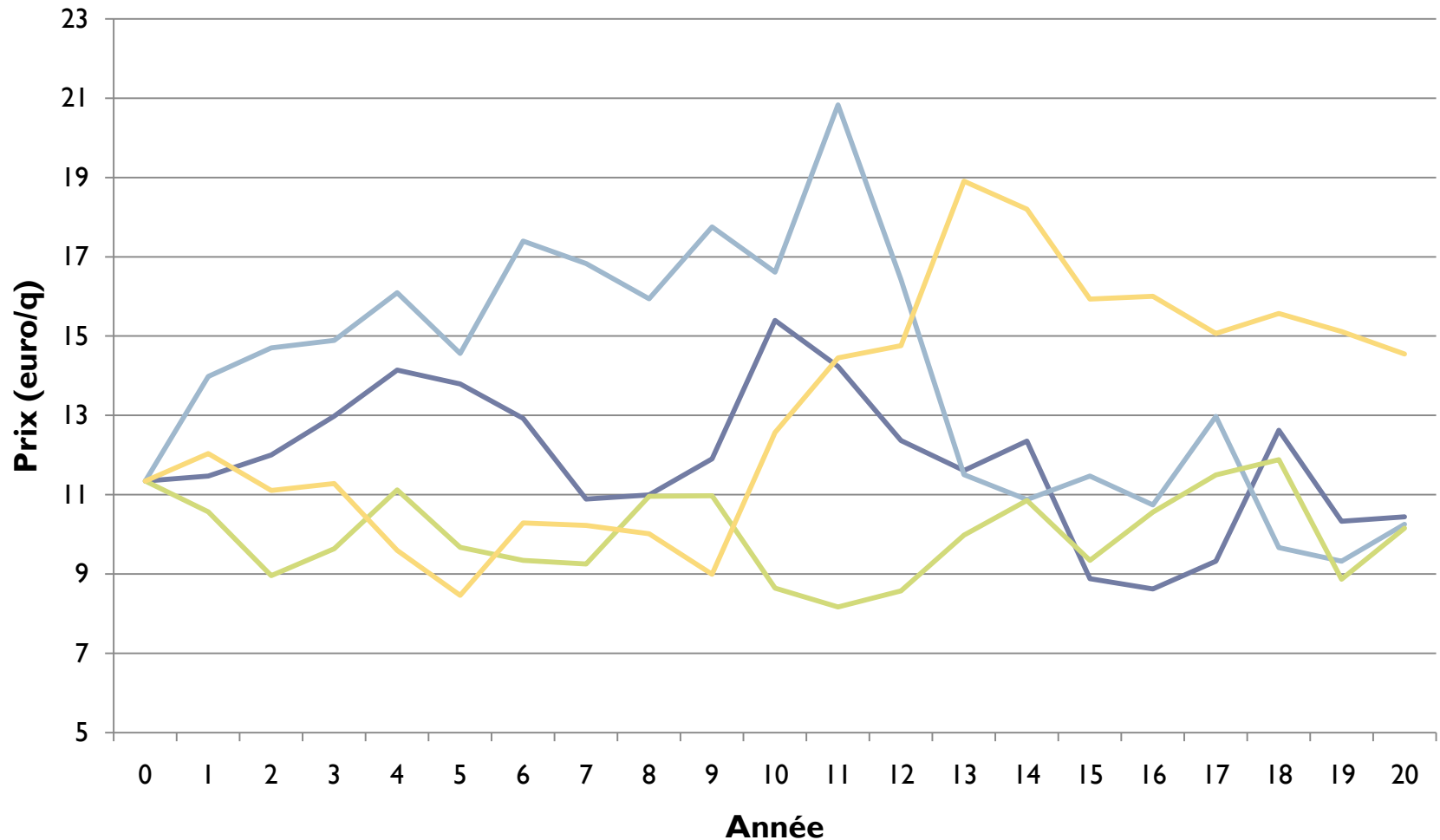
	Wheat	Corn	Palm oil
time	-0.003***	-0.004***	-0.002*
Wheat(-1)	0.568***	-0.053	0.020
Corn(-1)	0.108	0.563***	0.285**
Palm oil(-1)	0.057	0.177**	0.567***
R^2	0.828	0.803	0.818
Covariance matrix of residuals:			
Wheat	0.024		
Corn	0.019	0.038	
Palm oil	0.006	0.016	0.041

Données : prix annuels (1900—2003) de Pfaffenzeller et al. (2007) déflatés par l'indice de valeur unitaire des produits manufacturés des Nations Unies.

