



UMR ÉCONOMIE PUBLIQUE

## Allocation des terres : du choix culturel au choix sectoriel

*Effets des politiques publiques et du changement climatique sur les choix d'assolement*

ANNA LUNGARSKA

Séminaire ODR

24 mai 2016, Toulouse

Journée de l'écriture slave et de la culture bulgare

А Б В Г Д Е Ж З И Й К Л М Н О П Р С Т У Ф Х Ц Ч Ш Щ Ъ Ы Ю Я

## Plan de la présentation

- 1 Introduction
- 2 La pollution par les nitrates et la différenciation spatiale des politiques publiques dans le cas de la France
- 3 Prix des terres agricoles en France : entre pure productivité agricole et options de conversion
- 4 La rente agricole dans les modèles économétriques d'allocation des terres : comparaison entre les proxys les plus fréquemment utilisées  
Simulations de politique publique et de changement climatique
- 5 Effets sur les poissons
- 6 Conclusion

## Contexte et enjeux

- Le changement d'allocation des terres :
  - est un des vecteurs principaux de la pression anthropique sur le milieu naturel (Foley and al., 2005).
  - est en nette accélération depuis la révolution industrielle.  
Entre l'an 800 et 1700, 5 M km<sup>2</sup> de végétation naturelle ont été convertis à l'usage agricole (Pongratz et al., 2008).  
La surface agricole a augmenté d'autres 5 M km<sup>2</sup> entre 1950 et 2000 (FAO, 2015).
  - influence, entre autres, les systèmes climatiques, hydrologiques et les écosystèmes (Sala and al., 2000; Stevenson and Sabater, 2010; Schroter and al., 2005).
- Le changement climatique peut induire des changements d'allocations des terres.

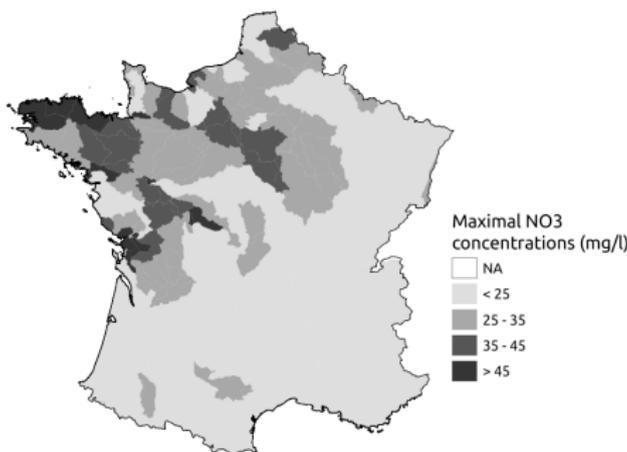
## Sujet et méthode

- Études du changement d'allocation des terres :
  - au sein de l'usage agricole ;
  - entre différents secteurs économiques demandeurs de terre.
- Deux méthodes de modélisation :
  - la programmation mathématique ;
  - l'économétrie.
- Modélisation fine qui tient compte des :
  - processus physiques sous-jacents ;
  - interactions économiques des secteurs étudiés.

# La pollution par les nitrates et la différenciation spatiale des politiques publiques dans le cas de la France

avec Pierre-Alain JAYET

- La pollution nitrique des masses d'eau est due, en grande partie, à l'utilisation intensive d'engrais et d'effluents d'élevage par l'agriculture.
  - Caractère diffus de la pollution ;
  - Coûts de contrôle prohibitifs ;
  - Distribution inégale à l'échelle de la France.



## Taxation des intrants spatialement différenciée

- Les taxes optimales devraient être différenciées selon l'impact marginal des agriculteurs (Tietenberg, 1974; Xepapadeas, 1992).
- Les études empiriques ne sont pas concluantes sur les gains de la différenciation (Helfand and House, 1995; Fleming and Adams, 1997; Westra and Olson, 2001).
- Nous étudions une taxation du contenu azoté des engrais appliqués et des animaux en différenciant les charges par :
  - secteur hydrographique ;
  - agence de l'eau.

