AgEcon SEARCH
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search
http://ageconsearch.umn.edu
aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

INRA SCIENCES SOCIALES

RÉSULTAT DE RECHERCHES

N° 3/4-2016 - JANVIER 2017

RECHERCHES EN ECONOMIE ET SOCIOLOGIE RURALES

La territorialisation des systèmes de production : Une approche nécessairement multidisciplinaire

Ce numéro double d'Inra Sciences Sociales constitue une synthèse de la journée thématique, organisée par le département SAE2 (Sciences Sociales) de l'Inra, le 16 décembre 2016 à Paris. Cette journée avait pour objectif de présenter des travaux de recherche de scientifiques du département SAE2 de l'Inra (et qui pour l'occasion a été élargie à d'autres départements) aux chercheurs et aux experts intéressés par la question du changement d'échelle dans la représentation des systèmes de production agricoles et forestiers. Les présentations de scientifiques de l'Inra ont permis de partager les enjeux scientifiques et techniques ainsi que les approches utilisées pour passer du niveau de la parcelle, du troupeau, de l'exploitation agricole ou de la propriété forestière, à celui du territoire (ou inversement). Elles ont fourni un aperçu de la variété des méthodes utilisées par les chercheurs, en lien avec les questions posées dans leurs disciplines et en fonction des données disponibles.

Un nombre important de projets de recherche impliquant les économistes de l'Inra concerne l'évolution des systèmes et des pratiques de production agricoles, pour répondre à des enjeux de compétitivité et d'adaptation aux changements globaux, ainsi qu'à des défis sociétaux autour de la qualité et la diversité de l'alimentation, et du respect de l'environnement. Les ressorts des systèmes de productions sont à l'œuvre à différentes échelles : d'une exploitation, d'une filière (grande culture, élevage…) et d'un territoire. La territorialisation est notamment pertinente pour l'analyse des politiques publiques en agriculture et en protection de l'environnement. Elle l'est également pour anticiper et évaluer les effets économiques sur les marchés agricoles d'une extension géographique de systèmes de production innovants. La territorialisation des systèmes de production constitue par conséquent un préalable qui peut être indispensable à l'évaluation des conséquences socio-économiques de transitions dans les formes d'agriculture, d'adoption d'innovations telles le numérique ou encore d'adaptation à des contraintes extérieures.

De nombreuses questions de recherche sont soulevées par la territorialisation : quelles modélisations adopter pour représenter spatialement les changements d'échelle ? Quelle unité spatiale retenir pour quelle question (territoires administrés, d'enjeux, de ressources, etc., caractérisés par des critères socio-économiques, agro-climatiques) ? Quelles sont les conséquences de la territorialisation pour les approches méthodologiques qui nécessitent un « couplage disciplinaire » entre économie, agronomie, élevage et sciences forestières ? La territorialisation des systèmes de production pose également la question de l'interopérabilité entre les bases de données utilisées aux différentes échelles et pour répondre à des défis portés par la demande croissante d'expertise multidisciplinaire adressée à l'Inra.

Le changement d'échelle dans les travaux sur l'usage des sols et la biodiversité

Les travaux de Jean-Sauveur Ay (UMR CESAER) et Raja Chakir (UMR Economie Publique) portent sur l'intégration de la dimension spatiale au sein d'approches multidisciplinaires, dans l'objectif de représenter les dynamiques d'usage du sol et leurs conséquences sur la biodiversité. Afin d'explorer les différences en matière de performances entre modèles agrégés et modèles sur données individuelles, ils comparent tout d'abord les résultats de plusieurs modèles individuels à choix discret à ceux des modèles agrégés dans lesquels les variables expliquées sont des proportions d'usage du