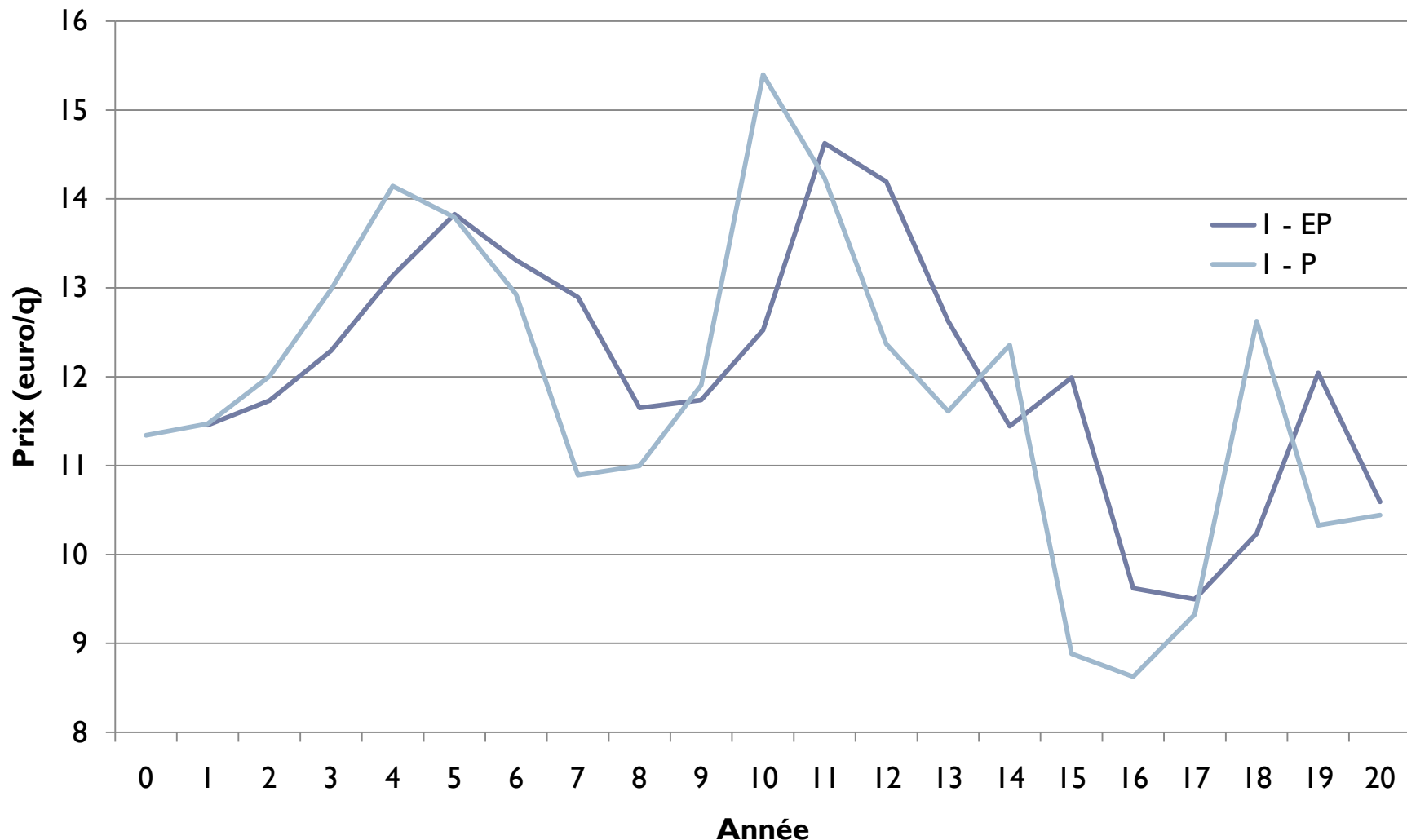


Scénarios d'évolution des prix agricoles

Quatre scénarios d'évolution du prix du blé tendre



Modèle d'anticipation des prix



Eléments de modélisation (3 / 3)

