

***Proposition de communication - Colloque SFER Pesticides agricoles  
« La réduction des pesticides agricoles, enjeux, modalités et conséquences »  
Février 2010, Lyon, France***

**Pour une approche intégrée de la réduction des pesticides en viticulture**

BARBIER Jean-Marc\*, DEL'HOMME Bernard\*\*, FILIPPI Maryline\*\*, UGAGLIA Adeline\*\*

\*UMR951 Innovation, Montpellier SupAgro, INRA, CIRAD Campus de la Gaillarde – 2, place Viala - 34060 Montpellier cedex 1 – (+33)4.99.61.27.40 / (+33)4.99.61.25.57 – barbierj@supagro.inra.fr

\*\*Université de Bordeaux, ISVV, USC INRA GAIA (SAD) – ENITAB 1, cours du Général de Gaulle CS40201 33175 Gradignan cedex – (+33)5.57.35.07.75 – a-ugaglia@enitab.fr, m-filippi@enitab.fr; b-delhomme@enitab.fr.

## **Introduction**

La prise en compte de l'environnement est devenue incontournable en viticulture. Un certain nombre d'études et de rapports (IFEN, 2004 ; Aubertot et al., 2005) a mis en évidence cette nécessité. L'impact négatif de la viticulture sur l'environnement se cristallise aujourd'hui sur l'utilisation massive de produits chimiques pour la protection du vignoble. La viticulture reste considérée comme la seconde source de consommation de pesticides en France après les céréales à paille : 20% de la consommation en totale de pesticides pour 3% de la SAU française (Aubertot et al., 2005). L'activité viticole est très dépendante de ces produits et les systèmes de production sont fragilisés tant au niveau économique qu'écologique. Les exploitations viticoles conduisent des programmes d'assurance avec des traitements systématiques, ce qui entraîne des phénomènes importants de pollution diffuse à l'échelle collective dans les bassins versants viticoles. Les viticulteurs sont donc de plus en plus sollicités pour adopter des innovations environnementales afin d'atténuer les répercussions négatives de leur activité (Paillotin, 2008). Pourtant, bien que des solutions existent, on observe un manque de diffusion de pratiques significativement économes en intrants dans les exploitations.

L'objectif de la communication est de montrer qu'il est intéressant d'aborder la question de la réduction des pesticides de manière pluridisciplinaire pour comprendre les déterminants de la mise en œuvre de pratiques respectueuses de l'environnement. Cette question exige une approche intégrée qui doit être resituée dans le contexte agronomique du système de production et dans les relations économiques au sein desquelles le viticulteur est inséré. L'approche intégrée peut s'envisager à deux niveaux : d'une part la mise en commun de champs disciplinaires scientifiques et d'autre part l'ouverture des projets de recherche à d'autres acteurs du développement pour la conception et l'évaluation de stratégies alternatives. Ainsi l'approche pluridisciplinaire mise en œuvre dans les projets ADD Vin et Environnement et ADD GeDuQuE<sup>1</sup> révèle que malgré les économies potentielles liées à la réduction des pesticides, les freins sont ailleurs. Ces projets se concentrent sur la réduction des pesticides et donc sur les pratiques et dispositifs qui permettent de réduire leur utilisation et leur impact sur l'environnement. Les résultats montrent que la confrontation et l'articulation des points de vue de différentes disciplines est primordiale pour aborder la complexité de la réduction de l'utilisation des pesticides. C'est l'analyse du changement de pratiques en combinant les approches d'agronomes, de pathologistes, de gestionnaires et d'économistes qui est au centre de la mise en œuvre de la réduction des pesticides en viticulture. Il est donc nécessaire de mobiliser des compétences variées pour développer une approche intégrée des innovations environnementales.

---

<sup>1</sup> Les programmes Agriculture et Développement Durable GeDuQuE et Vin et environnement (2005-2009) ont bénéficié du soutien de l'Agence Nationale de la Recherche. Responsables : C. Gary (UMR System) et L.G. Soler (UMR ALISS).

Pour cela, nous montrons dans un premier temps les enjeux de la réduction des pesticides en viticulture et la nécessité de construire des approches intégrées en recherche comme l'a proposé le programme fédérateur ANR Agriculture et Développement Durable. Dans un second temps, nous présentons les résultats des projets ADD Vin et Environnement et ADD GeDuQuE en termes réflexifs pour éclairer les apports et les limites des dispositifs de recherche pluridisciplinaires mis en place.

## **I. REDUIRE L'USAGE DES PESTICIDES EN VITICULTURE, UNE NECESSITE APPELANT UNE REPOSE INTEGREE**

A ce jour, plusieurs rapports ont fait état des impacts négatifs pour l'environnement de l'utilisation de pesticides. Pour initier le changement nécessaire à la protection des ressources naturelles, un certain nombre de techniques ont été développées par la recherche recevant peu d'écho dans les pratiques jusqu'à aujourd'hui. Ceci a amené les acteurs institutionnels à développer des programmes de recherche basés sur des approches intégrées pour répondre.

### **1.1. Un constat généralisé : la surconsommation de produits phytosanitaires en viticulture**

En agriculture, les principaux impacts sur l'environnement commencent à être bien connus : diminution de la biodiversité, altération de la qualité de l'eau par les nitrates et les pesticides, surexploitation de la ressource en eau pour l'irrigation dans certaines régions, problèmes de sols (érosion, remembrements,...). En viticulture, les atteintes à l'environnement sont plus particulièrement liées à l'utilisation de produits phytosanitaires. En effet, cette production est une grande consommatrice d'herbicides pour l'entretien du sol et de fongicides pour lutter principalement contre les fortes pressions de maladies cryptogamiques. En 2004, des traces de pesticides ont été retrouvées à au moins une occasion dans 96% des eaux de surfaces et 61% des nappes souterraines contrôlées par l'Institut Français de l'Environnement (IFEN, 2006). Cette donnée montre que ces produits, principalement d'origine agricole (BRGM, 2004), ont largement contaminé les masses d'eaux de notre territoire. D'autres rapports (Bedos et al., 2002) mettent en évidence la contamination des autres compartiments de l'environnement (air, sol et organismes vivants) par les molécules chimiques. Les risques associés à cette contamination sont difficiles à évaluer. En effet, si les pesticides de par leur nature peuvent avoir un impact sur la santé et l'environnement, l'exposition est difficile à mesurer et on connaît mal les possibles dangers liés à des expositions faibles mais prolongées (Ames et Swirsky Gold, 1997 ; Nasterlack, 2006 ; Acquavella et al., 2002). Le terme « pesticide » recouvre un spectre extrêmement large de molécules. Ces molécules ont des usages et des propriétés différentes qui rendent très compliquée la compréhension de ce qu'on appelle « la pollution par les pesticides ».

