



## CHARACTERIZING PESTICIDE REDUCTION IN GRAPE GROWING AS AN ENVIRONMENTAL INNOVATION<sup>1</sup>

Adeline UGAGLIA \*, Bernard DEL'HOMME \*

\* 1, cours du Général de Gaulle CS 40201 33175 Gradignan cedex  
University of Bordeaux, ISVV, ENITAB, USC 2032 INRA GAIA  
Bordeaux (France)  
a-ugaglia@enitab.fr ; b-delhomme@enitab.fr

### **Abstract**

Vine is a crop particularly dependent on pesticide use. In France, 20% of agricultural pesticides are used in vineyards which represent only 3% of cultivated areas. Grape growing is therefore very concerned by environmental issues and particularly by problems of water quality. Nowadays, grape growers are confronted with an increasing social demand and have to change their practices. The objective of the paper is to show that the practices allowing significant pesticide reduction are environmental innovations and that they have to be apprehended through the evolutionary approach of environmental innovations. First, we define what an environmental innovation is. Then, we make a literature review about the criteria characterizing innovations in literature with illustrations from the issue of pesticide reduction. The main environmental vineyard protection strategies are presented and described from the guidelines of OCDE, which are completed by other criteria necessary to analyze and differentiate these alternatives. Finally, we highlight that the characterization of pesticide reduction as an environmental innovation implies further research in economics about measuring farms' environmental and economic performances, and identifying the determinants of each possible alternative.

**Key words:** environmental innovation, grape growing, pesticides.

---

<sup>1</sup> Ces travaux ont bénéficié du soutien financier de l'ANR (Agence Nationale pour la Recherche) dans le cadre de l'appel à projet ADD (Agriculture et Développement Durable) et du projet ADD Vin et environnement (2005-2009).

*Characterizing pesticide reduction in grape growing as an environmental innovation*  
*Ugaglia A., Del'homme B.*

**Résumé** — Caractérisation des innovations environnementales pour la réduction des pesticides en viticulture

La viticulture est une activité particulièrement dépendante de l'utilisation des pesticides. En France, 20% des pesticides utilisés en agriculture sont appliqués sur les vignes quand celles-ci ne représentent que 3% des surfaces cultivées. Cela pose notamment des problèmes de qualité de l'eau dans les bassins viticoles. Les viticulteurs sont donc de plus en plus confrontés à la demande sociale et doivent changer leurs pratiques. L'objectif de la communication est de montrer que les pratiques permettant de réduire significativement l'utilisation des pesticides constituent des innovations environnementales et peuvent être appréhendées dans un cadre évolutionniste. Tout d'abord, nous définissons le concept d'innovation environnementale. Puis nous présentons une revue des différents critères utilisés pour caractériser les innovations environnementales. Les principales stratégies de protection des vignobles économes en intrants chimiques sont présentées et décrites d'après les recommandations de l'OCDE accompagnées d'autres critères nécessaires à la différenciation et à l'analyse de ces innovations. Finalement, nous mettons en évidence que ce travail appelle de nouvelles questions de recherche en économie telles que la mesure de la performance environnementale et économique de ces innovations, ainsi que l'identification de leurs déterminants.

**Mots clés** : innovation environnementale, viticulture, pesticides.

## **INTRODUCTION**

La vigne est une culture particulièrement dépendante de la protection phytosanitaire des raisins, ce qui aboutit à un nombre de traitements phytosanitaires très important (SCEES, 2006) et à une utilisation massive de produits chimiques. En France, 20% des pesticides<sup>2</sup> utilisés en agriculture sont appliqués sur les vignes quand celles-ci ne représentent que 3% des surfaces cultivées (Aubertot *et al.*, 2005). Cela pose notamment des problèmes de qualité de l'eau dans les bassins viticoles. Le rapport « Ecophyto 2018 » rédigé suite au Grenelle de l'environnement fixe clairement un objectif de réduction d'utilisation des pesticides en agriculture de 50% d'ici à l'horizon 2018 (Paillotin, 2008). Il est donc nécessaire aujourd'hui que les viticulteurs puissent aller plus loin dans le raisonnement de leurs pratiques afin d'adopter des processus de protection du vignoble qui soient réellement économes en intrants par rapport à leurs pratiques actuelles. Les exploitants sont donc de plus en plus sollicités pour adopter des innovations environnementales afin de diminuer les répercussions négatives sur l'environnement qu'ils génèrent à une échelle collective.