Viabilité stochastique

- ▶ Les objectifs de l'usine sont représentés par des contraintes
 - ▶ Approvisionnement minimal (contrainte de viabilité technologique)
 - ▶ Coût maximal d'approvisionnement (contrainte de viabilité économique)
- ▶ Une stratégie d'approvisionnement aura une probabilité de succès (probabilité de satisfaire les contraintes sur l'horizon de simulation considéré)
- ▶ On cherche la stratégie de contractualisation qui a la meilleure probabilité de viabilité, en fonction du niveau des objectifs

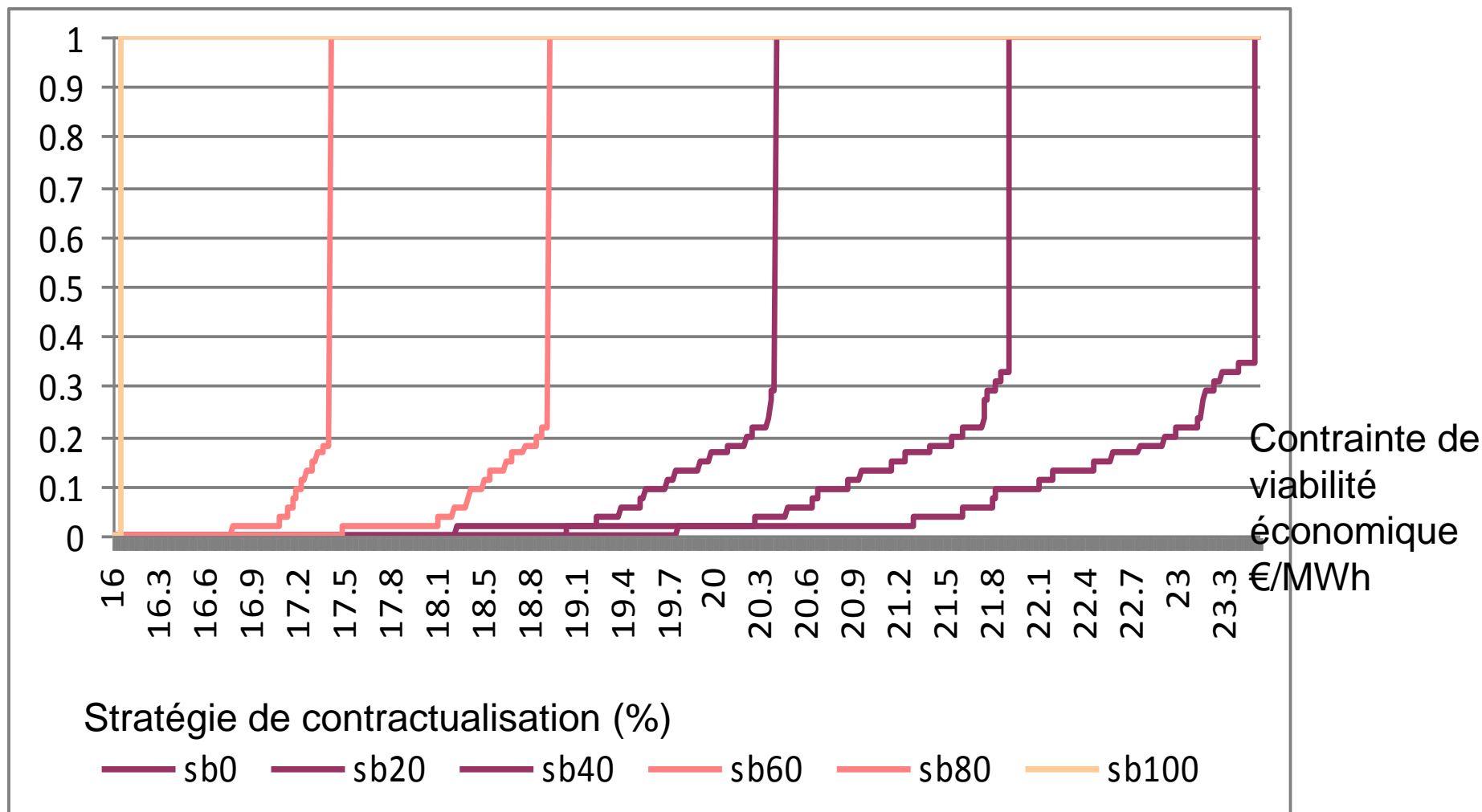
Principe de simulation

- ▶ **Simulation stochastique “Monte Carlo”**
 - ▶ Génération de scénarios de prix agricoles
 - ▶ Simulation de l’usage des sols, de la nature et du coût d’approvisionnement de l’unité, pour chaque année, chaque scénario de prix et chaque stratégie étudiée
 - ▶ Analyse de la viabilité de la stratégie dans ces différents scénarios
 - ▶ Calcul de la fréquence de succès de chaque stratégie
- ▶ **Analyse de sensibilité au niveau des objectifs en faisant varier la contrainte de coût**

Exemple d'application

- ▶ **1 unité de bioénergie en Champagne-Ardenne**
 - ▶ Contrainte d'approvisionnement en biomasse : 1 Million MWh /an
 - ▶ Localisation fixée
- ▶ **6 stratégies de contractualisation**
 - ▶ 0%, 20%, 40%, 60%, 80% et 100%
 - ▶ Cultures contractualisables : miscanthus, switchgrass, TCR
 - ▶ Cultures « annuelles » : bois, triticales plante entière, sorgho fibre, paille
- ▶ **55 scénarii de prix sur 20 ans :**
 - ▶ Coût d'opportunité maximal du MWh
 - ▶ Type de biomasse livrée à l'unité
- ▶ **Contrainte de viabilité économique**
 - ▶ de 16 à 24€/MWh de biomasse