Si la viticulture est la seconde source de consommation de pesticides en France (20 % en volumes) après la céréaliculture, cela tient moins à l'importance des surfaces cultivées (3,7 % de la SAU), qu'au nombre de traitements phytosanitaires réalisés par unité de surface (Bazoche et al., 2008a). Cette dépendance de la culture vis-à-vis des pesticides est la conséquence de plusieurs facteurs :

- l'absence de solutions génétiques à court terme. Les hybrides interspécifiques résistants sont interdits par la réglementation car insuffisants quant aux standards de la qualité des produits ;
- l'absence de méthodes alternatives biologiques ou culturales susceptibles de permettre à court terme une réduction significative des bio-agresseurs les plus dommageables (à l'exclusion des insectes ravageurs) ;
- l'enjeu qualitatif, la production de vendanges saines étant généralement considérée comme une des conditions importantes pour obtenir la qualité de vin requise par le marché.

Pour ces diverses raisons, dans une majorité d'exploitations, les programmes de traitement sont conduits selon une stratégie d'assurance qui débouche sur des effets négatifs sur le plan environnemental ou contribuent à la sélection de souches de bio-agresseurs résistantes aux pesticides. Cette forte dépendance aux pesticides de la culture viticole s'est illustrée en 2006 par un nombre

moyen de traitements de 13,6<sup>2</sup>. Même si ces valeurs moyennes masquent une très forte variabilité des pratiques entre régions de production, mais également au sein de zones géographiques climatiquement homogènes, il est clair que, malgré la mise à disposition d'outils permettant d'aider les viticulteurs à évaluer l'opportunité d'une intervention (modèles bioclimatiques de prévision des risques, données issues de réseaux d'observation,...) pour diminuer l'utilisation de produits phytosanitaires, la variabilité interannuelle du nombre d'applications est plus faible que la variabilité observée entre les exploitations.

## **1.2. De la nécessité d'aborder la réduction des pesticides de manière intégrée**

### ***Des réflexions entamées depuis longtemps, sans efficacité suffisante***

De nombreuses démarches ont été engagées (Belis-Bergouignan et Cazals, 2006) pour améliorer les performances environnementales du secteur, tant d'ailleurs pour réduire les effets nocifs sur l'environnement que pour des raisons commerciales ayant trait à l'image du produit aux yeux des consommateurs. Mises en place à l'initiative d'opérateurs privés, ces démarches visent, par l'application de cahiers des charges plus exigeants, à valoriser une signature ou une marque (viticulture biologique, intégrée, raisonnée, certification environnementale). Il s'agit, selon les cas, de viticulteurs, de coopératives, de négociants ou de distributeurs, qui agissent alors dans le cadre de stratégies de différenciation visant des cibles particulières de consommateurs. D'autres démarches relèvent des pouvoirs publics qui interviennent à travers le renforcement de la réglementation. Leur intervention s'effectue par le resserrement des contraintes de production ou la mise en place de mécanismes d'incitation. Cependant, malgré les efforts réalisés à ces différents niveaux, l'adaptation des pratiques reste insuffisante, tant le nombre de viticulteurs engagés dans ces pratiques reste minoritaire. Et les démarches préconisées par la recherche et les instituts techniques restent d'une extension modérée, alors même que l'opinion publique commence à être alertée par des campagnes de presse de plus en plus précises.

Le problème posé est complexe et révélateur des questions soulevées en matière de développement durable : d'un côté, le relèvement du niveau d'exigence par les pouvoirs publics ou des opérateurs privés peut améliorer les performances environnementales du secteur ; d'un autre côté, la mise au point de stratégies améliorant la performance environnementale ne semble pas si facile à mettre au point ni à être diffusées. Enfin, les stratégies alternatives peuvent induire des surcoûts susceptibles de réduire les gains de certaines catégories d'acteurs, et entraîner, à la fois, un renchérissement des produits et une exclusion du marché d'une partie des producteurs, déjà en difficulté dans le contexte de crise actuelle du secteur viticole. Dès lors, trois questions semblent devoir être examinées pour identifier et évaluer les marges de manœuvre pour améliorer les performances environnementales des exploitations viticoles :

- *Peut-on concevoir des stratégies de traitement susceptibles de réduire de façon significative les quantités de pesticides utilisés en viticulture, et cela de façon compatible avec les objectifs de production privilégiés de façon générale dans le secteur des vins d'AOC ?*
- *Dans quelle mesure l'adoption de telles pratiques plus respectueuses de l'environnement peut-elle modifier les équilibres technico-économiques au sein de l'exploitation, tant au niveau des coûts de production que du point de vue du niveau des risques économiques auxquels le viticulteur doit faire face ?* Dans la littérature, l'idée d'un surcoût économique généré par ces pratiques a souvent été avancée comme explication à la difficulté de mise en œuvre de bonnes pratiques en viticulture (Saint-Gès, 2006). Le manque d'évaluation économique en parallèle des stratégies alternatives proposées est souvent mis en avant. Or en l'état actuel, cette évaluation est difficile notamment car les pratiques phytosanitaires des viticulteurs sont mal connues et qu'il existe peu de données disponibles et accessibles. Elle pose également question quant à la pertinence des méthodes mises en œuvre ;

---

<sup>2</sup> Enquête pratiques culturelles SCEES, 2007.

- *Quels leviers d'action faut-il privilégier pour inciter à l'adoption de ces pratiques et quelle doit être la part d'intervention qui doit relever des pouvoirs publics et celle qui peut relever des stratégies des opérateurs privés ?*

### ***Des réponses nécessitant des programmes de recherche intégrés***

Différents auteurs ont mis en évidence le besoin de changer le mode de raisonnement des pratiques phytosanitaires pour réduire la pollution diffuse et contribuer à l'évolution de la protection des cultures selon le concept de développement durable (Griffon, 2006). Un double sens peut être donné à la notion d'approche intégrée. D'abord, elle explicite le regroupement des savoirs disciplinaires de plusieurs domaines, qui couvrent les connaissances biologiques, agronomiques, économiques et sociales sur les stratégies de traitement phytosanitaires en viticulture et leurs conséquences. Un tel travail pluridisciplinaire est à la base de la construction de nouvelles stratégies viables pour les viticulteurs et les territoires auxquels ils appartiennent. La modélisation et l'expérimentation sur lesquelles il repose deviennent alors des outils intégratifs pour les différents champs disciplinaires en plus d'être le résultat des travaux. Ensuite, ces nouvelles stratégies, pour être mises au point, expérimentées et diffusées, peuvent appeler un autre type d'approche intégrée : le regroupement des acteurs de plusieurs institutions impliqués à différents niveaux dans la recherche et le développement. Il s'agit alors de faire participer des acteurs de champs sociaux différents à un projet commun (chercheurs, conseillers, techniciens du développement, agriculteurs, etc.) (Lançon et al., 2008 ; Goulet et al., 2008). En combinant ces appréhensions de l'approche intégrée, un certain nombre de programmes de recherche proposent de nouvelles voies de résolution des questions posées. Deux objectifs sont souvent mis en avant pour justifier ces nouvelles façons de travailler :