L'objectif de la communication est de montrer que les pratiques permettant de réduire l'utilisation des pesticides constituent des innovations environnementales pour les exploitations et peuvent être appréhendées dans un cadre évolutionniste. Depuis plusieurs années, les processus d'innovation concernant le développement durable et l'environnement ont reçu une attention particulière et grandissante, essentiellement à cause d'une demande sociale pressante de réduction de l'impact des activités humaines sur l'environnement. Des études basées sur les modèles standards de l'innovation ont souligné des résultats intéressants concernant l'introduction de nouvelles pratiques phytosanitaires en viticulture et les opérateurs qui les conduisent (Fernandez-Cornejo, 1998). Toutefois, ils ne permettent pas d'expliquer les mécanismes du changement de pratiques nécessaire pour réduire les pesticides à large échelle dans les vignobles, ni de faire des recommandations en termes de politiques publiques pour encourager les viticulteurs à réduire leur utilisation de pesticides. Les théories et cadres méthodologiques existants ne permettant pas de répondre aux questions suscitées de manière satisfaisante (Rennings, 2000), des travaux de recherche ont été menés et le sont encore afin de concevoir un cadre d'analyse adapté pour les innovations environnementales. Cette communication vise donc à proposer une caractérisation des pratiques de réduction des pesticides qui permette par la suite d'étudier plus avant les modalités de leur adoption et de leur diffusion avec une approche dynamique du changement technologique dans la lignée des travaux de Possas *et al.* (1996). Les pratiques de réduction des pesticides sont ainsi définies comme des innovations environnementales que l'on peut caractériser grâce aux critères classiques de typologie des innovations existants en économie de l'innovation (OCDE, 2005). Toutefois, d'autres critères sont nécessaires pour différencier et analyser ces alternatives à l'utilisation de pesticides de manière systématique. La lutte raisonnée, la lutte intégrée et la lutte biologique sont présentées et décrites à travers différents critères afin de mettre en évidence l'intérêt de prendre en compte leurs spécificités dans les stratégies de promotion de la réduction des pesticides, car ces différents processus conduiront certainement à des trajectoires de changement technologique différenciées dans les exploitations viticoles.

---

<sup>2</sup> Ici, le terme « pesticide » fait référence aux matières actives chimiques de synthèse utilisées pour réduire les dommages causés par les ravageurs, les maladies et les adventices sur les cultures afin de sécuriser les rendements.

Tout d'abord, nous resituons le concept d'innovation environnementale à travers une revue de la littérature (I). Puis nous présentons les différents critères utilisés pour caractériser les innovations environnementales (II). Les principales stratégies alternatives de protection des vignobles économes en intrants chimiques sont ensuite présentées et décrites (III). Finalement, nous mettons en évidence que ce travail appelle de nouvelles questions de recherche en économie telles que la mesure de la performance environnementale et économique de ces innovations et l'identification de leurs déterminants respectifs.

## **1. DEFINITION DU CONCEPT D'INNOVATION ENVIRONNEMENTALE ET APPLICATION A LA REDUCTION DES PESTICIDES EN VITICULTURE**

Alors que la définition générale des innovations est neutre quant au contenu du changement, les innovations environnementales présentent des spécificités liées à la thématique environnementale. Elles sont donc considérées comme spécifiques par rapport aux autres innovations. En effet, elles se distinguent par la direction et le contenu de l'innovation. L'environnement naturel est une dimension centrale dans le développement des technologies. De nombreuses définitions ont été proposées dans la littérature (Oltra, 2008) (cf. annexe 1). Ces définitions possèdent au moins une caractéristique commune : le résultat de l'innovation. Une innovation environnementale conduit, que cela soit volontaire ou non selon les auteurs, à la réduction d'un impact négatif sur l'environnement et/ou sur les ressources naturelles (amélioration de la qualité de l'eau par exemple) voire à une contribution positive pour l'environnement et son maintien (plantation de haies pour favoriser la biodiversité par exemple).

Les différentes définitions ont des contours variés bien que portant toutes sur la préservation de l'environnement. Certaines définitions sont centrées sur la motivation quand d'autres sont basées sur la performance environnementale. Ensuite, les innovations environnementales sont généralement définies par rapport aux technologies alternatives existantes. Elles « *correspondent aux innovations dont les dommages écologiques sont plus faibles que ceux causés par les autres alternatives pertinentes et tout nouveau procédé plus efficace en terme d'utilisation des ressources et de pollution est une innovation environnementale* » (Brouillat, 2008). Enfin, même une innovation présentant un degré de nouveauté relativement faible peut être qualifiée d'innovation environnementale d'après ces définitions. Elles permettent de considérer toutes les innovations qui entraînent une diminution, progressivement ou radicalement, des impacts écologiques négatifs d'une entreprise à travers la mise au point, l'adoption ou la modification de nouveaux produits, procédés, services ou méthodes. Nous proposons de retenir dans notre travail la définition donnée dans le MEI report (2008). Une innovation y est définie comme « *la production, l'assimilation ou l'exploitation d'un produit, d'un processus de production, d'un service ou d'une méthode commerciale ou de gestion qui est nouvelle pour l'organisation (celle-ci la développant ou l'adoptant) et qui se traduit, tout au long du cycle de vie, par la réduction du risque environnemental, de la pollution ou autres impacts négatifs sur l'utilisation des ressources (incluant la consommation d'énergie) par comparaison aux alternatives pertinentes* ». Cette définition est large et basée sur la performance environnementale plutôt que sur l'objectif poursuivi. C'est l'impact environnemental que peut avoir la mise en œuvre d'une innovation qui est important, qu'il s'agisse de son but premier ou non.

L'objectif de réduction des pesticides en viticulture nécessite un changement de pratiques de la part des viticulteurs. De nouveaux processus de protection du vignoble doivent être mis en œuvre dans les exploitations pour améliorer l'impact de cette activité sur l'environnement. Les pratiques qui visent à réduire l'usage des pesticides entrent donc dans le champ des innovations environnementales telles que définies dans le paragraphe ci-dessus. En effet, elles constituent des nouvelles technologies, des nouveaux procédés ou des modalités

d'organisation nouvelles de la protection du vignoble dans les exploitations viticoles dans la mesure où celles-ci les adoptent (sans forcément les développer elles-mêmes) ou les adaptent. Elles doivent conduire à une réduction du risque environnemental, de la pollution et/ou d'autres impacts négatifs en matière d'utilisation de ressources (concernant la qualité de l'eau, de l'air, l'utilisation d'énergie et le maintien de la biodiversité notamment) grâce à une forte limitation des produits chimiques de synthèse et par comparaison aux pratiques conventionnelles, c'est-à-dire l'utilisation de traitements phytosanitaires systématiques. Au-delà de cette définition, les innovations environnementales conduisant à la réduction des pesticides en viticulture doivent encore être caractérisées afin de les différencier, de pouvoir les analyser et de comprendre les mécanismes qui y sont liés.