## Méthode

- Modèle de l'offre agricole européenne, AROPAJ (Jayet et al., 2015), basé sur :
  - des données du RICA ;
  - des fermes regroupées en groupes maximisant leur profit sous contraintes ;
  - l'allocation des terres entre cultures agricoles ;
  - des modules pour la modélisation de la production et la désagrégation des résultats (Leclère et al., 2013; Chakir, 2009; Cantelaube et al., 2012).
- Modèle économétrique liant la pollution nitrique aux intrants azotés et aux animaux. Les coefficients estimés sont employés pour :
  - la différenciation des taxes entre les différents territoires étudiés;
  - l'introduction de la contrainte environnementale dans AROPAJ.

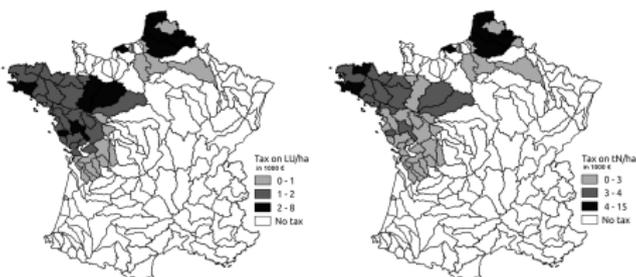
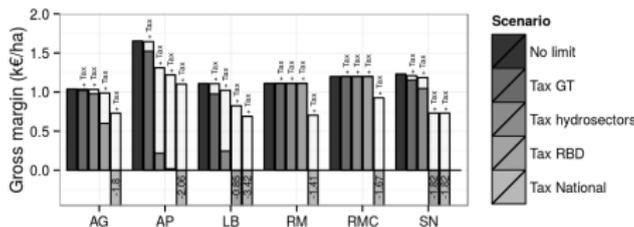


Figure : Taxes par secteur hydrographique.

## Résultats

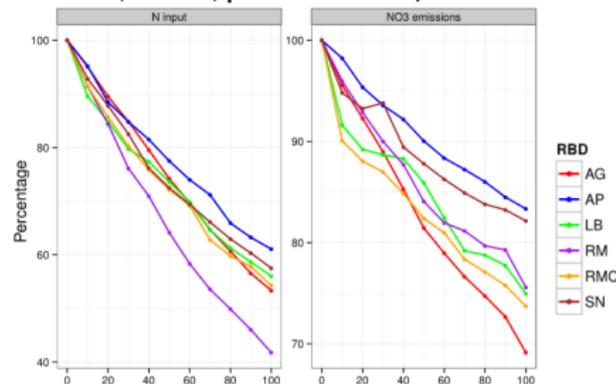
- La comparaison confirme l'intérêt de la différenciation (coûts inférieurs)



- En taxant les intrants et non pas les émissions, le changement vers des cultures plus "polluantes" peut résulter en une augmentation des émissions de nitrates (Jayet and Petsakos, 2013, pour la Seine).

- Ces effets sont d'autant plus visibles que l'échelle de l'étude est fine.

Dans le cas de la différenciation par agence, des effets paradoxaux sont observés dans 26 secteurs hydrographiques situés en 4 agences de l'eau (*Taxe secteurs*).



# Prix des terres agricoles en France : entre pure productivité agricole et options de conversion

*avec Pierre-Alain JAYET*

- Les prix des terres sont utilisés dans des évaluations hédoniques des effets du changement climatique sur l'agriculture (Mendelsohn et al., 1994).
- Historiquement, les prix des terres étaient considérés comme égaux à la somme actualisée des rentes agricoles futures.
- La rente agricole est différenciée selon la productivité de la terre et la proximité par rapport aux marchés (Ricardo, 1817; von Thünen, 1826).