Edité par le Département Sciences sociales, agriculture et alimentation, espace et environnement de l'Institut National de la Recherche Agronomique
Mission Publications : 4 allée Adolphe Bobierre - CS 61103 35011 Rennes Cedex
Directeur de la publication : Alban Thomas – Rédaction : Sophie Drogué (Rédactrice en chef)
Reproduction partielle autorisée avec mention de l'origine

sol (Ay et al., 2016). Les modèles agrégés ont un pouvoir prédictif en général meilleur que les modèles individuels, et modéliser explicitement les dépendances spatiales permet d'améliorer significativement les prédictions. Ils mettent en évidence dans un deuxième travail (Chakir et Lungarska, 2017) que les performances de modèles d'usage du sol sont comparables, même lorsque les modèles se distinguent par la définition de la rente agricole : les revenus agricoles, les prix de la terre ou un *shadow-price (une estimation de la productivité marginale de la terre déduit* d'un modèle de programmation mathématique). Les modèles empiriques d'usage des sols sont bien adaptés pour simuler des politiques publiques visant à préserver la biodiversité, mais ils n'intègrent pas toujours les effets du changement climatique. Jean-Sauveur Ay et Raja Chakir montrent, dans un troisième travail (Ay et al., 2014) au travers de l'exemple des oiseaux communs, que le changement climatique est le déterminant majeur de l'évolution de la biodiversité, mais que les changements d'usage des sols peuvent atténuer ou amplifier une partie de ces effets. Une quatrième application porte sur l'intégration de la biodiversité forestière dans des modèles de changement d'affectation d'usage des sols, mettant en évidence un biais de sélection (que les auteurs corrigent) dans le couplage de modèles d'usage du sol et de distribution de la diversité écologique.

La territorialisation pour prendre en compte l'allocation des cultures et l'environnement

Frédérique Angevin (unité Eco-innov) et François-Christophe Coléno (unité Sadapt) considèrent plusieurs scénarios de gouvernance territoriale dans la modélisation de l'allocation spatiale des cultures OGM. Les Directives et recommandations européennes posent les bases de la coexistence entre variétés de maïs OGM et conventionnelles, incluant notamment des règles d'étiquetage, ce qui pose des questions de recherche sur les risques de mélange en plusieurs points des chaînes logistiques concernées. Au niveau de l'exploitation agricole, la présence fortuite d'OGM dans les champs conventionnels alentours peut être contrôlée par la mise en place de distances d'isolement entre parcelles et de décalages des floraisons dans le temps pour réduire les risques de pollinisation croisée. Au niveau du territoire agricole par contre, il faudra mettre en place des modes de gouvernance permettant d'assurer l'absence de flux de gènes entre parcelles voisines, et de permettre la collecte séparée du maïs OGM et non-OGM. Le projet MASCOTE propose un modèle permettant de simuler les allocations des cultures OGM et non-OGM sur un territoire, tout en prenant en compte les stratégies des entreprises de collecte et de stockage (ECS) et celles des agriculteurs (Angevin et al., 2008 ; Coleno, 2008 ; Coleno et al., 2009). Ce modèle d'aide à la décision multicritère, basé sur une observation de différentes stratégies de culture du maïs, a été utilisé sur des territoires de 100 km² avec des configurations de parcellaires différentes. Les simulations mettent en évidence un fort impact de la politique de l'ECS sur la présence et la localisation de cultures de maïs transgénique. L'efficacité des stratégies collectives par rapport aux stratégies individuelles a été évaluée, grâce à un couplage avec un modèle de flux de gènes estimant le taux de maïs OGM dans des récoltes non-OGM (Ricci et al., 2016).