## **2. ELEMENTS DE CARACTERISATION DES INNOVATIONS ENVIRONNEMENTALES APPLIQUES A LA REDUCTION DES PESTICIDES EN VITICULTURE**

Pour différencier les innovations environnementales entre elles, il est possible de les distinguer à travers une typologie. La précision des caractéristiques de l'innovation à laquelle on a affaire permet d'améliorer le cadre d'analyse et d'affiner les résultats puisque les dynamiques générées ne sont pas forcément les mêmes. Des critères de typologie relatifs aux innovations en général ont largement été décrits dans la littérature pour différencier les innovations entre elles. Schumpeter (1934) a notamment montré l'intérêt de différencier les innovations par rapport à l'objet sur lequel elles portent (innovation de produit, de procédé, organisationnelle, nouvelle matière première ou commerciale) car cela influence le processus d'innovation. Au même titre que les autres, les innovations environnementales peuvent être développées par des firmes ou d'autres organisations, être commercialisables ou non, de nature technologique, organisationnelle, sociale (changement des habitudes de consommation) ou institutionnelle (Hemmelskamp, 1997). Un certain nombre de recommandations pour caractériser les innovations sont données dans le Manuel d'Oslo sans considération spécifique pour les innovations environnementales (OCDE, 2005, p.62-66). Les différents critères permettent de distinguer clairement différents types d'innovation. Ils sont ici appliqués aux innovations environnementales.

Parmi les différents critères qui permettent de caractériser les innovations relatives à la réduction des pesticides en viticulture, nous retenons des critères classiques complétés pour une meilleure description des innovations en particulier. On distingue ainsi sept critères :

La nouveauté : la notion de nouveauté est relativement large dans la définition des innovations environnementales du MEI report et la nouveauté peut-être toute relative. L'objet de la nouveauté porte ici sur la réduction, par rapport aux pratiques antérieures, de l'utilisation de produits phytosanitaires pour la protection du vignoble.

Le résultat de l'innovation : cet aspect étant central dans la définition que nous avons retenue, il semble utile de préciser dans quelle mesure le changement de processus de production phytosanitaire a un impact sur la pollution et les ressources naturelles. Il est bien entendu que la pollution diffuse liée à l'utilisation de pesticides est difficile à mesurer de manière instantanée au niveau de chaque exploitation viticole car elles sont trop nombreuses et disséminées sur l'ensemble du territoire. Il est donc compliqué de relier directement un changement de pratique à un effet, notamment car les effets s'envisagent sur

le long terme ou au niveau minimum d'un bassin versant. Toutefois, l'adoption massive de pratiques significatives en termes de diminution des intrants phytosanitaires de synthèse devrait se traduire par une diminution de l'impact environnemental négatif de l'activité viticole sur l'environnement et notamment sur la qualité de l'eau. La quantification peut donc se faire à travers un indicateur de pratiques (type IFT<sup>3</sup>) en admettant un lien entre diminution de l'emploi de produits chimiques et diminution de la pollution des eaux et de l'épuisement des ressources fossiles.

Le champ d'application : il est possible de distinguer quatre cas types différents d'innovation quand on considère l'objet sur lequel porte l'innovation (Schumpeter, 1934) :

- l'innovation de produit quand il s'agit de créer un bien nouveau ou de modifier significativement un produit existant qui n'est pas encore familier pour les consommateurs ;
- l'innovation de processus quand il s'agit de mettre en œuvre de nouvelles méthodes de production, relativement inconnues dans la firme, la branche d'industrie ou de commerce considérée, concernant un bien déjà consommé ;
- l'innovation organisationnelle quand il s'agit de mettre en place une nouvelle organisation de l'entreprise, une nouvelle organisation de la production ;
- l'obtention d'un nouveau débouché sur un marché préexistant ou non mais que l'industrie n'a pas encore pénétré ;
- l'utilisation d'une nouvelle matière première ou d'un autre intrant dans la conception d'un produit existant.

Concernant la réduction des pesticides, c'est le processus de protection du vignoble qui est modifié, on parle alors d'innovation de processus. Dans ce cas, la détermination est technologique dans la mesure où le nouveau processus de protection mis en œuvre pour économiser des pesticides est relativement indépendant des caractéristiques des exploitations. Mais les modalités de mise en œuvre sont primordiales. C'est ce qui permet de passer d'une innovation que l'on pourrait appeler simplement technologique à une innovation dite économique, c'est-à-dire mise en œuvre avec réussite dans l'exploitation viticole et accompagnée de l'organisation adéquate. Toute innovation technologique peut d'ailleurs être à l'origine d'architectures organisationnelles différentes dans les différentes exploitations l'ayant adoptée. En ce sens, il ne suffit donc pas de créer une innovation technologique (de produit ou de processus) pour qu'une entreprise l'adopte.