## Les options de conversions

- Les rentes futures associées à d'autres usages influencent aussi les prix :
  - La conversion vers l'usage urbain (Capozza and Helsley, 1989; Plantinga and Ahn, 2002);
  - Certaines conversions sont limitées à des zones spécifiques : plantation des vignes, tourisme balnéaire ou la pratique de ski alpin.
- Nous étudions les prix des terres comme étant une fonction de :
  - la productivité agricole ;
  - la valeur d'option de la conversion vers l'urbain (résidentiel et récréatif) ;
  - la valeur d'option de la plantation des vignes.

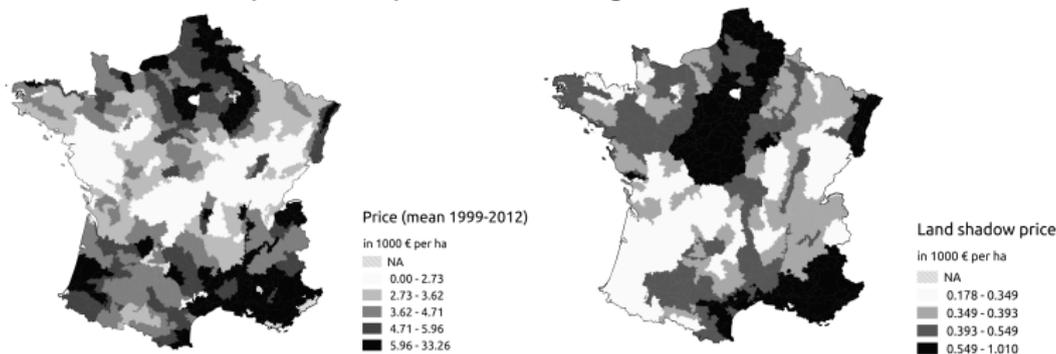


Figure : Prix des terres (à gauche, source : AGRESTE) et prix d'auaux d'AROPaj (à droite).

## Méthode

- Capturer la pure productivité agricole par les prix duaux d'AROPAj :
  - dérivés de la contrainte sur la surface totale ;
  - représentant le profit d'un hectare supplémentaire de terre ;
  - intégrant l'hétérogénéité des agents économiques.
- Modèle économétrique des prix des terres :

$$\text{Prix des terres} = \beta_0 + f_1(\text{Prix dual}) + f_2(\text{Rente urbaine}) + f_3(\text{Rente touristique}) + f_4(\text{Vignes})$$

- Rente urbaine : approximée par la densité de la population et les revenus des ménages.
- Rente touristique : approximée par la consommation domestique touristique, le nombre de résidences secondaires et la densité touristique (nombre de lits par km<sup>2</sup>).
- Possible plantation des vignes : captée part de la surface des vignes sous appellation d'origine contrôlée par rapport à la surface agricole totale.

## Résultats

$$\text{Prix des terres} = \beta_0 + f_1(\text{Prix dual}) + f_2(\text{Rente urbaine}) + f_3(\text{Rente touristique}) + f_4(\text{Vignes})$$

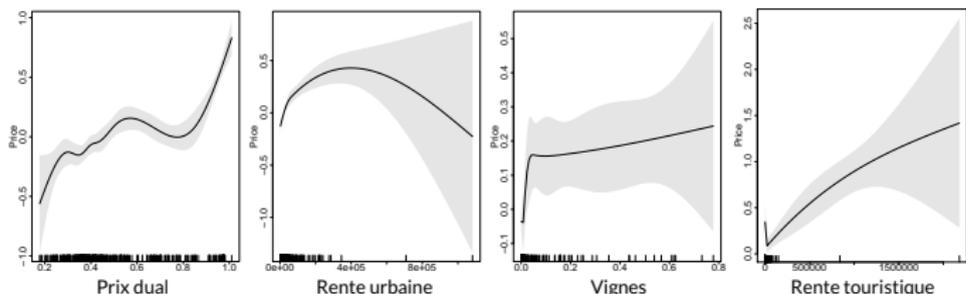


Figure : Évolution des prix par rapport aux différentes rentes étudiées.