La caractérisation spatialisée des activités agricoles à des niveaux plus englobants, qui permettent d'apporter des éléments d'évaluation de l'effet des politiques publiques, est un enjeu de connaissance d'autant plus marqué que les territoires à fort potentiel environnemental occupent des surfaces importantes. Thierry Puech, Pierre Cantelaube, Eric Cahuzac (unité ODR) et Catherine Mignolet (unité ASTER) s'intéressent à la méthodologie de spatialisation des pratiques agricoles dans de tels territoires, et proposent deux démarches méthodologiques sur le bassin de la Seine. La première vise à caractériser la diversité des systèmes de culture au grain des régions agricoles qui couvrent ce bassin hydrographique, en décrivant les systèmes de culture par les successions et l'ensemble des opérations culturales. Cette démarche mobilise plusieurs sources d'information combinées successivement de façon à caractériser la diversité des systèmes de culture à un grain spatial compatible avec la représentativité des enquêtes statistiques, puis à représenter les spécificités locales à l'échelle de la région agricole. Les systèmes de culture spatialisés sont utilisés comme données d'entrée d'une chaîne de modélisation de la contamination du système hydrologique, pour évaluer les pollutions diffuses d'origine agricole (Anglade et al. 2015 ; Cantelaube et Carles, 2015 ; Puech et al., 2015 ; Beaudoin et al., 2016). La seconde démarche mobilise des données géographiques portant sur des thématiques diverses (agricoles, environnementales, topographiques, politiques, etc.) et satisfaisant des normes (Directive Inspire, voir Commission Européenne, 2007) assurant leur interopérabilité. On peut alors caractériser des territoires à des échelles spatiales très fines par désagrégation spatiale, ce qui est illustré par une application à la spatialisation de l'usage des produits phytosanitaires en France (Seard et al., 2016). Les deux démarches présentées sont complémentaires au regard des pratiques agricoles, la première visant à caractériser la globalité du système de culture et la seconde proposant d'établir une échelle spatiale de référence très fine permettant d'associer diverses informations.

Approches territorialisées et partage de l'eau

Jacques-Eric Bergez et Delphine Leenhardt de l'UMR AGIR s'intéressent aux approches territorialisées des systèmes de culture, afin de répondre à l'enjeu du partage de l'eau sur un territoire agricole. La spatialisation des systèmes de culture permet en effet d'analyser leur impact sur les prélèvements de la ressource en eau et par conséquent sur la production agricole. Leurs travaux mobilisent plusieurs approches méthodologiques et sont présentés pour deux territoires : le bassin Adour-Garonne et le bassin du Berambadi (Etat du Karnataka, sud de l'Inde). Une première approche consiste à modéliser, par des règles de décision, les itinéraires techniques liés aux pratiques culturales, et plus particulièrement les opérations techniques impactant le plus l'irrigation. Les applications ont d'abord porté sur la culture du maïs (emblématique pour la gestion quantitative de l'eau dans le Sud-Ouest), puis sur la représentation des itinéraires techniques de l'ensemble des cultures du territoire. Les règles de décision sont établies à partir d'enquêtes auprès d'agriculteurs ou de l'expertise de conseillers agricoles. Un deuxième type d'approche porte sur la représentation des cultures et des successions de cultures par modélisation ou description à partir de bases de données françaises (Registre Parcellaire Graphique, Recensement Agricole ou base de données *ad hoc*), qui permettent également de localiser les exploitations agricoles (Leenhardt et al., 2012 ; Leenhardt et al., 2016 ; Murgue et al., 2016). Dans le cas de l'Inde, Jacques-Eric Bergez et Delphine Leenhardt ont utilisé une base de données issue d'une enquête de terrain pour représenter la diversité des exploitations agricoles et des situations de culture. Un troisième type d'approche concerne la modélisation du choix de cultures pour une exploitation-type, en s'appuyant sur ses caractéristiques propres. Un modèle comportant une combinaison de trois niveaux de décision (stratégique, tactique et opérationnel) a été calibré sur le bassin du Berambadi, intégrant la disponibilité en eau en fonction du positionnement de l'exploitation sur le

bassin versant, ainsi que sa prise en compte par l'agriculteur (Robert et al., 2016).