L'intensité de l'innovation : cette distinction tend à donner une idée du degré de nouveauté associé aux nouvelles pratiques. Les innovations incrémentales correspondent à des améliorations apportées à des produits, à des procédés ou des organisations qui existent déjà dans les entreprises. Le changement se fait sans remettre en cause les structures existantes, notamment la structure économique reste relativement inchangée. Elles se font de manière progressive et ne bouleversent pas les conditions d'usage ou l'état de la technologie, elles y apportent seulement une amélioration sensible. Elles ne présentent aucune remise en cause profonde des connaissances et compétences technologiques existantes. Les innovations radicales, comme leur nom l'indique, sont des innovations de rupture avec une discontinuité dans le système technologique. Dans ce cas, la structure en place est remise en cause, ce qui peut entraîner des conséquences économiques importantes. En mettant l'accent sur la notion de rupture, c'est l'impact sur le marché et sur l'activité économique des entreprises qui y évoluent qui est mis en avant plus que la nouveauté.

---

<sup>3</sup> IFT : Indice de Fréquence de Traitement

La portée de l'innovation : une distinction spécifique aux innovations environnementales permet de différencier innovations bout de chaîne et innovations propres (Gasmi, Grolleau, 2003). Les premières sont des innovations qui interviennent de manière curative pour corriger une pollution déjà causée par les pratiques, tandis que les secondes traduisent des changements préventifs qui agissent directement à la source de la pollution avec adoption de pratiques moins polluantes.

Les connaissances/compétences à développer : selon l'intensité et la portée de l'innovation les besoins en connaissances et compétences nouvelles sont différents ce qui influence le processus d'innovation. La qualité de ces connaissances (tacite/codifiable) a également un impact sur le processus d'apprentissage des entreprises.

Le support de l'innovation : il apparaît opportun de préciser dans quelle mesure les innovations environnementales sont appuyées ou accompagnées par des dispositifs et si leur mise en œuvre est volontaire, fortement encouragée ou contrainte par des pressions extérieures et/ou réglementaires.

Plusieurs innovations peuvent être mises en œuvre dans les exploitations viticoles pour réduire les pesticides de manière significative. Afin de définir un cadre pour l'étude des changements que pourrait induire la réduction des pesticides dans les exploitations, ainsi que les conditions de sa mise en œuvre, nous caractérisons ces opportunités technologiques en fonction des critères décrits précédemment.

### 3. TYPOLOGIE DES STRATEGIES DE PROTECTION DU VIGNOBLE ECONOMES EN PESTICIDES ET IMPLICATIONS

L'établissement de nouvelles stratégies phytosanitaires économes en intrants chimiques de synthèse est aujourd'hui considéré comme un objectif prioritaire. Trois opportunités technologiques de protection du vignoble sont disponibles pour les exploitations et peuvent être décrites : la lutte raisonnée, la lutte intégrée et la lutte biologique. Elles sont présentées plus en détails en annexe 2.

*Tableau 1. Typologie des stratégies de protection des vignobles économes en intrants chimiques*

Critères de typologie	Stratégies de protection du vignoble économes en intrants		
	Lutte raisonnée	Lutte intégrée	Lutte biologique
	Raisonnement des intrants chimiques	Raisonnement des intrants chimiques	Raisonnement des pratiques phytosanitaires
Nouveauté	-	Substitution d'une partie des intrants chimiques par de nouvelles technologies (lutte biologique)	Lutte exclusivement biologique
Résultat de l'innovation	Utilisation de moins d'intrants chimiques		Aucun intrant chimique
Impact par rapport à la pollution	Moins de pollution ponctuelle	Moins de pollution diffuse	Moins de pollution diffuse
	Moins de pollution diffuse	Diminution des matières actives chimiques lessivées dans l'eau	Pas de matière active lessivée dans l'eau
Champ d'application	Innovation technologique	Innovation technologique et de procédé	Innovation technologique et de procédé
	-	Conséquences organisationnelles	
Intensité de l'innovation	Incrémentale		Radicale

*Characterizing pesticide reduction in grape growing as an environmental innovation*  
*Ugaglia A., Del'homme B.*

<b>Portée de l'innovation</b>	Somme d'innovations ponctuelles (« bout de chaîne »)	Systémique (conception du processus de production)	Systémique (exploitation)
<b>Connaissances/compétences à développer</b>	Codifiables	Tacites Base de connaissances à faire évoluer	Tacites Remise en cause profonde des connaissances
<b>Support de l'innovation</b>	Mise en conformité avec la réglementation (volontaire)	Innovation volontaire	Innovation volontaire

On constate dans le tableau 1 que des différences parfois significatives sont observables entre ces trois innovations. Elles permettent toutes de réduire l'utilisation des produits phytosanitaires, mais à différents degrés en termes de résultat. En ce qui concerne la nouveauté, d'une part la lutte raisonnée ne modifie pas directement les pratiques mais essaie d'améliorer la quantité de produits chimiques utilisés dans les stratégies phytosanitaires existantes ainsi que leurs conditions d'utilisation. D'autre part, la lutte intégrée et la lutte biologique proposent plutôt des stratégies construites sur des technologies nouvelles et des principes nouveaux pour gérer différemment les traitements phytosanitaires. En ce sens, elles induisent un changement plus profond (champ d'application) pour les exploitations qui les adoptent, qui doit donc s'accompagner par la production et le développement de connaissances et de compétences nouvelles dans les exploitations. Dans le cas de la lutte biologique, il est même nécessaire de revoir complètement l'organisation du processus de production, y compris les autres opérations culturales et les opérations de transformation du raisin. En tant qu'innovations environnementales, les trois stratégies de lutte se distinguent clairement les unes des autres sur l'ensemble des critères. D'une certaine façon, cette typologie peut être mise en parallèle avec le rapport Ecophyto R&D (INRA, 2010) et complète les niveaux de différenciation de modes de production économes en intrants qui y sont définis au niveau technique (N1 : lutte raisonnée, N2a : lutte intégrée, N2c : production intégrée, N3 : agriculture biologique). La distinction observée à travers cette typologie conduit donc à analyser chacune de ces innovations de manière distincte tant au niveau technique qu'économique.