- Les prix des terres suivent bien l'évolution des prix duaux.
- Les options de conversion influencent positivement les prix des terres.
- Dans le cadre des analyses hédoniques des effets du changement climatique sur l'agriculture, les résultats basés sur les prix observés peuvent être biaisés.
- Schlenker et al. (2005) corrige l'effet de l'urbanisation.  
Dans le cas de la France, il faudrait tenir compte d'autres valeurs d'options indépendantes du climat et de l'agriculture.

# La rente agricole dans les modèles économétriques d'allocation des terres : comparaison entre les proxies les plus fréquemment utilisées

*avec Raja CHAKIR*

- La rente agricole reste une notion complexe et difficilement observable.
- Dans les modèles économétriques d'allocation des terres, elle est approximée par:
  - les revenus des agriculteurs ;
  - les prix de la terre.
- Nous proposons une approximation par les prix duaux des terres estimés avec AROPAj.
- Pour valider cette approximation, nous comparons plusieurs modèles d'allocation des sols qui :
  - utilisent les trois variables mentionnées ;
  - tiennent compte ou pas de la possible interaction entre unités géographiques étudiées.
- Le modèle basé sur les prix duaux nous permet d'évaluer des scénarios :
  - de changement climatique ;
  - de politiques publiques.

## Modèle d'usage des sols employé

- Le modèle utilisé :
  - explique les parts des différents usages ;
  - a cinq usages possibles : cultures, pâturages, forêt, urbain et autres (CLC) ;
  - intègre des variables physiques telles la qualité des sols et la pente ;
  - intègre des variables sur la démographie : densité et revenus des ménages ;
  - tient compte des revenus des forestiers estimés par FFSM++ :  
modèle d'équilibre partiel du secteur forestier français (Caurla et al., 2010) ;
  - est à l'échelle d'une grille homogène de 8 km x 8 km.
- Pour ce type de modèles, l'autocorrélation spatiale peut être très importante. Nous testons six spécifications :
  - Modèle sans autocorrélation estimé par moindres carrés ordinaires (MCO) ;
  - Modèle captant l'autocorrélation dans les termes d'erreurs (SEM) ;
  - Modèle captant l'autocorrélation entre variables dépendantes (SAR) ;
  - Lag spatial des variables indépendantes (SLX) ;
  - Lag spatial des variables indépendantes et autocorrélation entre variables dépendantes (SDM) ;
  - Autocorrélation dans les termes d'erreurs et entre variables dépendantes (SAC).

## Résultats de la comparaison

- Les différentes variables pour la rente agricole donnent des résultats très proches.
- Une très forte autocorrélation pour les pâturages, les cultures et la forêt.