- *l'approche intégrée pour répondre à la complexité.* Les questions posées par la prise en compte de la dimension environnementale dans les pratiques viticoles amènent à travailler sur des approches complexes combinant souvent les trois dimensions de la durabilité (l'environnemental, l'économique et le social), que ce soit à l'échelle de la parcelle ou celle d'un territoire, en passant par celle de l'entreprise. Or cette approche pluridimensionnelle exige de réunir de multiples champs disciplinaires pour tenter de répondre aux questions posées. Il faut ajouter qu'en agriculture, l'approche systémique des phénomènes renforce souvent le besoin de travailler sur plusieurs champs scientifiques en même temps. Si elle semble facile à concevoir, cette approche pluridisciplinaire comporte pourtant des exigences, des difficultés pas toujours aisées à dépasser car il ne s'agit pas de juxtaposer les disciplines ou de mener des recherches en parallèle, mais bien de travailler ensemble sur des objets communs.
- *l'approche intégrée pour répondre de manière plus « opérationnelle ».* L'urgence de certaines questions, le besoin d'innovations technologiques amènent à envisager de faire travailler dès l'émergence d'un projet un groupe pluridisciplinaire agissant à différents niveaux (agriculteurs, conseillers, formateurs, chercheurs). Ainsi, la construction de stratégies innovantes est collective (on parle alors de co-construction (Massé et Doré, 2008)), prenant en compte aussi bien des aspects conceptuels que des aspects plus opérationnels pour apporter plus rapidement des réponses. Les connaissances apportées par les différents acteurs peuvent se combiner de manière à améliorer les réponses apportées par la recherche dans le sens d'une mise en œuvre plus rapide sur le terrain, c'est-à-dire d'une diffusion plus large.

Ainsi, le programme fédérateur Agriculture et Développement Durable (ADD), initié par différentes institutions telles que l'INRA, le Cemagref, le CIRAD et confié à l'ANR, proposait dès l'appel à projets en 2005 entre autres d'aborder le développement durable « comme le vecteur de pratiques de recherche visant l'intégration des connaissances et celle des actions de développement » (Godard, 2009).

### **1.3. Vin et environnement et GeDuQuE, deux programmes intégrés pour la réduction des produits phytosanitaires**

D'une façon générale, les recherches actuelles visant à une réduction des pesticides utilisés en viticulture explorent quatre grandes voies d'action à différents niveaux d'avancement :

- le renforcement des défenses naturelles de la vigne par l'application de produits éliciteurs ;
- les solutions génétiques visant à la création de variétés plus résistantes ;
- l'innovation technologique au niveau des matériels de pulvérisation afin de mieux moduler les quantités appliquées selon les caractéristiques du couvert végétal ;
- la mise au point de nouvelles stratégies de traitement, s'appuyant sur des raisonnements innovants en matière de couverture des risques.

C'est de cette dernière voie dont il est question ici. En effet, face aux stratégies de protection courantes, qui minimisent les risques par une application régulière de fongicides, il n'existe pas aujourd'hui d'alternatives susceptibles d'apporter une bonne maîtrise des risques tout en réduisant significativement la charge d'intrants qui puisse être disponible à court terme. Deux projets ADD ont donc travaillé sur l'évaluation de l'intérêt de modèles de décision répondant à un tel objectif, et ce de manière intégrée à travers une approche pluridisciplinaire.

➤ **Innovations agro-écologiques et organisationnelles pour une Gestion Durable de la Qualité de l'Eau (GeDuQuE) dans des régions de monoculture à forts niveaux d'intrants phytosanitaires<sup>3</sup> (2005-2009)**

Les menaces de pollution des eaux par des produits phytosanitaires que les agriculteurs utilisent souvent de façon intensive questionnent la durabilité des systèmes de monoculture (semi-)pérennes comme ceux des bassins viticoles en Languedoc. Leur faible biodiversité limite la régulation des pathosystèmes. La préservation de la qualité des eaux a un coût, souvent supporté collectivement et les agriculteurs hésitent à intégrer les coûts d'innovations visant à réduire l'impact environnemental de leur activité. Enfin, la cohabitation fréquente avec d'autres activités humaines et la concurrence pour la ressource en eau multiplient le nombre d'acteurs concernés par le devenir de ces activités agricoles. La faible diffusion de techniques de production moins polluantes témoigne de l'existence d'obstacles liés à la fois à un déficit de connaissances fondamentales et d'alternatives techniques opérationnelles et à des freins organisationnels, économiques et sociaux qui jouent à différentes échelles d'espace (parcelle, exploitation agricole, bassin versant, zone de collecte des produits...) et de temps.

L'hypothèse est faite dans ce projet qu'un effort de mise en cohérence d'innovations techniques et organisationnelles et d'évaluation de leurs conditions d'adoption reste à faire. C'est pourquoi il mobilise des compétences en sciences biophysiques (agronomie, pédologie, hydrologie) et humaines (économie, sociologie, géographie) autour de trois grands objectifs scientifiques :

- identifier et mettre en cohérence dans l'espace et dans le temps des innovations techniques à finalité écologique permettant de réduire les flux de produits phytosanitaires, de la réduction de la pression parasitaire à la limitation de la source de polluants au sol et de leur diffusion dans les bassins versants ;
- évaluer les conditions d'adoption, de mise en œuvre et d'adaptation de ces innovations candidates par les exploitations agricoles ;
- identifier et évaluer certaines formes d'organisation collective permettant aux différents acteurs de préserver durablement la ressource en eau, la ressource en eau n'étant privilégiée qu'en raison des facilités de mesure qu'elle fournit et par les facilités de gestion à cette échelle spatiale qui lui conférera une place croissante dans les schémas de gestion de la pollution.

GeDuQuE se situe d'emblée dans une approche intégrée combinant innovations techniques, organisationnelles et évaluation de la diffusion de ces innovations.

---

<sup>3</sup> Equipes participantes (pour les bassins viticoles) : UMR INRA Innovation, Montpellier UMR Cemagref Itap, UMR CNRS Lameta, UMR INRA Lisah, UMR Listo Dijon.

➤ **Vin et environnement : Quelles interventions publiques et privées pour réduire l'utilisation des traitements phytosanitaires dans le secteur du vin ?<sup>4</sup>**

Le projet ADD Vin et environnement part de la complexité de la question de la réduction de l'usage des pesticides en viticulture. D'un côté, le relèvement du niveau d'exigence par les pouvoirs publics ou des opérateurs privés peut améliorer les performances environnementales du secteur. D'un autre côté, il peut induire les gains de certaines catégories d'acteurs, et entraîner, à la fois un renchérissement des produits et une exclusion d'une partie des producteurs, déjà en difficulté dans le contexte de crise actuelle du secteur viticole. La question qui se pose alors est la suivante : existe-t-il des marges de manœuvre pour améliorer, sur des bases compatibles avec les contraintes économiques, les performances environnementales des exploitations viticoles ? Pour répondre à cette question, il faut pouvoir progresser dans trois directions :

- pour cerner, tout d'abord, les marges de manœuvre pour une adaptation des pratiques phytosanitaires au niveau de l'exploitation, il faut mieux comprendre et analyser les arbitrages entre les quantités produites, les qualités obtenues et la vulnérabilité de l'exploitation ;
- il faut, d'autre part, pouvoir raisonner en dynamique, en inscrivant l'amélioration des performances environnementales dans un schéma de remontée progressive du niveau d'exigence, compatible avec les intérêts économiques des diverses parties prenantes ;
- il faut, enfin, mieux cerner la part d'intervention qui doit relever des pouvoirs publics et celle qui relève des stratégies des opérateurs privés.