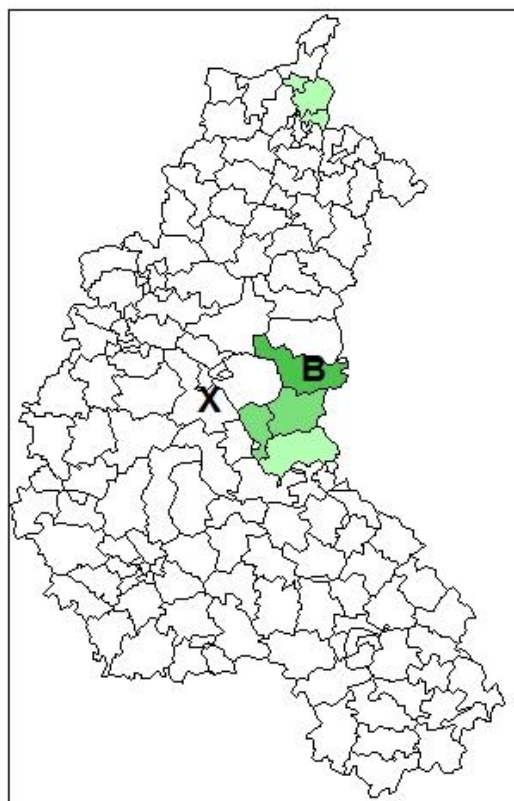
Résultats : Probabilité de viabilité



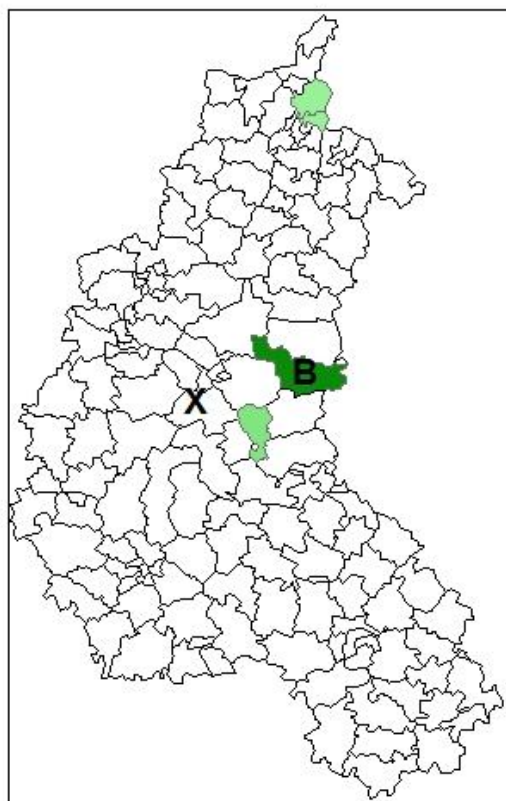
Aspects spatiaux : Origine de la biomasse



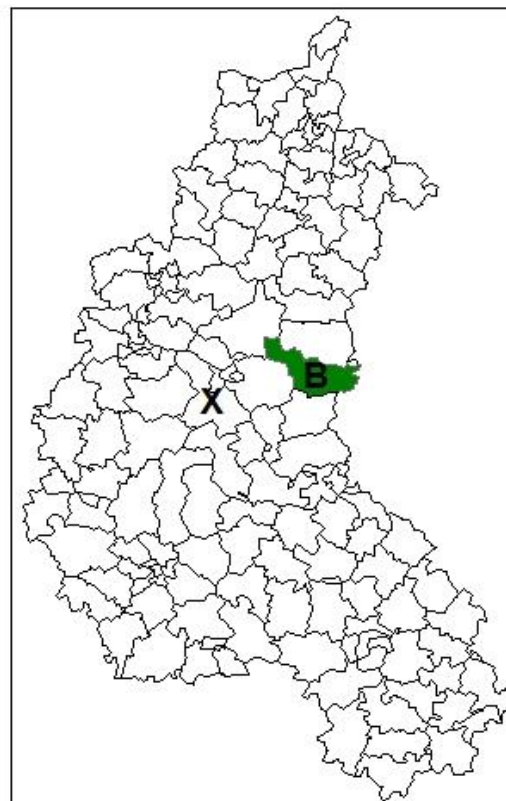
Provenance de la biomasse (pourcentage par canton)