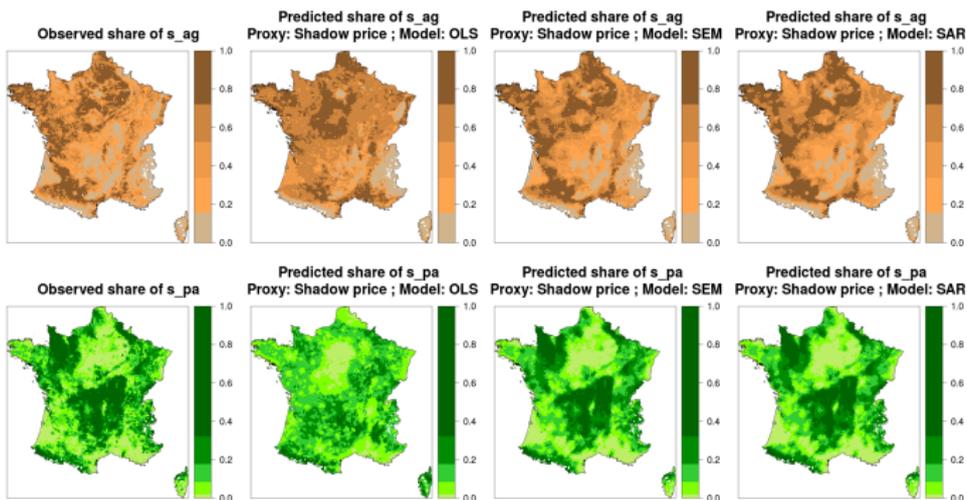


Figure : Parts des surfaces observées (à gauche) et estimé par les modèles OLS, SEM et SAR.

## Résultats de la comparaison

- Les différentes variables pour la rente agricole donnent des résultats très proches.
- Une très forte autocorrélation pour les pâturages, les cultures et la forêt.

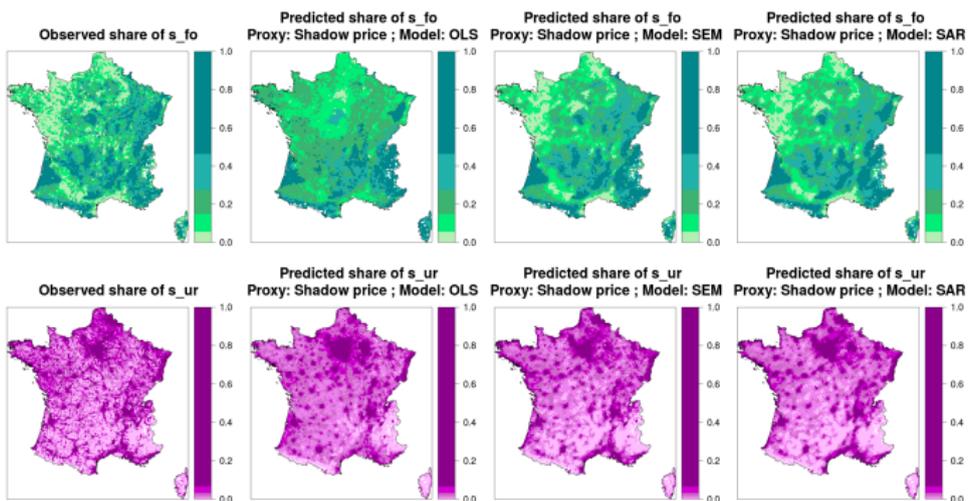


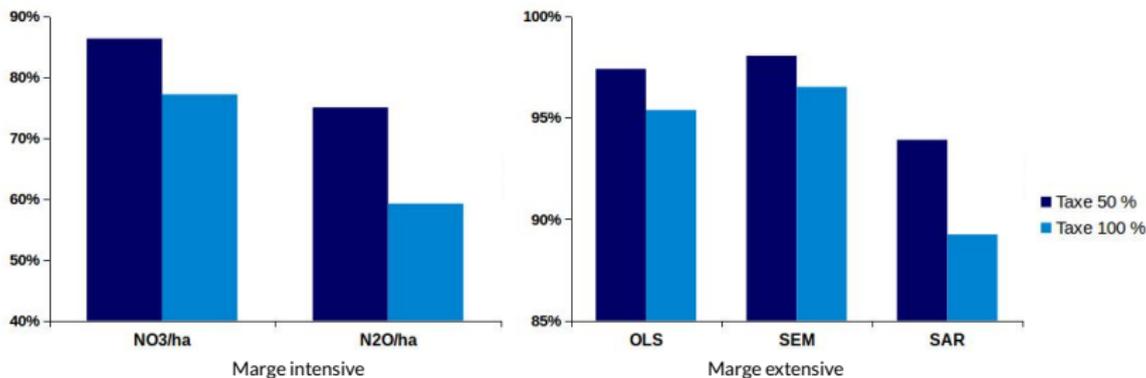
Figure : Parts des surfaces observées (à gauche) et estimé par les modèles OLS, SEM et SAR.