Analyser le potentiel de réduction des pesticides dans les exploitations viticoles dans les dix prochaines années, identifier les conséquences de l'adoption de ces innovations pour les entreprises doit conduire d'une part à rechercher des indicateurs qui permettraient de mesurer les conséquences économiques et environnementales de la mise en œuvre de ces stratégies, et d'autre part, à identifier quels sont les déterminants de leur diffusion. Tout d'abord, il est important de pouvoir fournir aux entreprises une évaluation économique et environnementale liée à l'adoption de chacune des stratégies de lutte. Il existe, en plus de l'incertitude traditionnellement liée à l'innovation dans l'approche évolutionniste, une incertitude environnementale concernant l'effet du changement de pratique sur l'environnement (Saint-Jean, 2002). Ceci est particulièrement vrai en agriculture dans la mesure où il est difficile de mesurer l'impact des pratiques. Il faut également s'assurer que le cycle de vie du produit ou du service rendu a un impact globalement moindre que les pratiques précédentes. En effet, il convient d'être vigilant quant aux transferts de pollution potentiels qui peuvent être réalisés, soit entre différentes opérations du cycle de production (où l'amélioration d'une pratique impliquerait des pratiques plus polluantes dans la suite du processus de production), soit entre différents compartiments environnementaux (où l'amélioration d'une pratique peut conduire à l'amélioration de la qualité de l'eau tout en ayant un effet encore plus négatif sur l'utilisation d'énergie fossile par exemple, ce qui peut arriver quand on préconise le remplacement d'opérations chimiques par de nombreuses opérations mécaniques). Enfin, les connaissances sur l'impact environnemental n'arrivent qu'après (parfois longtemps après) la mise en œuvre d'une nouvelle technologie. Ainsi, nombre de molécules ont été déclarées neutres pour l'environnement avant qu'on s'aperçoive de leur toxicité ou de celle de leurs dérivés *a posteriori*. La capacité d'assimilation de l'environnement étant limitée, la pollution peut donc conduire à des

irréversibilités, en particulier en matière de diversité biologique. L'incertitude environnementale empêche les firmes de se prémunir totalement contre l'apparition d'une pollution susceptible de remettre en cause son activité de production. Le meilleur moyen de réduire significativement l'impact environnemental sans trop d'incertitude est de traiter la pollution à sa source et dans notre cas d'utiliser le moins possible d'intrants chimiques de synthèse quelle que soit leur innocuité présumée. Le manque d'informations technico-économique concernant les innovations en général ayant été identifié comme un des freins majeurs à leur diffusion (Arundel and Kemp, 2009), il apparaît nécessaire de mettre en place un travail de recueil et d'analyse de ces informations pour les innovations environnementales en viticulture. Il est donc également nécessaire de produire une évaluation économique de ces stratégies afin d'identifier des trajectoires gagnant-gagnant. L'évaluation économique comprend une dimension de coût associé à la mise en œuvre de l'innovation, mais également une dimension de résultat économique attendu si l'innovation peut se traduire par un changement des produits réalisés par l'entreprise. Selon la stratégie considérée, des résultats préliminaires montrent déjà par exemple que seule la lutte biologique, concrétisée par un label, se traduit par une disposition à payer des consommateurs (Bazoche *et al.*, 2008).

Enfin, les innovations environnementales présentent la spécificité d'être à l'origine d'une double externalité positive. Elles produisent deux externalités de nature différente qui n'ont pas lieu au même moment du processus d'innovation. Tout d'abord, ces innovations ont une conséquence sur le bien-être au sens large de la société et des agents qui la composent sans qu'il y ait d'échange ou de transaction entre eux, sans accord préalable. La diffusion de ces technologies est socialement désirable dans la mesure où tous les agents ont intérêt à voir leur environnement et les ressources naturelles préservées (Rennings, 2000). La réduction de l'impact des firmes sur l'environnement est donc une externalité positive des innovations environnementales. Cette externalité se produit dès lors que les innovations environnementales se répandent, c'est-à-dire lors de l'adoption et de la diffusion de ces nouvelles technologies au sein d'une industrie. Ensuite, au même titre que les autres innovations, une innovation environnementale génère, via le processus d'innovation, de nouvelles connaissances technologiques disponibles pour d'autres firmes (deuxième externalité positive). Des connaissances nouvelles sont créées concernant l'impact des firmes sur l'environnement et les solutions pour répondre aux problèmes environnementaux posés par les différentes technologies en vigueur dans les firmes. Cette externalité fait de la pression réglementaire leur principale source d'incitation. Elles sont aussi spécifiques de part leur caractère multidimensionnel, dans le sens où elles sont le résultat de la recherche de compromis technologiques entre des déterminants et des objectifs multiples, la recherche de pratiques environnementales pouvant aller à l'encontre des objectifs de performance des firmes (Brouillat, 2008). Les innovations environnementales ont trois types de spécificités :