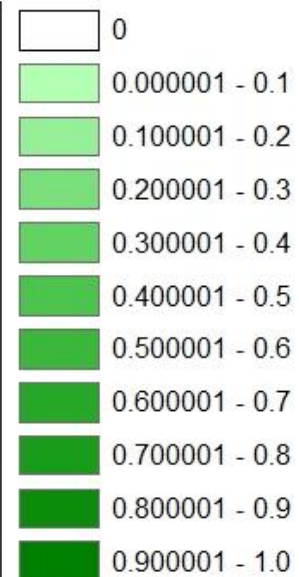
Contractualisation 0%



Contractualisation 60%



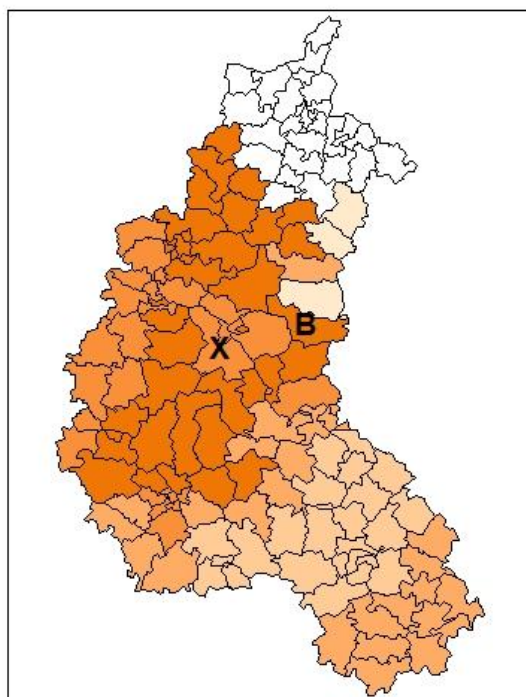
Contractualisation 100%



Aspects spatiaux : Effet sur l'utilisation d'intrants azotés



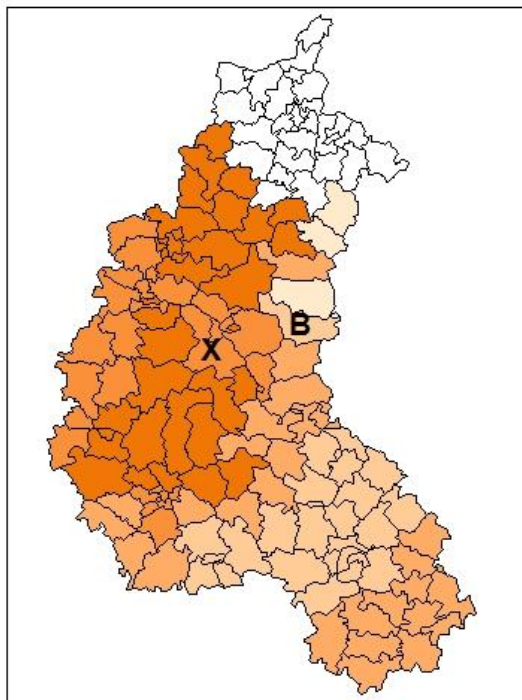
Niveau d'intrant azoté par ha



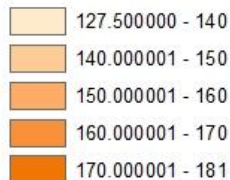
Contractualisation 0%



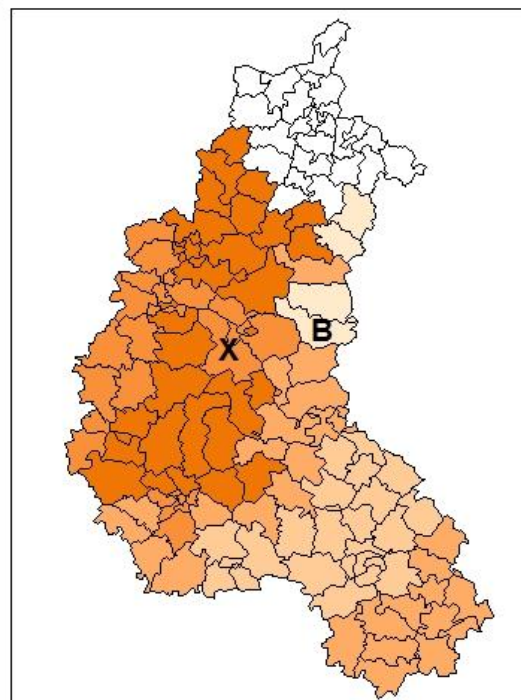
Azote total = 183 646 mille unités



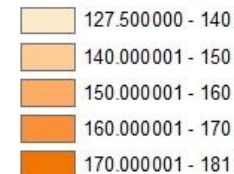
Contractualisation 60%



Azote total = 182 824 mille unités



Contractualisation 100%



Azote total = 182 279 mille unités



Bamière et al.