Territoire et interactions entre les choix des agriculteurs

L'hétérogénéité des producteurs agricoles et la localisation des systèmes de culture sont aussi analysées par Elodie Letort et Alain Carpentier (UMR SMART), avec comme double objectif l'analyse des déterminants des choix de production des agriculteurs d'une part, l'analyse de l'intérêt de l'intervention publique et de ses modalités à l'échelle d'un territoire d'autre part. Les changements d'échelle sont représentés par deux ensembles de méthodes différentes, en fonction de l'objectif visé. Tout d'abord, pour analyser le comportement des agriculteurs, il s'agit de prendre en compte les difficultés d'ordre statistique liées (i) à l'hétérogénéité des agriculteurs, de leurs exploitations et de leurs conditions de production, et (ii) aux interactions entre les choix de production des agriculteurs. La prise en compte de l'hétérogénéité repose essentiellement sur sa caractérisation par des variables explicatives telles les caractéristiques de l'exploitant, de son exploitation agricole, etc., mais également sur l'identification des opportunités, notamment de marché, différentes entre les agriculteurs, et qui jouent un rôle important en matière de choix des cultures. Les déterminants inobservés des choix de cultures et des niveaux d'intrants, quant à eux, peuvent être pris en compte par différentes techniques économétriques (Carpentier et Letort, 2011 ; Koutchade et al., 2015). On retrouve les mêmes problèmes d'identification liés aux limites des informations disponibles dans le cas des interactions entre les choix de production des agriculteurs (échanges d'information formels ou non, effets spatiaux des décisions de protection des cultures) et également des mécanismes d'interactions liant les choix de localisation des firmes aval. Ensuite, pour analyser l'intérêt et les modalités optimales de l'intervention publique à l'échelle d'un territoire, Elodie Letort et Alain Carpentier montrent que l'organisation des interactions entre les choix des agriculteurs permet de résoudre certains problèmes. Il peut s'agir de la gestion d'un bien commun (protection des cultures, lutte contre une épizootie) ou de la gestion efficace d'un problème de pollution ambiante au moyen de formes d'organisation spécifiques, par exemple pour la gestion des effluents d'élevage (Letort et Jemberie, 2014).

Territoires et adaptation aux contraintes environnementales

Jean-Marc Blazy, Pierre Chopin, Loïc Guindé, François Causeret et Jorge Sierra (UMR Astro) s'intéressent quant à eux à la conception de mosaïques territoriales de systèmes de culture, en réponse aux enjeux de l'agriculture guadeloupéenne, comme le changement climatique. Ils proposent une approche de diagnostic et de modélisation intégrant des objectifs de durabilité territoriale, et prenant en compte la diversité des exploitations agricoles et des processus biophysiques au niveau de la parcelle. Une telle approche permet d'atteindre ces objectifs *via* l'identification de la combinaison optimale de systèmes de culture innovants tenant compte des contraintes d'adoption au niveau des exploitations. Les effets attendus du changement climatique en Guadeloupe incluent des diminutions de rendement pour la plupart des cultures et des pertes de carbone organique des sols agricoles, alors que dans le même temps la consommation électrique augmente régulièrement et que les énergies renouvelables ne représentent qu'une petite partie de l'électricité produite en Guadeloupe. Les travaux menés dans l'unité Astro visent à évaluer le potentiel d'une filière agro-industrielle basée sur une production locale et durable de biomasse issue de « canne fibre » se substituant partiellement aux combustibles fossiles importés, et constituant une alternative à la canne à sucre, dont la rentabilité pourrait diminuer du fait de la libéralisation du marché du sucre fin 2017. Par ailleurs, un autre enjeu pour la Guadeloupe est celui de la réduction et du recyclage des déchets organiques. Il peut être pris en compte par le développement de filières de compostage orientant les agriculteurs vers l'utilisation d'amendements organiques avec des composts. Cette filière pourrait être gagnante sur les trois volets : 1) éviter des émissions liées à la fermentation des déchets, 2) séquestrer du carbone dans les sols, 3) augmenter la fertilité et la capacité de rétention en eau des sols. Les chercheurs de l'unité Astro ont testé le potentiel d'innovation dans la production de biomasse à vocation énergétique et le recyclage des déchets organiques du territoire en composts, via une approche de modélisation explicite des processus biophysiques et socio-économiques à l'échelle du territoire, permettant de simuler des scénarios combinant innovations agronomiques et adaptations des politiques agricoles. Le modèle bio-économique MOSAICA est utilisé pour évaluer un scénario d'adaptation incluant l'introduction de systèmes de cultures énergétiques, le recyclage des déchets organiques et l'augmentation de l'offre en compost, et une modification du régime d'aides au secteur agricole pour favoriser l'adoption de pratiques climato-intelligentes (Blazy et al., 2015 ; Chopin et al., 2015a&b ; Sierra et al., 2016).