- elles sont de nouvelles solutions technologiques en faveur de l'environnement et produisent ainsi une double externalité positive,
- cette double externalité positive est à l'origine d'un défaut d'incitation ce qui donne une grande importance à la réglementation dans le processus d'innovation,
- elles ne sont toutefois pas des réponses directes et forcément systématiques à la réglementation environnementale, d'autres mécanismes peuvent entrer en jeu comme pour les innovations en général (*demand side, supply side*) et selon les caractéristiques des alternatives considérées. Ainsi, des faits stylisés demandant une exploration plus poussée se dégagent dans la littérature quant aux déterminants des différentes stratégies. La lutte raisonnée s'appuie sur un dispositif réglementaire, tandis que la demande semble avoir une influence importante pour l'adoption de la lutte biologique ; les mécanismes liés à l'adoption de la lutte intégrée restent toutefois à éclaircir.

Il est donc clair que l'objectif de réduction de 50% des pesticides utilisés d'ici à 2018 et les dispositifs réglementaires et/ou incitatifs qui l'accompagneront dépendront de la stratégie que les pouvoirs publics souhaiteront mettre en avant. La solution résidant certainement dans une combinaison des trois différentes stratégies dans les exploitations (INRA 2010), il

est donc nécessaire d'avoir une connaissance suffisante de ces trois types d'innovations pour construire des politiques publiques adaptées à l'objectif fixé.

#### **4. CONCLUSION**

Les innovations environnementales constituent aujourd'hui un champ d'étude à part entière en économie. Leur spécificité tient à plusieurs points. Tout d'abord, elles portent sur une thématique particulière qui constitue un sujet d'actualité et demande de nombreuses réponses. L'environnement constitue de plus un domaine qui leur confère des caractéristiques particulières comme une incertitude renforcée et la nécessité d'une analyse des déterminants qui prenne en compte l'intervention des pouvoirs publics à travers la réglementation environnementale en plus des déterminants traditionnels de l'innovation. Sans cela, il ne serait pas possible d'appréhender de manière correcte le processus d'innovation environnementale.

Le contexte actuel fait que les viticulteurs sont de plus en plus confrontés à la demande sociale et doivent changer leurs pratiques phytosanitaires pour utiliser moins de pesticides. La communication a permis de montrer que les pratiques permettant de réduire significativement l'utilisation des pesticides constituent des innovations environnementales et peuvent être appréhendées dans un cadre évolutionniste. A travers différents critères utilisés pour caractériser les innovations environnementales, une typologie des principales stratégies alternatives de protection des vignobles a été développée. Trois stratégies économes en intrants ont été ainsi définies et concordent avec les travaux agronomiques récents : la lutte raisonnée, la lutte intégrée et la lutte biologique. Finalement, ce travail appelle de nouvelles questions de recherche en économie qui sont de plusieurs ordres et qui vont nécessiter un traitement différencié des trois stratégies alternatives compte-tenu des différences mises en évidence dans la communication. Tout d'abord, la mesure des résultats techniques et économiques de ces innovations semble un préalable à leur mise en œuvre. Ensuite, dans l'objectif de construire les politiques publiques les mieux adaptées à l'objectif fixé par le gouvernement, les déterminants de l'adoption de ces innovations devront être étudiés et identifiés. Ainsi, les scénarios envisagés au niveau agronomique pourront être confortés et accompagnés au niveau économique. Si on peut penser qu'aller plus avant dans l'exploration de ces questions permettra certainement de réduire les impacts environnementaux négatifs de l'activité viticole dans les bassins versants concernés, reste que cela ne réglera pas de façon définitive la question de la prise en compte de l'environnement en agriculture. Le passage de la thématique phytosanitaire à la conception de systèmes de production respectueux de l'environnement est encore un challenge que la recherche pluridisciplinaire doit relever.

#### **REFERENCES**

- ARUNDEL A., KEMP R., 2009. Measuring eco-innovation. *Maastricht Economic and social Research and training centre on innovation and Technology Working Paper Series*, 2009-017.
- AUBERTOT J.N., BARBIER J.M., CARPENTIER A., GRIL J.J., GUICHARD L., LUCAS P., SAVARY S., SAVINI I., VOLTZ M. (eds), 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).
- BAZOUCHE P., DEOLA C., SOLER L.G., 2008. An experimental study of wine consumers' willingness to pay for environmental characteristics. EAAE Congress, 26-29 August, Gent (Belgium).
- BROUILLAT E., 2008. *Dynamique industrielle et innovation environnementale : le cas de la prévention des déchets*, Thèse pour le Doctorat en Sciences économiques, Université Montesquieu Bordeaux IV, 463p.