Journées Agroc carburants du département SAE2

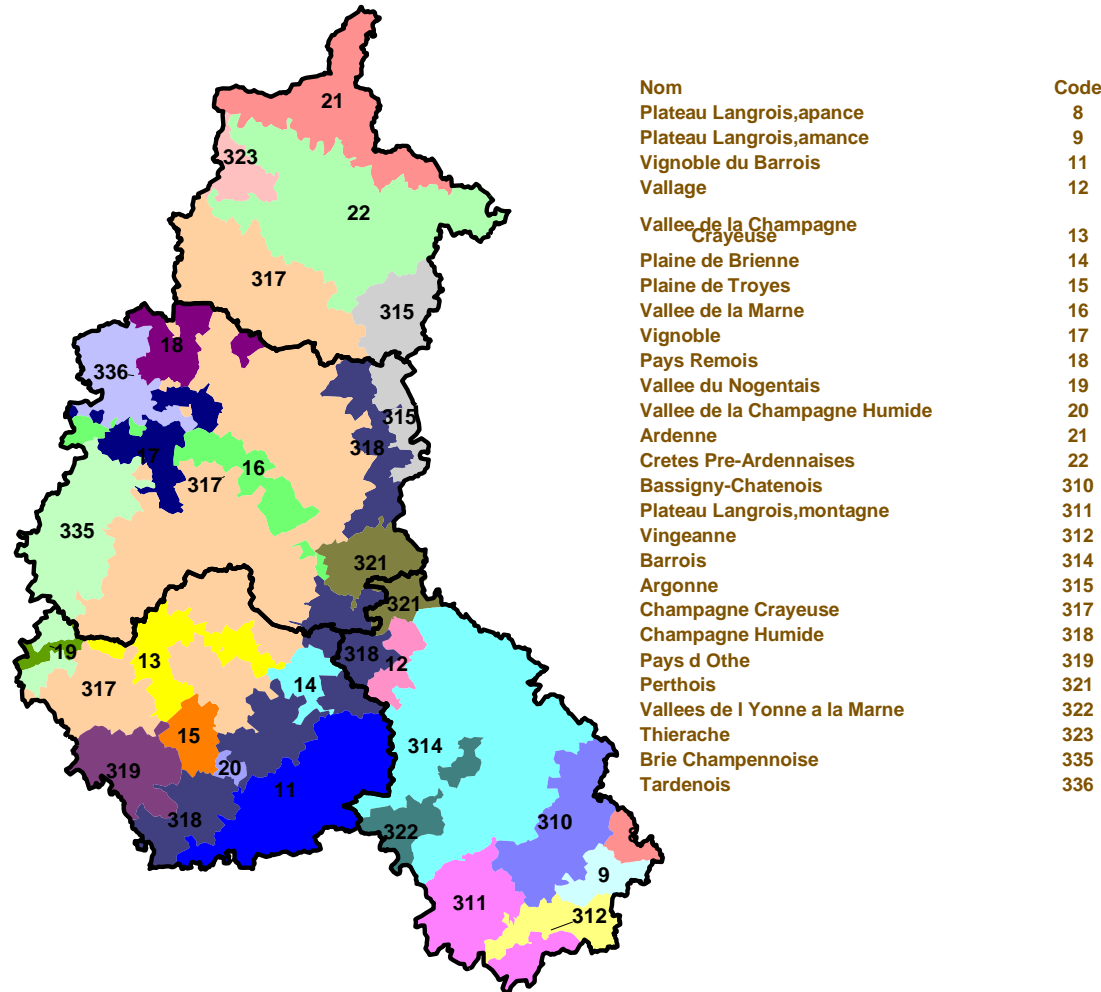
Conclusion

- ▶ Approche de viabilité stochastique peut être étendue à de nombreux critères économiques et environnementaux

- ▶ Questions de recherches qui peuvent être traitées
 - ▶ Impacts environnementaux territoriaux (pollution, paysage et biodiversité)

- ▶ Perspectives d'améliorations du modèle
 - ▶ Meilleure représentation de l'adoption de cultures pérennes et du processus de contractualisation
 - ▶ Comparaison avec les approches d'optimisation économique (maximisation du profit actualisé espéré de l'usine)

PRA en Champagne Ardenne



Bibliographie

- Rozakis, S. & Sourie, J.-C. (2005). Micro-economic modelling of biofuel system in france to determine tax exemption policy under uncertainty. *Energy Policy*, 33, 171-182.
- De Lara, M. & Martinet, V. (2009). Multi-criteria dynamic decision under uncertainty: A stochastic viability analysis and an application to sustainable shery management. *Mathematical Biosciences*, 217, 118-124.