## Simulations

- L'usage combiné de modèles de programmation mathématique et de l'économétrie nous permet de simuler des différents scénarios de politique publique et de changement climatique.
  - Politique publique de réduction des gaz à effet de serre d'origine agricole ;
  - Adaptation au changement climatique ;
  - Combinaison des deux.

## Simulations d'une taxe sur l'azote

- Quels effets d'une taxe sur le contenu azoté des engrais ?
- Deux niveaux simulés : 50 et 100% d'augmentation du prix de l'azote.
  - marge intensive : réduction de la quantité de l'intrant appliqué à l'hectare ;
  - marge extensive : baisse de la rente et réduction de la surface agricole.



**Figure :** Réduction des émissions de protoxyde d'azote ( $N_2O$ ) et de nitrates ( $NO_3$ ) par hectare (à gauche) et réduction de la surface en cultures (à droite).

## Simulations de changement climatique

- FFSM++ et AROPAj ont des modules biologiques qui permettent de capter les effets du changement climatique à l'horizon de 2100.

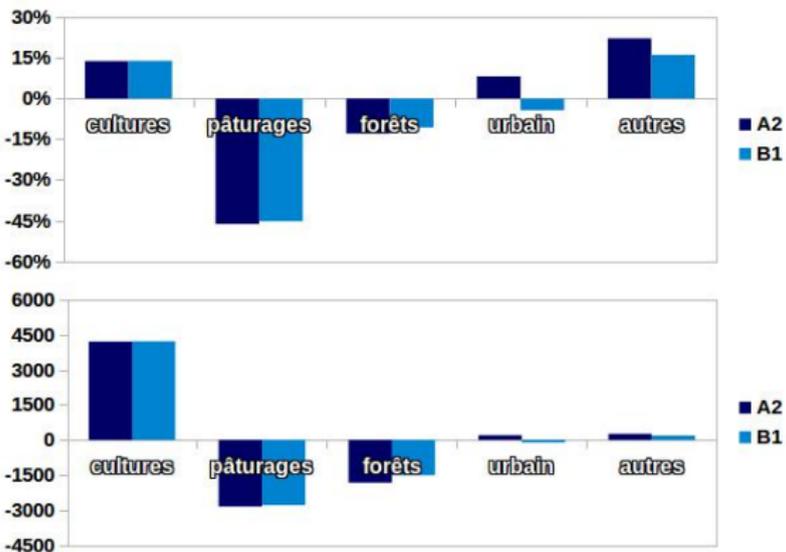
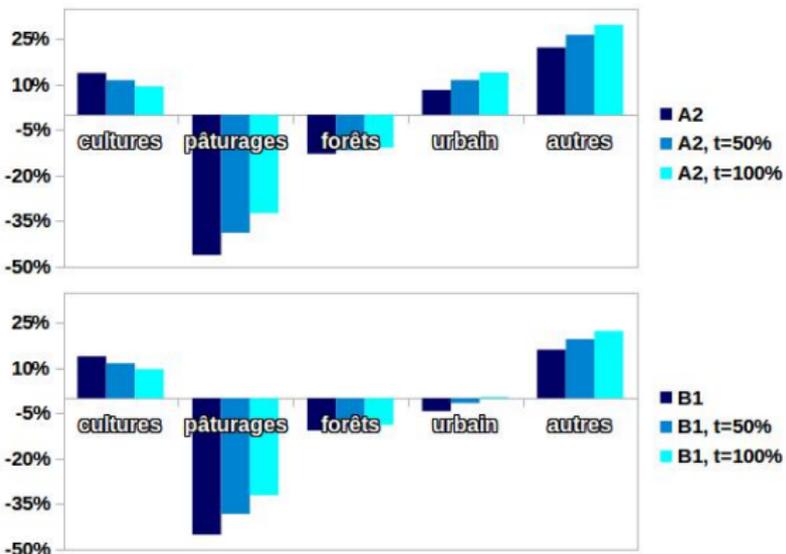


Figure : Changement d'usage des sols en % (en haut) et en hectares (en bas) dû au changement climatique. Estimations du modèle SEM.