Ces différents points structurent le projet ADD Vin et environnement dont l'enjeu principal est de contribuer à une meilleure intégration des approches biotechniques (agronomie et phytopathologie) et économiques. Il s'agit là en effet d'une condition majeure pour être en mesure de déboucher sur des résultats susceptibles d'aider aux décisions publiques et privées.

Engagés sur 3 ans, les deux programmes organisés autour d'ateliers (ou work package) ont tenté de répondre à ces objectifs. Achievés début 2009, ils ont fait l'objet de synthèses finales présentés lors de séminaires au printemps et à l'automne 2009 (*Séminaire final des projets portant sur la viticulture et le développement durable, Programme fédérateur Agriculture et Développement Durable*, INRA Paris, 2 Avril 2009, et *Colloque Agriculture et Développement Durable - Résultats des projets 2005-2009*, Eurosites Paris, 19 & 20 octobre 2009). Il s'agit maintenant d'illustrer par l'exemple ce qu'une démarche privilégiant l'acceptation pluridisciplinaire de la notion d'approche intégrée peut produire comme résultats sur l'usage des pesticides en viticulture. L'examen des résultats ainsi que des apports et des limites de l'approche intégrée menée dans ces deux exemples, issus du premier appel à projets ANR Agriculture et Développement Durable (2005-2009), constitue la seconde partie de la communication.

## **II. L'APPROCHE INTEGREE A BESOIN D'OUTILS ADAPTES**

Lancés avec la première vague du programme fédérateur ANR Agriculture et Développement Durable en 2005, les projets GeDuQuE et Vin et environnement ont pour caractéristique commune de travailler sur la réduction des pesticides en viticulture. Antérieurs au Grenelle de l'environnement et au plan Ecophyto 2018 (Paillotin, 2008), ils poursuivent des objectifs différents tout en utilisant une démarche analogue. C'est pourquoi il est intéressant non de les comparer mais de tenter de voir en quoi leur démarche intégrée a pu apporter des résultats intéressants ; puis d'aborder leurs apports et leurs limites dans une démarche réflexive.

---

<sup>4</sup> Equipes participantes : UMR INRA Aliss, UPR Egérie (Enitab), UMR INRA EGFV, Bordeaux, UMR Cemagref Itap UMR INRA ENITAB Santé végétale.

## 2.1. Les principaux résultats de l'approche intégrée engagée dans les projets

### ➤ *GeDuQuE : Une approche intégrée pour la conception et l'évaluation d'innovations*

Au cours du projet, un cadre générique a été défini pour intégrer les différentes approches disciplinaires afin de répondre aux trois objectifs fixés et énoncés ci-dessus. Pour répondre au premier objectif, identifier et mettre en cohérence dans l'espace et dans le temps des innovations techniques à finalité écologique permettant de réduire les flux de produits phytosanitaires, l'accent a été mis sur les interactions entre techniques et entre échelles de mise en œuvre, une attention particulière étant portée à l'agencement spatial des pratiques, aux effets de seuil (de superficies contiguës) et à l'effet de changements d'aménagements anthropiques comme les réseaux de fossés ou de haies. Dans les bassins viticoles, des enquêtes ont permis d'analyser la diversité des modèles d'action en matière d'entretien du sol et de protection phytosanitaire puis de produire une typologie des modèles d'action innovants observés.

Pour évaluer les conditions d'adoption, de mise en œuvre et d'adaptation de ces innovations candidates par les exploitations agricoles, une analyse des facteurs contribuant aux choix stratégiques en matière d'interventions culturales et les mécanismes d'élaboration de la décision tactique a été menée : objectifs de production (quantité, qualité), gestion des ressources productives, coûts et économies permises par les alternatives techniques, gestion des risques, circulation de l'information, environnement réglementaire et commercial. La compatibilité des ces innovations techniques avec les systèmes de culture existants a été vérifiée à l'aide d'un modèle bioéconomique. Les performances économiques et environnementales des systèmes de culture innovants ont été évaluées à l'aide de modèles biophysiques et d'indicateurs. Cette évaluation a été concentrée à l'échelle du bassin versant dans les bassins viticoles (scénarios de distribution spatiale des systèmes de culture innovants et conséquences sur le dépôt et le transport de polluants). Enfin l'adoptabilité des innovations a été évaluée par enquêtes auprès des agriculteurs et les conditions d'adoption identifiées à l'aide d'un modèle économétrique. Ainsi les pratiques des viticulteurs dépendent à la fois des attributs des innovations (intensité d'usage des pesticides), des attributs des incitations (durées des contrats, prix, subventions), de l'attitude des viticulteurs vis-à-vis de l'activité d'innovation, de leur accès à l'information mais aussi des contraintes et structures des exploitations viticoles (trésorerie, travail) (Blazy, 2008).

Pour identifier et évaluer certaines formes d'organisation collective permettant aux différents acteurs de préserver durablement la ressource en eau, un travail sur une meilleure connaissance du système de production et de diffusion de l'information scientifique et technique (encadrement technique, réseaux relationnels...), et sur l'identification des entités collectives qui jouent localement sur les émissions de polluants et des instruments qu'elles mettent en place a été réalisé. L'influence du contexte institutionnel a été examinée de deux manières. Des simulations de mécanismes incitatifs ou répressifs ont été réalisées et leur impact potentiel sur les choix stratégiques des exploitations agricoles évalué. Par ailleurs, le rôle des réseaux d'information entre agriculteurs et avec leurs interlocuteurs a été étudié en relation avec la diffusion des innovations.

### ➤ *Vin et environnement*

#### *La conception et l'expérimentation de nouvelles stratégies d'intervention pour la maîtrise des risques sanitaires : le POD Mildium*

Face aux stratégies de protection d'assurance plutôt sécuritaires qui minimisent les risques, donc les aléas de production, mais à coûts élevés d'intrants, on ne dispose pas aujourd'hui de stratégies alternatives susceptibles d'apporter un bon niveau de garantie sur la maîtrise des risques tout en réduisant significativement la charge d'intrants. Il était donc intéressant, dans le cadre de ce projet, d'évaluer l'intérêt d'un modèle de décision répondant à un tel objectif. La démarche privilégiée a été celle proposée par l'UMR INRA Santé Végétale (Bordeaux). Le nouvel outil proposé et expérimenté présente l'originalité de coupler les deux pathogènes majeurs de la vigne, le mildiou et l'oïdium, dans un même processus opérationnel de décision (POD Mildium). Il a donné lieu à un travail de validation

et d'affinement par une mise à l'épreuve sur les domaines expérimentaux de l'INRA de Bordeaux en 2005 et 2006, puis en situations réelles d'exploitations en 2007, 2008 et 2009. Sa formalisation a été conduite en collaboration étroite avec l'UMR Itap du Cemagref.