- DEGUINE J.P., FERRON P., RUSSEL D. 2008. *Protection des cultures - De l'agrochimie à l'agroécologie*, Ed. Quae, 190p.
- FERNANDEZ-CORNEJO J. (1998). Environmental and economic consequences of technology adoption: IPM in viticulture, *Agricultural economics*, vol.18, n°2, pp.145-155.
- GASMI N., GROLLEAU G., 2003. Spécificités des innovations environnementales – Une application aux systèmes agro-alimentaires, *Innovations - Cahiers d'économie de l'innovation*, n°198, pp.73-89.
- HEMMELSKAMP J., 1997. Environmental policy instruments and their effect on innovation, *European Planning Studies*, vol.5, n°2, pp.177-193.
- INRA, 2010. *Ecophyto R&D – Quelles voies pour réduire l'usage des pesticides*, Synthèse du rapport de l'étude, INRA, Janvier 2010, 92p, available at [http://www.inra.fr/l\\_institut/etudes/ecophyto\\_r\\_d/ecophyto\\_r\\_d\\_resultats](http://www.inra.fr/l_institut/etudes/ecophyto_r_d/ecophyto_r_d_resultats).
- KEMP R., ARUNDEL A., 1998. Survey indicators for environmental innovation, *Idea Reports*, n°8, STEP group, Norway, pp.2-26.
- KEMP R., OLSTHOORN X., OOSTERHUIS F., VERBRUGGEN H., 1992. Supply and demand factors of cleaner technologies: some empirical evidence, *Environmental and Resource Economics*, vol.2, pp.615-634.
- MALAMAN R., 1996. Technological innovation for sustainable development: generation and diffusion of cleaner technologies in Italian firms, *From a research carried out by IRA, Istituto per la Ricerca Sociale*.
- MARKUSSON N., 2001. Drivers of environmental innovations, *VINNOVA*, VF 2001, Stockholm, 68p.
- MEI Report, 2008. Measuring Eco Innovation, *Project for DG research of the European Commission*, Draft version of March 2008, 19p.
- OCDE/CE/Eurostat, 2005. *La mesure des activités scientifiques et technologiques. Principes directeurs proposés pour le recueil et l'interprétation des données sur l'innovation technologique*, Manuel d'Oslo, 3e version.
- OILB, 1993. *Principles and Guidelines for IPM*, Bulletin IOBC/WPRS.
- OLTRA V., 2008. Environmental innovation and industrial dynamics: the contributions of evolutionary economics, *DIME Working Papers on environmental innovations n°7*, December 2008.
- OLTRA V., SAINT-JEAN M., 2001. The dynamics of environmental innovations : Three stylized trajectories of clean technologies, *Cahiers du GRES*, n°2003-3, 30p.
- PAILLOTIN, 2008. *Rapport final du Président du comité opérationnel « Ecophyto 2018 », Chantier 15 « Agriculture écologique et productive »*, 17 juin 2008.
- POSSAS M.L., SALLES-FILHO S., DA SILVEIRA J.M., 1996. An evolutionary approach to technological innovation in agriculture: some preliminary remarks. *Research policy*, vol.25, n°6, pp.933-945.
- RENNINGS K., 2000. Redefining innovation - eco-innovation research and the contribution from ecological economics, *Ecological economics*, vol.32, pp.319-332.
- SAINT-GES V., 2006. *Innovations environnementales dans la viticulture. Une lecture économique du cas girondin*, thèse pour le Doctorat en Sciences économiques, Université Montesquieu Bordeaux IV, 286p.
- SAINT-JEAN M., 2002. *Emergence et diffusion des technologies propres au sein de relations verticales interfirmes*, Thèse pour le Doctorat en Sciences économiques, Université de Montesquieu Bordeaux IV, 415p.
- SCEES, 2006. *Enquête Pratiques Culturelles 2006 – volet viticulture*, Département français de statistiques et de prévision, France.
- SCHUMPETER J., 1934. *The theory of economic development*, Harvard University press, Cambridge.

*Characterizing pesticide reduction in grape growing as an environmental innovation*  
*Ugaglia A., Del'homme B.*

**APPENDIX 1**

*Diversité des définitions du concept d'innovation environnementale*

<b>Définition des innovations environnementales</b>	<b>Référence</b>
« Les technologies environnementales comprennent toutes les techniques, procédés et produits qui permettent d'éliminer ou de diminuer les émissions polluantes et/ou l'utilisation de matière premières, des ressources naturelles et d'énergie »	Kemp et al., 1992
« Toute modification dans les procédés et produits qui réduit les impacts sur l'environnement en comparaison des procédés ou produits auxquels ils ont été substitués »	Malaman, 1996
« Innovation qui empêche ou réduit la pression anthropogénique sur l'environnement, qui remédie à un dommage déjà causé ou qui diagnostique et contrôle les problèmes environnementaux »	Hemmelskamp, 1997
« Procédés nouveaux ou modifiés, techniques, systèmes et produits destinés à éviter ou à réduire des nuisances sur l'environnement »	Kemp, Arundel, 1998
« Eco-innovations are all measures of relevant actors (...) which develop new ideas, behaviour, products and processes, apply or introduce them and which contribute to a reduction of environmental burdens or to ecologically specified sustainability targets »	Rennings, 2000
« Combinaison de compétences, de savoirs, d'équipements et d'organisations requises pour réaliser certains objectifs environnementaux et se conformer à certaines réglementations et pour produire de nouveaux artefacts technologiques »	Oltra, Saint-Jean, 2001
« Les innovations environnementales peuvent être communément définies de deux façons : premièrement par les effets de l'innovation sur l'environnement et deuxièmement par la volonté des innovateurs de réduire l'impact sur l'environnement des produits ou des procédés »	Markusson, 2001
« Toute action novatrice du point de vue de l'entité considérée, entreprise dans le but de (ou permettant de) réduire ou de gérer des impacts environnementaux négatifs et/ou de maintenir ou d'améliorer des impacts environnementaux positifs »	Gasmi, Grolleau, 2003
« La production, l'assimilation ou l'exploitation d'un produit, d'un processus de production, d'un service ou d'une méthode commerciale ou de gestion qui est nouvelle pour l'organisation (celle-ci la développant ou l'adoptant) et qui se traduit, tout au long du cycle de vie, par la réduction du risque environnemental, de la pollution ou autres impacts négatifs sur l'utilisation des ressources (incluant la consommation d'énergie) par comparaison aux alternatives pertinentes »	MEI report, 2008