# Simulations de politiques environnementales et de changement climatique

- Une évolution de la politique publique modifierait ces résultats.



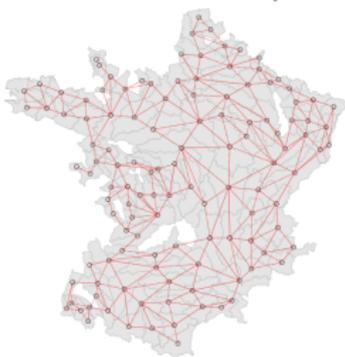
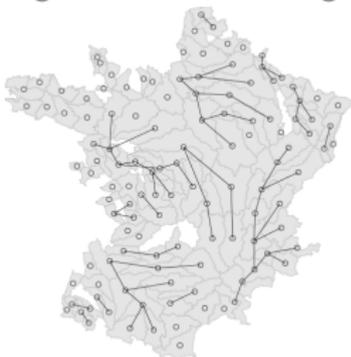
**Figure :** Changement d'usage des sols (en %) pour les deux scénarios de changement climatique (A2 et B1) et les deux niveaux de taxation de l'engrais azoté. Estimations du modèle SEM.

## Allocation des sols et ses effets sur les écosystèmes dulcicoles en France avec Basak BAYRAMOGLU et Raja CHAKIR

- Pendant les dernières trois décennies, les écosystèmes dulcicoles ont subi une dégradation plus importante que celle des écosystèmes marines et terrestres.
- En France, moins de la moitié des masses d'eau sont en bon état chimique et écologique (2013).
- Identifier les effets des différents usages de la terre sur l'état des écosystèmes dulcicoles à travers l'*indice poissons rivière* (IPR) de l'Onema.
- Simuler les effets des politiques publiques sur les usages des sols et, en conséquence, sur la qualité écologique des eaux douces.

## Méthode

- Modèle spatial panel basé sur les observations de l'IPR pour la période 2001-2013.
- Données :
  - cinq classes d'usages des sols dérivées de CLC : *agriculture, pâturage, forêt, urbain et autres* ;
  - la qualité des sols (texture et réserve utile), pente et température annuelle moyenne.
- Endogénéisation des usages et simulation des politiques publiques.



Relation amont/aval  
(gauche) et voisinage  
(droite).

## Conclusion I

### Limites :

- L'utilisation en cascade des différents modèles entraîne l'accumulation de leurs biais respectifs.
- L'augmentation des marges agricoles suite au changement climatique est associée à une hausse de l'irrigation.

### Perspectives :

- Une meilleure prise en compte de l'eau comme ressource rare.
- La modélisation des pâturages au sein d'un usage commun avec les cultures au vu de leur interconnexion.

## Conclusion II

- Le changement d'usage des sols peut avoir des effets dont les échelles sont très différentes.
- Il est important d'identifier l'échelle des phénomènes et les interconnexions possibles.
- Pour l'évaluation des politiques publiques, ceci permettrait de trouver des synergies ou des antagonismes.
- La méthodologie proposée ouvre de nombreuses voies d'exploration :
  - sur les effets des politiques publiques ;
  - l'évaluation de la pression anthropique sur les milieux naturels et les ressources.