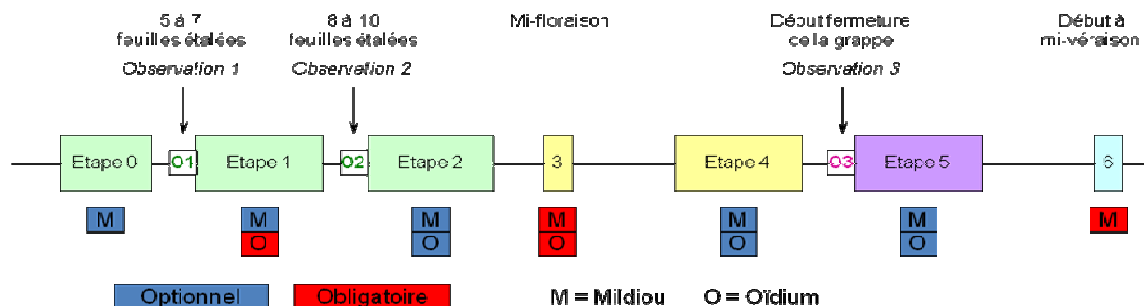


Figure 1 : Le Processus Opérationnel de Décision (POD) Mildium (Rapport ADD Vin et environnement)

### *Outils et références pour l'évaluation technico-économique: la méthode OBC*

L'adoption de pratiques respectueuses de l'environnement peut modifier les équilibres technico-économiques auxquels le viticulteur doit faire face. La validité des stratégies alternatives de traitement qui peuvent être proposées doit donc être confirmée en tenant compte de leurs impacts sur (i) l'organisation du travail au sein des exploitations, (ii) les coûts de production et, de façon plus large, les performances économiques des exploitations, (iii) les risques associés à ces nouvelles stratégies. Il faut pouvoir tendre vers des analyses fréquentielles et estimer des distributions de performances (quantité, qualité, économiques) selon les conditions de l'année et sous l'effet de stratégies de conduite déterminées. Le recours à la modélisation et à la simulation s'avère ici un support important, à la fois pour formaliser les stratégies à évaluer et pour en mesurer les impacts technico-économiques sur l'exploitation. Dans cette perspective un travail méthodologique (la méthode Operation Based Costing, OBC (Ugaglia, 2009)) et de mesure des coûts de production a été réalisé par l'UPR Egérie (Enita Bordeaux) reposant sur la formalisation du POD Mildium. Elle a notamment permis de montrer que des économies potentielles existent (hors coût de transition) pour cette nouvelle stratégie. Les premiers résultats malgré tout indiquent que l'évaluation économique n'est pas un critère si décisif pour expliquer la lenteur de l'adoption de ces stratégies alternatives ; d'abord parce qu'il n'y a pas forcément de surcoût quand on adopte une stratégie économe en pesticides ; et ensuite parce qu'il ressort clairement que les raisons de choix d'adoption de viticulteurs ne sont pas simplement économiques. La question du déclic initial, de la prise de conscience par l'agriculteur qu'il faille prendre en compte l'environnement et pas seulement le risque productif ou économique pour l'entreprise est importante.

### *Leviers d'action pour inciter à l'adoption de nouvelles stratégies de traitement*

Dans le projet, le but a été de cerner les marges de manœuvre existantes sur le plan de la valorisation des engagements environnementaux par les consommateurs pour, à partir de là, cerner la part qui peut relever des stratégies privées et celle qui doit relever de l'action publique. Pour étudier la possibilité de valorisation, auprès des consommateurs, d'une réduction de l'usage des pesticides, les méthodes de l'économie expérimentale ont été choisies (Bazoche et al., 2008b). Sur la base des dispositifs de ce type, ont été mesurés :

- l'arbitrage prix - qualité sensorielle - qualité environnementale fait par des consommateurs,
- la perception de la dimension environnementale selon le type d'information transmise aux consommateurs, l'impact de chaque type de signal porté sur l'étiquette, en particulier selon qu'il est garanti par un producteur, un négociant ou un distributeur.

A travers cette démarche, on a montré que la valorisation potentielle des consommateurs pour des vins élaborés avec des stratégies économes en pesticides était très limitée. De plus, l'étude a montré que le comportement des consommateurs était influencé par l'information donnée ainsi que par sa qualité. Ainsi, les consommateurs semblent plus sensibles aux aspects santé qu'environnementaux.

Par ailleurs, le projet s'est orienté vers la conception d'un modèle bioéconomique dont l'objectif a été de servir de support formalisé d'une approche intégrée mobilisant les connaissances disponibles dans les champs agronomiques, phytopathologiques et économiques (UMR Aliss, UMR EGFV, UMR Santé végétale, UMR Itap, UPR Egérie). Le modèle vise à simuler, pour une parcelle de vigne, l'impact environnemental (appréhendé à travers le nombre de traitements) et l'impact économique, d'un itinéraire technique de protection phytosanitaire et des processus de décision associés.

Les deux projets ont donc apporté des réponses aux questions qu'ils avaient formulées lors de leur conception. Modèles, enquêtes, expérimentation et simulation sont les principaux outils mobilisés par ces programmes. Cependant, l'approche intégrée qu'ils ont suivie repose également sur d'autres caractéristiques.

## **2.2. Les apports et limites des deux projets**

Comme dans tout projet de recherche, des apports et des limites peuvent être soulignés. C'est à travers la logique d'intégration que ceux-ci seront examinés. Deux apports ressortent : la démarche commune et l'utilisation de la notion de modèle comme moteur de la recherche.

### *2.2.1. Les apports : la formalisation commune d'une démarche, le modèle comme outil*

La démarche intégrée menée dans les projets GeDuQuE et Vin et environnement a commencé par un préalable qui se révèle indispensable : la formalisation d'une démarche commune et rigoureuse. Pour permettre aux différentes disciplines de dialoguer et de construire des projets, un vocabulaire et une conception des objets de recherche commune sont nécessaires. Souvent, ces cadres de formalisation existent déjà pour chaque discipline mais avec des entrées et des niveaux d'étude différents. Il a donc fallu les adapter aux autres champs de connaissance dans l'objectif d'une formalisation commune. Pour le projet Vin et environnement, cela s'est notamment traduit par la création d'un vocabulaire commun définissant les itinéraires techniques de production de raisin avec un formalisme commun (itinéraire découpé en opérations, elles mêmes découpées en tâches). Alors que les agronomes, les phytopathologistes et les gestionnaires utilisent déjà ces notions dans leur discipline respective, il a fallu harmoniser et définir en commun un dictionnaire des opérations culturales. A partir de cette conceptualisation partagée, le travail d'articulation entre les agronomes, les phytopathologistes et les gestionnaires pour concevoir des itinéraires techniques économes en produits phytosanitaires et en évaluer la performance économique a pu se mettre en place. Cette harmonisation commune a le grand avantage de permettre à des disciplines différentes d'échanger et de construire des modèles à partir d'une vision commune des objets d'étude. Sans cette harmonisation, le travail intégré ne peut s'engager.

Le second apport de la démarche intégrée réside dans l'utilisation qui est faite des modèles. Outils « classiques » des chercheurs, les modèles sont particulièrement utilisés dans les sciences agronomiques pour concevoir des systèmes innovants (Meynard et al., 2006, Jeuffroy et al., 2008). Ils permettent l'articulation des travaux des différentes disciplines et l'évaluation des performances aussi bien environnementales, qu'économiques voire sociales des innovations étudiées. C'est ce qu'a proposé GeDuQuE en combinant des modèles physiques, des modèles d'action, des modèles bioéconomiques. Le chaînage de modèles existants dans différentes disciplines a ainsi permis de nourrir un cadre commun. Reliés les uns avec les autres car tournés vers la même stratégie, les modèles « chaînés » ont permis de déboucher plus vite sur des résultats évaluables et autorisant un meilleur bouclage de l'étude des innovations.

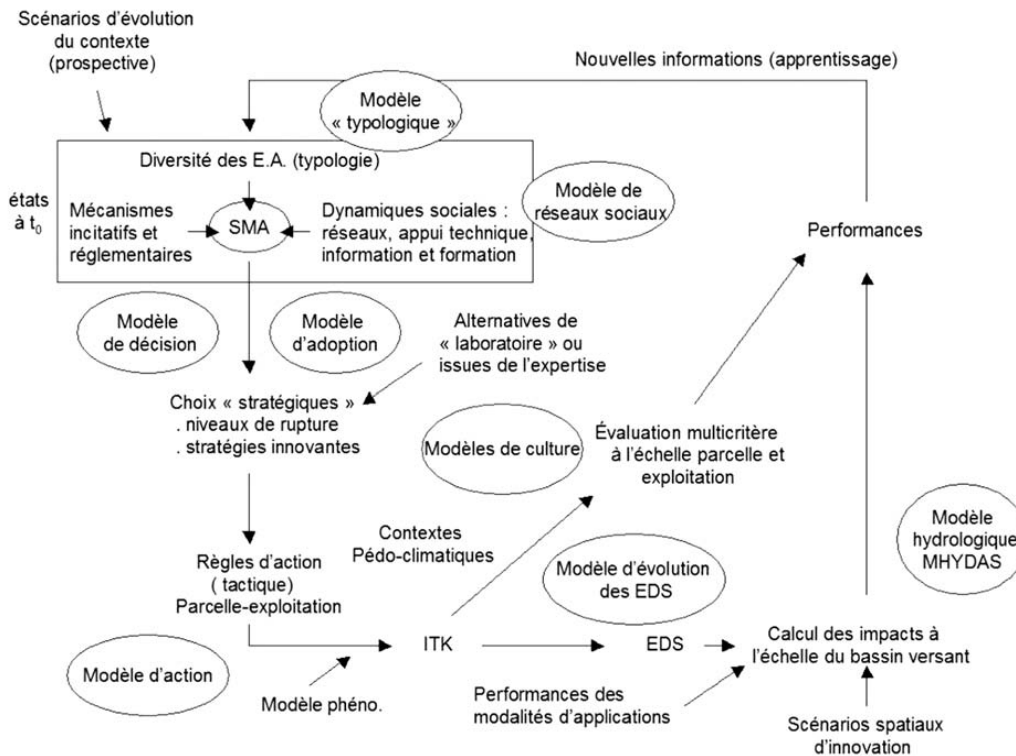


Figure 2: Le chaînage des modèles pour la conception et l'évaluation d'innovations (Rapport ADD GeDuQuE)

Par ailleurs, les modèles mis en œuvre dans les démarches intégrées fédèrent et peuvent constituer la base de la construction pluridisciplinaire. C'est ainsi que le modèle bioéconomique produit dans le projet Vin et environnement a été un outil de dialogue plus que d'obtention de résultats, au moins dans un premier temps. Ce modèle, parce qu'il est commun aux champs différents disciplinaires du projet, comprend les bases de raisonnement de chaque domaine (agronomie, phytopathologie, économie et gestion). Il a facilité la mise en commun de ces champs de connaissance, facilitant ainsi l'émergence d'innovations plus abouties. De plus, en fournissant des simulations intégrant plusieurs dimensions scientifiques, ce modèle aboutit également à des résultats plus mesurables, plus évaluables. Ainsi, la mise en œuvre du POD Mildium a pu être évaluée sur le plan économique à partir de scénarios climatiques.

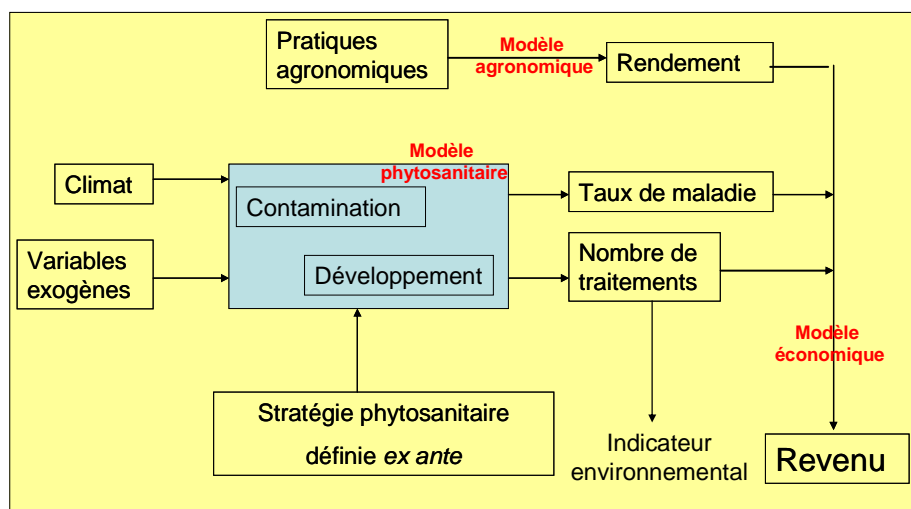


Figure 3 : Le modèle bioéconomique dans l'analyse des scénarios d'évolution des pratiques (Rapport ADD Vin et environnement)

Chaque programme, parce qu'il a fait l'objet d'une démarche intégrée, a donc innové dans l'usage de la notion de modèle, d'une part en lui donnant un rôle « fédératif » des disciplines par le chaînage (GeDuQuE), mais aussi en permettant d'autre part de se regrouper sur une modélisation commune, le modèle bioéconomique (Vin et environnement).

### 2.2.2. Les limites de la démarche, les freins identifiés dans les deux projets

En premier lieu, comme cela a été expliqué précédemment, l'approche intégrée développée dans ces projets a porté sur la mise en commun de champs disciplinaires scientifiques différents. Elle n'a pas associé d'autres acteurs que des équipes de recherche à la conception et l'évaluation de stratégies alternatives. La conception des stratégies innovantes n'a pas été le fruit d'un travail de partenariat avec les organismes de développement et de transfert. Pour autant, les expérimentations ont bien accompagné les programmes, avec mesures et évaluations *ex post* en sollicitant parfois ces interlocuteurs. GeDuQuE et Vin et environnement montrent que, dans les freins à l'adoption des stratégies, la motivation des acteurs (les viticulteurs) est une condition souvent décisive. Il semble alors non négligeable pour la réussite d'une nouvelle innovation environnementale d'envisager une co-construction avec les acteurs du terrain. Incontestablement, sur la durée des projets, une telle démarche était difficile à envisager au stade d'avancement des innovations étudiées. Toutefois, au moins pour le projet Vin et environnement, elle constitue une perspective puisque dans la continuité du programme ADD, un projet a été accepté par le MAAP<sup>5</sup> sur un sujet similaire et conduit en partenariat avec les Chambres d'agriculture et Instituts techniques.

Ensuite, un second frein perçu est la difficulté à intégrer la dynamique de changement dans la démarche intégrée. Vouloir évaluer économiquement des stratégies alternatives pose par exemple deux types de problèmes :

- le calcul du coût des alternatives est problématique parce que celles-ci ne sont ni « additives » ni « soustractives » puisqu'elles amènent à une reconfiguration du système. Donc l'alternative en elle-même n'a pas d'impact direct, c'est le système reconfiguré qui impacte le milieu et a des conséquences sur les performances économiques. Lorsque l'innovation n'est pas connue ni pratiquée à grande échelle par les agriculteurs (innovation au stade expérimental, il est difficile de concevoir ce que sera le système reconfiguré. Il s'agit donc d'évaluation *ex ante* pure. La caractérisation de la reconfiguration/évolution du système dans lequel s'insère le changement pose donc problème. Dans tous les cas, le recours à la modélisation (biophysique, bioéconomique mais aussi spatiale) et à une évaluation multicritères a été le passage obligé et une collaboration entre disciplines a été souvent nécessaire pour dépasser cette difficulté.
- l'évaluation économique prend mal en compte le phénomène d'apprentissage, les ajustements, adaptations, essais-erreurs qui transforment l'innovation (et l'exploitation agricole) chemin faisant<sup>6</sup>, d'où l'importance de la notion de trajectoire technologique. Le pas de temps d'observation est déterminant pour évaluer l'intérêt d'une stratégie innovante. Or les modèles mobilisés raisonnent très peu sur des périodes, mais sur des campagnes. Les stratégies étudiées dans les projets GeDuQuE et Vin et environnement ne sont pas figées, uniques, mais dépendent de paramètres variables dans l'espace et dans le temps. Le passage d'une agriculture systématique à une protection intégrée poussée ne peut se réaliser que progressivement en passant par des étapes et des épreuves spécifiques à différents contextes. Se rajoutent enfin les difficultés à évaluer les coûts de l'innovation (ou des alternatives) et l'évaluation du niveau de performances lorsque le résultat devient très incertain (variation des niveaux de rendement et de la qualité difficiles à prévoir). La mise en œuvre d'une démarche de recherche intégrée n'a pas encore su résoudre cette complexité.

---

<sup>5</sup> Appel à projets A2PV du Ministère de l'agriculture : projet SyDÉRÉT 2008-2012.

<sup>6</sup> Cette question de l'apprentissage pour la mise en œuvre de la protection intégrée (IPM) est abondamment déclinée dans la littérature ; les auteurs pointant son extrême importance. Autrement dit, et pour revenir à la question des freins, tout ce qui concourt à ne pas favoriser l'apprentissage (avec notamment une dimension collective importante) constitue un handicap.

La gestion du risque constitue la dernière limite de la démarche intégrée. Les stratégies alternatives proposées accroissent la notion de risque. L'appréciation du risque épidémique, productif et donc *in fine* financier a-t-elle été suffisante dans les projets ? La protection systématique « traditionnelle » élimine le risque productif (rendement et qualité) et le risque économique (tant que les pesticides sont peu chers en comparaison du produit brut) par une stratégie de sur-protection, ce qui revient à aligner la protection de tout le vignoble de l'exploitation sur la vigne la plus sensible. A partir du moment où le principe est d'ajuster les traitements au strict nécessaire, le « nécessaire » est variable selon chaque parcelle de l'exploitation. Considérant qu'il est impossible, pour des raisons de temps de travail de gérer un domaine à la parcelle, il faut alors aligner la protection sur une (des) parcelle(s) de référence et traiter de la même manière les parcelles qui y sont affiliées. Il devient alors possible que certaines parcelles n'atteignent pas les résultats escomptés certaines années, d'où une variabilité des résultats finaux. Dans le projet GeDuQuE, les raisons d'uniformité de traitement du vignoble ont été abordées et ont conduit à identifier des contraintes liées aux pratiques organisationnelles de l'exploitation. Actuellement, des connaissances manquent pour déterminer le niveau de gestion *ad hoc* (nombre d'îlots, identification d'îlots homogènes). Des éléments de quantification de cette variabilité potentielle entre parcelles ont été identifiés dans les deux projets, mais on manque encore de certitudes pour généraliser les connaissances obtenues sur des parcelles au niveau de l'exploitation. La démarche intégrée n'a donc pas encore permis d'avancées significatives en matière de perception des risques par les viticulteurs.

## Conclusion

Face à la nécessité d'apporter des réponses à l'utilisation intensive des pesticides en viticulture, plusieurs programmes de recherche sur le sujet ont été menés ces dernières années, en privilégiant la mise au point de stratégies de traitements limitant l'usage de ces produits. Des projets de recherche récemment menés dans le cadre de l'appel à projets Agriculture et Développement Durable de l'ANR ont apporté des réponses nouvelles à ces questions en développant une démarche intégrée, c'est-à-dire pluridisciplinaire entendue comme l'articulation et la combinaison des connaissances de différentes disciplines pour élaborer des solutions viables.

En se basant sur deux de ces projets de recherche (GeDuQuE et Vin et environnement) centrés sur la réduction de l'usage des pesticides en viticulture, les apports et limites de cette approche intégrée sont soulignés. En mobilisant des équipes de recherche issues de champs scientifiques divers, les deux projets ont montré que des voies vers la réduction significative de l'utilisation des produits existent et peuvent se développer. La formalisation des raisonnements conceptuels, l'utilisation d'outils communs comme les modèles bioéconomiques et le chaînage de modèles sont les principaux avantages de l'approche retenue.

Toutefois, l'absence de prise en compte des multiples acteurs de la recherche et du développement agricole, les limites du champ économique pour apprécier le changement, la difficile prise en compte de la gestion du risque restent cependant des limites qu'il faudra dépasser pour aller vers une meilleure efficacité des stratégies proposées.

Si la démarche intégrée est positive et constructive pour aller vers des solutions plus respectueuses de l'environnement quant à l'usage des produits phytosanitaires, la question de savoir si les alternatives proposées sont sûres, c'est-à-dire efficaces dans la grande majorité des cas et chaque année, se pose toujours. Certaines alternatives sont parfois partiellement efficaces et demandent à être utilisées en combinaison avec d'autres actions. Il est alors beaucoup plus difficile de les communiquer et cela oblige à promouvoir des itinéraires techniques cohérents plutôt que des innovations ponctuelles. Les modèles proposés par la démarche intégrée sont restés incomplets sur ce point. La question de leur élargissement à la conception d'itinéraires environnementaux complets de production de raisin (et d'élaboration de vins) se pose comme donc un enjeu fort pour les années à venir.

## Références

- ACQUAVELLA J., DOE J., TOMENSON J., CHESTER G., COWELL J., BLOEMEN L., 2003. Epidemiologic Studies of Occupational Pesticide Exposure and Cancer: Regulatory Risk Assessments and Biologic Plausibility, *Annals of epidemiology*, 13 (1), 1-7.
- AMES B., SWIRSKY GOLD L., 1997. Environmental pollution, pesticides, and the prevention of cancer: Misconceptions, *FASEB Journal*, 11, 1041-1052.
- ASSEMBLEE NATIONALE, 2003. *Rapport d'information par la Commission des Affaires Economiques, de l'Environnement et du Territoire sur les activités agricoles et la protection de l'environnement*, 19 novembre 2003, 171p.
- AUBERTOT J.N., BARBIER J.M., CARPENTIER A., GRIL J.J., GUICHARD L., LUCAS P., SAVARY S., SAVINI I., VOLTZ M. (éditeurs), 2005. *Pesticides, agriculture et environnement. Réduire l'utilisation des pesticides et limiter leurs impacts environnementaux*, Expertise scientifique collective, synthèse du rapport, INRA et Cemagref (France), 64p.
- BAZOCHE P., CARTOLARO P., DEL'HOMME B., DELIERE L., GOUTOULY J.P., LEGER B., LEROY P., NAUD O., SOLER L.G., UGAGLIA A., 2008 (a). Réduire les pesticides utilisés en viticulture : à quel prix ?, *La Revue des Œnologues*, n°129S, pp. 71-75.
- BAZOCHE P., DEOLA C., SOLER L.G., 2008 (b). Disposition à payer pour les caractéristiques environnementales : une étude expérimentale des consommateurs de vin, *25<sup>ème</sup> journée de micro-économie appliquée*, St Denis de la Réunion, 16p.
- BEDOS C., CELLIER P., CALVET R., BARRIUSO E., 2002. Occurrence of pesticides in the atmosphere in France, *Agronomie*, 22 (1), 35-49.
- BELIS-BERGOUIGNAN M.C., CAZALS C., 2006. Démarches environnementales volontaires, conflit d'usage et proximité – le cas de la viticulture et de l'arboriculture fruitière, *Développement durable et territoires* [en ligne], Dossier 7 : Proximité et environnement, mis en ligne le 26 janvier 2006, consulté le 2 juin 2009, URL : <http://developpementdurable.revues.org/document2623.html>.
- BLAZY J.M., 2008. *Evaluation ex ante de systèmes de culture innovants par modélisation agronomique et économique : de la conception à l'adoption. Cas des systèmes de culture bananiers de Guadeloupe*, thèse doctorat en sciences économiques, INRA Antilles.
- BRGM, 2004. Pesticides dans les eaux souterraines : comprendre pour mieux prévenir. *Les enjeux des Géosciences, Fiches de synthèse scientifique*, 8, 2p.
- GODARD O., 2009. L'agriculture, de développement durable et la recherche – Phase 1, *Colloque Agriculture et Développement Durable – Résultats des projets 2005-2009*, Paris (France), 19 e& 20 octobre 2009.
- GOULET F., 2008. Les agriculteurs innovent par eux-mêmes pour leurs systèmes de culture, in : REAU R. et DORE T. (coord.), *Systèmes de culture innovants et durables – Quelles méthodes pour les mettre au point et les évaluer ?*, Ed. Educagri, 53-70.
- GRIFFON M., 2006. *Nourrir la planète*, Ed. Odile Jacob, Paris, 456p.
- JEUFFROY M.H., BERGEZ J.E., DAVID C., FLENET F., GATE P., LOYCE C., MAUPAS F., MEYNARD J.M., REAU R., SURLEAU-CHAMBENOIT, 2008. Utilisation de modèles pour l'aide à la conception et à l'évaluation d'innovations techniques en production végétale : bilan et perspectives, in : REAU R. et DORE T. (coord.), *Systèmes de culture innovants et durables – Quelles méthodes pour les mettre au point et les évaluer ?*, Ed. Educagri, 109-128.
- IFEN, 2004. Les pesticides dans les eaux. Sixième bilan annuel, *Etudes et travaux*, n°42, données 2002.
- LANCON J., REAU R., CARIOLLE M., MUNIER-JOLAIN N., OMON B., PETIT M.S., VIAUX P., WERY J., 2008. Elaboration à dire d'experts de systèmes de culture innovants, in : REAU R. et

DORE T. (coord.), *Systèmes de culture innovants et durables – Quelles méthodes pour les mettre au point et les évaluer ?*, Ed. Educagri, 91-108.

MASSE J., DORE T., 2008. Conclusion générale, in : REAU R. et DORE T. (coord.), *Systèmes de culture innovants et durables – Quelles méthodes pour les mettre au point et les évaluer ?*, Ed. Educagri, p.169-175

MEYNARD J.M., AGGERI F., COULON J.B., HABIB R., TILLON J.P., 2006. *Recherches sur la conception de systèmes agricoles innovants*, Rapport à la direction de l'INRA, 55p.

PAILLOTIN, 2008. *Rapport final du Président du comité opérationnel « Ecophyto 2018 »*, Chantier 15 « Agriculture écologique et productive », 17 juin 2008, 142p.

Rapport ADD Vin et environnement, 2009. *Rapport final du programme fédérateur ADD Vin et environnement (2005-2009) : Quelles interventions publiques et privées pour réduire l'utilisation des traitements phytosanitaires dans le secteur du vin ?* Ce programme a bénéficié du soutien de l'Agence Nationale de la Recherche. Responsable : L.G. Soler (UMR ALISS).

Rapport ADD GeDuQuE, 2009. *Rapport final du programme fédérateur ADD GeDuQuE (2005-2009) : Innovations agro-écologiques et organisationnelles pour une Gestion Durable de la Qualité de l'Eau (GeDuQuE) dans des régions de monoculture à forts niveaux d'intrants phytosanitaires*. Ce programme a bénéficié du soutien de l'Agence Nationale de la Recherche. Responsable : C. Gary (UMR System).

PAILLOTIN, 2008. *Rapport final du Président du Comité opérationnel « Ecophyto 2018 »*, Chantier 15 « agriculture écologique et productive », MAP, juin 2008, 138p.

REAU R., DORE T. (coord.), 2008. *Systèmes de culture innovants et durables – Quelles méthodes pour les mettre au point et les évaluer ?*, Ed. Educagri, 175p.

SAINT-GES V., 2006. *Innovations environnementales dans la viticulture*. Thèse ès Sciences économiques, Université de Bordeaux IV, 347p.

TAUBER M., 2005. *Agriculture et Environnement*, Regards sur l'actualité, n°315, novembre 2005, 73-85.

UGAGLIA A., 2009. Pratiques de comptabilité analytique en viticulture : des coûts de production au coût des pratiques environnementales, *La Revue du Financier*, n°176, mars-avril 2009.