## APPENDIX 2

### *Des opportunités technologiques pour la réduction des pesticides en viticulture*

<b>Processus de protection du vignoble économe en intrants</b>	<b>Description</b>
<b>Lutte raisonnée</b>	<p>Depuis le 10 mai 2001, l'agriculture raisonnée bénéficie d'un cadre légal clair précisé dans l'article L.640 3 du Code Rural. Le Décret n° 2002-631 paru au Journal officiel du 28 Avril 2002 définit l'agriculture raisonnée comme suit : « Les modes de production raisonnés en agriculture consistent en la mise en œuvre, par l'exploitant agricole sur l'ensemble de l'exploitation dans une approche globale de celle-ci, de moyens techniques et de pratiques agricoles conformes aux exigences du référentiel de l'agriculture raisonnée. Le référentiel porte sur le respect de l'environnement, la maîtrise des risques sanitaires, la santé et la sécurité au travail et le bien-être des animaux ».</p> <p>La viticulture raisonnée correspond à des démarches qui visent, au-delà du respect de la réglementation, à renforcer les impacts positifs des pratiques agricoles sur l'environnement et à en réduire les effets négatifs, sans remettre en cause la rentabilité économique des exploitations.</p> <p>La lutte raisonnée en viticulture essaie de diminuer les pollutions, notamment ponctuelles sur les exploitations (effluents, rinçage des pulvérisateurs au champ par exemples), d'utiliser des produits phytosanitaires moins toxiques et nocifs pour l'environnement bien que chimiques, ainsi que diminuer les traitements appliqués (par les réductions de dose notamment) bien que restant sur des principes préventifs.</p>
<b>Lutte intégrée</b>	<p>Compte tenu de la gravité des pollutions d'origine phytosanitaires et de l'apparition de résistances à ces produits, la FAO a réuni en 1967 un comité d'experts chargés de mettre au point le concept de lutte intégrée<sup>4</sup>. L'objet de la lutte intégrée est de recourir à des solutions alternatives à la lutte chimique, si nécessaire en association avec elle, dans une démarche cohérente assurant l'efficacité attendue tout en réduisant les effets négatifs sur l'environnement. La conception couramment admise aujourd'hui est celle de l'OILB<sup>5</sup> qui propose le concept de protection intégrée (traduction de l'américain <i>Integrated Pest Management</i> ou <i>IPM</i>) définie comme un « procédé de lutte contre les organismes nuisibles qui utilise un ensemble de méthodes satisfaisant les exigences à la fois économiques, écologiques et toxicologiques, en réservant la priorité à la mise en œuvre délibérée des éléments naturels de limitation et en respectant les seuils de tolérance » (OILB, 1972).</p> <p>En viticulture, cela s'est traduit par le concept de production intégrée de raisin : « production économiquement viable de raisins de haute qualité, donnant priorité à des méthodes écologiquement saines, minimisant les effets non intentionnels indésirables et l'utilisation de produits phytopharmaceutiques en vue de préserver l'environnement et la santé humaine » (OILB, 1993).</p> <p>Le concept de lutte intégrée donne priorité à des méthodes de lutte écologiquement saines et minimise l'utilisation de produits phytopharmaceutiques en vue de préserver l'environnement. Elle donne la priorité à l'utilisation de produits non chimiques issus de la lutte biologique et à un raisonnement intense et restrictif de l'utilisation de produits de synthèse utilisés seulement si nécessaire.</p>

<sup>4</sup> Pour la définition de la lutte intégrée donnée par la FAO, voir Deguine *et al.*, 2008.

<sup>5</sup> OILB : Organisation Internationale de Lutte Biologique et intégrée contre les animaux et les plantes nuisibles

**Lutte biologique**

La définition officielle (de l'OILB-SROP) stipule que la lutte biologique est « l'utilisation d'organismes vivants pour prévenir ou réduire les dégâts causés par des ravageurs ».

La lutte biologique est basée sur une relation naturelle entre deux êtres vivants :

- la cible (de la lutte) est un organisme indésirable, ravageur d'une plante cultivée, mauvaise herbe, parasite du bétail,
- l'agent de lutte (ou auxiliaire) est un organisme différent, le plus souvent un parasite (ou parasitoïde), un prédateur ou un agent pathogène du premier, qui le tue à plus ou moins brève échéance en s'en nourrissant ou tout au moins limite son développement. Ce peut être un concurrent (lutte autocide, ci-dessous).

Les modalités sont variées et différents classements sont en usage.

La lutte biologique en viticulture concerne le plus souvent l'utilisation d'insectes auxiliaires prédateurs des ravageurs de la vigne. Des champignons inoffensifs et concurrents des principaux agents pathogènes sont aussi utilisés pour lutter contre les maladies dans le cas des maladies du bois par exemple (Trichodermas). Enfin, des stimulateurs des défenses naturelles de la vigne (SDN) d'origine naturelle sont utilisés pour améliorer la résistance des plantes aux maladies.

---