Des voies de modernisation contrastées de l'élevage en Europe

Bertrand Dumont (UMR Herbivores), Rodolphe Sabatier (UMR Sadapt) et Pierre Dupraz (UMR SMART) présentent les résultats d'une expertise scientifique collective (Dumont et Dupraz, 2016) sur les rôles, impacts et services environnementaux, économiques et sociaux issus des élevages et produits d'élevages européens, en insistant sur la dimension territoriale des mécanismes en jeu. A partir d'une synthèse de la littérature scientifique internationale et d'un panorama des données européennes, les impacts et services sont analysés à l'aune des trois dimensions du développement durable : économique, environnementale et socio-culturelle. Les effets de l'élevage et de ses produits concernent divers aspects allant de la fourniture de biens alimentaires aux paysages bocagers, des pollutions par le nitrate à la séquestration du carbone dans les sols, de la santé animale à la biodiversité, du patrimoine culturel attaché à des terroirs et à leurs produits aux emplois dans les filières, des perceptions du bien-être animal aux analyses de cycle de vie. Abordées dans un premier temps de manière analytique, les connaissances sont mobilisées dans un second temps par « bouquets de services ». Ce travail pluridisciplinaire tâche ainsi de mettre en exergue les relations antagoniques ou synergiques entre différents services ou impacts, afin d'identifier les compromis envisageables au sein des trois dimensions du développement durable choisies. L'analyse des bouquets met en regard les connaissances scientifiques avec des territoires ou filières illustrant une certaine diversité des situations françaises et européennes.

Représentation territoriale de l'agriculture et politiques publiques

Le modèle AroPAJ, présenté par Pierre-Alain Jayet, est un travail d'équipe engagé depuis le début des années 1990 au sein de l'unité Economie Publique (voir Jayet et al., 2016) dans le cadre de collaborations interdisciplinaires (avec des équipes du département Environnement-Agronomie du LSCE de Saclay, de l'Université Pierre-Marie Curie, de MinesParisTech et de l'Ifpen). Il a été élaboré et sollicité aux

fins d'analyse des relations entre l'agriculture et son milieu et d'évaluation des impacts de politiques publiques visant à les réguler. La présentation de Pierre-Alain Jayet s'organise autour de plusieurs analyses portant sur l'utilisation de ressources naturelles par l'agriculture et l'élevage, en France ou en Europe, et sur les relations complexes entre la production agricole et l'environnement. Le travail de recherche vise à territorialiser la représentation et l'analyse de l'agriculture, envisagée comme un secteur à la fois contributeur à la création de richesse, à la pollution des milieux mais aussi à sa résorption dans certains cas (concentration en dioxyde de carbone atmosphérique diminuant avec le stockage de carbone), et enfin un secteur tributaire de la qualité du milieu. Intégrer dans la modélisation la variabilité des acteurs (taille économique, localisation) suppose de disposer de données géo-référencées, qui sont mobilisées pour produire une typologie des acteurs, une estimation d'une partie des paramètres du modèle agro-économique et un jeu de contributions spatialisées des exploitations agricoles. Des illustrations proposées concernent les consommations d'azote et d'eau, les productions agricoles annuelles ou pérennes, les émissions de gaz à effet de serre d'origine agricole, les pertes azotées, analysées à différentes échelles en fonction des questions de recherche soulevées. Cette approche complète les approches économétriques et les approches macro-économiques (en équilibre général non concurrentiel ou en optimisation dynamique) qui visent à produire des scénarios stylisés.

Alban Thomas (auteur de correspondance),
INRA Département SAE2 et UMR TSE-R,
F-31000 Toulouse, France.
alban.thomas@inra.fr

Séverine Gojard, INRA Département SAE2 et UR Aliss,
F-94200 Ivry-sur-Seine, France.
severine.gojard@inra.fr

Cécile Détang-Dessendre, INRA Département SAE2
et UMR Cesaer, F-21000 Dijon, France.
cecile.detang-dessendre@inra.fr

Pour en savoir plus

Angevin F., Klein E.K., Choimet C., Gauffreteau A., Lavigne C., Messéan A., Meynard J.M. (2008). Modelling impacts of cropping systems and climate on maize cross-pollination in agricultural landscapes: The MAPOD model. *European Journal of Agronomy* 28, 471–484.

Anglade J., Billen G., Garnier J., Makridis T., Puech T., Tittel C. (2015). Nitrogen soil surface balance of organic vs conventional cash crop farming in the Seine watershed. *Agricultural Systems*, 139, 82-92.

Ay J.S., Chakir R., Doyen L., Jiguet F., Leadley P. (2014). Integrated models, scenarios and dynamics of climate, land use and common birds. *Climatic Change*, 126(1-2):13–30.

Ay J.S., Chakir R., Le Gallo J. (2016). Aggregated versus individual land-use models: Modeling spatial autocorrelation to increase predictive accuracy. *Environmental Modeling and Assessment*, *online first*.

Beaudoin N., Gallois N., Viennot P., Le Bas C., Puech T., Schott C., Buis S., Mary B. (2016). Evaluation of a spatialized agronomic model in predicting yield and N leaching at the scale of the Seine-Normandie basin. *Environmental Science and Pollution Research*, Online, n.p. DOI : 10.1007/s11356-016-7478-3

Blazy J-M., Barlagne C., Sierra J. (2015). Environmental and economic impacts of Agri-Environmental Schemes designed in French West Indies to enhance soil C sequestration and reduce pollution risks. A modeling approach. *Agricultural Systems,* 140: 11-18.

Cantelaube P., Carles M. (2015). Le Registre Parcellaire Graphique : des données géographiques pour décrire la couverture du sol agricole. *Cahier des Techniques de l'INRA*, numéro spécial GéoExpé, Janvier 2015, 58-64.

Carpentier A., Letort E. (2011). Accounting for heterogeneity in multicrop micro-econometric models: implications for variable input demand modeling. *American journal of agricultural economics*, aar132.

Chakir R., Lungarska A. (2017). Agricultural rent in land use models: Comparison of frequently used proxies. *Spatial Economic Analysis*, *online first*.

Chopin P., Guindé L., Doré T., Blazy J-M. (2015a). MOSAICA: A multi-scale bioeconomic model for the design and ex ante assessment of cropping system mosaics. *Agricultural Systems*, 140: 26-39.

Chopin P., Blazy J-M., Doré T., (2015b). A new method to assess farming system evolution at the landscape scale. *Agronomy for Sustainable Development*, 35: 325-337.

Coléno F. C. (2008). Simulation and evaluation of GM and non-GM segregation management strategies among European grain merchants. *Journal of Food Engineering*, 88: 306-314.

Coléno F. C., Angevin F., Lécroart B., (2009). A model to evaluate the consequences of GM and non-GM segregation scenarios on GM crop placement in the landscape and cross-pollination risk management. *Agricultural Systems,* 101 : 49-56.

Commission Européenne (2007). Directive 2007/2/CE du Parlement européen et du Conseil du 14 mars 2007 établissant une infrastructure d'information géographique dans la Communauté européenne (INSPIRE).

Dumont B.(coord), Dupraz P. (coord.), Aubin J., Benoit M., Bouamra-Mechemache Z., Chatellier V., Delaby L., Delfosse C., Dourmad J.Y., Duru M., Frappier L., Friant-Perrot M., Gaigné C., Girard A., Guichet J.L., Havlik P., Hostiou N., Huguenin-Elie O., Klumpp K., Langlais A., Lemauviel-Lavenant S., Le Perchec S., Lepiller O., Méda B., Ryschawy J., Sabatier R., Veissier I., Verrier E., Vollet D., Savini I., Hercule J., Donnars C. (2016). Rôles, impacts et services issus des élevages en Europe. Synthèse de l'expertise scientifique collective, INRA (France). http://institut.inra.fr/Missions/Eclairer-les-decisions/Expertises/Toutes-les-actualites/Roles-impacts-et-services-issus-des-elevages-europeens

Jayet P.A. et al. (2016). The European agro-economic model AROPAj. 188 pages, Inra Grignon.

http://www6.versailles-grignon.inra.fr/economie_publique/Media/fichiers/ArticlAROPAj

Koutchade P., Carpentier A., Femenia F. (2015). Accounting for unobserved heterogeneity in micro-econometric agricultural production models: a random parameter approach. In *2015 Conference, August 9-14, 2015, Milan, Italy*. International Association of Agricultural Economists.

Leenhardt D., Maton L., Bergez J-E. (2016). Simulating farming practices within a region using a stochastic bio-decisional model. Application to irrigated maize in south-western France. *European Journal of Agronomy*, 75 :139–148.

Leenhardt D., Therond O., Mignolet C. (2012). Quelle représentation des systèmes de culture pour la gestion de l'eau sur un grand territoire ? *Agronomie, Environnement & Sociétés*, vol 2, n°2, décembre 2012

Letort E., Jemberie C. T. (2014). Influence of environmental policies on farmland prices in the Bretagne region of France. *Review of agricultural and environmental studies*, *95*(01): 77-109.

Murgue C., Therond O., Leenhardt D. (2016). Hybridizing local and generic information to model cropping system spatial distribution in an agricultural landscape. *Land Use Policy*, 54 : 339-354.

Puech T., Schott C., Mignolet C. (2015). *Évolution des systèmes de culture sur le bassin Seine- Normandie depuis les années 2000 : construction d'une base de données spatialisée sur les pratiques agricoles. Modélisation de la pollution nitrique d'origine agricole des grands aquifères du bassin de Seine-Normandie à l'échelle des masses d'eau*, Volume 1/4.

Ricci B., Messéan A., Lelièvre A., Coléno F.C., Angevin F. (2016). Improving the management of coexistence between GM and non-GM maize with a spatially explicit model of cross-pollination. *European Journal of Agronomy,* 77: 90-100.

Robert M.A., Thomas A., Sekhar M., Badiger S., Ruiz L., Raynal H., Bergez J.E. (2016). Adaptive and dynamic decision-making processes: A conceptual model of production systems on Indian farms. *Agricultural Systems*, à paraître.

Seard C., Carles M., Cantelaube P. (2016). *Mise à jour de la spatialisation des usages de produits phytosanitaires*, note méthodologique ODR, octobre 2016.

Sierra J., Chopart JL., Guindé L., Blazy J-M. (2016). Optimisation of biomass and compost management to sustain soil organic matter in energy cane cropping systems in a tropical polluted soil: a modelling study. *Bioenergy research* 9 (3): 798–808.

Diffusion au format pdf sur le site : http://www.inra.fr/sae2/publications/iss/index.php
Dépôt légal : 1er trimestre 2012 - ISSN : 1778-4379 - Commission Paritaire n° 0108 B 06817
Composition : JOUVE, 1 rue du Docteur-Sauvé, 53100 Mayenne