## Références

- Cantelaube, P., Jayet, P.-A., Carre, F., Bamps, C. and Zakharov, P. (2012). Geographical downscaling of outputs provided by an economic farm model calibrated at the regional level. *Land Use Policy*, 29(1), 35–44.
- Capozza, D. R. and Helsley, R. W. (1989). The fundamentals of land prices and urban growth. *Journal of Urban Economics*, 26(3), 295–306.
- Caurla, S., Lecocq, F., Delacote, P. and Barkaoui, A. (2010). French Forest Sector Model: version 1.0. Presentation and theoretical foundations.
- Chakir, R. (2009). Spatial Downscaling of Agricultural Land-Use Data: An Econometric Approach Using Cross Entropy. *Land Economics*, 85(2), 238–251.
- FAO (2015). Food and Agriculture Organization of the United Nations, statistical department FAOSTAT, data for 2012, <http://faostat.fao.org/>.
- Fleming, R. A. and Adams, R. M. (1997). The importance of site-specific information in the design of policies to control pollution. *Journal of Environmental Economics and Management*, 33, 347–358.
- Foley, J. A. and al. (2005). Global consequences of land use. *Science*, 309, 570–574.
- Helfand, G. E. and House, B. W. (1995). Regulating Nonpoint Source Pollution under Heterogeneous Conditions. *American Journal of Agricultural Economics*, 77(4), 1024–1032.
- Jayet, P.-A. and Petsakos, A. (2013). Evaluating the efficiency of a uniform N-input tax under different policy scenarios at different scales. *Environmental Modelling & Assessment*, 18, 57–72.
- Jayet, P.-A., Petsakos, A., Chakir, R., Lungarska, A., De Cara, S., Petel, E., Humblot, P., Godard, C., Leclère, D., Cantelaube, P., Bourgeois, C., Bamière, L., Ben Fradj, N., Aghajanzadeh-Darzi, P., Dumollard, G., Ancuta, I. and Adrian, J. (2015). *The European agro-economic AROPaj model*. Thiverval-Grignon: INRA, UMR Economie Publique, [https://www6.versailles-grignon.inra.fr/economie\\_publique\\_eng/Research-work](https://www6.versailles-grignon.inra.fr/economie_publique_eng/Research-work).
- Leclère, D., Jayet, P.-A. and de Noblet-Ducoudré, N. (2013). Mendelsohn, R., Nordhaus, W. D. and Shaw, D. (1994). The Impact of Global Warming on Agriculture: A Ricardian Analysis. *The American Economic Review*, 753–771.
- Plantinga, A. J. and Ahn, S. (2002). Efficient policies for environmental protection: An econometric analysis of incentives for land conversion and retention. *Journal of Agricultural and Resource Economics*, 27(1), 128–145.
- Pongratz, J., Reick, C., Raddatz, T. and Claussen, M. (2008). A reconstruction of global agricultural areas and land cover for the last millennium. *Global Biogeochemical Cycles*, 22(3).
- Ricardo, D. (1817). *The principles of political economy and taxation*. London: John Murray, Albemarle-street.
- Sala, O. E. and al. (2000). Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science*, 287, 1770–1774.
- Schlenker, W., Michael Hanemann, W. and Fisher, A. C. (2005). Will U.S. Agriculture Really Benefit from Global Warming? Accounting for Irrigation in the Hedonic Approach. *American Economic Review*, 95(1), 395–406.
- Schroter, D. and al. (2005). Ecosystem service supply and vulnerability to global change in Europe. *Science*, 310, 1333–1337.
- Stevenson, R. J. and Sabater, S. (2010). Understanding effects of global change on river ecosystems: science to support policy in a changing world. *Hydrobiologia*, 657, 3–18.
- von Thünen, J. H. (1826). *Der Isolierte Staat. Beziehung auf Landwirtschaft und Nationalökonomie*.
- Tietenberg, T. H. (1974). Derived decision rules for pollution control in a general equilibrium space economy. *Journal of Environmental Economics and Management*, 1(1), 3–16.
- Westra, J. and Olson, K. (2001). Enviro-economic analysis of phosphorus nonpoint pollution. In *Selected Paper, 2001 Annual Meeting of the American Agricultural Economics Association, August 5-8, 2001, Chicago, IL*.
- Xepapadeas, A. (1992). Optimal taxes for pollution regulation: