



MAEVEAU

Evaluation intégrée des Mesures Agro-Environnementales Territorialisées pesticides à enjeu « qualité des eaux »



(photo du Ruiné 2006, crédit Irstea)

Rapport scientifique final de synthèse

Auteurs : Frédéric Zahm^{(1)*}, Charilaos Kephaliacos⁽²⁾, Françoise Vernier⁽³⁾, Jean-Pierre Del-Corso, Jean Luc Fort, Laurence Guichard, Vanessa Kuentz-Simonet, Odile Leccia, Jean-Marie Lescot, Sébastien Minette, Geneviève Nguyen, Kevin Petit, Karen Tinland, Sylvain Rousset, Charlotte Scordia, Daniel Uny.

(*)(1): Coordinateur du projet et responsable scientifique du volet 2, (2): responsable scientifique du volet 1, (3) : responsable scientifique du volet 3

Contact : Frédéric ZAHM

frederic.zahm@irstea.fr Tel: + 33 5 57 89 08 40 Fax: + 33 5 57 89 08 01

Irstea, Centre de Bordeaux Unité Environnement, Territoires et Infrastructures

50 avenue de Verdun 33612 Cestas Cedex

Septembre 2014

IRSTEA Unité ETBX	LEREPS /ENFA Université de Toulouse 1	UMR d'Agronomie INRA-AgroParisTech	Chambre Régionale d'agriculture Poitou- Charentes
			

TITRE DU PROJET

MAEVEAU

Évaluation intégrée des Mesures Agro-Environnementales Territorialisées pesticides
à enjeu « qualité des eaux »

Responsable scientifique: Frédéric ZAHM

frederic.zahm@Irstea.fr Tel: + 33 5 57 89 08 40 Fax: + 33 5 57 89 08 01

Irstea, Centre de Bordeaux Unité Environnement, Territoires et Infrastructures, 33612 Cestas Cedex

PARTENAIRES : Irstea Bordeaux, Unité Environnement, Territoires et Infrastructures, UMR LEREPS - ENFA - Université de Toulouse 1 Capitole, UMR d'Agronomie INRA-AgroParisTech, Chambre régionale d'agriculture de Poitou-Charentes.

OBJECTIF ET DEMARCHE :

Le projet MAEVEAU a développé une démarche d'évaluation intégrée de l'efficacité des Mesures Agro-Environnementales Territorialisées (MAET) à enjeu préservation de la qualité de l'eau vis-à-vis des pesticides. Cette démarche questionne le concept d'efficacité au travers d'une triple analyse pour rendre compte de leur impact (effets propres), de leur coût-efficacité environnementale et du rôle des facteurs organisationnels dans le processus d'adhésion. L'impact est évalué par une approche quasi-expérimentale par contrefactuel et questionne l'adaptation de la méthode du matching à la territorialisation des MAET. L'analyse coût-efficacité s'appuie sur une modélisation intégrée spatialisée couplant modèle agro-hydrologique, indicateurs pesticides spatialisés et optimisation économique des marges brutes. L'efficacité des facteurs organisationnels s'est intéressée aux coûts de transaction, au rôle de l'action collective et aux préférences pour des contrats alternatifs.

PRINCIPAUX RÉSULTATS :

Les MAET évaluées concernent la réduction du désherbage pour les grandes cultures (Phyto 04, réduction du nombre de traitements herbicides) et la viticulture (phyto10, absence de désherbage sur l'inter-rang) contractualisées sur la période 2007-2011 ainsi que six scénarios d'évolution des pratiques ou des systèmes intégrant ces deux engagements unitaires. Les résultats montrent que l'adhésion des agriculteurs à ce nouveau dispositif est restée très faible. Sur les 490.000 exploitations agricoles françaises (2010), seuls 49000 exploitations ont pu souscrire à des MAET pesticides compte tenu de leur appartenance aux 262 territoires de projet éligibles aux aides. Au sein de l'ensemble de ces territoires, ce sont 2.793 agriculteurs qui ont souscrit une MAET pesticides sur 137.398 ha pour un montant de 18,7 millions d'euros (en 2011). Les cultures concernées sont les grandes cultures (93 % des surfaces engagées) essentiellement en Bretagne et dans les régions du Nord de la France puis la vigne (3 % des surfaces engagées) essentiellement en Poitou-Charentes, Languedoc-Roussillon et Midi-Pyrénées. Les trois engagements unitaires les plus souscrits sont Phyto 04, 05 et 06.

L'évaluation de l'impact (effet propre) a porté sur la MAET Phyto_04 (réduction des herbicides) en grandes cultures sur tout le territoire français. Evaluer l'effet propre de cette MAET a consisté à estimer sa contribution à la réduction de l'IFT herbicides chez les agriculteurs bénéficiaires de cette MAET. L'efficacité est calculée comme la différence d'IFT (indicateur de fréquence de traitements) entre les agriculteurs bénéficiaires de la mesure et une population d'agriculteurs non bénéficiaires qualifiée de contrefactuelle (ou jumeaux car comparable après appariement par la méthode du score de propension). Sept critères sont retenus pour questionner la prise en compte de la territorialisation dans la méthode du matching: appartenance à un territoire de projets, types d'agrosystèmes et de sols, pluviométrie annuelle, nombre de jours annuels de pluie, qualités chimique et écologique des masses d'eaux. Le respect de la validité statistique pour le calcul de ce score de propension a conduit à l'exclusion de toutes les autres MAET du processus d'évaluation compte tenu du trop faible nombre d'agriculteurs contractants présents dans les deux enquêtes nationales pratiques agricoles (viticulture ou grandes cultures). L'analyse typologique des deux populations étudiées

(bénéficiaire et jumeaux) montre qu'elles sont globalement similaires et révèle quatre types d'exploitations : (1) *grandes cultures*, (2) *systèmes d'élevage*, (3) *pluriactivité* et (4) *agriculture biologique*. La bonne qualité prédictive du modèle *logit* développé est confirmée par trois tests (courbe de ROC, test de Hosmer-Lemeshow, fonction MatchBalance). Au final, les travaux apportent des réponses aux deux questions initiales traitées : (1) l'efficacité de la MAET phyto_04 (désherbage) en grandes cultures est confirmée. Elle contribue à une diminution moyenne de l'IFT herbicide de 0,43 point d'IFT, soit une réduction de 30 % du nombre de traitements herbicides par ha en grandes cultures (l'IFT moyen chez les bénéficiaires est de 1,06 *versus* 1,49 pour les jumeaux appariés), (2) la prise en compte des six variables territorialisées dans la construction du modèle améliore la pertinence spatiale et agronomique de l'appariement et contribue à améliorer de 10 % l'estimation de l'évaluation de l'impact (1,34 *versus* 1,49 d'IFT moyen).

L'évaluation coût-efficacité environnementale a reposé sur le développement d'une modélisation intégrée spatialisée de scénarios de changements de systèmes ou de pratiques à l'échelle du sous-bassin versant. Les résultats montrent qu'il est possible de confronter sur une même échelle spatiale deux types de résultats : (i) l'efficacité environnementale des scénarios estimée à partir d'indicateurs pesticides (IFT, PREMA, Arthur, indicateur composite RPTL) et d'un modèle agro-hydrologique (SWAT), (2) les coûts privés (supportés par les agriculteurs) associés à ces scénarios. Sept scénarios (dont un de référence) issus d'un processus de co-construction avec des groupes d'acteurs locaux ont été modélisés et testés sur un sous-bassin de la Charente de taille intermédiaire (le Né), en utilisant comme traceurs dix molécules les plus utilisées/retrouvées dans les eaux. Les résultats de l'analyse coût-efficacité convergent vers les mêmes conclusions quelle que soit l'approche d'estimation de l'efficacité environnementale (réduction d'IFT *versus* réduction de concentration simulée en pesticides) et confirment l'intérêt d'une approche intégrée et spatialisée à l'échelle du sous-bassin versant. Ils mettent en avant deux groupes. Les deux scénarios les plus coût-efficace (1^{er} groupe) correspondent au scénario S2 (MAET sur tout le bassin et allongement des rotations sur les grandes cultures) et au scénario S3B (20 % du vignoble converti en agrobiologie, le reste du bassin en MAET pour les vignes et grandes cultures). L'efficacité environnementale estimée correspond à une réduction de la concentration en pesticides d'environ 4 µg/l, d'environ 45 % pour l'IFT herbicide et 35 % pour l'IFT hors herbicide. Le second groupe correspond à trois scénarios intermédiaires pour lesquels l'efficacité estimée est d'environ la moitié scénarios S1A (25% MAET sur le bassin) et S4 (prairies en bord de cours d'eau) et le S3A (20 % vigne bio). Les coûts privés associés aux pratiques (entre 0 et 170€/ha), calculés sur la période simulée par le modèle SWAT et spatialisés, sont mis en regard de leur efficacité évaluée soit au regard des objectifs intermédiaires de réduction des pressions polluantes (IFT Herbicides et Hors Herbicides) ou des objectifs finaux (baisse des concentrations à l'exutoire du bassin. les scénarios les plus «coût-efficaces» sont les scénarios S2 et S3B-(mise en place de mesures MAET et passage de la vigne en « bio »-, suivi par les scénarios S3A (20% vigne bio), S1A (25% MAET) et S4 (prairies en bord de cours d'eau). Ce classement n'intègre cependant pas les coûts publics de mise en place des mesures et les coûts de transaction sont considérés identiques.

Quant à l'évaluation de l'efficacité des facteurs organisationnels de contractualisation des MAET, les résultats montrent que le processus de contractualisation peut s'expliquer par différents facteurs : l'expérience antérieure de l'exploitant sur ce type de contrats, un niveau plus élevé de formation agricole initiale, une adhésion à des réseaux professionnels agricoles, des motivations sociétales telles que la sensibilité à la préservation de l'environnement, ou encore la participation à des activités de plein air (pêche, chasse, sports de nature). En revanche, il existe peu de différences dans les caractéristiques socio-structurelles des bénéficiaires désireux de prolonger le contrat et ceux qui déclarent ne pas souhaiter le renouveler. Les principaux freins identifiés dans les raisons de renouveler ou non un futur contrat sont (i) une trop longue durée d'engagement, (ii) des subventions non adaptées aux coûts de production ou aux prix de vente plus ou moins rémunérateurs selon les années. Les agriculteurs désireux de prolonger la MAE sont ceux pour lesquels les changements induits ont eu le moins d'impact (charge de travail, vulnérabilité aux aléas ou fonctionnement général de l'exploitation). Quant aux préférences des agriculteurs pour des formes de contrats alternatifs, il ressort un (i) fort intérêt pour des clauses permettant de renégocier le contrat et (ii) un intérêt moyen pour la possibilité de bénéficier d'une dérogation individuelle ou d'un accompagnement technique durant la mise en place du programme.

Enfin, s'agissant du rôle de l'action collective dans le processus d'adhésion aux MAET, les résultats montrent un niveau important d'adhésion des agriculteurs pour les deux coopératives suivies en Midi Pyrénées (Geryscoop et Qualisol) par rapport aux autres territoires de projet de la région. Trois facteurs sont identifiés comme facilitant cette acceptabilité : (1) la possibilité laissée aux acteurs locaux de fixer certaines "règles du jeu" sur le territoire du projet contribue à rendre davantage légitime ces règles aux yeux des agriculteurs, à en réduire les incertitudes et, in fine, à permettre une meilleure appropriation du dispositif par les différents acteurs impliqués, (2) la présence d'un opérateur économique a facilité l'instauration d'un climat de confiance dans une logique de risques partagés (baisse possible de la qualité et du volume collecté), (3) les dispositifs d'animation mis en place favorisent le partage d'expériences, réduisent les coûts d'apprentissage et stimulent l'expérimentation.

EXECUTIVE SUMMARY

MAEVEAU

Integrated assessment of territorialised agri-environmental measures
on the improvement of water quality
regarding pesticide non-point source pollution.

OBJECTIVE AND APPROACH

The MAEVEAU project has developed an approach for an integrated assessment of effectiveness of *regionalized Agro-Environmental Measures* (MAET) intended to preserve water quality in relation to pesticides. This approach investigates the concept of efficiency through a triple analysis : the impact (net effects), the environmental cost-effectiveness and the role of organizational factors in the contracting process. The impact is assessed by a quasi-experimental approach by counterfactuals and examines adaptation of the matching method to the regionalized MAET. Cost-effectiveness analysis is based on integrated modeling spatially distributed coupling the agro-hydrological SWAT model, pesticides pressure indicators and a bio-economic model optimizing gross margin. The effectiveness of organizational factors focuses on transaction costs, the role of collective action and preferences for alternative contracts.

MAIN RESULTS

We evaluate the MAET measures including reduction of weeding in cash crops (Phyto 04, reducing the number of herbicide applications) and in viticulture (phyto_10, no weeding between rows) that were contracted for the 2007-2011 period with six scenarios for practices or systems integrating these two commitments. The results show that only few farmers have joined this new system. Of the 490,000 French farms (year 2010), only 2,793 farmers have subscribed MAET measures dealing with pesticides on a total area of 137,398 ha within 262 project areas. This represents an annual subsidies' amount of € 18,7 million. Crops involved are cash crops (93% of the area) primarily in Britany and in the Northern French regions and Vine (3% of the area involved) mainly in Poitou-Charentes, Languedoc-Roussillon and Midi-Pyrenees regions. The measures Phyto_04, 05 and 06 are the MAET the most subscribed.

The assessment of impact (net effect) is applied to the MAET Phyto_04 (reducing herbicides) in cash crops throughout the French territory. Evaluation of the net effect of this MAET is carried out by estimating its contribution in reducing the IFT (Frequency of Treatments Indicator) herbicides among farmers who subscribed this MAET. Effectiveness is calculated as the difference of IFT between subscribing farmers and a population of non-subscribing farmers called counterfactuals (or twins because comparable after matching by the propensity score method). Seven criteria are used to include issues related to regions in the matching method: Being in a project area, types of agricultural systems and soils, annual rainfall, annual number of rainy days, quality (chemical and ecological) of the water bodies. Caution of statistical validity for calculating the propensity score led us to the exclude all other MAET measures from the evaluation process because the number of farmers involved in agro environmental measures in both National surveys on agricultural practices (viticulture or cash crops) was too small. Cluster analysis of the two populations studied (beneficiaries and twins) shows that they are extensively similar. These farms belong to four types of farming system: (1) crops, (2) livestock systems, (3) multiple activities and (4) organic farming. The highly predictive value of the developed logit model is confirmed by three tests (ROC curve, Hosmer-Lemeshow test, Match Balance function). Finally, we answer to the two initial issues addressed: (1) the effectiveness of the MAET phyto_04 (weeding) in cash crops is confirmed. This measure contributes to an average decrease of the herbicide IFT by 0.43 points. It represents a 30 % reduction of the number of herbicides per ha and per year in cash crops (the average value of IFT among recipients is of 1.06 and 1.49 for paired twins), (2) matching relevance (spatial and agronomic) is improved by including the six regionalized variables within the model. The improvement is of 10 % the estimated reduction of efficiency (1.34 versus 1.49 IFT on average).

The cost-effectiveness assessment is based on a spatially distributed integrated model to evaluate scenarios of farming systems or practices changes at the sub basin level. The results show that it is possible to compare two types of results on the same spatial scale: (1) the environmental effectiveness of scenarios estimated from indicators pertaining to pesticides (IFT PREMA, Arthur, composite indicator RPTL) and effectiveness assessed from outcomes of the agro-hydrological SWAT model, (2) the additional private implementation costs associated to scenarios and that farmers would have to cope with. Seven scenarios (including a reference based one) designed with groups of local stakeholders are simulated and tested on a sub-basin of the Charente river catchment (Watershed Né), using as chemical tracers the ten molecules on use and that are found in water. The cost-effectiveness analysis results (IFT reduction vs simulated reduction of pesticides' concentration) lead to similar conclusions. They confirm the interest of a spatially distributed integrated approach at the sub basin level. Results put forward two groups. The two most cost-effective scenarios (the first group) are the scenario S2 (MAET throughout the basin with longer rotations on cash crops) and S3B scenario (20% of the vineyard area converted to organic farming, the remaining area of the basin converted to MAET for vines and cash crops).

The environmental effectiveness is measured by approximatively a 4 mg/l reduction of the pesticides' concentration, a decrease of 45 % for the IFT herbicide and of 35 % of the IFT without herbicide. The second group consists of three intermediate scenarios for which estimated effectiveness is approximatively the half: S1A scenarios (25% MAET Basin) and S4 (meadows alongside streams).

Private costs associated with practices (between 0 and 170 € per ha), spatially calculated over the period simulated by the SWAT model are then compared to their respective effectiveness appraised either in comparison with their intermediate targets of reducing pollutant pressures (IFT with Herbicides and without Herbicides) or in comparison with the final goals (lower concentrations at the outlet of the basin). It is then possible to determine the most "cost-effective" scenarios such as the S2 and S3B scenarios (implementation of MAET measures and shift of vineyard from usual to organic farming) - followed by S3A scenario (conversion of 20 % of the vineyard area to organic farming), S1A (25 % MAET) and S4 (meadows alongside streams). This ranking however doesn't incorporate public costs of implementing measures. Transaction costs however are considered similar between measures. Concerning the evaluation of effectiveness of organizational factors in contracting MAET measures, results show that the contracting process can be explained by various factors: previous experience of farmers on such types of contracts, a higher level of education in agricultural studies, membership of professional agricultural networks, societal motivations such as sensitivity to nature conservation or sports (fishing, hunting). There are few differences between the socio-structural characteristics of beneficiaries wanting to extend the contract and those who said they would not renew it. The main obstacles we identify regarding the rationale for renewing or not a future contract are: (i) a too long commitment period, and (ii) subsidies that do not suit with production costs and instable market prices between years. Farmers willing to extend the MAET measure are those for which the resulting changes of implementing the measure had less impacted on farm organization (workload, vulnerability to hazards or general operations of the farm system). Concerning farmers' preferences for alternative forms of contracts, main findings are: a strong interest for clauses allowing to renegotiate the contract, an interest for the opportunity to benefit individual exemptions, or technical backing during the implementation of the program.

Regarding the role of collective action in the process of joining MAET measures, results show a significant level of involvement of farmers' members of the two cooperatives followed in Midi Pyrenees region (Geryscoop and Qualisol) in comparison to other project-areas of the region.

Three factors are identified as contributing to acceptability: (1) Possibility for local stakeholders to set certain "rules" within the territory of the project. This helps make these rules more legitimate in the eyes of farmers, reduce uncertainty and ultimately allow greater shared 'ownership' of the scheme by the different actors involved, (2) the presence of an economic operator facilitates to set up a necessary atmosphere of trust in keeping with shared risks (possible decline of quality and quantity collected), (3) implemented animation systems promote the sharing of experiences, help reduce costs, and stimulate learning and experimentation.

Préambule

Le projet de recherche **MAEVEAU** s'inscrit dans les projets retenus au titre du second appel à propositions de Recherche Programme Eaux & Territoires (année 2010), programme soutenu par le Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie (MEDDE), le CNRS et Irstea.

Le programme de recherche "Eaux & Territoires" soutenu par le MEDDE, l'Irstea et le CNRS a eu pour objectif de susciter des recherches sur le *couple eau / territoire* et d'organiser l'émergence et la formalisation des questions de recherche qui deviendront des enjeux de gestion dans le futur. Le programme vise à renforcer la connaissance des interactions entre systèmes naturels, systèmes techniques et systèmes sociaux. Il cherche à mettre en relation les connaissances relatives au fonctionnement des hydrosystèmes et celles portant sur les territoires, définis comme la portion d'espace appropriée de manière matérielle et/ou symbolique par des acteurs sociaux (élus, agriculteurs, chasseurs, pêcheurs, promeneurs, chercheurs, urbains, touristes...).

(source site internet MEDDE <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Appel-a-propositions-de-recherche,14254.html>)

Le présent rapport est une synthèse du projet de recherche MAEVEAU (objectifs, démarche générale et principaux résultats conduits dans les trois volets scientifiques). Les méthodologies développées et résultats de chacun de trois volets scientifiques sont présentés en détail dans les trois rapports suivants, correspondant à la structuration scientifique du projet en trois volets ainsi que dans les publications associées (voir valorisation) :

- **Volet 1** : Képhaliacos C., Del-Corso J-P, Rousset S., 2014, Évaluation organisationnelle des Mesures agro-environnementales territorialisées à enjeu qualité des eaux pour contribuer à une démarche d'évaluation intégrée, Rapport scientifique volet 1 du projet MAEVEAU, 59 p.
- **Volet 2** : Zahm F., Kuentz-Simonet V., Scordia C., Petit K., Uny D., 2014, Évaluation des effets propres de Mesures Agro-environnementales territorialisées pesticides à enjeu qualité des eaux sur la période 2007 à 2011. Une Prise en compte de la dimension territoriale du dispositif, Rapport scientifique volet 2 du projet MAEVEAU, 150 p.
- **Volet 3** : Vernier F., Rousset S., Guichard L., Kuentz-Simonet V., Leccia O., Lescot J-M., Minette S., Kevin P., Scordia C., Tinland K., 2014, Les mesures agroenvironnementales à enjeu "eau/pesticides" : évaluation environnementale et économique de l'impact de modifications des pratiques agricoles par modélisation intégrée à partir de scénarios d'évolution, rapport scientifique volet 3 du projet MAEVEAU / rapport ECCOTER; 52 p. + annexes.

La coordination scientifique du projet a été assurée initialement par Sylvain Rousset (appelé à d'autres fonctions) puis par Frédéric Zahm à partir de janvier 2013. Les responsables scientifiques des trois volets du projet sont Charilaos Kephaliacos (LEREPS) pour le volet 1, Frédéric Zahm (IRSTEA-unité ETBX) pour le volet 2 et Françoise Vernier (IRSTEA-unité ETBX) pour le volet 3.

Le 3^{ème} volet correspond également aux travaux réalisés dans le cadre du projet de recherche ECCOTER soutenu par l'APR Pesticides du programme 2009 «*évaluation et réduction des risques liés à l'utilisation des pesticides*» qui a été conduit sur la même période par les équipes ETBX (IRSTEA), l'UMR d'Agronomie INRA-AgroParisTech et la Chambre régionale d'agriculture de Poitou-Charentes.

Informations administratives du projet MAEVEAU

Nom de l'Appel à Propositions de Recherche : Programme Eaux & Territoires (année 2010)

Avis favorable du comité scientifique du programme "Eaux & Territoires" : 22 juillet 2010.

Organisme en charge de la convention

Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie /Commissariat Général au Développement Durable/ Direction de la Recherche et de l'Innovation/ Service de la recherche

Contact : Quentin Gautier, chargé de mission au Commissariat Général au Développement Durable (Direction de la Recherche et de l'Innovation) et responsable du suivi du projet

Référence de la convention de subvention :

10 – MUTS-E&T-1-CVS-062 2010 – N°chorus 2100 184 887

Exercice : 2010, Action 13- sous action 06

Centre de coût : CGDMCDG092

Notification de la convention de subvention : 2 décembre 2010.

Durée totale : 43 mois (initialement 36 mois prolongés de 7 mois par avenant à la convention notifié le 12 novembre 2013).

Coordination : Sylvain Rousset jusqu'en décembre 2012 puis Frédéric Zahm

Montant de la subvention du programme Eaux et territoires : 124.000 euros.

Autres subventions perçues dans le cadre du projet MAEVEAU

- Projet ECCOTER (convention ONEMA, APR pesticides 2009, axe 3 du programme Ecophyto 2018) : 145.560 €
- Direction scientifique Irstea : 50.000 €

Organismes partenaires du projet	Nom du correspondant principal
Irstea Bordeaux, Unité Environnement, Territoires et Infrastructures (ETBX)	Frédéric ZAHM
UMR LEREPS ENFA / Université de Toulouse 1- Capitole	Charilaos KEPHALIACOS
UMR d'Agronomie INRA-AgroParisTech	Laurence GUICHARD
Chambre régionale d'agriculture de Poitou-Charentes	Jean Luc FORT

Pour citation:

Zahm F., Kephaliacos C., Vernier F., Del-Corso J-P., Rousset S., Kuentz-Simonet V., Guichard L., Leccia O., Lescot J-M., Scordia C., Minette S., Nguyen G., Fort J-L., Petit K., Tinland K., Daniel Uny., Évaluation intégrée des Mesures Agro-Environnementales Territorialisées pesticides à enjeu « qualité des eaux », rapport de synthèse du projet MAEVEAU, programme Eaux & Territoires, Irstea, LEREPS, INRA, chambre régional agriculture Poitou Charentes, 64 p.

REMERCIEMENTS

Cette recherche n'aurait pu se réaliser sans la participation de toutes les institutions et personnes ayant accepté de répondre ou communiquer les informations nécessaires aux différentes équipes. Nous souhaitons remercier tout particulièrement :

- ✓ Tous les agriculteurs(rices) ainsi que tous les animateurs(trices) des projets de MAET qui ont acceptés de rencontrer les différents équipes ou de répondre aux questionnaires d'enquêtes,
- ✓ Le ministère de l'Agriculture (DGPAAT, bureau BATA) et toute l'équipe de l'Observatoire du Développement Rural (INRA Toulouse) pour leur disponibilité, conseil et contribution à l'accès aux données nécessaires à la présente recherche,
- ✓ La correspondante (Mme Duru) du Service de la Statistique et de la Prospective du ministère de l'Agriculture pour son appui à la présentation du dossier auprès de la commission du secret statistique ainsi que le SSP Toulouse (bureau enquête pratiques culturelles et recensement agricole),
- ✓ L'Agence de Service et de Paiements (Limoges) pour son accord dans l'accès aux données des MAET,
- ✓ L'équipe du CASD (centre d'accès sécurisé aux données) de l'Insee,
- ✓ Tous les correspondant(e)s contactés des DRAAF pour leur disponibilité et mise à disposition des projets territorialisés de MAET,
- ✓ Les chambres d'agriculture de Poitou Charentes pour leur implication et leur appui technique,
- ✓ L'EPTB Charente et le BRGM Poitou Charentes pour leur contribution,
- ✓ Les différents organismes sollicités qui ont contribué à fournir les données utiles à la construction des variables territorialisées (BRGM, Inra Orléans, Onema, Météo-France, Cabinet AND International),
- ✓ L'Agence de l'eau Adour Garonne et tout particulièrement Delphine Espalieu,
- ✓ Les quatre-vingts participants présents au séminaire de restitution du projet les 12 et 13 juin ainsi que les discutants et invités à la table ronde,
- ✓ Toute l'équipe de direction de Bordeaux Sciences Agro et le groupe d'étudiants de Bordeaux Sciences Agro pour leur appui au séminaire de restitution,
- ✓ Olivier Barreteau, animateur scientifique du programme de recherche Eaux et Territoires et chercheur à IRSTEA,
- ✓ Quentin Gautier, chargé de mission au Commissariat Général au Développement Durable (Direction de la Recherche et de l'Innovation) et responsable du suivi du projet MAEVEAU Programme Eaux et Territoires,
- ✓ Sylvain Rousset à l'origine des projets MAEVEAU et ECCOTER,
- ✓ Le Labex Cote pour son soutien au séminaire de restitution des 12 et 13 juin 2014.

Nous souhaitons enfin remercier tout particulièrement nos collègues recrutées en CDD, Charlotte Scordia (statisticienne) et Karen Tinland (agronome), pour leurs contributions aux travaux scientifiques, tous les stagiaires impliqué(e)s dans les différents volets scientifiques ainsi que Stéphanie Touvron et Gabrielle De Almeida de l'unité ETBX pour le suivi et appui administratif et financier du projet et leur contribution à l'organisation du séminaire de restitution.

Un dernier remerciement est destiné à toutes les autres personnes rencontrées au cours de ces travaux et qui ont y contribué au sein des différentes institutions impliquées.

Les membres du projet de recherche MAEVEAU

LISTE DES ABRÉVIATIONS

AEAG : Agence de l'Eau Adour Garonne

AAC : Aire d'Alimentation de Captage

ASP : Agence de Services et de Paiement

BRGM : Bureau de Recherches Géologiques et Minières

BV : bassin versant

ECCOTER : Acronyme du projet de recherche *Les mesures agroenvironnementales à enjeu « eau/pesticides » : évaluation environnementale et économique de l'impact de modifications des pratiques agricoles par modélisation intégrée à partir de scénarios d'évolution*

EPTB : Etablissement Public Territorial de bassin (du fleuve Charente dans le rapport),

EU : Engagement unitaire (en €/ha)

HRU : Hydrologic Response Unit

IFT : Indicateur de Fréquence de Traitements (en nombre de doses homologuées / ha)

MAAF : Ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt

MAVEAU: Acronyme du présent projet de recherche *Mesures Agro-Environnementales à enjeu qualité de l'eau et réduction de la pollution diffuse par les pesticides*

MAET : Mesure Agro-Environnementale Territorialisée

MAET Pesticides : Mesure Agro-Environnementales Territorialisée à enjeu qualité de l'eau et réduction de la pollution diffuse par les pesticides

PK : enquêtes pratiques culturelles (Service Statistique et Prospective du Ministère de l'agriculture) 2010 (viticulture) et 2011 (grandes cultures)

PREMA : indicateur pesticide de pression matières actives

RA : Recensement Agricole (année 2010)

SSP : Service de la Statistique et de la Prospective du Ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt

SAGE : Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux

SWAT : Soil and Water Assesment Tool

Table des matières

1. CONTEXTE, OBJECTIFS ET DEMARCHE.....	12
2. DEROULEMENT DU PROJET	18
2.1. Partenaires et équipes impliqués dans le projet.....	18
2.2. Difficultés rencontrées	19
2.3. Conformité des réalisations au projet initial	19
2.4. Intérêts et difficultés de la coopération avec des équipes européennes.	20
3. PRINCIPAUX RÉSULTATS.....	21
3.1. Efficacité des MAET, action collective et design des contrats	21
3.2. L'efficacité analysée par la contribution des MAET pesticides au changement des pratiques chez les bénéficiaires (évaluation des effets propres).....	23
3.3. L'efficacité environnementale des MAET confrontée à leurs coûts de mise en œuvre privés à partir d'une analyse coût-efficacité spatialisée.....	26
4. DISCUSSION ET PERSPECTIVES DU PROJET	30
4.1. Discussion	30
4.2. Perspectives et conditions de généralisation des résultats en dehors du cas d'étude	33
5. ACTIONS DE TRANSFERT	35
6. LISTE DES PUBLICATIONS	37
ANNEXES.....	41

1. CONTEXTE, OBJECTIFS ET DEMARCHE

Depuis 1992, les Mesures Agro-Environnementales (MAE) sont l'instrument économique incitatif majeur des trois programmes agro-environnementaux successifs de la politique de développement rural de la Politique Agricole Commune. Ces MAE visent à réduire les impacts environnementaux de l'agriculture avec un objectif général de préserver ou améliorer les ressources naturelles (eau et sol), la biodiversité et le paysage. Il s'agit d'aides versées de manière contractuelle pour une durée de cinq ans à des agriculteurs qui s'engagent de manière volontaire à changer de pratiques agricoles ou de systèmes (agrobiologie notamment) sur tout ou partie de la surface de leur exploitation. Ces aides sont destinées à compenser les coûts induits par les changements de pratiques agricoles.

Si depuis 1992, le principe d'un contrat aidé volontaire sur cinq ans n'a pas changé, la France décide, à partir de 2007, de transformer son mode d'action publique dans le cadre de la mise en œuvre de la nouvelle programmation communautaire sur la période 2007-2013. Elle adopte au sein de son *Plan de Développement Rural Hexagonal* le principe d'une territorialisation de son action publique agro-environnementale pour donner suite au précédent dispositif (le Contrat d'Agriculture Durable). Cette territorialisation se concrétise par la mise en œuvre des **MAE Territorialisées** (MAET) pour les deux enjeux environnementaux que sont la préservation **des ressources en eau** et de la **biodiversité** compte tenu de leurs fortes dimensions territoriales (MAP, 2007). Trois principaux changements dans le mode d'action publique caractérisent ces nouvelles formes de MAE par rapport au Contrat d'Agriculture Durable. Il s'agit (1) du caractère zoné obligatoire pour bénéficier de l'aide caractérisée par l'introduction de deux types de zonage : Zone d'Action Prioritaire délimitée à l'échelon administratif régional et zone de territoire de projet dans laquelle se construit chaque projet territorialisé, (2) de l'émergence d'opérateurs locaux indispensables pour construire puis animer ces projets de territoires au sein desquels les agriculteurs contractualisent les MAET et (3) de cahiers des charges nationaux basés sur un objectif d'obligation de résultat et non plus de moyens, adaptables localement et construits comme un assemblage d'engagements unitaires (Gassiat et Zahm, 2013).

Dans ce nouveau cadre institutionnel, le projet MAEVEAU a eu comme **objectif** de proposer une démarche d'évaluation intégrée pour évaluer l'efficacité des nouvelles **Mesures Agro-Environnementales Territorialisées** à enjeu **préservation de la qualité de l'eau au regard de la pollution diffuse par les pesticides** (qualifiées de MAET pesticides).

La démarche méthodologique proposée s'inscrit dans un cadre théorique interdisciplinaire d'évaluation intégrée. Par évaluation intégrée des MAET, on entend une méthode d'analyse "*qui combine en un ensemble cohérent les résultats et les modèles propres à différentes disciplines [...] ainsi que les interactions de ces différents éléments de façon à pouvoir évaluer l'état et les conséquences des changements de systèmes ou pratiques agricoles, de même que les mesures publiques prises pour y remédier*" (les MAET dans notre cas) (définition adaptée de GIEC, 1995). Une telle démarche d'évaluation intégrée correspond à un "*processus interdisciplinaire et participatif, visant à combiner, interpréter et communiquer des connaissances issues de diverses disciplines scientifiques afin de permettre une meilleure compréhension des phénomènes complexes*" (Parker *et al.*, 2002 traduit par Kieken, 2003). Pour questionner ce concept d'efficacité dans une approche d'évaluation intégrée, les quatre disciplines mobilisées sont l'agronomie, l'économie, la géographie et la statistique.

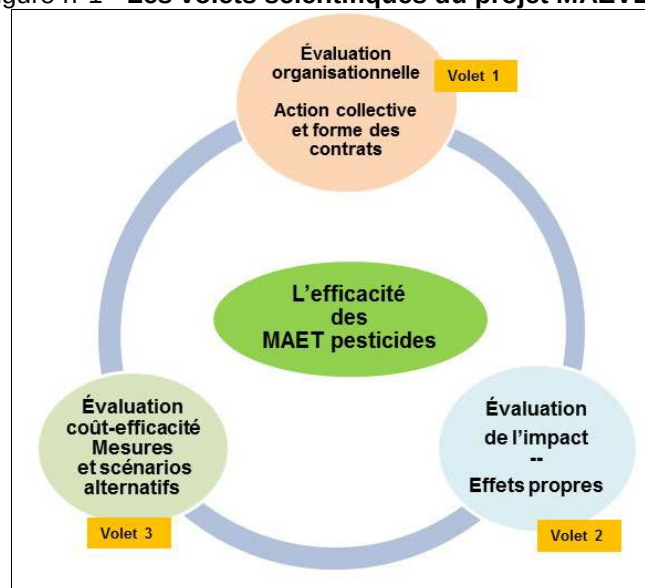
Compte tenu du caractère pluridimensionnel du concept d'**efficacité**, le caractère intégré repose sur la proposition d'une démarche qui prend en compte à la fois ses différentes composantes (efficacité environnementale et économique) et ses processus (efficacité organisationnelle). Questionner le concept d'efficacité dans le champ des politiques publiques agro-environnementales implique de rappeler la distinction entre (i) **efficacité environnementale** d'une politique qui renvoie aux travaux

dans le champ de l'évaluation environnementale et (ii) un processus plus large que représente **l'évaluation de l'efficacité d'une politique** (les MAET dans notre cas) qui renvoie au champ des travaux sur l'évaluation de l'impact.

L'évaluation de l'efficacité environnementale (ou efficacité "physique") d'une mesure est un processus qui s'intéresse à la performance environnementale *intrinsèque* du programme, de la pratique agricole, du scénario testé... Appliquée aux MAET, l'efficacité environnementale estime la « capacité » du cahier des charges à améliorer l'état environnemental de la qualité de l'eau (diminution de la concentration en pesticides dans les eaux de surface). Quant à l'évaluation de l'efficacité (impact) d'un programme public, elle consiste à apprécier ses effets par rapport à ses objectifs (CSE, 1996; CE, 1999; Monnier et Toulemonde, 1999). L'efficacité s'intéresse à l'écart qui existe entre les effets produits (impacts directs sur les bénéficiaires de la politique) et les objectifs du programme. Le critère d'efficacité d'un programme compare ce qui a été fait à ce qui était initialement prévu ; autrement dit, l'efficacité met en perspective les résultats et les impacts à ceux qui étaient attendus ou estimés. Pour rendre compte de l'efficacité d'une politique, il convient notamment d'en mesurer les impacts à court terme sur les bénéficiaires (effets propres) "*pour déterminer dans quelle mesure, le programme est bien à l'origine des résultats observés*" (OCDE, 2009).

Pour questionner ce concept d'efficacité, la **démarche générale** propose une évaluation intégrée de l'efficacité dans ses trois composantes : (i) l'impact de la politique, (ii) son coût -efficacité environnementale et (iii) ses déterminants (les processus). Au plan scientifique, une telle démarche est structurée en trois volets – l'évaluation organisationnelle, l'évaluation de l'impact et une analyse coût efficacité (figure n° 1). Au plan empirique, les MAET pesticides étudiées sont les MAET visant à réduire le nombre de traitements phytosanitaires en désherbage chimique en grandes cultures et viticulture (engagements unitaires PHYTO 04 et 10¹). D'autres mesures sont également étudiées dans le volet 2 : conversion en agrobiologie pour la viticulture et mise en place d'aménagements (bandes enherbées et localisation de prairies temporaires) (voir annexe 1). La démarche proposée a été testée sur différentes zones d'action : tout ou partie de 36 territoires de projets MAET d'Aquitaine (8), Poitou-Charentes (26) et Midi Pyrénées (2) pour le premier volet, la France métropolitaine pour le deuxième volet et enfin le territoire de projet du Né (Charente) pour le troisième volet.

Figure n°1 - Les volets scientifiques du projet MAEVEAU



Une synthèse des questionnements, démarches et études de cas de ces trois volets est présentée au tableau n°1 (page 15).

¹ En fonction des volets scientifiques, ces mesures n'ont pas été toutes analysées

Le premier volet scientifique s'est attaché à identifier puis analyser le rôle et l'efficacité des facteurs organisationnels dans le processus de contractualisation des MAET en développant deux questions de recherche :

- **La première question** interroge **le rôle de l'action collective** dans le processus d'apprentissage entre conseillers techniques et agriculteurs au regard des risques perçus par les exploitants agricoles lors de l'adoption des MAET pesticides en grandes cultures. L'analyse s'est focalisée sur les expériences de MAET pilotées par deux coopératives agricoles de la région Midi-Pyrénées (Qualisol dans le Tarn et Garonne et Gersycoop dans le Gers) pour étudier **le rôle de l'action collective** impulsée par ces coopératives dans le processus d'adhésion et d'apprentissage des innovations techniques induites par les MAET. La méthodologie a reposé sur des analyses textuelles réalisées sur la base d'entretiens avec des agriculteurs, conseillers agricoles et acteurs institutionnels. L'analyse de discours a mobilisé deux méthodes : une méthode "conventionnelle" et une méthode de traitements mobilisant le logiciel d'analyse textuelle ALCESTE (Reinert, 1990). Les entretiens avec les acteurs institutionnels ont porté sur le montage institutionnel du projet, son organisation et les résultats escomptés par la MAET. Ceux avec les conseillers des coopératives ont concerné les changements induits par le dispositif au niveau de leurs relations avec les agriculteurs (objectifs et contenu des visites et des messages). Les entretiens avec les agriculteurs ont visé à identifier les raisons de la contractualisation (ou non) et à repérer les changements techniques et organisationnels induits par celle-ci. Les entretiens ont été conduits auprès de 36 agriculteurs bénéficiaires de MAET, 6 conseillers chargés du suivi des agriculteurs contractants, 2 responsables de l'action au sein des deux coopératives en grandes cultures et 24 acteurs institutionnels (DRAAF, agence de l'Eau Adour-Garonne, Chambres d'agriculture). Les résultats de l'analyse de discours ont été confrontés à ceux obtenus dans le cadre d'une enquête postale réalisée en 2011 auprès d'un échantillon de 400 agriculteurs contractants et non contractants tirés au hasard parmi une liste d'agriculteurs de la zone d'étude (Qualisol).
- **La seconde question de recherche** s'est intéressée à deux objectifs : **(1)** identifier les caractéristiques individuelles des agriculteurs qui permettent d'expliquer la contractualisation en s'attachant à différentes caractéristiques non observables dans les données d'enquêtes nationales (RA ou Pratiques culturelles) telles que l'aversion au risque, les motivations éthiques, les attitudes vis-à-vis des politiques publiques, etc. et **(2)** identifier les préférences individuelles des agriculteurs vis-à-vis des contrats agroenvironnementaux (durée, obligations, flexibilités, etc.) grâce à des « expériences de choix » pour évaluer à la fois indirectement les coûts de transaction (Williamson, 1996) mais aussi leurs préférences pour des contrats alternatifs. Au plan méthodologique, la démarche a mobilisé deux types de traitement statistique : (i) une régression logistique simple pour le 1^{er} objectif (comparaison entre bénéficiaires et non-bénéficiaires en région Poitou-Charentes) et (ii) une analyse par la méthode des expériences de choix (*Choice experiment*) sur les seuls bénéficiaires (Aquitaine et Poitou-Charentes) pour le 2nd objectif. Au plan théorique, cette méthode des expériences de choix est basée sur la théorie du consommateur (Lancaster, 1966). Utilisée notamment en marketing et en économie des transports, la méthode a fait l'objet d'applications récentes pour analyser le processus d'acceptabilité des contrats agro-environnementaux en Europe (Ducos, 2006; Rutto et al., 2009; Espinosa-Goded et al., 2010). Au plan empirique, les résultats ont porté sur l'analyse de 415 réponses issues d'une double enquête réalisée par voie postale auprès de deux catégories de population agriculteurs des territoires de projets MAET: (1) l'ensemble des 2.372 agriculteurs (contractant ou non contractants) présents sur des territoires MAET de la région Poitou-Charentes et (2) pour la région Aquitaine, les seuls agriculteurs bénéficiaires de MAET (923 agriculteurs). Le questionnaire a porté sur six thématiques détaillées en 39 séries de questions (voir annexe n°2). Seuls les contractants ont été amenés à répondre aux expériences de choix pour l'étude des préférences dans les types de contrats alternatifs.

Le deuxième volet du projet MAEVEAU a eu comme objectif d'évaluer l'efficacité des MAET « pesticides » à partir d'une approche économique par démarche contrefactuelle pour rendre compte de leur impact (ou effet propre). Il s'agit d'évaluer dans quelle mesure, le programme est à l'origine des résultats observés (les changements de pratiques phytosanitaires chez les bénéficiaires) en estimant les effets propres (ou changements nets) dans la situation observée qui sont réellement imputables au programme. L'effet propre d'une MAET pesticides est défini comme la contribution des MAET à la réduction de l'usage des pesticides (réduction de l'IFT) chez les agriculteurs bénéficiaires de la MAET. L'objectif de cette approche est donc de *"déterminer le lien de causalité entre l'intervention et les changements intervenus"* (OCDE, 2009). L'effet propre des MAET a été estimé comme la différence d'efficacité environnementale entre les pratiques phytosanitaires adoptées par les agriculteurs bénéficiaires d'une MAET *et les pratiques que ces mêmes agriculteurs auraient adoptées si la MAET n'avait pas été mise en place* (Chabé-Ferret et al., 2013). Pour rendre compte de cet effet propre, la démarche théorique retenue est une méthode économétrique de type quasi-expérimentale (Deleau et al., 1986) par appariement (ou matching simple²) sur le score de propension. Une telle approche mobilise le modèle canonique initial de Rubin (1974) et les travaux de recherches développés par Heckman, Ichimura et Todd (1997, 1998) pour l'appliquer au processus d'évaluation de l'impact d'une politique, méthodologie *"introduite en France par Brodaty et al. (2001, 2006) pour l'analyse des effets des passages par des contrats d'emploi aidés"* (Fougères, 2007 et 2010) et testée par Chabé-Ferret et al. (2008) sur les MAE de la période 2000-2007. Cette méthode du score de propension a pour objectif de lever le biais de sélection qui trouve son origine dans le fait que la situation moyenne des individus qui ont contractualisé la MAET n'aurait pas été la même en l'absence de cette politique que celle des individus n'ayant pas contractualisé (populations différentes). Au plan formel, le score de propension mesure la probabilité qu'un exploitant agricole ait accès à la politique publique (contractualisation d'une MAET) conditionnellement à l'ensemble de ses caractéristiques observables (taille de l'exploitation, cultures, animaux, OTEX, formation reçue, matériel présent, etc...). La méthode du matching consiste à appairer, pour chaque exploitant bénéficiaire de la politique, un exploitant non bénéficiaire ayant les caractéristiques observables les plus proches possibles (qualifié de jumeau ou contrefactuel). **L'effet propre de l'efficacité** est alors mesuré comme la différence entre la valeur moyenne de la variable observée (l'IFT) dans la population bénéficiaire de la MAET et dans la population contrefactuelle. (Imbens, 2000 in Crépon, 2011). La question de recherche associée à cette démarche d'évaluation s'est spécifiquement intéressée à la prise en compte du caractère spatialisé du nouveau dispositif MAET lors du calcul du score de propension. L'objectif de recherche est (i) d'intégrer une dimension spatialisée localisée dans le calcul afin de renforcer le caractère de ressemblance entre les agriculteurs bénéficiaires et contrefactuels et (ii) de mesurer quelles sont les conséquences induites sur les résultats (qualité statistique du score de propension et différences observées dans la mesure de l'effet propre) d'une telle prise en compte de critères géographiques lors de la construction du contrefactuel (critères qualifiés de variables territorialisées dans les travaux)..

L'étude de cas empirique a porté sur les MAET pesticides souscrites en France sur la période de contractualisation 2007-2011. La démarche méthodologique composée de trois étapes principales est présentée en détail à l'annexe 3. La première s'est attachée à construire (i) la base de données de la population d'analyse par un processus d'appariement entre quatre bases de données nationales (voir annexe 4) à partir du numéro individuel PACAGE³ attribué à chaque exploitation (ou à défaut le numéro SIRET) et (ii) la base de données construite pour qualifier les communes françaises sur des dimensions agronomique ou environnementale (six critères) pour l'analyse de la dimension territorialisée. La deuxième étape a consisté à effectuer les analyses statistiques univariées et multidimensionnelles nécessaires à la caractérisation de la population étudiée et au choix des

² Il existe également la méthode du matching en double différence pour corriger le biais temporel.

³ Le numéro PACAGE est un identifiant unique liée à toute demande d'aide de la PAC

mesures à étudier (couverts et engagements unitaires). La troisième étape a été consacrée au calcul du score de propension avec un modèle logit, à l'estimation de l'effet propre et à la comparaison des résultats obtenus avec ou sans prise en compte des variables territorialisées. La démarche méthodologique proposée a été testée sur l'ensemble des MAET grandes cultures à engagement phytosanitaire PHYTO 04 (réduction du désherbage chimique) à l'échelle France.

Le troisième volet scientifique a développé une démarche *d'évaluation ex-ante* du *coût/efficacité environnementale* de changements de pratiques agricoles ou de systèmes agricoles à l'échelle de bassin versant intermédiaire. Au plan théorique, l'approche retenue s'inscrit dans un cadre de **modélisation intégrée** (O'Callaghan, 1996; Volk *et al.* 2008; Kelly *et al.*, 2013) appliquée à l'évaluation de scénarios d'évolution de l'occupation du sol agricole et/ou de changement de pratiques phytosanitaires. La démarche générale est présentée à la figure de l'annexe 5. Elle repose sur (i) une définition de scénarios co-construits avec les acteurs locaux et des pratiques agricoles spatialisées associées avec une approche typologique sol/rotation/culture, (ii) une évaluation environnementale mobilisant deux types d'outils (modélisation agro-hydrologique avec le modèle SWAT d'une part et quatre indicateurs pesticides IFT, ARTHUR, PREMA et un indicateur composite spatialisé tenant compte du risque potentiel de transfert d'autre part, voir annexe n°6) pour rendre compte de l'efficacité environnementale et (iii) un couplage avec une évaluation économique reposant sur une approche en programmation mathématique pour estimer les coûts privés associés à ces scénarios de changements de pratiques. Le caractère intégré est au cœur du processus de modélisation. Il se caractérise par les principaux points suivants : (i) des données d'entrée identiques (sols, occupation du sol, systèmes agricoles et pratiques) pour "le calcul" des évaluations environnementale et économique, (ii) une intégration, dans le modèle SWAT (par développement d'une macro GENLU) et le modèle économique mais aussi dans les indicateurs (par chaînes de traitement automatisées sous R), du concept agronomique de successions culturales et (iii) l'adoption d'entités spatiales de référence communes pour les approches environnementale et économique, afin de pouvoir conduire de manière cohérente une analyse commune coût-efficacité. La HRU (Hydrologic Response Unit) du modèle SWAT constitue l'entité de référence pour le calcul dans les modèles et le sous-bassin versant modélisé constitue l'échelle d'analyse et de confrontation des résultats. Pour le modèle économique développé en programmation linéaire, les valeurs duales correspondent aux incitations financières nécessaires pour compenser les coûts additionnels liés aux changements de pratiques et encourager l'adoption de ces mesures. Développé sous GAMS (General Modelling Algebraic System) (Brooke *et al.* 1988; Mc Carl, 2009), ce modèle simule le changement d'utilisation des terres agricoles ou de pratiques au niveau de chaque HRU avec un résultat au sous-bassin versant modélisé. Il est supposé que les agriculteurs n'ont aucun effet sur les prix de vente et qu'ils cherchent à maximiser leur profit (marge brute), les agriculteurs mettant ainsi en œuvre les MAE uniquement si leur revenu espéré demeure au moins inchangé.

Au plan empirique, la démarche de modélisation intégrée a été appliquée sur 7 scénarios : un scénario modélisé de référence (S0) correspondant aux systèmes et pratiques « moyens » actuels et six scénarios d'évolution (cf. description en annexe 1.1). Construits en concertation avec des acteurs locaux, ils intègrent de façon combinée trois grands types de changements : (i) une mise en œuvre localisée de MAET « pesticides » en grandes cultures et viticulture ou (ii) un changement de système de production (viticulture conventionnelle vers viticulture en agrobiologie) ou (iii) une mise en place d'aménagements (bandes enherbées et remplacement localisé de cultures par des prairies). Ils se caractérisent également par un degré différencié d'adoption mesuré comme un pourcentage de surfaces contractualisées sur le bassin versant (entre 20 et 100 % de la SAU du BV). La méthode a été conduite de manière intégrale (jusqu'à l'évaluation du coût-efficacité des scénarios) sur un ensemble de 13 sous-bassins versants et du bassin versant englobant du Né (bassin céréalier et viticole de 700 km² situé au sud du bassin de la Charente).

Tableau n°1 - Présentation récapitulative des démarches dans les trois volets scientifiques

code de la tâche proposition	Volet scientifique 1		Volet scientifique 2	Volet scientifique3	
	ET. 2		ET. 3	ET. 4	
Forme d'efficacité questionnée	Efficacité organisationnelle		Efficacité de la MAET dans le changement de pratiques (impact)	Efficacité environnementale des mesures et des coûts privés associés	
Question générale associée	Quels rôles jouent les facteurs organisationnels dans la perception des risques liés à l'adoption des MAET ?		Quelle contribution des MAET au changement des pratiques phytosanitaires observées chez les agriculteurs bénéficiaires ?	Quel coût/efficacité environnementale des changements de pratiques (MAET et autres scénarios testés) ?	
Question sous jacente traitée	Quelles sont les préférences des agriculteurs pour des contrats alternatifs ?	Quel est le rôle de l'action collective dans l'apprentissage au changement de pratiques phytosanitaires ?	Comment prendre en compte la dimension territoriale dans la méthode du matching pour la construction de la population contrefactuelle ?	Quelle est l'efficacité environnementale relative de chaque scénario de changements de pratiques phytosanitaires au regard des transferts et du devenir des phytos dans les eaux de surface ?	Quel est le coût privé supporté par les agriculteurs adoptant les changements de pratiques phytosanitaires ?
Temporalité de l'évaluation	"ex post"	"ex post"	"ex post "	ex ante	ex ante
Cadre théorique mobilisé	Théorie économique du consommateur (Lancaster, 1996)	économie écologique et institutionnelle	évaluation de l'impact par approche contrefactuelle (Modèle causal de Rubin et Heckman)	Integrated assessment	Economie néoclassique - Analyse input/output
Méthode / Type d'approche développée	Méthode des expériences de choix (Choice experiment) <i>Quantitative / économétrie</i>	Entretien d'acteurs institutionnels et d'agriculteurs et analyses de discours et textuelles Enquête postale complémentaire <i>Qualitative et quantitatif</i>	Démarche quasi-expérimentale par groupe de contrôle externe apparié <i>Approche quantitative économétrique</i>	Evaluation environnementale à l'échelle de bassins versants, des flux de pesticides en eaux de surface par modélisation agro-hydrologique, de la pression et du risque potentiel de transfert par indicateurs spatialisés	Evaluation des coût marginaux de mise en place des mesures à partir des valeurs duales, Programmation mathématique à l'échelle de la HRU, sous bassins et bassin
Type de données mobilisées (pour la thématique usages du sol)	Données de questionnaires par enquête postale 3295 questionnaires envoyés / 415 reçus et analysés	données d'entretiens acteurs institutionnels / 6 conseillers / 36 agriculteurs données d'enquêtes complémentaires 400 agriculteurs	Données individuelles / enquêtes statistiques nationales pratiques culturales en grandes cultures (2011), Recensement agricole (2010) et bénéficiaires aides MAET (ASP -2011)	Registre Parcellaire Graphiques (2006-2010), Usages du sol complétés par RA 2010, enquêtes IRSTEA auprès d'experts agricoles du secteur et expertise des Chambres d'agriculture Poitou-Charentes (itinéraires techniques et coûts associés)	
Terrains d'études	Les territoires de projets MAET - régions Poitou-Charentes et Aquitaine	Deux coopératives agricoles du bassin versant de l'Adour	France métropolitaine (hors corse)	Bassin du Né (700 km2) en Charente et ses treize sous-bassins modélisés	

2. DEROULEMENT DU PROJET

Le projet MAEVEAU s'est déroulé sur la période de décembre 2010 à septembre 2014.

2.1. Partenaires et équipes impliqués dans le projet

La composition des équipes constitutives impliquées dans le projet MAEVEAU est présentée dans le tableau n° 2 ci-dessous.

Tableau n°2 - Présentation des partenaires et équipes impliqués dans le projet

Partenaires	Prénom	Nom	Disciplines	Coordination	
				générale	volets scientifiques
Irstea Groupement Bordeaux Unité ETBX	Vanessa	KUENTZ-SIMONET	Statistique		
	Jean-Marie	LESCOT	Agro-économie		
	Kevin	PETIT	Géomatique		
	Sylvain	ROUSSET	Economie		
	Charlotte	SCORDIA	Statistique		
	Karen	TINLAND	Agronomie		
	Daniel	UNY	Géomatique		
	Françoise	VERNIER	Agro-géographie		3 ^{ème}
	Frédéric	ZAHM	Agro-économie	X	2 ^{nde}
INRA Grignon UMR agronomie	Laurence	GUICHARD	Agronomie		
ENFA / Université Toulouse 1/ LEREPS	Charilaos	KEPHALIACOS	Economie		1 ^{er}
	Geneviève	NGUYEN	Economie		
	Jean-Pierre	DEL CORSO	Economie		
Chambre régionale d'agriculture Poitou- Charentes	Jean-Luc	FORT	Agronomie		
	Sébastien	MINETTE			

Les principaux autres partenaires impliqués dans le projet MAEVEAU sont recensés dans le tableau ci-dessous.

Tableau n°3 - Autres partenaires impliqués

Type	Nom des structures
Administration et structure proches	DRAAF Aquitaine, Midi-Pyrénées et Poitou-Charentes/ Ministère de l'agriculture (SSP et bureau du BATA) / INSEE (centre d'accès sécurisé aux données) / Agence de Service de Paiement / ONEMA
Recherche	INRA / Observatoire du développement rural et UR sciences du sol
Etablissements publics	BRGM Poitou Charentes / Agence de l'eau Adour-Garonne / EPTB du fleuve Charente / Météo-France
Porteurs de projets et coopératives	Animateurs et acteurs des différents projets de MAET des trois régions Aquitaine, Midi-Pyrénées et Poitou-Charentes Conseillers des deux coopératives enquêtées (région Midi-Pyrénées)
Agriculteurs	Près de 3700 agriculteurs enquêtés dans les trois régions Aquitaine, Midi-Pyrénées et Poitou-Charentes selon différentes démarches (envoi postal de questionnaires ou entretiens en face en face)

2.2. Difficultés rencontrées

Les difficultés rencontrées ont été de différentes natures : finalité des travaux vis-à-vis des partenaires, accès aux données et temps de travail.

Dans le premier volet, il a été constaté un certain décalage entre les finalités des travaux de recherche conduits et les attentes d'une des deux coopératives partenaires initiales qui souhaitait une retombée immédiate des travaux vis-à-vis de ses agriculteurs adhérents. Cette différence d'objectifs (conséquences technico-économiques d'un changement de pratiques d'un côté / analyse de la recomposition des normes des métiers d'agriculteur et de conseiller en agriculture) a pu au final être explicitée et les enquêtes auprès des agriculteurs et conseillers ont pu être conduites à terme en respectant le calendrier des travaux. Quant aux travaux d'enquêtes en régions Poitou-Charentes et Aquitaine sur l'analyse des préférences des agriculteurs pour des formes alternatives de contrats, la mobilité professionnelle du responsable de cette tâche (Sylvain Rousset) en décembre 2012 s'est traduite par un retard dans le traitement des 415 questionnaires reçus fin février 2014. La collaboration avec un groupe de cinq étudiants de Bordeaux Sciences Agro a permis de finaliser la saisie des réponses en mai 2014.

Dans le second volet (évaluation des effets propres des MAET), le retard par rapport au calendrier initial s'explique par les délais très longs d'acquisition des données officielles. Ce délai (18 mois) dans l'accès aux données est lié aux procédures internes de contrôle et mise à disposition des données par l'administration statistique, tant pour l'accès aux données du Recensement Agricole 2010 (octobre 2012 au lieu d'octobre 2011 attendu) que pour la mise à disposition des données de l'enquête sur les pratiques culturales en grandes cultures (accès autorisé en avril 2013 au lieu d'octobre 2012). Quant au test empirique de la démarche, pour des raisons de taille insuffisante de l'échantillon suite à l'appariement entre les bénéficiaires de MAET et l'enquête PK, il a été décidé d'exclure du traitement les MAET en viticulture. Cette contrainte de respect de la taille statistique des échantillons a eu comme conséquence de limiter le test de toute la méthodologie au seul EU Phyto 04 (*réduction des traitements herbicides en grandes cultures*) et de l'appliquer à l'échelle France alors qu'il était prévu de l'appliquer sur les MAET contractualisées en Charente.

Dans le 3^{ème} volet (analyse coût-efficacité), les retards survenus sont liés à une sous-estimation des délais dans la mise à disposition des données sources indispensables au démarrage des travaux ainsi qu'au temps de travail plus important que prévu pour (i) adapter les paramètres du modèle américain SWAT à la zone d'étude du Né, procéder au calage du modèle et intégrer les successions culturales (développement d'un module spécifique GENLU2) et(ii) modéliser les sept scénarios retenus notamment les scénarios mixtes (une partie du bassin versant avec un scénario et un autre partie du bassin versant avec un autre scénario) qui ont demandé des développements spécifiques dans SWAT.

2.3. Conformité des réalisations au projet initial

La globalité des objectifs initiaux ont été atteints en termes d'objectifs et de démarche. Il est néanmoins nécessaire d'apporter les informations suivantes sur les points suivants :

1. **Délais** : s'agissant du planning initial (fin du projet en décembre 2013), compte tenu des difficultés évoquées au point 2.2 ci-dessus, le projet MAEVEAU a fait l'objet dès juillet 2013 d'une demande de prolongation de 7 mois validée par avenant signé le 30 octobre 2013.
2. **Sites d'étude mobilisés** : deux sites d'étude étaient prévus dans le projet (un sur les Coteaux de Gascogne et un sur le Bassin versant de la Charente). Le choix de retenir la seule zone du Né est lié à la fois à l'objectif du projet de comparer les résultats sur un bassin versant de taille intermédiaire correspondant à l'échelle de l'action publique mais aussi au fait qu'il existe sur ce Bassin Versant un territoire de projets MAET pour lequel il a été possible dans le temps imparti de co-construire des scénarios avec les acteurs locaux.
3. **Coordination** : cette tâche a été directement impactée suite à la mobilité professionnelle du collègue coordinateur Sylvain Rousset. La coordination a été reprise en janvier 2013 par Frédéric

Zahm pour le projet MAEVEAU et par Françoise Vernier pour le volet 3 correspondant également au projet ECCOTER.

4. **Journée thématique** prévue en fin de projet : pour des raisons d'organisation et de budget, celle-ci a eu lieu sur Bordeaux et non sur Paris comme prévu. Elle a pris la forme d'un séminaire scientifique de 1,5 jours avec table ronde finale qui a réuni près de 80 participants (voir annexe n°15).

2.4. Intérêts et difficultés de la coopération avec des équipes européennes.

Le projet n'a pas suscité de coopération en cours avec des équipes européennes.

3. PRINCIPAUX RÉSULTATS

3.1. Efficacité des MAET, action collective et design des contrats

Les résultats des travaux sur l'efficacité de l'action collective dans l'action publique agro-environnementale confirment en grande partie les hypothèses de travail : les apprentissages collectifs développés par les deux coopératives étudiées (Gersycoop et Qualisol) contribuent à déstabiliser les anciennes croyances des agriculteurs. Les agriculteurs deviennent progressivement convaincus de l'efficacité des techniques alternatives proposées dans les MAET. Les résultats montrent que ce processus d'acquisition de cette conviction par les agriculteurs a deux conséquences majeures. **Premièrement**, les MAET pesticides conduisent les agriculteurs à requestionner les normes de leur métier et redonnent du sens à leur activité dans leurs nouvelles capacités d'action (plus grande autonomie décisionnelle, remise en cause de solutions techniques données *a priori*, raisonnement à la parcelle). Certains agriculteurs envisagent aujourd'hui la MAET comme une opportunité pour aller vers une plus grande autonomie décisionnelle car ils considèrent que cette démarche impose un emploi moins déterministe des techniques mises en œuvre. De plus, une partie d'entre eux modifient leur mode de calcul économique. L'optimisation des rendements n'est plus appréhendée comme le seul moyen pour maintenir le revenu. Ce maintien peut également passer par la diminution des charges en intrants. **Deuxièmement**, le sentiment d'une plus grande maîtrise des techniques alternatives conduit les agriculteurs à intégrer plus facilement les nouvelles attentes sociétales en matière d'amélioration de la qualité de l'eau dans leurs choix d'action. L'atteinte de cet objectif environnemental n'est plus alors perçue comme incompatible avec l'objectif de viabilité économique de l'exploitation agricole. Autrement dit, l'actualisation des croyances des agriculteurs va au-delà de la simple adhésion au changement technique. Elle affecte également l'identité professionnelle et le positionnement de l'agriculteur vis-à-vis de nouveaux impératifs moraux : l'obligation de préserver les biens publics environnementaux (eau, sols, paysage, biodiversité). C'est, d'ailleurs, parce qu'il en est ainsi que l'on peut estimer que cette actualisation est de nature à provoquer une restructuration durable, sinon irréversible, des façons de faire. L'analyse de la comparaison des croyances entre agriculteurs contractants et non-contractants corrobore également ces analyses.

Les résultats montrent également que contrairement à ce qui a été observé dans d'autres territoires, les MAET pesticides étudiées au sein de ces deux coopératives bénéficient de la part des agriculteurs d'un bon niveau d'acceptation qui contribue à la réussite des démarches engagées. Trois facteurs sont identifiés comme ayant facilité cette acceptabilité. **Le premier facteur** concerne les modalités de fixation des règles du jeu des MAET. Ces règles n'ont pas été définies par un seul acteur, mais relèvent d'un processus décisionnel multi-acteurs (DRAAF et services rattachés, coopérative, Chambre d'Agriculture ...) qui a abouti à une entente sur l'application concrète du dispositif (nature du message diffusé à destination des agriculteurs, définition du périmètre d'application de la mesure, modalités de calcul de l'IFT et de sortie éventuelle des agriculteurs du dispositif...). L'existence de tels compromis institutionnels facilite la lisibilité du dispositif et son adaptation au contexte d'application. Elle contribue à le rendre davantage crédible (légitime) aux yeux des agriculteurs, à réduire les incertitudes et les risques perçus et, *in fine*, à permettre une meilleure appropriation du dispositif par les différents acteurs impliqués. **Le deuxième facteur** concerne le pilotage de la MAET et les règles qui régissent les interactions entre acteurs impliqués. Le fait que ce soit une coopérative, acteur économique, comme pilote d'une MAET a facilité l'instauration d'un climat de confiance. La logique de risques partagés avec les coopératives engagées dans la MAET influence la motivation des acteurs (les coopératives s'exposent également à un certain nombre de risques économiques (baisse possible de la qualité et du volume collecté)). L'engagement des agriculteurs dans la MAET est allé au-delà de l'intérêt d'obtenir une compensation financière : les changements de pratiques ont concerné l'ensemble des parcelles de l'exploitation et pas uniquement les parcelles contractualisées. Le troisième facteur renvoie à la conception collective de mise en œuvre de la MAET. Ainsi, les dispositifs d'animation mis en place favorisent le partage d'expériences, réduisent les coûts d'apprentissage et stimulent l'expérimentation. La collaboration conseiller/agriculteur a permis

d'initier une démarche d'anticipation basée sur un réexamen critique des choix culturels d'une campagne à l'autre et permet d'éviter des scénarios "catastrophes". De plus, l'inclusion dans la démarche (i) d'agriculteurs en agriculture biologique à travers la mesure Biomaint (coopérative Qualisol) et (ii) d'agriculteurs déjà précurseurs en matière d'utilisation de produits phytosanitaires, a contribué à crédibiliser les innovations techniques et à les diffuser auprès de l'ensemble des agriculteurs. Ce phénomène ne peut que conduire à une relecture des effets d'aubaine. En effet, les subventions rémunèrent ici les agriculteurs les plus innovants pour ce rôle essentiel.

Pour conclure, les résultats liés à l'étude de l'action collective mettent en avant que l'existence d'une communauté d'intérêts et d'objectifs entre les acteurs impliqués (agriculteurs et coopérative) est un ingrédient décisif dans le processus de changement de pratiques. Le processus d'action collective au cœur des futurs Groupements d'Intérêt Économique et Écologique (GIEE) vient confirmer cette première analyse.

La seconde analyse de l'efficacité organisationnelle des contrats MAET a permis de mettre en avant trois grands types de résultats.

Le premier résultat est issu de l'analyse des **déterminants de la contractualisation** entre bénéficiaires et non-bénéficiaires en région Poitou-Charentes. Il ressort les principales différences⁴ structurelles suivantes : les bénéficiaires de MAET (toutes MAET DCE confondues) exploitent de plus grandes fermes (128 ha / 74 ha) avec une main d'œuvre plus importante (1,88 UTA/ha) et un pourcentage de céréales, oléagineux et protéagineux dans l'assolement plus élevé. Ils ont plus fréquemment une activité d'élevage (62 % contre 51 %), notamment en bovins viande (37 % contre 20 %), ont plus fréquemment souscrit une assurance agricole et ont plus tendance à être certifiés en agriculture biologique (8 % contre 2 %).

Tableau n°4 - Caractéristiques moyennes des bénéficiaires et non bénéficiaires (enquête Poitou-Charentes)

(Ntot = 264)	Bénéficiaires (N1= 129)	Non bénéficiaires (N2 = 135)
Surface moyenne SAU en ha	128	74
Main d'œuvre en UTA	1,88	1,33
% de COP* dans l'assolement	55 %	47 %
Part de la SAU irriguée	2,4 %	5,1 %
Présence d'activité d'élevage	62%	51 %
Souscription d'une assurance agricole	74 %	58 %
Certification en agriculture biologique	8 %	2 %
% de jeunes agriculteurs (< à 40 ans)	16 %	26 %

* COP : surface en céréales, oléagineux et protéagineux

Les agriculteurs contractants disposent d'une plus grande expérience sur ce type de changement de pratique car 51 % d'entre eux avaient déjà souscrit une MAE dans la précédente période de programmation (2000-2006) contre seulement 12 % des non-contractants. Si la proportion de « jeunes » agriculteurs (moins de 40 ans) est plus faible chez les contractants (16 % contre 26 %), les bénéficiaires sont plus fréquemment diplômés de l'enseignement agricole (81 % contre 64 %) et adhérents à une organisation professionnelle agricole généraliste (90 % contre 73 %) ou à un CIVAM (10 % contre 4 %). Ils sont également plus souvent membres d'une association de pêche ou de chasse (15 % contre 7 %) et pratiquent plus volontiers un sport de nature (27 % contre 10 %). Quant à l'analyse des motivations du métier d'agriculteur, elle montre que les bénéficiaires sont tout à la fois plus enclins (que les non bénéficiaires) à avoir des motivations sociétales et plus intéressés par des objectifs économiques. Ces motivations sociétales ont joué un rôle significatif dans la propension à souscrire une MAET (tests de régressions logistiques, deux premières colonnes du tableau annexe n°7).

⁴Différences statistiquement significatives appréciées à partir des tests t de Student et du Khi-2.

Le second type de résultats sur l'analyse⁵ de la propension à renouveler le contrat pour les contractants (si on leur proposait une MAE aux mêmes conditions) met en avant les deux principaux points suivants:

- il y a peu de différences significatives entre les caractéristiques socio-structurelles des bénéficiaires désireux de prolonger le contrat et ceux qui déclarent ne pas souhaiter renouveler de tels contrats agro-environnementaux,
- L'hypothèse de travail selon laquelle les coûts de transaction jouent un rôle important dans les choix contractuels est confirmée⁶. Les agriculteurs *refusant de reconduire* leur engagement soulignent les contraintes administratives (score de 3,9 sur une échelle de 5, contre 3,3), la trop longue durée d'engagement (3,1 contre 2,3) et l'intérêt qu'il y aurait à adapter la rémunération de la MAE à leurs coûts de production (4,2 contre 3,4) et aux prix de vente (3,6 contre 3,2). Les agriculteurs désireux de prolonger la MAE sont ceux pour lesquels ces dernières ont eu le moins d'impact, qu'il s'agisse de la charge de travail (2,6 contre 3,0), de la vulnérabilité aux aléas (2,1 contre 2,4) ou encore du fonctionnement général de l'exploitation (2,9 contre 3,5).

Le troisième et dernier type de résultats concerne les préférences des agriculteurs⁷ pour des contrats alternatifs (voir annexe n°8). L'analyse montre une préférence pour le "statu quo" (garder la MAE dans ses mêmes modalités). Toutefois, ce résultat est classique quand on laisse la possibilité aux répondants de ne pas retenir une des alternatives proposées (43 % des 1318 choix). Parmi les choix alternatifs aux MAE actuelles, il ressort un fort intérêt pour la possibilité de renégocier le contrat (68 % contre 32 %), un intérêt moyen pour la possibilité de bénéficier d'une dérogation individuelle (57 % contre 43 %) et d'un accompagnement technique durant la mise en place du programme (56 % contre 44 %).

Concernant l'opérateur en charge des contrôles, la chambre départementale d'agriculture est privilégiée (43 %), puis l'État actuellement responsable des contrôles via les DDT, DRAAF et ASP (30 %) et enfin un organisme certificateur indépendant (27 %).

Environ un quart des bénéficiaires se satisfont du montant actuel de subvention, un autre quart accepterait une réduction de 20 % et la moitié souhaiterait au contraire voir le montant augmenter de 20 %.

3.2. L'efficacité analysée par la contribution des MAET pesticides au changement des pratiques chez les bénéficiaires (évaluation des effets propres)

Les travaux sur l'évaluation de l'impact MAET se sont intéressés à l'ensemble des MAET pesticides contractualisées sur la période 2007-2011 en France métropolitaine. Les résultats complets avec les mesures de l'effet propre (en prenant en compte ou non les variables géographiques) ont porté sur l'engagement unitaire PHYTO_04 en grandes cultures.

Six types de résultats peuvent être mis en avant : (1) les enseignements issus de la construction de la population et des bases de données, (2) les résultats descriptifs de la population totale d'agriculteurs bénéficiaires de MAET, (3) les résultats issus du processus d'appariement, (4) les résultats descriptifs sur la population étudiée et (5) les résultats de la qualité du modèle sur les effets propres pour l'engagement unitaire PHYTO_04 et (6) les résultats de l'efficacité mesurée en intégrant ou non les variables territorialisées.

Le premier type de résultat concerne les travaux conduits dans l'étape 1 (choix des bases de données, sélection et construction des variables pertinentes dans les différentes bases de données nationales). Ils ont débouché sur la construction d'une base unique de données comprenant 518.925

⁵ Sur les seuls bénéficiaires des régions Aquitaine et Poitou-Charentes (N=255).

⁶ Test par régression logistique (voir les deux dernières colonnes du tableau de l'annexe n°7).

⁷ 1318 choix de contrats effectués par les 255 bénéficiaires interrogés - partie du questionnaire sur *les expériences de choix*.

exploitations, structurée en quatre grandes catégories d'informations (voir annexe 9): (i) les données individuelles de paiement des 2.793 bénéficiaires des MAET pesticides en 2011, (ii) les données de pratiques agricoles des bénéficiaires et non bénéficiaires enquêtés (respectivement 25.009 et 5.095 exploitations dans les deux enquêtes *pratiques culturales grandes cultures 2011* et dans *Viti 2010*), (iii) les caractéristiques socio structurelles des 518.925 exploitations agricoles du RA 2010 et (iv) les données territoriales (construites par Irstea) décrivant l'ensemble des communes françaises sur les six critères suivants : types d'agrosystèmes, types de sols, pluviométrie annuelle, nombre de jours annuels de pluie, qualité des masses d'eaux selon les critères chimiques et écologiques de Risque de Non Atteinte du Bon État des Eaux.

Le second type de résultats concerne les enseignements issus des analyses statistiques descriptives sur les bénéficiaires : le niveau global de contractualisation est très faible et très différent selon les mesures, engagements unitaires et régions (voir annexe n°10) : sur les 490.000 exploitations agricoles métropolitaines (RA 2010) et sur les 25.560 exploitations agricoles ayant souscrit une MAE Territorialisée, seulement 2.793 agriculteurs ont contractualisé au moins une MAET pesticides sur 137.398 ha pour un montant de 18,7 millions d'euros en 2011 (tableau n°5 ci-dessous).

Tableau n°5 - Bilan des MAET pesticides (2011)

Total en 2011 (France métropolitaine)			
Nombre d'exploitants	nombre de mesures	Surface (en ha)	Montant
2 793	3 288	137 398 ha	18 713 660 €

Source : Irstea à partir données ASP 2011

Le processus de contractualisation n'a été important qu'à partir de l'année 2010 pour toutes les régions et concerne très majoritairement deux types de couvert : (i) les grandes cultures (86 % des agriculteurs ayant une MAET pesticides et 93 % des surfaces engagées) principalement en Bretagne et dans les régions du Nord de la France et (ii) la vigne (11 % des agriculteurs représentant 3 % des surfaces engagées) essentiellement dans les trois régions Poitou-Charentes, Languedoc-Roussillon et Midi-Pyrénées (voir annexe n°11). Les trois engagements unitaires les plus souscrits sont les EU PHYTO_04, _05 et 06. Les EU PHYTO_04 et 06 se retrouvent majoritairement dans les régions de l'Ouest ou du Sud-Ouest (avec l'Alsace pour PHYTO_04) et 61 % des mesures PHYTO_05 se retrouvent dans les trois régions en Ile de France, Centre et Picardie.

Le troisième type de résultats concerne le processus d'appariement. Il montre qu'au plan empirique, le trop faible nombre de bénéficiaires de MAET à couvert vigne ou autres couverts également enquêtés dans l'enquête nationale PK⁸ rend impossible l'utilisation de la méthode du matching. Le processus complet d'évaluation des effets propres a porté sur la MAET pesticides en grandes cultures pour l'EU PHYTO_04 (réduction des traitements herbicides) sur une population initiale d'exploitants composée de 241 bénéficiaires⁹ et 19457 non bénéficiaires¹⁰.

Le quatrième type de résultats concerne l'analyse statistique multivariée de la population finale étudiée (analyse des correspondances multiples suivie d'une classification ascendante hiérarchique avec le critère de Ward), population constituée des bénéficiaires d'une MAET grandes cultures Phyto_04 enquêtés sous PK grandes cultures et de la population des 1873 agriculteurs qualifiés de jumeaux potentiels, c'est-à-dire tous les agriculteurs non-bénéficiaires de MAET (N=1873) qui résultent de l'appariement des deux bases de données (RA et PK) et qui sont voisins géographiquement car présents sur un des 262 territoires de projet MAET pesticides. Ces bénéficiaires ont contractualisé une surface moyenne de 48 pour un montant moyen d'aides de 7650 € (voir annexe

⁸ 22 bénéficiaires en PHYTO_10, E.U le plus représenté en couvert viticulture après appariement complet

⁹ Présents dans les trois bases : RA, ASP et PK GC

¹⁰ Présents dans les deux bases RA et PK GC

n°12). L'analyse typologique des deux populations étudiées (bénéficiaire et jumeaux) montre qu'elles sont globalement similaires et révèle quatre types d'exploitations : (1) *grandes cultures*, (2) *systèmes d'élevage*, (3) *pluriactivité* et (4) *agriculture biologique*. Une telle "similarité" conforte la pertinence d'une approche par la méthode du matching pour la mesure de l'effet propre.

Le cinquième type de résultats concerne la qualité du modèle développé pour l'évaluation des effets propres sur l'EU Phyto_04. La construction du score de propension a été réalisée à l'aide d'un modèle *logit* incluant 32 variables qui caractérisent le chef d'exploitation, les employés, les cultures et leur rendement, les traitements phytosanitaires, la gérance de l'exploitation, le statut et la taille de l'exploitation, ainsi que les activités de l'exploitation. Les tests montrent que la qualité prédictive du modèle développé est correcte garantissant ainsi que les résultats sur l'estimation des effets propres sont bons. En effet, le test du support commun est correct (probabilité comprise entre 0 et 0.7 pour les bénéficiaires et les jumeaux potentiels). Quant au test de la courbe ROC (Receiver Operating Curve), il traduit une bonne qualité de prédiction (valeur de 0.74). Enfin le test de l'adéquation du modèle aux données (test de Hosmer-Lemeshow) confirme également l'adéquation du modèle (p-valeur = 0.63) (voir annexe n°12). Quant à l'analyse de la qualité de l'appariement (estimée à partir de la fonction MatchBalance), elle montre que la p-valeur indiquant la différence entre les valeurs des deux groupes n'est pas significative et confirme ainsi la validité des résultats.

Au final, les résultats de l'évaluation des effets propres sur l'EU PHYTO 04 pour la MAET grandes cultures sont présentés en détail à l'annexe 13. Ils peuvent se résumer en trois résultats marquants:

- l'approche intuitive d'une comparaison entre bénéficiaires et non-bénéficiaires montre une différence d'efficacité environnementale de -0.25 point d'indice IFT. Cette simple comparaison est biaisée et ne permet pas de rendre compte de l'efficacité de la MAET au changement car elle ne mesure pas la contribution de la MAET au changement mais mesure une "simple" différence
- l'efficacité de la MAET phyto_04 (désherbage) en grandes cultures est confirmée par la méthode du matching. La MAET a contribué à une diminution moyenne de l'IFT herbicide de 0,43 point d'IFT chez les bénéficiaires, soit une réduction de 30 % du nombre moyen de doses homologuées par ha en grandes cultures (l'IFT moyen chez les bénéficiaires est de 1,06 versus 1,49 pour les jumeaux appariés),
- la prise en compte des six variables territorialisées dans la construction du modèle améliore la pertinence spatiale et agronomique de l'appariement et contribue à améliorer de 10 % l'estimation de la réduction d'efficacité (1,34 sans prise en compte des variables territorialisées versus 1,49 d'IFT moyen avec prise en compte des variables territorialisées).

3.3. L'efficacité environnementale des MAET confrontée à leurs coûts de mise en œuvre privés à partir d'une analyse coût-efficacité spatialisée

Les résultats sont de trois natures : sur la démarche méthodologique, sur les applicatifs développés, sur la construction des scénarios et sur les résultats empiriques liés à l'application de la démarche sur le territoire de projet du Né (décrit à l'annexe n°14).

Au plan méthodologique, les résultats ont permis d'aboutir à la proposition d'un cadre méthodologique opérationnel d'évaluation ex-ante de scénarios de changements de pratiques pour une analyse coût-efficacité environnementale spatialisée qui s'appuie sur un processus de modélisation intégrée. Cette démarche est présentée à la figure de l'annexe n°5. Le concept de scénario proposé correspond à la mise en œuvre sur tout ou partie de la zone étudiée de MAET pesticides, de combinaisons de ces mesures mais aussi de changements de pratiques agricoles ou de systèmes autres que les MAET étudiées. Les résultats montrent qu'il est possible de disposer sur une même échelle spatiale de trois types de résultats: (1) des résultats spatialisés d'efficacité environnementale des scénarios à partir d'indicateurs pesticides et du modèle agro-hydrologique semi-distribué SWAT, (2) des résultats économiques sur les coûts privés supportés par les agriculteurs adoptant ces scénarios de changement et enfin (3) une analyse du coût efficacité par scénario à l'échelle de chaque sous-bassin versant. Un indicateur pesticide spatialisé (qualifié de composite car intégrant des variables de risque de transfert) a également été développé et testé sur la zone d'étude pour compléter la démarche d'évaluation de l'efficacité environnementale par indicateurs, avec un indicateur de risque potentiel de transfert calculable à l'échelle du bassin versant intermédiaire de manière simple et automatisée. En effet, l'indicateur ARTHUR développé par la chambre d'agriculture Poitou Charentes est adapté à l'échelle parcellaire mais impossible à calculer « en routine » à l'échelle du bassin versant.

Les résultats montrent également que le choix initial de retenir comme entité spatiale la HRU (Hydrologic Response Unit)¹¹ du modèle SWAT comme échelle de calcul et le sous-bassin versant modélisé comme échelle de restitution permet de confronter de manière cohérente les différents résultats des indicateurs et des deux modèles. Les traitements de données et chaînes de calculs conduits sur cette même entité spatiale de référence ont permis une analyse cohérente des résultats (réduction de la pression ou du risque potentiel (indicateurs), réduction des flux de pesticides (SWAT) et coûts des changements de pratiques (modèle économique)).

Plusieurs types d'algorithmes dédiés aux chaînes de calcul ont été spécifiquement développés dans le cadre de ces travaux :

- (i) un programme permettant d'affecter les rotations-types déterminées par type de sol aux ilots du RPG pour constituer le scénario de référence puis les scénarios alternatifs. La sortie de ce programme est une couche d'occupation du sol prenant en compte le scénario choisi spatialisé à l'échelle de l'ilot RPG pour le calcul des indicateurs et permettant la spatialisation à l'échelle de la HRU pour les modèles (association sol/succession culturale/ITK complets associés avec traitements et coûts).
- (ii) un algorithme de calcul automatisé sous le logiciel R. Ce dernier permet de calculer les trois indicateurs pesticides (IFT, PREMA et Arthur) pour chaque scénario spatialisé à l'échelle élémentaire de l'ilot agricole (RPG) puis à celle des sous-bassins versants pour une confrontation aux résultats des deux modèles.
- (iii) un algorithme de calcul (GENLU, Générateur de Landuse V2). Il permet d'intégrer, au sein des 470 HRU du modèle SWAT, les différents itinéraires culturels associés aux scénarios et de conduire les simulations sur les vingt-sept années de données disponibles. Nous considérons qu'il constitue une adaptation innovante de celui disponible dans la version

¹¹ La HRU est une combinaison unique pour un sous-bassin, d'un type d'usage du sol, de pédologie et de classe de pentes identiques. Le bassin du Né a été découpé 470 HRU regroupés en 13 sous-bassins versants, unités de confrontation des résultats.

américaine de SWAT. Il permet en effet de prendre en compte (i) la diversité des cultures présentes en France et (ii) d'intégrer le concept de successions culturales essentiel au niveau agronomique pour évaluer MAET des scénarios de changements de pratiques ou de cultures.

Les résultats de la construction des scénarios ont abouti à la définition d'un scénario de référence qualifié de scénario S0 (pratiques actuelles modélisées – source des données institutionnelles années 2006-2010) et de six scénarios d'évolution. Ces sept scénarios sont décrits à l'annexe 1. Le contenu des mesures propre à chaque scénario a été discuté et validé par les groupes d'acteurs locaux (EPTB du fleuve Charente, animateurs des MAET et AAC, conseil général...) puis modélisé.

Les résultats empiriques de l'analyse coût –efficacité environnementale spatialisé conduite sur le bassin du Né sont de trois ordres : efficacité environnementale, efficacité économique et synthèse globale.

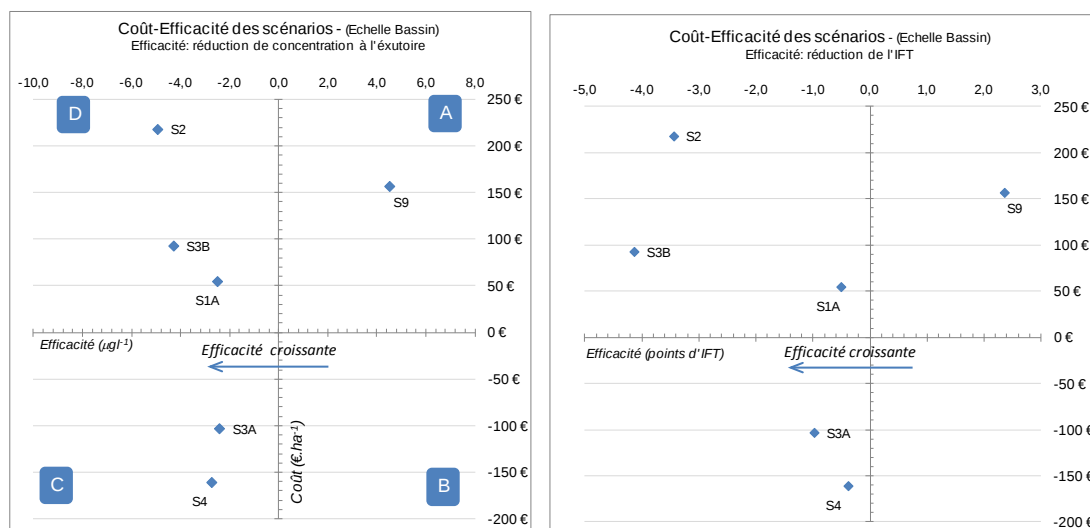
Les efficacités environnementales ont été calculées en mobilisant les quatre indicateurs pesticides et le modèle agro-hydrologique SWAT pour 7 scénarios : le scénario de référence (S0) et 6 scénarios d'évolution prenant en compte des MAE (voir annexe 1.2). Elles ont porté sur (i) les 10 molécules (cf. annexe 14) les plus quantifiées lors de campagnes de mesures conduites sur le bassin et classées substances prioritaires et/ou dangereuses par l'agence de l'eau Adour-Garonne et (ii) sur toutes les substances actives issues des programmes de traitements phytosanitaires définies dans les itinéraires techniques pour les calculs des IFT (sachant que les dix molécules traceurs ont été privilégiées dans les ITK, un produit contenant ces molécules étant choisi par rapport à un similaire ne les contenant pas). **S'agissant de l'efficacité environnementale estimée par les indicateurs**, les principaux résultats (détaillés à annexe n°15) sont les suivants pour l'ensemble du BV du Ruiné : les deux indicateurs IFT et PREMA montrent "*sans surprise*" que les deux scénarios S2 (tout en MAET sur 100 % de la surface du Bassin) et S3B (toutes les surfaces contractualisées en MAET avec en plus 20 % de la vigne convertie en agriculture biologique) sont les plus efficaces. Ils réduisent respectivement l'IFT herbicide de 44 % (S2) et 47 % (S3B) et l'IFT hors herbicide de 32 % et 39 %. Cette réduction n'est plus que de 5 % ou 10 % si l'on met en œuvre seulement 25 % de MAET (S1A) ou 20 % de vigne bio (S3A). Quant au scénario S9 (intensif), il se traduit par une augmentation de 40 % de l'IFT herbicide et de 20 % pour l'IFT hors herbicide. Cette augmentation prévisible confirme tout l'intérêt d'un raisonnement des traitements phytosanitaires (bulletin de santé du végétal, formation et information des agriculteurs...). Le scénario S2, le plus efficace, confirme l'intérêt d'appliquer, dans la mesure du possible, les mesures MAET à l'échelle de l'ensemble d'un territoire à enjeu. Le scénario S4 (localisation de prairies près des cours d'eau sans modifier les autres pratiques) montre également une certaine efficacité qui pourrait être renforcée si on adoptait des mesures MAET localisées dans les secteurs à plus forte pression phytosanitaire. Le scénario S3B (conversion vigne en bio) permet d'atteindre des niveaux de réduction d'IFT les plus importants surtout pour l'IFT hors herbicide qui s'explique par la place importante de viticulture sur le Né et l'importance des traitements fongicides en viticulture conventionnelle. Quant au scénario S3A (20 % des surfaces en vigne conventionnelle converties en agrobiologie), son efficacité est faible mais une localisation plus adaptée ou d'autres pourcentages pourraient être testés. En ce qui concerne **l'efficacité environnementale estimée à partir du modèle agro-hydrologique SWAT**, elle a porté sur les dix mêmes molécules (voir liste en annexe 4) et a été modélisée sur une période de 27 ans (pour s'affranchir de la variabilité interannuelle et initialiser les stocks). Les résultats (voir détails en annexe n°15) confirment la première analyse (indicateurs) : les deux scénarios les plus efficaces sont les scénarios S2 (MAET sur 100 % du BV) et S3B (tout MAET avec en plus 20 % de la vigne convertie en "bio") qui permettent un gain d'environ 4 µg/l toutes molécules confondues par rapport à une réduction de 2,5 µg/l pour les deux scénarios intermédiaires SA 1 (25 % MAET) et S4 (conversion des cultures en bandes enherbées en bord de cours d'eau).

Les résultats de la modélisation bioéconomique ont permis d'évaluer les coûts privés directs de mise en place des scénarios à l'échelle du bassin versant du Né et de ses treize sous-bassins. Les résultats montrent que les coûts moyens annuels calculés varient entre 0 et 170 € par hectare de

mesure mise en œuvre. Sur l'ensemble du bassin versant du Né, les scénarios les plus « chers » sont les scénarios S4 (bandes enherbées, environ 152 €/ha) et S3A (scénario combiné, environ 100 €/ha). Le scénario S9 *intensif* est le moins « coûteux » en raison de plus forts rendements obtenus malgré des charges variables (produits phytosanitaires, fertilisation, nombre d'application des produits) plus élevées. Trois scénarios (S2, S1A, S3 B) font apparaître des coûts "positifs" correspondant à un accroissement de la marge brute liée à l'intégration dans les rotations de nouvelles cultures à plus forte valeur ajoutée (pois, féverole, luzerne), de leurs coûts de production modérés¹² et des prix de marché rémunérateurs sur la période récente. La baisse des charges en produits phytosanitaires en viticulture liée à la diminution de l'usage d'herbicides en viticulture (sans incidence sur le rendement) conduit également à cette augmentation de marge brute. Toutefois, ces résultats n'intègrent pas les questions économiques liées aux débouchés pour ces nouvelles productions, ni l'existence de filières régionales qui permettraient de localiser les mesures en fonction de critères autres qu'environnementaux

Au final, les résultats de l'analyse globale coût efficacité permettent de mettre en perspective ces coûts privés calculés en regard de l'efficacité environnementale évaluée par réduction de l'intensité des pratiques pesticides (IFT) ou par la baisse des concentrations à l'exutoire du bassin. Les résultats sont représentés graphiquement (figure n°2) pour chacun des scénarios en croisant coût par hectare (ordonnées) et efficacité croissante (abscisse). Les scénarios les plus efficaces au plan environnemental se situent dans les deux quarts C et D. Pour les deux approches d'évaluation de l'efficacité environnementale (réduction des points d'IFT ou réduction de concentration en µg/l), les résultats convergent vers les mêmes résultats : **les deux scénarios les plus coût-efficaces** concernent "sans surprise" (pour l'efficacité) la mise en œuvre des MAET sur tout le bassin (S2) et le scénario alternatif S3B (conversion de 20 % du vignoble en agrobiologie avec 100 % des grandes cultures concernées par un allongement des rotations). Quant aux scénarios S1A (25 % de MAET) s'il ne réduit la pression IFT que d'environ de 5 %, il conduit néanmoins à une baisse des concentrations de l'ordre de 2.5 µg/l dans le cours d'eau.

Figure n°2 - Coût-efficacité des scénarios à l'échelle du BV (en µg/l ou points d'IFT et en €/ha)



En abscisse : réduction totale de concentration à l'exutoire en µg/l pour les 10 molécules simulées (figure de gauche) et réduction de points d'IFT (figure de droite). Les variations positives de "coûts" indiquent un accroissement de la marge brute des productions à l'échelle du BV suite de la mise en place du scénario.

La synthèse des résultats est représentée dans le tableau n°6 ci-dessous.

¹² Le coût des inputs a été calculé sur la base du prix de vente moyen régional sur les quatre dernières années (2007-2011)

Tableau n°6 - Synthèse de l'analyse coût efficacité pour les 6 scénarios testés

Scénarios modélisés à l'échelle du BV	IFT			Scénarios modélisés	SWAT Réduction des concentrations en µg/l	Coût - efficacité environnementale			
	Herbicide	IFT Hors herbicide	IFT total			efficacité environnementale			
						IFT	SWAT	Classement final	
S3B	-47%	-39%	-4,1	S2	- 4,9	S2-S3B	S2	du plus coût efficace au moins coût efficace	
S2	-44%	-32%	-3,4	S3B	- 4,3		S3B		
S4	-15%	-2%	-0,4	S4	- 2,7	S4 / S3A /S1A	S3A* / S1A* / S4**		
S3A	-4%	-10%	-1	S1A	- 2,5				
S1A	-6%	-5%	- 0,5	S3A	- 2,4	S9	S9		
S9	+42%	+20%	+ 2,3	S9	+ 4,5				
S0 : Scénario de référence initial sur 100% du BV S9 : Pratiques intensives sur 100% du BV S2 : MAET Grandes cultures PHYTO_04 et Viti PYTO_10 sur 100% du BV S1A : 75% de la SAU en S0 et 25% de laSAU en scénario S2 S3A : 20% de Vigne Biologique et 80% Vigne S0 Grande cultures GC en Scénario S0 S3B : 20% de Vigne en agro bio, 80% de la vigne en Scénario S2 et 100 % des Grandes cultures en scénario S2 S4 : 100% GC converties en prairies MAET à moins de 20 m des cours d'eau, le reste de la SAU en S0						S1A*,S3A* : hors Acétochlore et Isoproturon **S4 : hors Isoproturon			

La synthèse est présentée ici pour l'ensemble du bassin versant. Par ailleurs les mêmes résultats sont déclinés à l'échelle du sous-bassin, ce qui permettrait de positionner la ou les mesures les plus coût-efficaces en fonction de l'agriculture présente sur le sous-bassin (majoritairement vigne ou grande culture par exemple) et de tenir compte de conditions de sensibilité particulière (qualité de l'eau, taux de drainage, pentes...). Un résultat qui n'était pas forcément prévisible est que les indicateurs spatialisés permettent de classer significativement (au sens statistique) les différents scénarios. La poursuite des travaux avec des scénarios plus nombreux et moins contrastés permettra de confirmer ce résultat. L'autre "surprise" est la proximité relative des classements d'efficacité environnementale évaluée par les indicateurs et par le modèle agro-hydrologique, à quelques nuances près.

4. DISCUSSION ET PERSPECTIVES DU PROJET

4.1. Discussion

Les travaux développés ont eu comme objectif de rendre compte de l'efficacité des MAET pesticides mises en œuvre sur la période 2007 à 2011 dans ses différentes dimensions (environnementale, économique et organisationnelle) en croisant les approches et méthodes dans une démarche d'évaluation intégrée. La démarche d'évaluation intégrée proposée s'est attachée à développer une méthode d'analyse qui vise à combiner en un ensemble cohérent les résultats issus de différentes approches évaluatives mobilisant cinq disciplines (agronomie, économie, géographie, sciences de l'environnement, statistique) pour évaluer les conséquences des changements des pratiques ou systèmes agricoles ainsi que des mesures agro-environnementales mises en œuvre. Il s'agit donc d'un *"processus interdisciplinaire et participatif, visant à combiner, interpréter et communiquer des connaissances issues de diverses disciplines scientifiques afin de permettre une meilleure compréhension des phénomènes complexes"* (Parker *et al.*, 2002 traduit par Kieken, 2003).

L'objectif initial était de questionner l'évaluation du concept d'efficacité d'un nouveau dispositif agro-environnemental (la MAET) en proposant une démarche globale croisant trois grandes questions et faisant appel à de nombreuses méthodes (analyse par enquêtes, par entretiens, économétrie, analyse de données, évaluation environnementale par indicateur, par modélisation, programmation linéaire) pour trianguler les regards puis de tester cette démarche sur des études de cas. Six études de cas empiriques (action collective et coopératives Gersycoo et Qualisol, modélisation intégrée sur le Bassin du Né, déterminants de la contractualisation en régions Aquitaine et Poitou-Charentes, impact de la MAE Phyto 04 sur le territoire national) ont pu être conduites dans les trois volets. Les résultats montrent que cet objectif initial de conduire un tel processus d'évaluation intégrée n'a finalement pas pu être conduit dans son intégralité sur un seul et unique jeu de données et sur un même site d'étude. Les trois raisons principales en sont les suivantes :

- Pour conduire l'analyse de la contribution de l'action collective à l'efficacité du dispositif MAET (volet 1), il n'a pas été possible d'identifier sur le Bassin versant du Né des coopératives agricoles engageant des démarches collectives,
- Dans le volet 2, l'analyse empirique de la contractualisation a montré le faible nombre d'agriculteurs contractants des MAET dans les deux zones d'études des volets 1 et 3 (Charente ou Midi-Pyrénées). Ce constat a impliqué de changer notre échelle d'analyse pour au final mener une analyse sur les données de contractualisation France entière. Cette nécessité s'est imposée pour assurer la validité de l'approche économétrique par la méthode du matching compte tenu des contraintes d'appariement entre agriculteurs bénéficiaires et agriculteurs enquêtés dans l'enquête SSP / pratiques culturelles de 2011.
- Les mesures évaluées ne sont pas complètement identiques : scénario de mesures dans un processus d'évaluation ex-ante pour la modélisation intégrée, mesures réellement contractualisées pour les effets propres (ex-post).

Au plan théorique, nous considérons que la démarche proposée et les avancées méthodologiques mises en avant contribuent à consolider le champ des travaux en évaluation agro-environnementale, qui s'est développé au plan scientifique ces dix dernières années de façon mono disciplinaire.

Aussi, **l'avancée scientifique essentielle que nous souhaitons mettre en avant** concerne à la fois le caractère intégratif des outils et méthodes proposés mais aussi la triangulation des regards, approches et disciplines pour rendre compte du concept d'efficacité de ce nouveau dispositif public de territorialisation de l'action publique agro-environnementale. Pour apporter un jugement sur l'efficacité d'une telle politique publique (par nature complexe dans sa construction et variable dans ses effets localisés), le projet MAEVEAU montre que l'évaluation d'un tel concept (efficacité) ne peut pas se réduire à une seule approche d'évaluation quantitative de l'impact conduite à l'échelon national. Pour rendre compte de l'**efficacité** des MAET, il est nécessaire d'en interroger ses différentes composantes (efficacité environnementale et économique) mais aussi ses processus (efficacité

organisationnelle) au sein d'une démarche d'évaluation intégrée telle que conduite dans le projet MAEVEAU. Si l'évaluation des effets propres a ainsi permis de rendre compte au niveau national de l'efficacité en interrogeant la contribution des MAET aux changements de pratiques, elle ne permet pas d'en expliquer les raisons (ou le processus). Par contre, l'évaluation de l'action collective au sein des coopératives permet d'interroger le processus d'adhésion et de contractualisation et a ainsi montré que les formes nouvelles d'action collective permises par le nouveau dispositif de MAET conduisent à une efficacité renforcée des MAE via un processus collectif d'apprentissage du changement. Quant à l'analyse des déterminants et préférences des agriculteurs dans la décision de s'engager, elle montre l'importance de tenir compte des coûts de transaction dans l'analyse de l'efficacité d'un nouveau dispositif. Enfin la démarche d'évaluation coût efficacité tenant compte de la spatialisation des cultures et de la diversité des milieux permet de rendre compte d'une variabilité de cette efficacité.

Par ailleurs, nous souhaitons revenir sur le choix de retenir l'IFT comme variable de résultat pour rendre compte de l'efficacité environnementale des MAET dans les travaux sur l'évaluation des effets propres changements de pratiques phytosanitaires en grandes cultures. Ce choix a été fait dès le début du projet pour les deux raisons suivantes: (i) il s'agit de l'indicateur officiel présent dans la politique MAET pour le suivi du respect de l'atteinte des résultats individuels par rapport aux références du territoire et (ii) il était déjà calculé par le service statistique (SSP) dans les enquêtes PK mobilisées. Un tel choix est discutable pour rendre compte de l'efficacité environnementale. En effet, une estimation environnementale du risque de transfert des pesticides vers les eaux devrait retenir un indicateur pesticide qui prend également en compte des variables de caractéristiques des matières actives (solubilité, volatilité, mobilité et toxicité) et certaines caractéristiques des sols et des parcelles (pente, éloignement au cours d'eau). La majorité de ces variables (surtout celles relatives aux sols et parcelles) ne sont pas à l'heure actuelle et ne seront pas à court terme disponibles dans les enquêtes pratiques culturelles nationales du SSP. A défaut, nous considérons que les prochaines évaluations de MAET, qui mobiliseraient l'IFT, devraient prendre en compte les avancées actuelles de la recherche agronomique sur une première déclinaison environnementale de l'IFT permettant de prendre en compte le potentiel de transfert vers les eaux des substances actives utilisées.

Ainsi, pour les prochaines évaluations, le choix d'un autre indicateur pesticide pourrait se porter vers l'indicateur *IFTSA Potentiel de transfert* dont le développement par l'INRA s'est achevé fin juin 2014. En effet, ce dernier segmente l'IFT total, calculé à la substance active, en 3 classes de potentiel de transfert (fort, faible et intermédiaire) différenciées vers les eaux de surface et les eaux souterraines. Ces 3 classes de potentiel de transfert sont déterminées à l'aide de l'outil Siris-Pesticide en tenant compte des caractéristiques physico-chimiques de la substance active considérée ainsi que de l'usage à travers la prise en compte de la Dose Unité propre à la substance active.

S'agissant des travaux conduits dans la démarche de modélisation intégrée (volet 3), nous souhaitons souligner l'importance des partenariats construits dans la durée entre les équipes de recherche et les différents gestionnaires de la ressource et les acteurs professionnels. Le partenariat développé par Irstea avec tous les partenaires externes a été une des conditions de réussite pour la validation empirique des modèles à partir (i) des données collectées par ces différentes institutions et (ii) de la confrontation avec l'expertise agronomique locale des différentes structures. Nos travaux ont montré la nécessité de disposer d'informations à l'échelle locale et régionale pour "produire" les couches d'information nécessaires (données de forçage, précipitations, températures minimale et maximale, ETP, MNT, réseau hydrographique, occupation du sol agricole, irrigation, ITK, sols agricoles et hydrologiques,...). On peut également souligner le manque de référentiel unique pour l'accès aux bases de données « pesticides », produits, matières actives, les données réglementaires et aussi physico-chimiques (caractéristiques des molécules...). Si, en théorie toutes ces données sont censées être accessibles, dans la pratique, leur accès demande un temps très long. Les travaux de modélisation intégrée montrent également l'indispensable besoin de disposer de carte régionale de l'occupation agricole annuelle des usages du sol. Plusieurs organismes (Inra, Irstea, Chambres d'agriculture) développent des programmes qui permettent d'estimer cette occupation du sol et les

principales rotations culturales liées aux systèmes agricoles présents, chacun avec son regard ou son objectif. Une mise en commun de ces expériences pourrait aboutir à un utilitaire complet et accessible par tous. En définitive, ces travaux mettent en lumière le besoin d'une structuration de toutes ces informations sous une forme homogène dans un entrepôt de données à l'échelle régionale. Un tel projet pourrait être utilement suscité par les ministères en charge de l'Agriculture et de l'Ecologie car il permettrait ainsi la réalisation opérationnelle de telles évaluations ex-ante ou ex-post dans chaque région avec des jeux de données adaptées mais aussi d'autres démarches complémentaires sur des zones "zoom". Dans le contexte actuel de mise en œuvre de la nouvelle programmation de MAET sur la période 2015-2020, le test préalable d'hypothèses de mise en œuvre des nouvelles mesures environnementales serait un appui utile pour les décideurs locaux, qui doivent arbitrer quelles mesures seront les plus efficaces pour une reconquête de la qualité des milieux aquatiques dans un contexte budgétaire contraint.

L'intérêt de combiner indicateurs spatialisés et modélisation agro-hydrologique est de pouvoir mobiliser les avantages de chaque méthode : plus de souplesse dans la mise en œuvre des indicateurs, possibilité d'intégrer rapidement de nouvelles molécules. En revanche pour le modèle SWAT, il convient de souligner sa pertinence pour intégrer les mécanismes de transfert et fournir des résultats en concentrations dans les cours d'eau. Toutefois le modèle agro-hydrologique a certaines limites : chaque simulation est limitée au transfert de dix molécules (sinon il faut faire plusieurs projets) il ne peut prendre en compte des éléments topographiques (comme les haies par exemple) et la modélisation est plus complexe dans les zones très anthropisées. Le choix des molécules induit aussi des contraintes sur la description des pratiques.

Quant aux travaux exploratoires menés sur la construction d'un indicateur pesticides qualifié de "composite", ils ont montré l'intérêt de calculer un risque potentiel de transfert à l'échelle du bassin versant à partir d'une approche statistique *d'Analyse Factorielle Multiple*, approche différente de celles actuelles mobilisées dans les méthodes d'indicateurs pesticides de transfert qualifiées de "mécanistes" ou "à notation" par Devillers *et al.* (2004). L'objectif principal de l'analyse conduite était d'estimer la pertinence d'un tel indicateur composite prenant en compte différentes variables (pratiques agricoles, sols, pente, distance au cours d'eau, teneur en matières organiques) pouvant jouer sur les transferts de pollution diffusion sans mettre un poids *a priori* à chacune des variables. Toutefois si au stade d'avancée des travaux, la méthodologie paraît prometteuse (un article scientifique est en préparation), des travaux complémentaires restent à poursuivre pour notamment corriger la prégnance trop importante des variables structurelles. Ce besoin d'indicateurs pesticides intégrant le risque potentiel de transfert vers les eaux calculable facilement à l'échelle du bassin versant intermédiaire a été souligné par les représentants des ministères de l'Agriculture et de l'Ecologie lors du séminaire de restitution des travaux les 12 et 13 juin 2014.

Les travaux réalisés en amont du calcul des indicateurs pesticides et de la modélisation intégrée ont débouché sur la formalisation d'un algorithme de calcul développé sous le logiciel R. Ce dernier permet d'analyser de façon automatique les successions culturales du Recensement Parcellaire Graphique et d'affecter à chaque ilot une rotation type issue de l'analyse des systèmes sur la zone d'étude, ou encore de nouvelles rotations issues de systèmes innovants que l'on voudrait tester. Il serait tout à fait opportun que ce type d'applicatif (développé aussi avec d'autres perspectives par certaines équipes de l'Inra) puisse être transféré sous la forme d'un outil plus générique afin qu'il puisse être mis à la disposition de la communauté scientifique des bureaux d'études ou du Service de la Statistique du MAAF.

Le développement du programme GENLU2 a permis de prendre en compte la diversité des pratiques et des systèmes issus des scénarios et de les intégrer dans le modèle SWAT. Cet applicatif constitue une adaptation innovante de celui disponible dans la version américaine SWAT car il permet de prendre en compte (i) la diversité des cultures présentes en France et (ii) le concept de successions culturales qui est essentiel au niveau agronomique pour évaluer certaines des MAET. Un tel applicatif disponible ouvre désormais la possibilité de simuler de nombreux scénarios avec un gain de temps très

net pour générer de nouveaux scénarios dans le cadre des travaux complémentaires qui se poursuivent dans le projet MODCHAR 2 financé par l'agence de l'eau Adour-Garonne.

En ce qui concerne la partie bioéconomique, l'utilisation des valeurs duales pour un calcul des coûts spatialisés à des échelles comparables à celles utilisées en modélisation hydrologique conduit à une réelle intégration spatiale. L'ajout dans le modèle du calcul des coûts publics de mise en place des mesures, spatialisé aux mêmes échelles, serait un plus apporté à la méthode (la remarque a également été faite par les décideurs lors du séminaire de restitution) mais demande une disponibilité des données.

Enfin, il est utile de souligner que les travaux développés de modélisation agro-hydrologique pourraient à terme être élargis pour intégrer l'enjeu plus global de changement climatique (jeu de données météo intégrant les scénarios du GIEC à l'échelle régionale). L'approche intégrée pourrait être ainsi utilisée en l'adaptant à la question de l'évaluation de l'impact des changements climatiques sur l'évolution de l'agriculture à l'échelle de grands bassins versants. Il serait ainsi possible de tester des systèmes innovants à la question du changement climatique en permettant une adaptation à un régime de pluies différent et à des épisodes de sécheresse plus fréquents, ainsi que les conséquences du développement éventuel de ravageurs des cultures nécessitant des traitements phytosanitaires adaptés.

4.2. Perspectives et conditions de généralisation des résultats en dehors du cas d'étude

Les résultats sur les travaux relatifs à l'action collective (volet 1) ont contribué à apporter des réponses au ministère de l'Agriculture dans le cadre de son questionnaire plus général sur les actions à conduire au sein du projet agro-écologique pour la France et également pour préparer les nouvelles formes juridiques des Groupements d'Intérêt Economique et Environnemental. Ces travaux du volet 1 ont en effet été mobilisés dans l'étude conduite par le ministère de l'Agriculture en 2013 sur les expériences innovantes intégrées et collectives de projets agro-environnementaux. Frédéric Zahm a participé au comité de pilotage de ce travail en tant qu'expert et le rapport d'étude du consortium de bureaux d'études associés pour conduire ce travail a été rendu en novembre 2013 au ministère de l'Agriculture (DGPAAT).¹³

La démarche proposée pour évaluer l'impact des MAET couplant méthodes économétriques et indicateur agri-environnemental (volet 2) est tout à fait transférable et applicable pour la conduite des prochaines évaluations des futures MAEC (Mesures agro-environnementales et climatiques) du nouveau programme 2014-2020. Si ce type d'approche par contrefactuel est aujourd'hui fortement recommandé comme un standard des méthodes d'évaluation ex post de l'impact d'une politique par la Commission européenne (CE, 2014), il convient de souligner qu'elle implique un délai important indispensable à prendre en compte notamment si les futures évaluations de certaines MAEC du nouveau programme sont confiées à des bureaux d'étude. En effet, cette approche comprend une étape d'ingénierie de données "*lourde*" mais incontournable qui comprend (i) l'accord préalable de la Commission nationale du secret statistique (INSEE) pour disposer des informations individuelles anonymisées hébergées au sein du CASD¹⁴ et (ii) la construction de la population d'analyse initiale. Toutefois, la base de sondage des enquêtes « pratiques culturelles » devrait être élargie pour la rendre représentative non plus des pratiques de la culture sur la parcelle mais des pratiques de la culture de l'exploitation enquêtée, et devrait intégrer suffisamment de bénéficiaires de MAE pour les cultures telles que la vigne et l'arboriculture pour lesquelles l'usage des pesticides est très importante.

¹³ POUX X., LUMBROSO S., Laurent BARBUT B., 2013, Expérience innovantes intégrées et collectives de projets agro-environnementaux. Recensement et analyse à visée prospective, Rapport final ASCA, EPICES pour la DGPAAT, 115 p.

¹⁴ CASD : Centre d'Accès Sécurisé aux Données de l'INSEE

Le retour d'expérience sur l'usage du modèle SWAT (volet 3) montre qu'un tel outil n'est pas mobilisable tel quel par des gestionnaires (agences de l'eau, syndicats de bassin, etc.) ou des bureaux d'études agro-environnementaux. Aussi une proposition très opérationnelle pour transférer la démarche serait la rédaction d'un guide méthodologique dédié à l'utilisation du modèle SWAT afin que les utilisateurs puissent s'appropriier en interne le fonctionnement d'un tel modèle avec le paramétrage aux données de l'agriculture française. Ce guide pourrait utilement intégrer toutes les recommandations et expérience issues du projet, notamment le paramétrage du modèle SWAT et le choix des échelles spatiales dans la sélection des zones d'action

La démarche de modélisation intégrée développée (volet 3) va continuer d'être développée en 2015 pour être généralisée sur une aire plus grande au sein du Bassin versant de la Charente. En effet, l'Agence de l'eau Adour Garonne, très intéressée par une continuité opérationnelle de ces travaux finance deux types de travaux complémentaires. Une première application élargie de la méthode de modélisation intégrée conduite par IRSTEA vient de démarrer en appui aux programmes d'action de la zone Charente avec une évaluation des possibilités de transfert aux gestionnaires locaux des programmes (Vernier et al, 2013). Ces travaux s'inscrivent dans un contexte très opérationnel d'appui à la mise en œuvre d'un programme d'action sur la zone d'aire d'alimentation de captage (AAC Grenelle 2) de Coulonges Saint-Hippolyte et de mise en œuvre du schéma d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE) Charente. Un second travail d'évaluation sur les enjeux de pollution diffuse azotée de l'agriculture a été conduit avec l'objectif d'un couplage entre le modèle SWAT développé dans le volet 3 et le modèle « eaux souterraines » MARTHE du BRGM pour être utilisé conjointement. Un test méthodologique sur les jeux de données nécessaires pour coupler ces modèles a déjà été appliqué sur bassin versant de la Boutonne (Chatelier et al, 2013, Leccia et al, 2014).

Ces deux travaux complémentaires découlent directement des résultats des projets MAEVEAU et ECCOTER et ont donné lieu à la formalisation d'une convention avec l'agence de l'eau Adour Garonne (projet MODCHAR 2) pour l'année 2015.

5. ACTIONS DE TRANSFERT

Les travaux des différents volets ont été présentés à de nombreuses reprises à un public extérieur à la recherche dans le cadre des partenariats qui se sont construits au cours du temps avec les acteurs locaux ou nationaux contactés ou impliqués dans le projet. Le tableau de synthèse n°7 ci-dessous présente de façon résumée les principales actions de transfert qui ont marqué la vie du projet.

Tableau n°7 - Bilan des principales actions de transfert de connaissance conduites dans le projet MAEVEAU

Objectifs /contenu	Participants	Organisateur	Lieu, Date
Présentation des travaux au séminaire MAE Eau	Agence de l'eau RMC, porteurs de projets MAET, Cabinet EPICES, INRA, ENFA	Montpellier SupAgro	Montpellier, 11/2011
Réunion de travail avec l'Agence de l'Eau AEAG	AEAG, EPTB Charente, BRGM, INRA, Bureau OCEAN	Agence de l'eau AG	Bordeaux, 12/09/2011
Journée de restitution des premiers travaux engagés sur le bilan des MAET et des projets étudiés (volet 1 et 2)	DRAAF Poitou-Charentes et Aquitaine, DDT 16 et 33, AEAG, SHEP 16, porteurs de projet MAET Poitou-Charentes	Irstea, UR ETBX	Cestas, 25/11/2011
Présentation des résultats à la Commission Régionale Agro-environnementale Aquitaine (volet 1 et 2)	DRAAF, DREAL, CR Aquitaine, ODR, CA 33, porteurs de projet MAET	DRAAF Aquitaine	Bordeaux, 22/03/2012
Présentation des travaux volet 1	Membres du groupe régional FEADER dispositif MAET DCE	DRAAF Midi-Pyrénées	7/02/2013, Toulouse
Présentation des travaux sur action collective pour une formation VIVEA	Stagiaires des ateliers du Fonds pour la <i>Formation des Entrepreneurs du Vivant</i> .	VIVEA	3/04/2014, Paris
Restitution des travaux du volet 3 aux gestionnaires du BV Charente	AEAG /EPTB/animateurs bassins versants/divers acteurs locaux	Irstea, UR ETBX	24/01/2014
Journée d'échange avec acteurs locaux Présentation de la méthodologie développée volet 3 et points sur travaux sur Bassin Boutonne et captage Saint Hippolyte (projet MODCHAR 2)	AEAG /EPTB/ BRGM / syndicat des eaux / FREDON /animateurs bassins versants /Chambre d'agriculture et DDT 16 et 17/Coop de France/DRAAF/Ecophyto/ /Conseil général.../une quarantaine de participants, acteurs et administrations locales	Irstea, UR ETBX	Saint Hippolyte, 4 /04/ 2014
Séminaire de restitution final à tous les acteurs : méthodes /résultats/table ronde (commun projet MAEVAU /ECCOTER)	Ministères de l'agriculture et de l'Ecologie, ONEMA, DRAAF, DREAL, Conseil Régional, ASP, Aquitaine, ODR, CA 33, porteurs de projet MAET et animateurs de bassin (voir annexe N°16)	Irstea, UR ETBX	Bordeaux Sciences Agro, 12 et 13 /06/2014

Le type de contenu transféré est essentiellement un transfert de connaissances lors de réunions avec les professionnels impliqués, de sessions de formation ou de séminaires. Les points suivants sont à souligner :

1. Une action de formation du réseau VIVEAU a valorisé les travaux conduits dans la tâche 1
2. Une session de formation des partenaires (EPTB, bureau d'étude) locaux à l'usage du modèle SWAT avec un jeu de données sur la zone d'étude
3. Trois documents de synthèse grand public ont été remis lors de ces événements aux participants
 - Del Corso J-P., Duffourg C., Kirchner J., 2012, Méthode pour accompagner la mise en place d'une MAET sur l'eau, Cahier technique sur le partenariat acteurs-chercheurs, Réseau Rural Français-PSDR3.
 - Harreau A., Gassiat A., Zahm F., 2010, Les Mesures Agro- Environnementales Territorialisées à enjeu eau : analyse comparative sur trois régions : Aquitaine, Midi-Pyrénées, Poitou-Charentes, Synthèse 4 p.
 - Zahm F., Bouilhol M., 2011, Les mesures agroenvironnementales territorialisées (MAET) : quelle territorialisation et pour quel impact en termes de contractualisation ? Focus sur les MAET à enjeu "qualité de l'eau" dans les 3 régions du Sud-ouest, synthèse, 6 p.
4. Deux articles de vulgarisation (revue bio et revue de l'agence de l'eau Adour Garonne (Espalieu, Mars 2014) ainsi qu'une communication dans la revue SPOT d'Irstea (Septembre 2014) font l'écho de ces travaux.
5. Deux événements marquants méritent d'être signalés en termes de qualité pédagogique des restitutions, de la diversité du public présent et des échanges. Il s'agit :
 - de la journée d'échanges (avril 2014) dédiée au volet 3 avec les acteurs locaux. Cette journée a réuni sur le site de l'aire de captage de Saint-Hippolyte quarante participants issus de nombreux horizons professionnels directement impliqués dans la gestion de la préservation de la qualité de l'eau du BV de la Charente.
 - du séminaire de restitution dédié au projet organisé par l'unité ETBX (IRSTEA) les 12 et 13 Juin 2014 sur le site de Bordeaux Sciences Agro. Ce séminaire a réuni près de quatre-vingts participants de tous horizons professionnels : scientifiques, administrations centrales et locales, collectivités locales, bureau d'étude en évaluation de politique et en évaluation environnementale, Agence de l'eau, ONEMA et acteurs de terrain (animateurs des projets MAET, syndicat des eaux). Lors du séminaire de restitution des travaux des 12 et 13 juin 2014, une clé USB a été remise à chacun des participants avec l'ensemble des présentations. Un temps consacré à la synthèse des principaux de résultats et des méthodologies associées a été spécifiquement réservé lors de l'introduction de la seconde journée.

6. LISTE DES PUBLICATIONS

Articles dans des revues scientifiques à comité de lecture

- ✓ BOITHIAS, L., SAUVAGE, S., SRINIVASAN, R., LECCIA, O., SANCHEZ-PEREZ, J. M., 2014, Application date as controlling factor of pesticide transfers to surface water during runoff events, *CATENA*, Vol. 119, 7 p.
- ✓ DEL CORSO J.P., KEPHALIACOS CH., 2012, Améliorer la gouvernance territoriale de biens publics environnementaux au moyen d'institutions discursives, *Géographie, économie, société*, 2012/4 Vol. 14, pp. 393-409.
- ✓ GASSIAT A., ZAHM F., 2013, Quelle territorialisation de l'action publique pour améliorer la qualité de l'eau ? Exemple des MAE à « enjeu eau » dans le Sud-Ouest de la France, *Economie rurale*, Janvier - février, Vol. 333; pp. 85-104
- ✓ NGUYEN G., DEL CORSO J.P., KEPHALIACOS CH., Tavernier H. 2013. "Rôle de l'apprentissage collectif dans l'adoption de pratiques agricoles visant à réduire l'utilisation de pesticides : une approche par les coûts de transaction appliquée à l'adoption d'une MAET-DCE sur le bassin versant Adour-Garonne", *Revue Economie Rurale*, n° 333, pp. 101-117
- ✓ LESCOT J.-M., BORDENAVE P., PETIT K., LECCIA, O., 2013, A spatially-distributed cost-effectiveness analysis framework for controlling water pollution, *Environmental Modelling & Software*, 41(0), pp. 107-122.
- ✓ LESCOT, J.M., BORDENAVE, P., LECCIA, O., PETIT, K., 2013. Contrôle des pollutions diffuses par les pesticides : une approche coût-efficacité spatialement distribuée *Economie Rurale*, Vol. 333, pp. 123-150
- ✓ ROUSSET S, LOUIS M., 2012, Coûts de transaction et adoption des MAE territorialisées à enjeu eau, *Revue d'Économie Régionale et Urbaine*, Vol. 1, pp. 65-89.
- ✓ VERNIER F., MIRALLES A., PINET, F., CARLUER N., GOUY, V., MOLLA G., PETIT K., 2013, EIS Pesticides: an environmental information system to characterize agricultural activities and calculate agro-environmental indicators at embedded watershed scales, *Agricultural Systems*, vol. 122, pp. 11-21

À paraître

- ✓ DEL CORSO JP, NGUYEN G, KEPHALIACOS, 2014 à paraître, Quelles conditions à l'acceptation d'un dispositif public ? Le cas d'une mesure agro-environnementale territorialisée à enjeu eau, Numéro spécial *Vertigo* de 2014, « Environnement et développement territorial » (Vollet D., éditeur)

Chapitre d'ouvrage

- ✓ DEL CORSO J.P. 2013, « Réduire l'incertitude lors d'un changement de pratiques au moyen de la rationalité communicationnelle », in Dedieu B., Ancey V., Avelange I. (Eds), *Agir en situation d'incertitude en agriculture. Regards pluridisciplinaires au Nord et au Sud*, Peter Lang, pp. 79-94
- ✓ DEL CORSO J.P, NGUYEN G., KEPHALIACOS C., TAVERNIER H. 2013, Rôle du conseil dans l'adoption de pratiques alternatives visant à réduire les pollutions diffuses de l'eau par les pesticides", in : Torre A. et Wallet F. (Eds) *Les enjeux du développement régional et territorial en zones rurales*. Editions de L'Harmattan, Collection « Administration, aménagement du territoire », France, pp. 89 -122.

Conférences et communications à des colloques ou séminaires

- ✓ CHATELIER M., LECCIA, O. VERNIER F. BICHOT F., 2013, Modélisation spatialisée des transferts d'azote par couplage SWAT(IRSTEA) et MARTHE(BRGM) : exemple du bassin de la Boutonne. Page 8 in 19^{ème} journées techniques du Comité Français d'hydrogéologie de l'Association Internationale des hydrogéologues, Les eaux souterraines : hydrologie dynamique et chimique, recherche, exploitation et évaluation des ressources. Quoi de neuf ?, 30/05/- 02/06/2013, Bordeaux, FRA.

- ✓ ROUSSET S., DEL CORSO J.-P. , FORT J.-L., GASSIAT A., GUICHART L, KEPHALIACOS Ch., KUENTZ-SIMONET V., LECCIA O., LESCOT J.-M., MINETTE S., NGUYEN G., VERNIER F., ZAHM F., 2012, Mesures agroenvironnementales et préservation de la qualité des eaux Développements méthodologiques pour l'évaluation des MAE-T, Communication au séminaire programme de Recherche Eaux et territoires, Chambéry, France
- ✓ DEL CORSO J.P., KÉPHALIACOS CH., 2011, "*Updating beliefs and Sustainable Development in agriculture: inducing farmers' ethical commitment by means of discursive trans-actions*", 51st Congress of the European Regional Science Association Barcelona, 30th August - 3rd September.
- ✓ DEL CORSO J.P, NGUYEN G., KEPHALIACOS C., 2012, Innovation institutionnelle et technique & acceptabilité : l'exemple des mesures agro-environnementales territorialisées à enjeu eau, 6^{ième} Journées de Recherches en Sciences Sociales, Toulouse, 13-14 septembre
- ✓ DEL CORSO J.P., 2012, « Action collective pour préserver la qualité de la ressource en eau », Journée spéciale acteurs-chercheurs PSDR 3, La recherche au service du développement territorial 23 juin 2012, Clermont-Ferrand.
- ✓ DEL CORSO J.P., KEPHALIACOS C., NGUYEN G., 2013, Role of collective learning in the adoption of new practices : The Case of French Voluntary Agro-Environmental Scheme to Protect the Quality of Water, Communication à la 10ème Conférence de l'European Society of Ecological Economics (ESEE), 18-21 juin, Lille.
- ✓ DEL CORSO J.P., NGUYEN G., KÉPHALIACOS CH., 2013. Combining Institutional and Technical Innovation to improve the Acceptability of Agri-environmental Measures. The example of territorialized agri-environmental measures in France. *ESEE 2013, Ecological Economics and Institutional Dynamics, 10 International Conference of the European Society for Ecological Economics*, June 19-21, Lille,
- ✓ DEL CORSO J.P., KEPHALIACOS CH., PLUMECOCQ G., 2014, Le changement des pratiques agricoles à l'épreuve du conseil : les défis de la mise en œuvre d'une rationalité sociale dans l'action, Colloque « *La grande transformation de l'agriculture : 20 ans après* », Montpellier, 16-17 juin.
- ✓ LESCOT J.M., BORDENAVE P., PETIT K., LECCIA O., SANCHEZ PEREZ J.M., SAUVAGE S., PROBST J.L., 2011, Cost-effectiveness analysis for controlling water pollution by pesticides using SWAT and bio-economical modeling, International SWAT Conference Soil and Water Assessment Tool 15/06/2011-17/06/2011, Toledo, Espagne, 16 p.
- ✓ LECCIA, O., VERNIER, F, GALICHET B., 2013, Modeling the dynamics of agricultural and practice changes with GENLU2 – a SWAT application. SWAT Conference, July 2013, International SWAT conference – Toulouse, 17-19/07/2013
- ✓ LECCIA O., CHATELIER M., BICHOT F, VERNIER F, 2014, Modélisation des transferts d'azote du sol à la nappe par couplage SWAT (Irstea) – MARTHE (BRGM) : application sur le bassin de la Boutonne. Juillet - Séminaire COTE & FLUX : Echanges / flux de nutriments et de contaminant entre les compartiments des écosystèmes et impact sur leur fonctionnement – Bordeaux 13p.
- ✓ LESCOT J.M., LECCIA O., VERNIER F., 2013, Challenges for integrated assessment and Cost-Effectiveness analysis of mitigation measures for controlling water pollution. Transboundary water management across borders and interfaces: present and future challenges. TWAM2013 International Conference 16/03/2013-20/03/2013, Aveiro, PRT. 5 p.
- ✓ PLUMECOCQ G., DEL CORSO J.P., KEPHALIACOS CH., KARKAMAZ C., 2012. Responsabilité sociale et environnementale des coopératives : le défi de la mise en œuvre d'une rationalité sociale dans l'action. *Colloque International Diversité et durabilité des modèles agricoles coopératifs dans un contexte de crises de la mondialisation*, SFER, Coop-de-France, INRA, ESSEC Business School et Bordeaux Sciences Agro, Paris, 6 et 7 novembre.
- ✓ PLUMECOCQ G., DEL CORSO J.P., KÉPHALIACOS CH., 2014. Agricultural cooperatives as key actors of the territorial management in water resources. Between technical and institutional innovations, Eurolio, *Utrecht University*, 23-25 January.

- ✓ VERNIER F., ESPALIEU D., 2013, Modélisation intégrée de scénarios d'évolution de l'agriculture pour l'aide à la décision publique : application à des zones à enjeux "eau" dans le bassin de la Charente, Séminaire Poll'diff eau 18-19/09/2013, Paris, 1 p.
- ✓ VERNIER F., 2011, EIS pesticide: an innovative Environmental Information System to calculate agro-environmental indicators. Joint Euraqua-PEER Scientific Conference, October 26-28, Agropolis International Montpellier, France.
- ✓ VERNIER, F., BORDENAVE, P., CHAVENT, M., LECCIA, O., PETIT, K. - 2010. Modelling scenarios of agriculture changes on freshwater uses and water quality at a large watershed scale: the case of the Charente watershed (France). International congress on environmental modeling and software, 05-08/07/2010, Ottawa, 9 p.
- ✓ VERNIER F., LECCIA O., GALICHET B., KUENTZ-SIMONET V., PETIT K., SCORDIA C., MINETTE S., PAPIN, F., RETHORET H., PAULET S., ESPALIEU D., 2013. Une méthode de modélisation intégrée de scénarios d'évolution de l'agriculture pour l'aide à la décision publique : application à une zone à enjeu « pesticides » dans le bassin de la Charente, 43^{ème} congrès du groupe français des pesticides, 29-31/05/2013, Albi, 2 p.
- ✓ Vernier F. Impact des changements de systèmes et pratiques agricoles sur les transferts de pesticides à l'échelle de territoire à enjeu eau : une approche intégrée par modèles et indicateurs - séminaire COTE & Flux 15 mai 2014
- ✓ VERNIER F., LECCIA O., KUENTZ-SIMONET V., PETIT K., SCORDIA C., MINETTE S., TINLAND K., ESPALIEU D., colloque du 4 au 6 novembre 2014, Angers, "Pesticides : des impacts aux changements de pratiques". Présentation des résultats du projet ECCOTER et volet3 Maeveau.
- ✓ ZAHM F., 2014, Place des travaux de recherche du projet MAEVEAU dans le cycle et le processus d'évaluation d'une politique, colloque MAEVEAU-ECCOTER, Bordeaux, 11-13 juin 2014
- ✓ ZAHM F., KUENTZ-SIMONET V., SCORDIA C., 2014, Évaluer l'impact de la politique agro-environnementale à partir d'une approche par les effets propres. Les MAET pesticides à enjeu qualité des eaux contractualisées en France sur la période 2007-2011, colloque MAEVEAU-ECCOTER, Bordeaux, 11-13 juin 2014

A paraître

- ✓ PLUMECOCQ G., DEL CORSO J.P., KEPHALIACOS CH., "Responsabilité sociale et environnementale des coopératives : le défi de la mise en œuvre d'une rationalité sociale dans l'action", chapitre in : Acteurs privés et Conseil en agriculture, éd. Compagnone Claude, Goulet Frédéric, Labarthe Pierre, Quae, à venir

En cours de soumission

- ✓ DEL CORSO J.P., KEPHALIACOS CH., NGUYEN G. "Payment of Ecosystemic Services and Legitimacy: Case Study of French Agroenvironmental Measures to Preserve Water Quality" (en cours de soumission à Ecological Economics).

Publications de transfert à destination de professionnels

- ✓ DEL CORSO J-P., DUFFOURG C., KIRCHNER J., 2012, Méthode pour accompagner la mise en place d'une MAET sur l'eau, in : Kirchner J., Vollet D., Brethière G., Torre A., Wallet F., Des instruments pour piloter le développement des territoires ruraux et périurbains, Cahier technique sur le partenariat acteurs-chercheurs, Réseau Rural Français-PSDR3.
- ✓ ESPALIEU D., 2014, Diminution des pollutions diffuses dans le bassin de la Charente : modélisation de scénarios d'évolution de l'agriculture - Revue de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne N 125 – Mars 2014
- ✓ HARREAU A., GASSIAT A., ZAHM F., 2010, Les Mesures Agro- Environnementales Territorialisées à enjeu eau : analyse comparative sur trois régions : Aquitaine, Midi-Pyrénées, Poitou-Charentes, Synthèse 4 p.

- ✓ ZAHM F., BOUILHOL M., 2011, Les mesures agroenvironnementales territorialisées (MAET) : quelle territorialisation et pour quel impact en termes de contractualisation ? Focus sur les MAET à enjeu « qualité de l'eau » dans les 3 régions du Sud-ouest, synthèse, 6 p.

Rapport d'étude complémentaire associée aux travaux

- ✓ VERNIER, F., GALICHET, B., LECCIA, O., 2013, MODCHAR : Définition de scénarios d'évolution des pratiques agricoles et modélisation des impacts des pressions agricoles (pollution diffuse) dans le bassin versant de la Charente : étude exploratoire pour l'Agence de l'Eau Adour-Garonne (2012). 105 p.

Communications destinées à des professionnels

- ✓ DEL CORSO J.P., 2013, Réussir une MAET à enjeu eau : l'importance du choix de la structure de gouvernance, Réunion GTT Evaluation FEADER dispositif MAET « DCE / phyto », DRAAF Midi-Pyrénées, jeudi 7 février 2013.
- ✓ DEL CORSO J.P., 2014, Innover en agriculture : quels défis ? Quelques pistes de réflexion. Atelier du Fonds pour la Formation des Entrepreneurs du Vivant (VIVEA), La formation : des clés pour innover et maîtriser les risques, 3 avril, Paris.
- ✓ ZAHM F., BOUILHOL M., 2011, Les mesures agroenvironnementales territorialisées (MAET) : quelle territorialisation et pour quel impact en termes de contractualisation ? Communication à la CRAE Aquitaine, 22 mars 2012

Rapports de stages associés aux travaux

- ✓ BOUILHOL M., 2011, Mesures Agroenvironnementales et territorialisation : contribution à l'évaluation des Mesures Agroenvironnementales Territorialisées à enjeu "Directive Cadre sur l'Eau". Mémoire de fin d'études réalisé au Cemagref, Adbx, Bordeaux, 78 p.
- ✓ BROCHOT E., 2011, Évaluation des modalités de contractualisation pour la réduction des pesticides : le cas des MAET à enjeu eau, Mémoire de fin d'études. Agrocampus Ouest - CFR de Rennes.
- ✓ GALICHET B , 2012, Evaluation de l'impact des pratiques phytosanitaires sur la qualité des eaux superficielles dans le bassin versant de la Charente : *Organisation d'une base de données et mise en œuvre d'indicateurs spatialisés Mémoire de fin d'études Master STEE, parcours GIAP, option Production Intégrée- Bordeaux sciences agro*
- ✓ HARREAU A., 2009, Analyse comparative des Mesures Agro-Environnementales Territorialisées (MAET) à enjeu eau sur trois régions : Aquitaine, Midi-Pyrénées, Poitou-Charentes. Mémoire de fin d'études réalisé au Cemagref Bordeaux. 64 p.
- ✓ KARKEMAZ C. , 2011, Le rôle du conseil en agriculture : l'étude du cas d'une coopérative agricole en tant qu'opérateur local d'une démarche de mesures agro-environnementales territorialisées à enjeux qualité de l'eau, rapport pour l'obtention du Master 2 Professionnel Gestion Sociale de l'Environnement Et Valorisation des Ressources Territoriales sous la direction de JP DEL CORSO, C. KEPHALIACOS et F. BLOT – Enseignante encadrante, 63 p.
- ✓ OUASRI M., 2012, Des contrats flexibles pour gérer les pollutions diffuses agricoles ? Opportunités et contraintes d'une nouvelle gouvernance des Mesures Agroenvironnementales. Mémoire de fin d'études, option Économie des Entreprises et des Territoires-Management des Entreprises Agricoles. Bordeaux Sciences Agro

Références citées dans le rapport

1. Brodaty T., Crépon B., Fougère D., 2001, Using Kernel Matching Estimators to Evaluate Alternative Youth Employment Programs : Evidence from France 1986-1988, in *Econometric Evaluations of Labour Market Policies*, Lechner M. et Pfeiffer F. (éds), Heidelberg, Physica Verlag, pp. 85-124.
2. Brodaty T., Crépon B., Fougère D., 2006, Les méthodes micro-économétriques d'évaluation et leurs applications aux politiques actives de l'emploi, *Économie et Prévision*, n° 177, pp. 91-118.
3. Brooke A., Kendrick D., Meeraus A., 1988. GAMS: A User's Guide. The Scientific Press, South. San Francisco, CA, 1988.
4. CARL MC., 2009, GAMS User Guide; 2009.Version 23.3; GAMS Development Corporation.
5. Chabé-Ferret S.; Desjeux Y.; Dupraz P.; Subervie J., 2013, Adoption et efficacité des mesures agri-environnementales, In: Trouvé A., Berriet-Sollic M., Lépicié D. (dir.) Le développement rural en Europe. Quel avenir pour le deuxième pilier de la Politique agricole commune ? Ed. Peter lang Business & Innovation. Suisse Vol 4, 336 p.
6. CE, 2005, Règlement du Conseil N°1698/2005 concernant le soutien au développement rural, L. 277, 40 p.
7. CE, 2006, Règlement CE N°1974/2006 de la Commission du 15 décembre 2006 portant modalités d'application du règlement (CE) n°1698/2005 du Conseil concernant le soutien au développement rural par le Fonds européen agricole pour le développement rural (Feader)
8. CE, 1999, Commission européenne, Lignes directrices : évaluation des programmes de développement rural 2000-2006, 31 p.
9. CE, 2014, Période de programmation 2014-2020. Suivi et évaluation de la politique de cohésion - Fonds européen de développement régional et fonds de cohésion. Concepts et recommandations. Document d'orientation, Direction Générale Politique régionale, développement de la politique
10. Crépon B., 2011, Le cadre général d'analyse, les méthodes d'appariement et les expériences contrôlées, Actes du séminaire *Méthodes d'évaluation des politiques publiques*, Direction de la recherche, des études, de l'évaluation et des statistiques, pp. 39 - 48
11. CSE, 1996, Petit guide de l'évaluation des politiques publiques, Conseil Scientifique de l'Évaluation, Conseil scientifique de l'évaluation, La Documentation Française, 123 p
12. Deleau M., Nioche J.-P., Penz P., Poinard R., 1986, *Évaluer les politiques publiques. Méthodes, déontologie, organisation*, Commissariat Général au Plan, La Documentation française, Paris
13. Devillers J., Farret R., Girardin P., Keichinger O., Rivière J.L., Soulas G., 2004, « Indicateurs pour évaluer les risques liés à l'utilisation des pesticides », Ouvrage collectif. Lavoisier Editions, 278 p.
14. Ducos G. (2006) Using choice experiments for contract design : an application to preferences over conservation contract flexibility and duration. Présentation à la 1ère Journée de l'European School on New-Institutional Economics. Université de Paris-Sud XI, 25 novembre 20.
15. Espinosa-Goded M., Barreiro-Hurlé J., Ruto, E. , 2010, What Do Farmers Want From Agri-Environmental Scheme Design? A Choice Experiment Approach. *Journal of Agricultural Economics*, 61(2), pp. 259-273.
16. Fougères D., 2007, les méthodes micro-économétriques d'évaluation, Notes d'études et de recherche, 50 p.
17. Fougère D., 2010, Les méthodes économétriques d'évaluation, *Revue Française des Affaires Sociales* (1), pp. 105-128.
18. Gassiat A., Zahm F., 2013, Quelle territorialisation de l'action publique pour améliorer la qualité de l'eau ? Exemple des MAE à « enjeu eau » dans le Sud-Ouest de la France, *Economie rurale*, Vol. 333; pp. 85 -104

19. Heckman J., Ichimura H., Todd P., 1997, Matching as an Econometric Evaluation Estimator : Evidence from Evaluating a Job Training Program, *Review of Economic Studies*, vol. 64, pp. 605-654.
20. Heckman J., Ichimura H., Todd P., 1998, Matching as an econometric evaluation estimator, *Review of Economic Studies*, vol. 65(2), pp. 261-94.
21. Imbens G., 2000, Efficient Estimation of Average Treatment Effects Using the Estimated Propensity Score, econometric Society World Congress 2000 Contributed papers 1166, econometric Society
22. Kelly (Letcher) R A., Jakeman A J., Barreteau O., Borsuk M. E., ElSawah S. , Hamilton S. H., Henriksen H J., Kuikka S., Maier H R., Rizzoli A. E., Van Delden H., Voinov A A., 2013, Selecting among five common modelling approaches for integrated environmental assessment and management; *Environmental Modelling & Software*, Vol. 47, pp. 159-181
23. Kieken H, 2003, Génèse et limites des « modèles d'évaluation intégrée » (integrated assessment models), *Annales des Ponts et Chaussées*, N° 107-108, pp. 85-91
24. IPCC, 1995, glossaire du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (voir http://www.ipcc.ch/home_languages_main_french.shtml#3)
25. Jakeman A. J., Letcher R. A., 2003, Integrated assessment and modelling: features, principles and examples for catchment management, *Environmental Modelling & Software*, 18(6), pp. 491-501.
26. Lancaster K. J., 1966, A new approach to consumer theory, *Journal of political economy*, Vol. 74, pp. 132-157
27. O'Callaghan J.R., 1996. Land Use, the interaction of economics, ecology and hydrology, Chapman and Hall, London.
28. MAP, 2007 et suivantes, Circulaire mesures agroenvironnementales DGFAR/SDEA/C2007-5053 du 5 octobre 2007, 450 p.
29. Monnier E. (dir.), Toulemonde J. (dir), 1999, Évaluer les programmes socio-économiques, Vol. 6 Glossaire de 300 concepts et termes techniques, Collection MEANS, Commission Européenne, Office des publications officielles des communautés européennes
30. OCDE, 2009, Méthodes de suivi et d'évaluation des incidences des politiques agricoles sur le développement rural, Paris, 124 p.
31. Parker P., Letcher R., Jakeman A., Beck, M.B et al. 2002, Progress in integrated assessment and modelling, *Environmental Modelling & Software* 17 (3), 209–217.
32. Reinert M., 1990, Alceste une méthodologie d'analyse des données textuelles et une application: Aurelia De Gerard De Nerval. *Bulletin de méthodologie sociologique*, vol. 26, n° 1, pp. 24-54.
33. Ruto E., Garrod G., 2009, Investigating Farmers Preferences for the design of Agri-environment Schemes: A choice experiment approach, *Journal of Environmental Planning and Management*, 52(5), pp. 631-647
34. Volk M., Hirschfeld J., Dehnhardt A. Schmidt G., Bohn C., Leirschs S. Gassman P.W, 2008, Integrated ecological-economic modelling of water pollution abatement management options in the Upper Ems River Basin. *Ecological Economics*, vol. 66: 66-76.
35. WILLIAMSON O-E., 1996, The Mechanisms of Governance. Oxford University Press, Oxford.

ANNEXES

Annexe n°1 : Présentation des Mesures MAET étudiées et des scénarios

Annexe n°2: Thématiques du questionnaire pour l'application du volet 1 (analyse des préférences) et nombre de réponses par région

Annexe n°3 : Présentation du cadre méthodologique développé dans le volet 2

Annexe n°4: Les bases de données mobilisées dans l'estimation des effets propres (volet 2)

Annexe n°5: Présentation du cadre méthodologique développé dans le volet 3

Annexe n°6: Indicateurs calculés dans les volets scientifiques 2 et 3 pour estimer l'efficacité environnementale des changements de pratiques phytosanitaires

Annexe n°7 : Résultats de la modélisation du choix de contractualisation (Logit)

Annexe n°8 : Attributs et modalités des scénarios alternatifs de contrats dans le volet 1

Annexe n°9 : Représentation schématisée de la base de données construite pour l'évaluation des effets propres

Annexe n°10 : Résultats de l'analyse descriptive de la contractualisation des MAET pesticides

Annexe n°11: Résultats de l'analyse typologique sur les 241 bénéficiaires des MAET Phyto 04

Annexe n°12 : Résultats de la qualité prédictive du modèle d'évaluation de l'effet propre de la MAET phyto 04

Annexe n°13 : résultats de l'évaluation effets propres en grandes cultures pour Phyto 04

Annexe n°14: Présentation du bassin du Né, zone d'application de la démarche de modélisation intégrée

Annexe n°15: Résultats de l'efficacité environnementale sur le BV du Ruiné

Annexe n°16: Programme du séminaire de restitution finale des projets MAEVEAU et ECCOTER

Annexe 1 : présentation des Mesures MAET étudiées et des scénarios

Annexe 1.1 : description des engagements unitaires des différentes MAET étudiées

1. Rappel sur le dispositif MAET évalué mis en œuvre à partir de 2007

Cette aide est issue de l'application française du règlement de développement rural sur la période 2007-2013 (Règlement du Conseil n°1698/2005 concernant le soutien au développement rural).

Une MAET pesticides à enjeu qualité de l'eau est un contrat souscrit volontairement entre un agriculteur et l'État ou les Collectivités publiques sur une période de cinq ans pour l'inciter à mettre en œuvre des pratiques agroenvironnementales phytosanitaires favorables à la préservation de la qualité des eaux. En contrepartie, ce dernier perçoit une subvention annuelle pour compenser les coûts supplémentaires, les manques à gagner et les coûts induits liés à la mise en œuvre de ces pratiques agroenvironnementales (qui sont essentiellement un arrêt ou une réduction de l'usage des pesticides).

L'attribution de la subvention liée à la contractualisation d'une MAET est conditionnée au respect d'un cahier des charges qui précise :

- ✓ les objectifs généraux poursuivis (la réduction de l'usage des pesticides ou leur arrêt),
- ✓ les critères d'éligibilité spécifiques et obligations à respecter par l'agriculteur,
- ✓ le cahier des charges techniques qui comprend une obligation de résultat (atteindre un objectif environnemental) fonction du contenu des Engagements Unitaires (EU),
- ✓ le montant de la subvention annuelle (cumul des montants propres à chaque EU),
- ✓ les points de contrôle et les sanctions.

Le cahier des charges de chaque mesure est construit à partir d'une combinaison d'engagements unitaires qui précise ce que l'agriculteur doit atteindre comme niveau de performance environnementale. La combinaison possible d'engagements unitaires qu'un agriculteur peut souscrire est fixée par note de service ministérielle annuelle sous forme d'une matrice des EU éligibles par grands types de couvert (grandes cultures, viticulture, arboriculture, cultures légumières). Cette combinaison répond à une double exigence : ne pas dépasser le plafond par hectare (ha) fixé par le règlement communautaire mais aussi avoir du sens au plan agronomique. A chaque EU correspond un montant d'aide et une obligation de résultat.

2. Description des engagements unitaires étudiés dans les volets 2 ou 3

Nom de l'EU	Montant type couvert	Volet concerné	Description de l'EU Réduction progressive du nombre de doses homologuées	Objectif de réduction de la valeur d'IFT à atteindre après les 5 années
PHYTO 04	77 €/ha GC	3 et 4	de traitements herbicides	Au maximum 60 % de l'IFT de référence du territoire
	82 €/ha VI	3 et 4		Au maximum 40 % de l'IFT de référence du territoire
PHYTO 05	100 €/ha GC	3	de traitements pesticides hors herbicides sur grandes cultures	Au maximum 50 % de l'IFT de référence du territoire
	157 €/ha VI	3	de traitements pesticides hors herbicides	Au maximum 80 % de l'IFT de référence du territoire
PHYTO 10	106 €/ha /an VI	4	de traitements herbicides sur l'inter-rang en cultures pérennes	IFT =0 dans les inter-rangs
Légende : VI : viticulture GC : grandes cultures				

Annexe 1.2

Description des scénarios simulés et évalués sur le Bassin Versant du Né pour le volet 3

Le concept de scénario correspond à la mise en œuvre sur tout ou partie de la zone étudiée de MAET pesticides, de combinaisons de ces mesures ou mais aussi de changements de pratiques agricoles ou de systèmes autres que les MAET étudiées.

Code du scénario		Description du scénario	Modification des pratiques	Modification de l'assolement	% d'application du scénario sur le BV
S0	Référence	Scénario initial de référence			100 % du Bassin Versant
		Simulations pratiques actuelles agricoles et occupation du sol BV du Né			
S9		Scénario de pratiques intensives	Fréquence supérieure des traitements phytosanitaires sur la succession culturale		100 % du Bassin Versant
S1A		Combinaison des scénarios S0 et S2	Pratiques de S0 et S2	Combinaison rotations du S0 et du S2	75 % de la SAU en S0 et 25 % en S2 (25 % des Grandes Cultures et 25 % des Vignes)
S2		MAET PHYTO_04 et PHYTO_10 pour la vigne FERTI_01, PHYTO_04 pour Grandes Cultures	EU Vigne IFT Herbicide égal à 0 sur inter rangs (phyto_10) IFT Herbicide de 0,56 EU Grandes Cultures IFT Herbicide de 1,04 Ferti N : max 140 Unités/ha/an	Allongement des rotations 3 années de luzerne ou 1 année de pois de printemps	100 % du Bassin Versant
S3	S3A	Conversion d'une partie des surfaces de vigne en Certification agrobiologie	Oui, mais pas d'ITK décrits pour le bio, à part pour l'azote sous forme organique	20 % en Vigne Biologique, 80 % en S0 (Vigne Conventionnel) Grandes Cultures en S0	
	S3B			20 % des vignes en Vigne Biologique, 80 % en S2 (Vigne MAET) Grandes Cultures en S2	
S4		Conversion des surfaces en grandes cultures au bord des cours d'eau en prairies temporaires sous cahier des charges MAET	Zéro unité d'azote pour les prairies temporaires en MAET	Introduction des prairies temporaires MAET	100 % des surfaces en Grandes Cultures situées à moins de 20 mètres des cours d'eau, le reste en S0

EU : Engagement unitaire

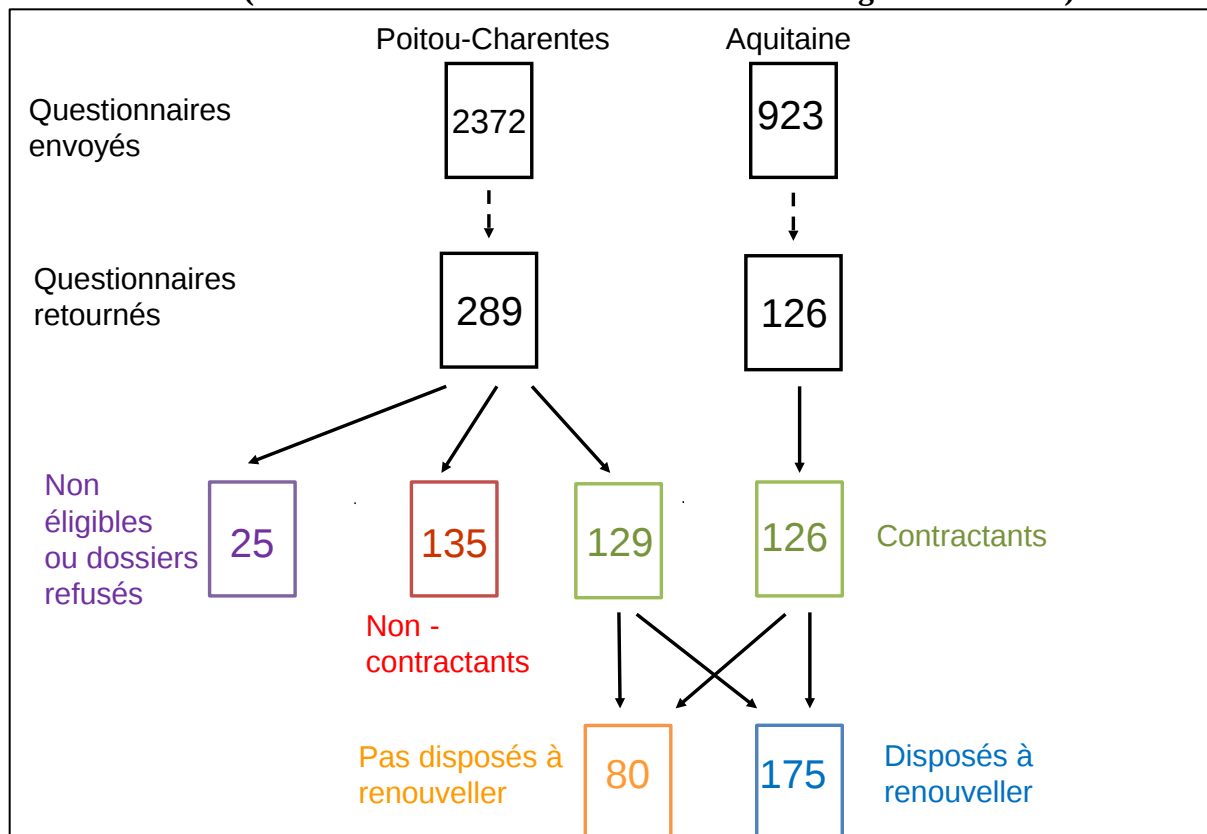
Source : rapport MAEVEAU volet 3 (Vernier et al., 2014)

**Annexe n°2 : thématiques du questionnaire pour l'application du volet 1
(analyse des préférences) et nombre de réponses par région**

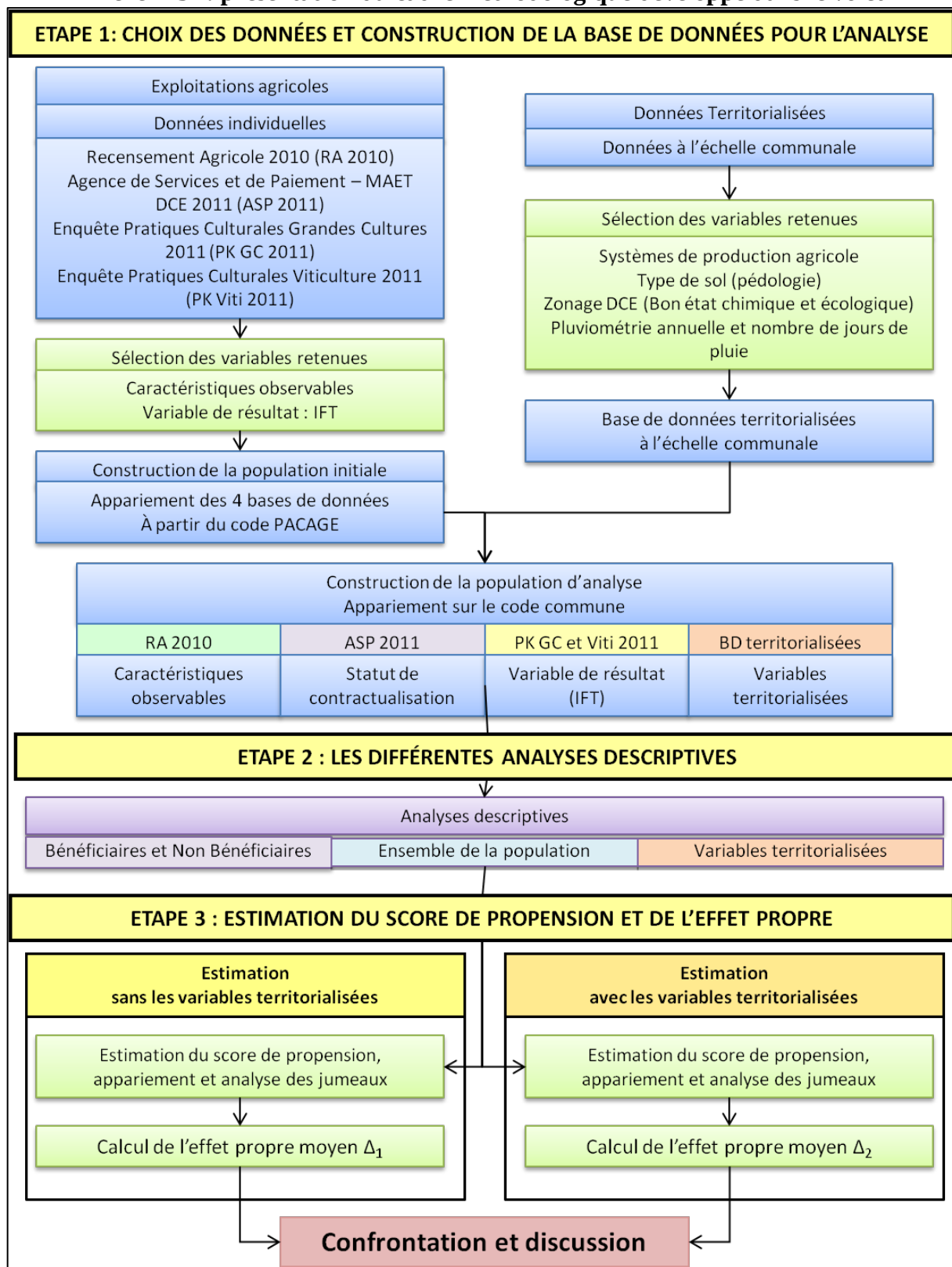
Les 6 thématiques du questionnaire

Thématique	Questions	Variables
1. MAE souscrites	1-5	Libellé, code mesure, année, surface, montant
2. Bilan des MAE	6-7	Changements de pratiques, perception du contrat, souhait de renouveler le contrat ou non
3. Expériences de choix	9	Six choix parmi deux alternatives et le statu quo
4. Caractéristiques de l'exploitation agricole	10-23	Statut, dimension, mode de faire-valoir, cultures, élevage, commercialisation, diversification, certification, expérience avec MAE, assurances, source de risques pour l'exploitation
5. Attitudes de l'exploitant	24	Objectifs économiques et sociaux
6. Caractéristiques socio-démographiques de l'exploitant	25-39	Age, sexe, diplômes, statut, pluriactivité, insertions dans réseaux agricoles, activités associatives et de loisir, profession conjoint(e)

**Descriptif du nombre de réponses pour les échantillons étudiés
volet 1 (déterminants de la contractualisation et design des contrats)**



Annexe n°3 : présentation du cadre méthodologique développé dans le volet 2



Sources : rapport MAEVEAU volet 2 (Zahm et al., 2014)

Annexe n°4: Les bases de données mobilisées dans l'estimation des effets propres (volet 2)

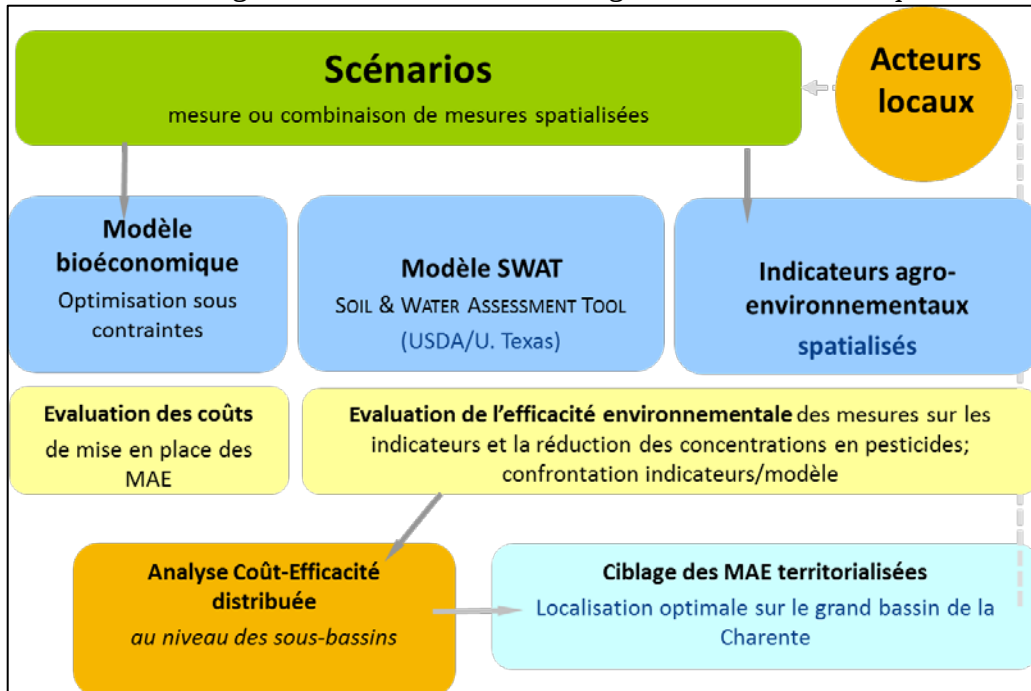
Origine des données	Type	Nom de l'enquête ou du réseau ou de types de données	Années	Taille	Caractéristiques individuelles décrivant			Caractéristiques décrivant les territoires de projets MAET	Caractéristiques décrivant le territoire de l'exploitation = variables territorialisées
					L'exploitation et l'exploitant	les pratiques agricoles	les MAET soucrites		
					Exemples de données contenues dans chaque base				
Taille, OTEX, surfaces cultures, animaux, âge, formation	Enherbement, agrobio, CIPAN, etc....	montant payé, surface contractualisée, code projet	types d'engagements unitaires, codes projet et communes						
Ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt	Enquêtes (1)	Pratiques culturales en grandes cultures	2011	20 009 exploitations (25.420 parcelles)		X			
		Pratiques phytosanitaires en viticulture	2010	5 095 exploitations (6.007 parcelles)		X			
	Recensement agricole (1)	RA 2010	2010	518.925 exploitations	X				
	Données administratives	Référentiel MAET (2)	2007 à 2011	sans objet				X	
Données de paiements MAET-DCE					X				
Observatoire du développement Rural					X	X			
Autres (5)	Données de base collectées et construites par l'unité ADBX	Pluviométrie Qualification des masses d'eau (bon état) Qualification des régions agricoles par systèmes agricoles Types de sols	différentes suivants les variables						X

sources: (1) : Service de la Statistique et de la Prospective (2) : Bureau des Actions Territoriales et Agroenvironnementales

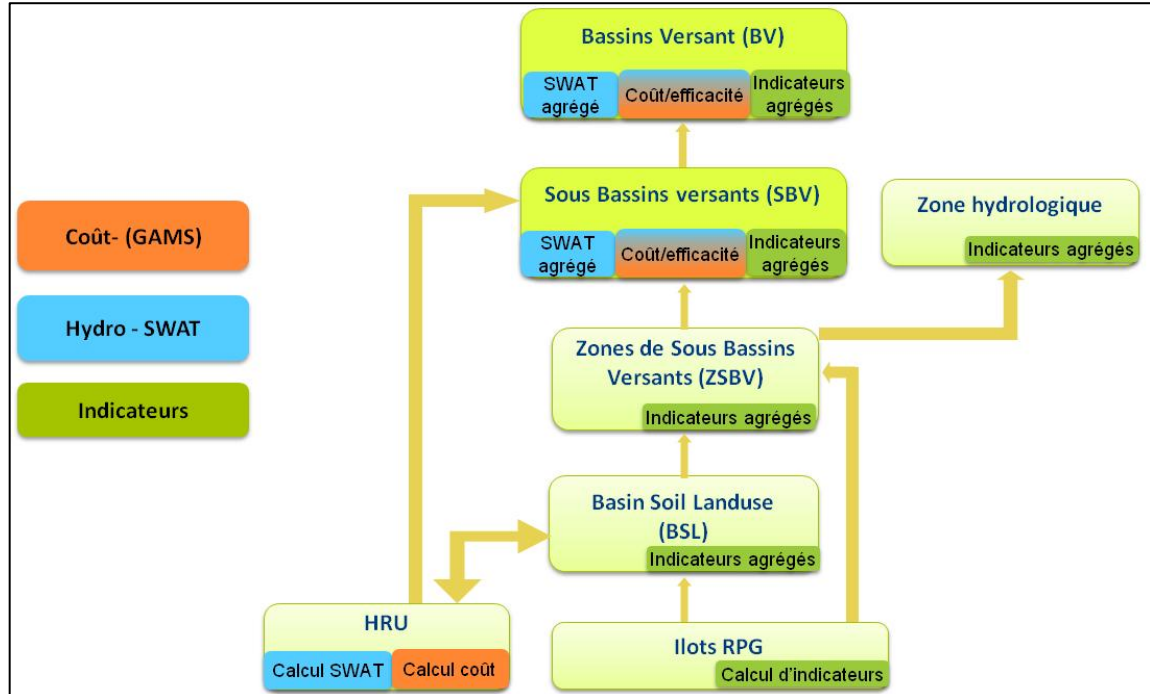
(3) : Agence de service de Paiement (4) : Observatoire du développement Rural (INRA Toulouse)

Annexe n° 5: présentation du cadre méthodologique développé dans le volet 3

Démarche générale de modélisation intégrée du volet scientifique 3



Echelles spatiales de calcul et de confrontation des résultats



Source : Rapport scientifique du volet N°3 MAVEAU/ECCOTER, Vernier et al., 2014

Annexe n°6

Indicateurs calculés dans les volets scientifiques 2 et 3 pour estimer l'efficacité environnementale des changements de pratiques phytosanitaires ou de scénario

Le volet 2 (effet propre des MAE) mobilise l'IFT (Indicateur de Fréquence de Traitement).

L'IFT est l'indicateur officiel inscrit dans toutes les MAET pesticides pour rendre compte de l'atteinte du résultat de baisse de l'intensité d'usage. Il correspond au nombre de doses homologuées (en produits commerciaux de pesticides) utilisées sur une parcelle pour une culture donnée au cours d'une campagne (Champeaux, 2006;Guichard 2009).

C'est un indicateur d'évaluation de la dépendance à l'usage des pesticides (intensification). Il est calculé sur tout le programme de traitement de la parcelle avec tous les produits utilisés.

Sur une parcelle donnée, la formule de calcul de l'IFT est la suivante :

Formule de calcul de l'Indicateur de Fréquence de Traitement

$$IFT_{\text{parcelle}} = \sum_{t=1}^T \left(\frac{DA_t}{DH_t} \times \frac{\text{Surface traitée}_t}{\text{Surface parcellaire}} \right)$$

où t désigne le traitement considéré (avec T le nombre total de traitements);
 DA_t est la dose appliquée de traitement t et DH_t est la dose officiellement homologuée de traitement t .

Source : Champeaux (2006) et Guichard (2009)

Echelle de calcul : l'échelle de calcul est la parcelle culturale de l'agriculteur

Source de données mobilisées : enquêtes pratiques culturales en grandes cultures (2011) et viticulture (2010)

Le volet 3 (évaluation coût efficacité) mobilise quatre indicateurs

Deux indicateurs de pression ou d'usage ont été mobilisés dans le cadre de ce volet pour la démarche complète d'analyse coût efficacité :

- l'IFT défini ci-dessus
- l'indicateur PREMA (Pression de matière active) développé par IRSTEA dans le projet correspondant à la quantité apportée en une molécule lors des traitements phytosanitaires. Il est exprimé en grammes de matière active utilisée dans un programme de protection des cultures sur la surface de la parcelle. Les valeurs ont été calculées pour les 10 molécules-traceurs permettant de confronter la pression résultant des pratiques simulées avec les résultats des simulations de transferts dans les eaux modélisés avec SWAT, pour une même molécule.

Deux autres indicateurs de risque potentiel de transfert ont été testés ou développés :

- l'indicateur ARTHUR (Minette, 2008) développé par la Chambre régionale Poitou- Charentes. Il inclut des variables de sensibilité du milieu,
- un indicateur composite agro-environnemental (RPTL ou Risque potentiel de transfert localisé) en cours de développement par l'équipe IRSTEA à partir d'une approche statistique d'analyse de données pour estimer le risque de transfert à l'échelle du bassin versant.

Suite annexe n°6

Caractéristiques des indicateurs utilisés dans le volet 3

Nom de l'indicateur	Niveau de prise en compte des paramètres	Type d'évaluation
IFT: Indice de Fréquence Traitement	Pratiques (produits phytosanitaires)	Intensification des pratiques
PREMA Pression de matière active	Pratiques (molécules)	Pression phytosanitaire
Arthur Analyse des Risques de transfert de phytosanitaires vers les aquifères	Milieu / Pratiques (produits phytosanitaires)	Pression / vulnérabilité
RPTL Indicateur composite spatialisé	IFT/sol/pente/ distance cours d'eau	Risque potentiel de transfert localisé

Échelle de calcul : les indicateurs sont calculés au niveau de l'ilot agricole puis agrégés à différents niveaux dont l'échelle des sous-bassins versants pour permettre une confrontation aux résultats du modèle SWAT.

Références

- Champeaux C., 2006, Recours à l'utilisation de pesticides en grandes cultures. Evolution de l'indicateur de fréquence de traitement au travers des enquêtes « Pratiques Culturelles » du SCEES entre 1994 et 2001, Rapport INRA sous la direction de Guichard et Pleyber, 101 p.
- Guichard L., 2009, Utilisation des produits phytosanitaires en France en grandes cultures, Communication au colloque *Mieux comprendre les usages pour mieux connaître les expositions*, 11-12 mars
- Minette S., 2008, Présentation de l'indicateur ARTHUR, Analyse des risques de transfert de phytosanitaires vers les aquifères, Chambre Régionale de Poitou-Charentes

Annexe n°7: modélisation du choix de contractualisation (Logit)

Variables explicatives	(yi = 1) a souscrit un contrat Echantillon Poitou Charentes				(yi = 1) renouvellera le contrat Echantillon			
	I		II		I		II	
	β	Pr<=P	β	Pr<=P	β	Pr<=P	β	Pr<=P
Constante	-1.014	0.2484 ns	-0.8854	0.4037 ns	5.4779	<.0001 ***	6.6846	0.0463 **
SAU	0.00654	0.0021 ***	0.0065 8	0.0026 ***				
Irrigation (=1)	-0.0502	0.0094 ***	-0.0475	0.0134 **				
MAE/CTE/CAD (=1)	0.8526	<.0001 ***	0.8245	<.0001 ***				
CIVAM (=1)	0.627	0.0804 *	0.5953	0.0953 *	1.0461	0.0506 *	1.0697	0.0463 **
Association pêche chasse (=1)	0.5459	0.0505 *	0.5278	0.0578*				
Motivation économique			0.1141	0.6802 ns			-0.3767	0.3407 ns
Motivation sociale	0.3237	0.0897 *	0.4082	0.0759 *			-0.0726	0.7453 ns
Motivation subventions	0.2521	0.0799 *	0.2610	0.0878 *			0.0857	0.6159 ns
Impact sur l'exploitation					-0.3053	0.0177 **	-0.2877	0.0290 **
Contrat trop long					-0.4860	0.0009 ***	-0.4815	0.0013 ***
Contraintes administratives					-0.2597	0.0688 *	-0.2476	0.0859 *
Adapter le contrat aux couts					-0.6054	0.0003 ***	-0.5816	0.0008 ***
N	264		264		255		255	
- 2 Log L	256		252		245		237	
Concordants	80 %		80 %		77 %		78 %	
Pseudo R2	0.3683		0.3603		0.3053		0.3084	

*** significatif au seuil de 1 % ; ** significatif au seuil de 5 % ; * significatif au seuil de 10 % ; ns non significatif

Eléments de lecture

Les colonnes I et II correspondent à deux spécifications du même modèle

La colonne II, en plus de la colonne I, pour (yi = 1) a souscrit un contrat comprend dans le traitement économétrique l'ajout de la variable motivation économique.

Annexe n°8 : attributs et modalités des scénarios alternatifs de contrats (volet 1)

Attribut	Modalités	Notice
Contrat renégociable	Oui	Possibilité d'arrêter le contrat à tout moment sans pénalité, de changer les parcelles engagées et de prendre des engagements moins contraignants, avec une adaptation des paiements en conséquence
	*Non	Avenant au contrat possible seulement si accroissement de l'engagement. Si résiliation du contrat, il faut rembourser les sommes perçues les années précédentes
Conseil personnalisé gratuit	Inclus	Possibilité d'être accompagné par un conseiller technique choisi par l'agriculteur et sollicité en fonction de ses besoins
	*Non inclus	Pas de conseil individualisé
Dérogation individuelle	Oui	Possibilité de ne pas respecter les obligations (exemple : une année de forte pression sanitaire). Examen au cas par cas. En cas de litige, recours possible au sein d'une instance locale indépendante
	*Non	Pas de dérogation sauf au titre de circonstances exceptionnelles reconnues par arrêté préfectoral. Des sanctions financières en cas de non-respect des obligations
Contrôles	*État	Contrôles réalisés par les services de l'État
	Chambre	Contrôles réalisés par la chambre départementale d'agriculture
	Certificateur	Contrôles réalisés par un organisme certificateur agréé
Montant de subvention	120 %	du montant de la subvention reçue
	*100 %	
	90 %	
	80 %	

* Statu quo : mesures agro-environnementales actuelles (Circulaire nationale, MAAPRAT, 2011)

Annexe n° 9 : représentation schématisée de la base de données construite pour l'évaluation des effets propres (volet N°2)

Agriculteurs	Caractéristiques structurelles des agriculteurs (RA 2010)				variables territorialisées (Météo France, INRA, ONEMA et AND)			Pratiques agricoles des agriculteurs (enquêtes PK Grandes cultures 2011)			Agriculteurs contractualisant des MAET pesticides (ASP et BATA)				
	Variables de contrôle ou caractéristiques observables							variable de participation				Type de groupe de population		variable de résultat	
	variables retenues 1 à p		commune	Climat, sol, RNAB, systèmes agricoles		bénéficiaire MAET	quelques variables		bénéficiaire MAET	territoire de projet	surfaces et montants payés				valeurs IFT
1						oui			oui				bénéficiaires		
2						oui			oui						
3						oui			oui						
						oui			oui						
						oui			oui						
						oui			oui				agriculteurs non bénéficiaires	jumeaux ou population contrefactuelle	
						non			non						
						non			non						
						non			non						
						non			non						
									non				autres agriculteurs non bénéficiaires		
									non						
									non						
N-2									non						
N-1									non						
N									non						
BATA : bureau des actions territoriales et agro-environnementales (DGPAAT/Ministère de l'agriculture) ASP : Agence de Service de Paiement															

BATA : bureau des actions territoriales et agro-environnementales (DGPAAT/Ministère de l'agriculture) ASP : Agence de Service de Paiement

Annexe n°10 : Résultats de l'analyse de la contractualisation des MAET pesticides (2011)

Bilan de la contractualisation des MAET pesticides sur la période 2007-2011 (France hors corse)

	Arboriculture			Cultures légumières			Grandes Cultures			Viticulture		
	Nombre Exploitants	Surface (en ha)	(en €)	Nombre Exploitants	Surface (en ha)	(en €)	Nombre Exploitants	Surface (en ha)	(en €)	Nombre Exploitants	Surface (en ha)	(en €)
Total France hors Corse	29	178	26 123 €	37	938	382 419	2 467	130 393	17 314 604 €	326	5 889	990 512 €
en % total général	1%	0%	0%	1%	1%	2%	86%	95%	93%	11%	4%	5%

Bilan de la contractualisation des MAET pesticides sur la période 2007-2011 par région

	Arboriculture			Cultures légumières			Grandes Cultures			Viticulture		
	Nombre Exploitants	Surface (en ha)	(en €)	Nombre Exploitants	Surface (en ha)	(en €)	Nombre Exploitants	Surface (en ha)	(en €)	Nombre Exploitants	Surface (en ha)	(en €)
Alsace							275	10 730	1 018 405 €	2	21	7 188 €
Aquitaine	1	3	552 €	2	33	13 950	53	2 527	197 537 €	5	69	12 611 €
Auvergne							13	330	34 629 €	1	3	921 €
Basse Normandie				32	892	363 569	68	1 936	299 291 €			
Bourgogne							61	3 439	1 009 338 €	1	4	515 €
Bretagne							892	41 242	4 742 782 €			
Centre							200	12 936	1 804 367 €			
Champagne Ardenne							12	627	151 716 €			
Franche Comté							27	1 027	110 031 €			
Haute Normandie							8	173	29 927 €			
Ile de France				2	13	3 791	104	10 629	1 873 164 €			
Languedoc Roussillon										81	1 415	260 700 €
Limousin							18	583	51 027 €			
Lorraine							75	6 051	1 188 347 €			
Midi Pyrénées	25	156	22 265 €				235	9 442	1 260 304 €	53	1 014	128 318 €
Nord Pas de Calais							2	69	6 144 €			
Pays de la Loire				1	1	1 110	79	3 398	433 515 €	33	629	168 540 €
Picardie							171	17 910	1 738 077 €			
Poitou Charentes							91	5 398	1 165 899 €	108	1 934	267 656 €
PACA										40	792	142 557 €
Rhône Alpes	3	19	3 306 €				96	1 945	200 103 €	2	8	1 505 €
Ensemble	29	178	26 123 €	37	938	382 419	2 480	130 393	17 314 604 €	326	5 889	990 512 €
en % du total général	1%	0%	0%	1%	1%	2%	86%	95%	93%	11%	4%	5%

Source : IRSTEA à partir données ASP 2007 à 2011

Résultats de l'analyse sur les engagements unitaires des MAET pesticides (2011)

Description des EU les plus souscrits en 2011 dans au moins une MAET pesticides

	Mesures (n=3330)	en %	Exploitants (n=2793)	en %	Nombre de régions	Nombre de Territoires	Nombre de Communes
PHYTO_01	3 248	99 %	2 760	99 %	21	257	1 172
PHYTO_04 (évalué)	2 405	73 %	2 119	76 %	21	188	904
PHYTO_05	625	19 %	553	20 %	13	100	333
PHYTO_06	424	13 %	406	15 %	10	40	196

Source : IRSTEA à partir données ASP 2007 à 2011

Caractéristiques 241 exploitants bénéficiaires d'une MAET ayant souscrit l'E.U PHYTO_04

Nombre d'exploitants : 241			
Surface contractualisée (en ha)		Taux de SAU contractualisée ¹ (en %)	
Moyenne	48,1 ha	Moyenne	45,00%
Ecart-type	42,7 ha	Ecart-type	26,2
Montant perçu (en euros)		Taux de surface en GC contractualisée ² (en%)	
Moyenne	7 642 €	Moyenne	47%
Ecart-type	8 633 €	Ecart-type	57,40%

Éléments de lecture : ¹ Le taux de SAU contractualisée est calculé de la manière suivante : surface contractualisée divisée par la SAU. ² Le taux de surface en GC contractualisée: surface contractualisée divisée par la surface en GC de l'exploitation.

Annexe n°11 : Résultats de l'analyse typologique sur les 241 bénéficiaires de MAET Phyto 04

Classe 1 (115 exploitants) : Grandes cultures		Classe 2 (83 exploitants) : Elevage	
Modalités	%	Modalités	%
Caractéristiques sur les exploitations		Caractéristiques sur les exploitations	
L'OTEX 1516 (Spécialisation en GC)	63,48	Les OTEX 4500, 4600, 4700 et 4800	63,86
Non adhésion à un mécanisme de solidarité	75,65	Adhésion à un mécanisme de solidarité	90,36
Possède une assurance récolte contre les risques climatiques	73,91	Aucune assurance récolte contre les risques climatiques	67,47
Utilisation d'internet	92,17	GAEC	45,78
EARL	53,04	PBS supérieure à 100 000 euros	92,77
Caractéristiques sur les cultures		Caractéristiques sur les cultures	
Absence ou moins de 50% de la SAU en cultures fourragères	93,04	Moins de 30% de la SAU en cultures protéolégumineuses	80,72
Entre 30 et 70% de la SAU en céréales	73,04	Rendement élevé (supérieur à 65)	49,40
Caractéristiques sur le cheptel		Caractéristiques sur le cheptel	
Absence de bovins	68,71	Présence de bovins	96,36
Absence de zone de stockage des effluents	59,13	Présence de zone de stockage des effluents	95,18
Caractéristiques sur les traitements		Caractéristiques sur les traitements	
Pulvérisateur propre à l'exploitation	93,04	2 passages de traitements azotés	49,40
Caractéristiques sur le chef d'exploitation		Caractéristiques sur le chef d'exploitation	
Participation aux activités de diversification	79,13	Travaillant plus d'un mi-temps	100,00
Exploitant agricole	95,65	Obtention d'une DJA	84,34
		Pas d'activités secondaires	85,54
Classe 3 (33 exploitants) : Pluriactivité		Classe 4 (10 exploitants) : Agriculture biologique	
Modalités	%	Modalités	%
Caractéristiques sur les exploitations		Caractéristiques sur les traitements	
Exploitation individuelle	90,91	Absence de pulvérisateur	Secret
PBS inférieure à 100 000 euros	81,82	Absence de raisonnement pour le déclenchement des traitements	100,00
Pas d'utilisation d'internet	66,67	Présence de désherbage mécanique	Secret
Absence de logiciel technique	84,85		
Caractéristiques sur les cultures			
Plus de 70% de la SAU en céréales	30,30		
Caractéristiques sur le cheptel			
Absence de bovins	69,70		
UGB Tous Aliments = 0	54,55		
Caractéristiques sur le chef d'exploitation			
Ayant une autre activité qu'exploitant agricole	Secret		
Absence de DJA	60,61		

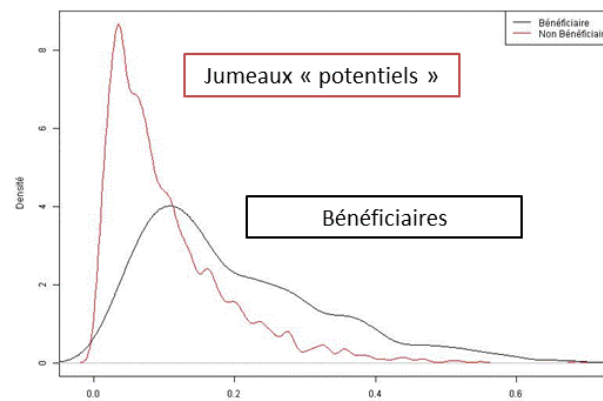
Source : MAEVEAU rapport volet 2

Annexe n°12 : résultats de la qualité prédictive du modèle d'évaluation de l'effet propre de la MAET phyto 04

Les 32 variables incluses dans le modèle LOGIT

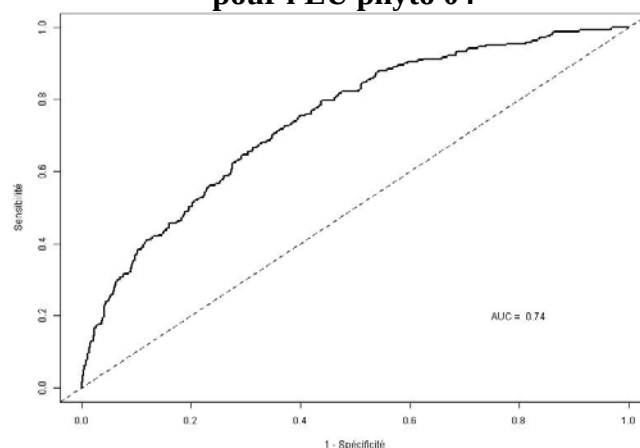
- Caractéristiques du chef d'exploitation (sexe, formation, profession principale, activités secondaires)
- Type d'employés (présence de salariés en permanence, UTA totale)
- cultures et rendement (% de SAU en céréales, SAU, présence d'irrigation, rendement)
- informations sur les traitements phytosanitaires (qui réalise les traitements, le raisonnement)
- gérance de l'exploitation (assurance contre les risques climatiques, utilisation d'Internet)
- statut et taille de l'exploitation (l'OTEX, le statut de l'exploitation, la PBS)
- activités de l'exploitation (activités de diversification, vente en circuit court)

Qualité du modèle estimé par le modèle du support commun pour l'EU phyto 04



Source : IRSTEA

Qualité prédictive du modèle estimé par la courbe ROC (Receiver OPertaing Curve) pour l'EU phyto 04



Sources : MAEVEAU rapport volet 2

**Annexe n°13 : résultats de l'évaluation des effets propres
pour la MAET en grandes cultures engagement unitaire Phyto 04**
(Sources : à partir ASP 2011 et PK GC 2011 et RA 2010)

I - Analyses descriptives des valeurs d'IFT herbicides

Analyse statistique descriptive France Entière (2011)

Valeurs des IFT herbicides pour les bénéficiaires et non bénéficiaires France entière

	Effectif	IFT Herbicide moyen	Différence	p-value
Bénéficiaire	241	1,06	-0,27	<0,0001
Non bénéficiaires	19457	1,33		

Analyse statistique descriptive sur tous les territoires de projet (262 territoires - France entière - 2011)

Valeurs des IFT entre bénéficiaires et jumeaux potentiels choisi dans les territoires de projet

	Effectif	IFT Herbicide moyen	Différence	p-value
Bénéficiaire	241	1,06	-0,25	<0,0001
Jumeaux potentiels	1873	1,31		

II - Estimation de l'effet propre sans tenir compte des Variables Territorialisées (VT)

Effet propre entre les bénéficiaires et les jumeaux potentiels localisés dans les territoires de projet et appariés

	Effectif	IFT Herbicide moyen	Différence	p-value
Bénéficiaire	241	1,06	-0,28	<0,0001
Jumeaux appariés sur territoire de projet sans VT	856	1,34		

III - Estimation de l'effet propre en intégrant les variables territorialisées (VT)

Effet propre entre les bénéficiaires et les jumeaux potentiels localisés dans les territoires de projet et appariés avec VT

	Effectif	IFT Herbicide moyen	Différence	p-value
Bénéficiaire	241	1,06	-0,43	<0,0001
Jumeaux appariés sur territoires de projet avec VT	874	1,49		

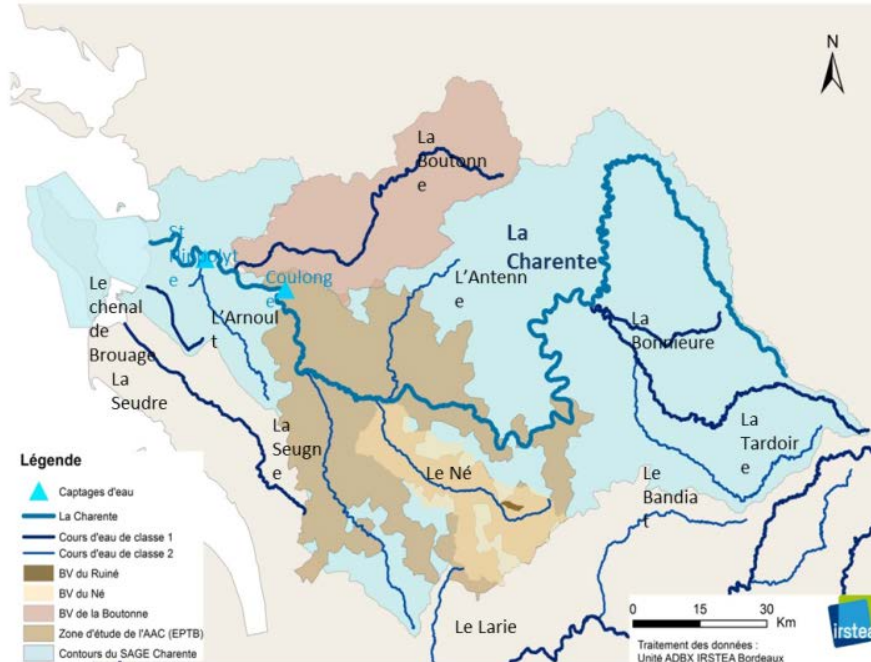
IV - Résultats globaux

Valeur des IFT herbicides dans chacune des sous-populations étudiées

	Effectif	Moyenne	Ecart- type	Minimum	1 ^{er} quartile	Médiane	3 ^{ème} quartile	Maximum
Bénéficiaire GC PHYTO 04	241	1,06	0,54	0,00	0,73	1,00	1,36	3,11
Non Bénéficiaire France entière	19457	1,33	0,84	0,00	0,83	1,25	1,80	7,37
Jumeaux potentiels territoire de projet	1873	1,31	0,78	0,00	0,84	1,23	1,73	5,95
Jumeaux appariés sans VT	856	1,34						
Jumeaux appariés avec VT	874	1,49						

Annexe n°14 : présentation du bassin du Né, zone d'application de la démarche de modélisation intégrée (volet 3)

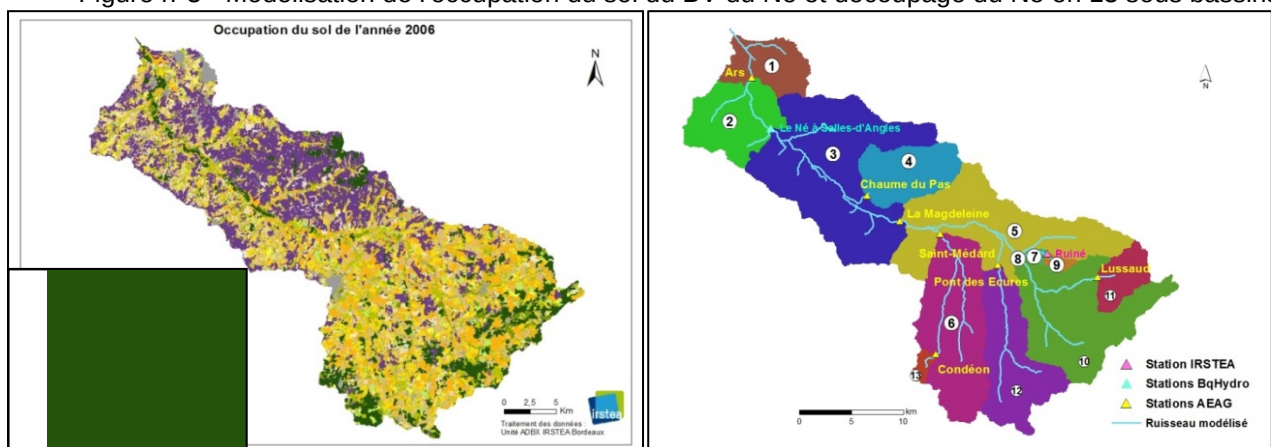
Localisation du bassin versant du Né dans le BV de la Charente



Le bassin du Né (700 km²) est une zone MAET avec un fort enjeu « pesticides » (classement en risque de non atteinte du bon état écologique et chimique au titre de la DCE et Zone d'Actions Prioritaires au titre des pesticides).

L'analyse des usages du sol montre que l'agriculture domine l'occupation de l'usage du sol avec 76 % de la surface totale du BV, le reste de l'espace étant constitué de forêts (9,4 %) et de zones non agricoles (dont 1,7 % de zones urbanisées). Les productions agricoles sont à dominante végétale avec la viticulture (37 % de la SAU) et les grandes cultures (rotations principalement à base de tournesol et blé sur 36 % de la SAU ou de maïs et blé sur 24 % de la SAU).

Figure n°3 - Modélisation de l'occupation du sol du BV du Né et découpage du Né en 13 sous bassins



Le sous-bassin du Né (700 km²) a été découpé en 13 sous-bassins versants pour la modélisation agro-hydrologique (modèle SWAT) correspondant aux 13 unités de confrontation des résultats.

Annexe n°15 : résultats de l'efficacité environnementale sur le BV du Ruiné

Les 10 molécules retenues pour la modélisation intégrée

Molécules	type d'action
Glyphosate; S-métolachlore, Acétochlore, Isoproturon, 2-4 MCPA, Aclofen	Herbicide
Mancozèbe Tébuconazole	Fongicide
Chlorpyriphos-éthyl	Insecticide
Métaldéhyde	Molluscide

Résultats d'efficacités environnementales estimées avec les indicateurs IFT et PREMA

Scénarios	IFT		PREMA (en gramme / ha pour S0)									
	Herbicide	Hors Herbicide	Glyphosate	S-métolachlore	Acétochlore	Isoproturon	Mancozèbe	2-4-MCPA	Métaldéhyde	Aclofen	Chlorpyriphos-éthyl	Tebuconazole
S 0 (REF)	1,27	9,04	86,55	460,55	126,99	127,06	1548,48	31,64	47,07	240,77	130,38	52,14
Scénarios évalués												
S 9	41,9 %	20 %	120,5 %	40 %	0,04 %	12,8 %	0 %	0 %	69,6 %	-86,8 %	0 %	100 %
S 1A	-6,4 %	-4,8 %	-7,3 %	0,8 %	-23,4 %	-7 %	0,00	-2,40	-16,6 %	-11,5 %	-15,2 %	15,2 %
S 2	-44,4 %	-32 %	-51 %	-5,9 %	A	A	0,00	-41,7 %	A	-84 %	-100 %	100 %
S 3A	-4 %	-10,4 %	-10,5 %	-0,04 %	0,01 %	0,02 %	-11,7 %	0,03	-0,01	-0,03	-11,7 %	-11,7 %
S 3B	-47,1 %	-39,2 %	-56,8 %	-6 %	A	A	-11,7 %	-41,4 %	A	-84 %	-100 %	76,6 %
S 4	-14,5 %	-2,3 %	-1,8 %	-17,1 %	-39,2 %	-14,61	0,00	-9,7 %	-27 %	-21 %	-0,01 %	0 %

Légende A: absence

unités : pour la ligne S0. pour l'IFT : en nombre de doses appliqués, pour PREMA : en grammes de matière active /ha

Unité pour les lignes des autres scénarios alternatifs (S9 à S4) : en % d'augmentation ou de diminution par rapport à la valeur de S0

Résultats d'efficacités environnementales estimées avec le modèle agro-hydrologique SWAT

Efficacité absolue des scénarios estimée par SWAT (concentrations moyennes simulées à l'exutoire en µg /l)

Scénarios	Glyphosate	S_meto-lachlore	2-4-MCPA	Acétochlore	Aclofen	Chlorpyriphos-éthyl	Isoproturon	Mancozèbe	Métaldéhyde	Tebuconazole
S0	0,1	3,01	0,02	0,81	0,53	0	1,37	0,15	1,37	0,02
S2	0,08	2,17	0	Absence	0,08	0	Absence	0,08	Absence	0,04
S9	0,64	3,9	0,02	0,68	0,03	0	2,75	0,14	3,66	0,05
S1A	0,08	2,71	0,01	0,79	0,48	0	1,23	0,13	1,23	0,02
S3A	0,11	2,84	0,02	0,81	0,52	0	1,37	0,13	1,33	0,01
S3B	0,05	2,82	Absence	Absence	0,08	0	Absence	0,13	0,21	0,01
S4	0,1	2,7	0,02	0,81	0,5	0	1,33	0,13	1,23	0,02

Efficacité relative des scénarios (en valeur relative ou % par rapport au scénario 0) (SWAT).

Scénario	Glyphosate	S_meto-lachlore	2-4-MCPA	Acétochlore	Aclofen	Chlorpyriphos-éthyl	Isoproturon	Mancozèbe	Métaldéhyde	Tebuconazole
S0	base de comparaison pour les autres scénarios (en relatif)									
S2	-20%	-28%	-78%	Absence	-85%	-99%	Absence	-47%	Absence	102%
S9	540%	30%	-5%	-16%	-94%	0%	101%	-4%	167%	187%
S1A	-20%	-10%	-50%	-3%	-9%	-10%	-10%	-11%	-10%	-10%
S3A	11%	-6%	-20%	0%	-1%	-34%	0%	-14%	-3%	-71%
S3B	-50%	-6%	Absence	Absence	-85%	-100%	Absence	-11%	-85%	-47%
S4	-3%	-10%	0%	0%	-6%	-10%	-3%	-11%	-10%	1%

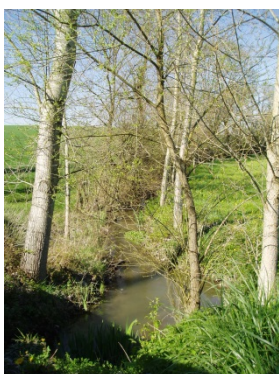
Source : rapport volet 3 MAEVEAU et rapport ECCOTER

Tous les résultats détaillés par sous bassin sont présentés dans le rapport scientifique du volet 3 du projet MAEVEAU



Séminaire final de restitution des projets de recherche MAEVEAU et ECCOTER

Évaluation intégrée des Mesures Agro-Environnementales Territorialisées pesticides à enjeu « qualité des eaux de surface »



12 et 13 Juin 2014

Lieu : Bordeaux Sciences Agro



Date limite d'inscription : **15 avril 2014**

Nous vous demandons de bien vouloir vous inscrire avant le 15 avril 2014 auprès de : maevcoter@lists.Irstea.fr

Pour tous renseignements d'ordre organisationnel, merci d'écrire à : maevcoter@lists.Irstea.fr

Pour tous contacts liés au programme scientifique frederic.zahm@Irstea.fr (tel : 05 57 89 08 40) et francoise.vernier@Irstea.fr

<http://maeveauecoter.Irstea.fr>

Projets soutenus par



en partenariat avec la Société Française de l'Évaluation



Le Projet MAEVEAU est labellisé LabEx COTE



Avec le Grenelle Environnement, la restauration de la qualité des eaux de surface, et par conséquent l'adoption de pratiques agricoles et notamment phytosanitaires plus respectueuses de l'environnement est devenu une priorité nationale. Depuis 1993, les Mesures Agro-Environnementales (MAE) sont l'instrument économique incitatif majeur des programmes environnementaux successifs de développement rural de la Politique Agricole Commune. La Directive européenne Cadre sur l'Eau (DCE) a pour la première fois fixé des objectifs de résultats et non plus seulement de moyens pour atteindre l'objectif de bon état des eaux (en 2015 ou report de délai). Dans cette perspective, la France a transformé son dispositif de soutien public en proposant des **MAE dites Territorialisées** (MAET) à partir de 2008 dans le cadre de la mise en œuvre du *plan développement rural hexagonal*. Les principaux changements organisationnels sont : le caractère territorialisé (associé à un zonage) de cette politique pour bénéficier de l'aide associée aux changements de pratiques, l'émergence d'opérateurs privés ou para-publics pour construire les projets environnementaux territoriaux et accompagner leur mise en œuvre locale, des cahiers des charges de changement de pratiques agricoles basés également sur des obligations de résultats (et non plus de moyens). Plusieurs indicateurs de résultats ont été introduits dont l'indicateur de fréquence de traitement pour la mesure du changement technique en matière d'utilisation des pesticides. L'évaluation de l'efficacité de ces Mesures Agro-environnementales rencontre de nombreux obstacles. Il peut s'agir de difficultés liées (i) au caractère changeant des dispositifs publics sur les différentes périodes, (ii) aux nombreux autres facteurs socio-économiques intervenant dans les choix des systèmes de cultures ou pratiques agricoles par les agriculteurs, mais aussi (iii) aux obstacles méthodologiques liées à l'absence de méthodes permettant une évaluation intégrée et territorialisée de ce type de politique publique, aux échelles de l'action publique.

L'objectif général de ce séminaire est de présenter les avancées méthodologiques et résultats empiriques des travaux de recherche conduits au sein de deux projets : le projet MAEVEAU financé par le programme « Eau et Territoires » du MEDDE et le projet ECCOTER financé par le MEDDE/ONEMA au titre de l'APR recherche (2009) « pesticides/ECOPHYTO 2018 ». Ces deux projets ont été conduits par trois équipes de recherche : l'Unité Aménités et Dynamiques des Espaces Ruraux (Irstea Bordeaux) - équipe coordonnatrice, l'UMR LEREPS ENFA-Université de Toulouse 1, l'UMR d'Agronomie INRA-AgroParisTech et par la Chambre régionale d'agriculture de Poitou-Charentes. Ces deux projets conduits en complémentarité ont développé une approche intégrée d'évaluation de l'efficacité des MAET à enjeu « qualité des eaux de surface » par rapport aux risques de pollution diffuse par les pesticides d'origine agricole. En mobilisant différentes disciplines (agronomie, économie, géographie et statistique), la question de l'efficacité d'une politique agro-environnementale a été traitée sous ses différentes dimensions : efficacités environnementale, économique et organisationnelle. Les travaux ont permis d'apporter des éléments de réponse aux questions de recherche suivantes :

- (1) Quels rôles jouent les modes de gouvernance et les processus d'apprentissage dans la perception et la gestion des risques liés à l'adoption des MAET par les agriculteurs en zones d'action prioritaire ?
- (2) Quels sont les déterminants du choix de contractualiser une MAET et quels sont les préférences des bénéficiaires pour des programmes agro-environnementaux alternatifs ?
- (3) Quelle a été la contribution de la politique de MAET aux changements des pratiques agricoles de réduction des usages de pesticides (le concept d'effets propres) ?
- (4) Comment modéliser des scénarios de changement de systèmes de cultures visant à réduire l'usage de pesticides à l'échelle territoriale pour évaluer leur coût efficacité ?
- (5) Comment évaluer à l'échelle territoriale le coût-efficacité de la politique de MAET visant à réduire l'usage des pesticides sur la qualité des eaux, à partir d'une approche couplant modélisation agro-hydrologique, modélisation économique et indicateurs agroenvironnementaux ?

Différents terrains d'études ont été mobilisés dans le cadre de ces projets : le territoire du Tarn et Garonne pour l'étude des apprentissages et des modes de gouvernance, le bassin de la Charente et ses sous-bassins dont une zone zoom (bassins emboîtés du Ruiné et du Né) pour l'analyse coût-efficacité, les régions Poitou-Charentes et Aquitaine pour l'analyse des préférences des agriculteurs vis-à-vis des contrats MAET, et enfin le territoire national pour l'évaluation des effets propres des MAET.

Jeudi 12 juin 2014

8H30 - 9H00 : Accueil des participants

9h00 - 9H25

- Mot d'accueil de Bordeaux Sciences Agro et présentation générale par l'équipe coordinatrice du séminaire (partenaires et objectifs)
- Présentation introductive par Quentin Gautier, chargé de mission au MEDDE (Direction de la Recherche et de l'Innovation – programme Eaux et Territoires)

9h25 - 9h50 : Introduction générale : la politique agro-environnementales des Mesures Agro-Environnementales territorialisées et place des travaux de recherche dans l'évaluation

- Bilan des MAET pesticides sur la programmation 2007-2013 et présentation des nouveaux dispositifs agro-environnementaux retenus dans la nouvelle programmation 2014 - 2020 (*Jean-Baptiste Faure – Chef du Bureau des actions territoriales et agroenvironnementales au Ministère de l'agriculture, de l'alimentation et de la forêt*)
- Place des travaux de recherche dans le cycle de l'évaluation d'une politique (*IRSTEA Bordeaux - Frédéric Zahm*).

9h50 - 10h25: Modes de gouvernance et processus d'apprentissage dans la perception et la gestion des risques liés à l'adoption des MAET (*LEREPS - ENFA : Jean-Pierre Del Corso, Charilaos Kephaliacaos et Geneviève NGUYEN*).

10h25 - 10H40 : Pause café

10h40 - 11h10 : Quelles préférences pour les programmes agro-environnementaux? Résultats et enseignements à partir d'une enquête auprès d'agriculteurs en régions Poitou-Charentes et Aquitaine (*Sylvain Rousset – chercheur associé IRSTEA - ADBX*)

11h10 - 12h20 : Evaluer l'impact de la politique agro-environnementale à partir d'une approche par les effets propres : les MAET pesticides à enjeu qualité des eaux contractualisées en France sur la période 2007-2011 (*IRSTEA – unité ADBX : Frédéric Zahm, Vanessa Kuentz et Charlotte Scordia*)

12h20 - 13h00 : Discussion et synthèse animée par *Sophie Thoyer, Professeure d'économie de l'agriculture et de l'environnement à Montpellier Sup Agro*

13h00 – 14h00 : déjeuner

14h15 - 14h30: Introduction générale : Les mesures agroenvironnementales à enjeu « eau/pesticides » : évaluation environnementale et économique de l'impact de modifications des pratiques agricoles par modélisation intégrée à partir de scénarios d'évolution. (*IRSTEA ADBX : Françoise Vernier*)

14h30 - 15h00 : Démarche de construction des scénarios et évaluation de leur efficacité environnementale à partir d'indicateurs à l'échelle d'un territoire à enjeu « pesticides » (*IRSTEA - ADBX Françoise Vernier, Sébastien Minette, Vanessa Kuentz-Simonet, Odile Leccia – Jean-Marie Lescot - Charlotte Scordia et Karen Tinland*)

15h00 – 15h30 : Évaluer l'efficacité environnementale par la modélisation agro-hydrologique à l'échelle de bassin versant (*IRSTEA - ADBX - Odile Leccia – Jean-Marie Lescot - Charlotte Scordia- Karen Tinland – Françoise Vernier*)

15h30 - 15h45 - Pause

15h45 – 16h20 : Évaluer les coûts directs liés aux changements de pratique à l'échelle des bassins versants. Démarche et résultats (*IRSTEA - ADBX - Jean-Marie Lescot - Odile Leccia – Charlotte Scordia - Karen Tinland – Françoise Vernier*)

16h20 - 16h35 : Bilan de l'approche coût-efficacité des différentes MAET et des scénarios alternatifs évalués (*IRSTEA-ADBX - Françoise Vernier, Odile Leccia et Jean Marie Lescot*).

16h35 - 17h00 : Discussion et synthèse animées par *François Laurent (Géographe,- Université du Mans)*.

17h15 - 18h45 : Visite et dégustation au château viticole *Luchey-Halde (Mérignac)*

En soirée : Repas en commun (place limitée et participation financière demandée sauf pour les partenaires du projet, les discutants et invités).

Vendredi 13 juin 2014

Matinée

9h15 : Accueil, présentation générale des objectifs de la matinée (*équipe coordinatrice*)

9h30 - 10h00 : Perspectives de mobilisation des travaux sur des zones d'action du bassin versant de la Charente (bassin Adour-Garonne) (*Agence de l'eau Adour-Garonne - Delphine Espalieu - chargée d'interventions Captages Grenelle*)

10h00 - 10h30 : Perspectives de l'introduction du futur IFT potentiel de transfert dans les nouvelles MAET et d'évaluation à partir de l'outil Co-click'eau (*Laurence Guichard, agronome, INRA UMR Agronomie*).

10h30 -10h45 : Pause café

10h45 - 11h15 : Quels enseignements et usages de ces travaux pour les acteurs agricoles dans le cadre du plan Ecophyto et pour des actions de développement ? (*Chambre régionale d'agriculture de Poitou-Charentes - Sébastien Minette*)

11h15 – 12h15 : Table ronde

- **Le point de vue de l'ONEMA :** quels enseignements et usages pour un acteur national en charge du pilotage et de la diffusion des résultats des programmes de recherche sur la politique de l'eau ? *Philippe Dupont (Directeur de l'action scientifique et technique de l'Office National de l'Eau et des milieux Aquatiques)*,
- **Le point de vue du Ministère de l'agriculture :** quelle complémentarité avec la nouvelle programmation et les nouvelles mesures proposées ? *Jean-Baptiste Faure (Chef du Bureau des actions territoriales et agroenvironnementales au Ministère de l'agriculture, de l'alimentation et de la forêt)*,
- **Le point de vue d'un service régional de l'État** en charge d'Ecophyto 2018, *Dominique Fourré - Responsable pôle environnement SRAL - DRAAF Poitou-Charentes*
- **Le point de vue du Conseil Régional Aquitaine**, nouvel acteur institutionnel de l'évaluation des prochains programmes régionaux MAE. *Thierry Mazet (Directeur agriculture, agroalimentaire, forêt et mer au Conseil Régional Aquitaine)*,
- **Le point de vue de la Recherche :** *Quentin Gautier, chargé de mission à la Direction de la Recherche et de l'Innovation au MEDDE- programme Eau et Territoires.*

12h15 - 12h30 : Conclusion et clôture du séminaire.

12h30 : déjeuner

14h00 - 16h30 : Échanges internes entre les partenaires des projets ECCOTER et MAEVEAU