

Une approche évolutionniste de la réduction des pesticides en viticulture

Bernard DEL'HOMME

Université de Bordeaux, ISVV, USC INRA GAIA - ENITAB 1, cours du Général de Gaulle CS40201
33175 Gradignan cedex – (+33)5.57.35.07.76 – b-delhomme@enitab.fr

Maryline FILIPPI

Université de Bordeaux, ISVV, USC INRA GAIA - ENITAB 1, cours du Général de Gaulle CS40201
33175 Gradignan cedex – (+33)5.57.35.31.02 – m-filippi@enitab.fr

Adeline UGAGLIA

Université de Bordeaux, ISVV, USC INRA GAIA - ENITAB 1, cours du Général de Gaulle CS40201
33175 Gradignan cedex – (+33)5.57.35.07.75 – a-ugaglia@enitab.fr



3èmes journées de recherches en sciences sociales

INRA SFER CIRAD

09, 10 & 11 décembre 2009 –Montpellier, France

Une approche évolutionniste de la réduction des pesticides en viticulture

Bernard DEL'HOMME, Maryline FILIPPI, Adeline UGAGLIA

Résumé :

La protection des vignobles nécessite des quantités importantes de produits chimiques de synthèse en regard des surfaces plantées en France. Depuis quelques années, la pression polluante dans les bassins versants viticoles est telle que les viticulteurs doivent réduire leur utilisation de pesticides de manière drastique. Or l'intégration de cette nouvelle exigence dans les processus de production de raisons reste encore très limitée. Se pose alors la question des processus qui gouvernent sa mise en œuvre à grande échelle. Si la réduction des pesticides en viticulture peut être abordée sous différents angles en économie, elle semble ne pas reposer uniquement sur des mécanismes classiques de marché ou l'émergence de démarches volontaires de la part des viticulteurs. L'objectif de la communication est donc de proposer un cadre conceptuel pour analyser la réduction des pesticides en viticulture qui permette d'une part d'expliquer le manque de mise en œuvre de ces pratiques et d'autre part de prendre en compte sa caractéristique essentielle de dynamique dans l'analyse de ses déterminants. L'intensification et la spécialisation des pratiques phytosanitaires depuis plusieurs années ont conduit à une forte dépendance de sentier vis-à-vis des pesticides. L'utilisation de ce concept-clé de l'approche évolutionniste permet d'expliquer la situation de verrouillage technologique que rencontre la viticulture. De plus, en plaçant le changement technologique au centre des dynamiques industrielles, cette approche permet d'analyser la réduction des pesticides comme un processus d'innovation environnementale. La prégnance des interactions, l'incertitude et la spécificité qui le caractérisent donnent alors un éclairage différent sur les mécanismes de la mise en œuvre de nouvelles pratiques et sur leurs déterminants potentiels. L'élaboration de scénarii permettant de combiner les différents déterminants de la réduction des pesticides ouvrirait des perspectives d'action intéressantes.

Mots –clés : approche évolutionniste, innovation environnementale, viticulture, pesticides

1. Introduction

Avec la montée en puissance du concept de durabilité, la dimension environnementale des activités agricoles est devenue incontournable. Parmi ces activités, la viticulture est considérée comme particulièrement polluante en regard des pesticides utilisés pour la protection des vignobles. Le chiffre de 20 % en volume des pesticides consommés en France pour la viticulture a notamment été avancé dans une expertise collective INRA Cemagref (Aubertot et al., 2005). Cela tient plus au nombre de traitements phytosanitaires appliqués qu'à l'importance des surfaces plantées, la viticulture représentant 3 % des surfaces agricoles françaises. Les exploitations viticoles conduisent des programmes d'assurance avec des traitements phytosanitaires systématiques, ce qui entraîne des phénomènes importants de pollutions ponctuelle¹ et diffuse² dans les eaux des bassins versants viticoles. Les viticulteurs sont donc de plus en plus sollicités pour réduire leur utilisation de pesticides. Pourtant, on observe relativement peu de processus de protection du vignoble significativement économes en intrants dans les exploitations.

Cette communication propose un cadre conceptuel évolutionniste pour analyser la réduction des pesticides en viticulture. En effet, les analyses économiques menées jusqu'à présent sur ce sujet ne permettent pas de comprendre totalement les processus qui gouvernent les pratiques phytosanitaires. Les mécanismes classiques de marché semblent inefficaces pour observer la diffusion de pratiques économes en intrants phytosanitaires dans la majorité des exploitations viticoles. Des démarches volontaires diverses se sont multipliées mais elles ne remportent l'adhésion que d'un nombre assez limité de viticulteurs. L'acceptation dynamique du changement technologique dans l'approche évolutionniste apporte un éclairage différent sur la réduction des pesticides. D'une part, la spécialisation des pratiques culturelles associée à une forte dépendance de sentier, concept-clé de l'approche évolutionniste, permettent de décrire la situation de verrouillage technologique que rencontre la viticulture vis-à-vis des pesticides. D'autre part, il s'agit d'une approche centrée sur le changement technologique et les dynamiques industrielles. La réduction des pesticides est alors analysée comme un processus d'innovation environnementale. Dans la littérature évolutionniste, l'attention est relativement peu portée sur ces processus dans les exploitations pour se concentrer préférentiellement sur les industries amont (Possas et al., 1996). Or les innovations environnementales sont le résultat de processus complexes combinant un ensemble de déterminants et d'objectifs. Afin de mieux comprendre les facteurs à même d'influencer la mise en œuvre de bonnes pratiques à large échelle, il est donc nécessaire de s'intéresser au processus d'innovation dans le secteur agricole. L'incertitude, la prégnance des interactions et la spécificité qui caractérisent la réduction des pesticides sont ainsi autant d'éléments à prendre en compte dans les études à venir concernant les déterminants de la mise en œuvre de ce type de pratiques.

Pour cela, nous présentons dans un premier temps les différentes approches économiques qui abordent la question de la réduction des pesticides en viticulture (section 2). Dans un deuxième temps, nous proposons une conceptualisation de la réduction des pesticides selon un cadre analytique évolutionniste (section 3). Enfin, nous explorons des perspectives de recherche concernant l'étude des déterminants de la réduction des pesticides en viticulture afin de dégager des pistes pour la mise en œuvre de pratiques de production de raisin plus respectueuses de l'environnement (section 4).

¹ Pollution ponctuelle : « pollution identifiée géographiquement qui a une source unique, identifiable et localisable » (Agence de l'eau Seine Normandie, 2008).

² Pollution diffuse : « pollution non identifiée géographiquement dont les sources sont nombreuses, difficilement identifiables et non localisables » (Agence de l'eau Seine Normandie, 2008).

2. Apports et limites de différentes approches dans l'analyse de la réduction des pesticides en viticulture

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). En économie, la réduction des pesticides peut être abordée sous différents angles qui se distinguent par la manière de poser le problème, d'aborder ces nouvelles pratiques et donc d'apporter des réponses. Certaines études se focalisent sur les mécanismes de marché en lien avec la maximisation des profits des viticulteurs (2.1.) tandis que d'autres s'intéressent aux démarches environnementales volontaires (2.2.) ou aux processus de changement technique (2.3.) qui peuvent conduire à la réduction des pesticides.

2.1. Caractérisation des exploitations viticoles qui adoptent l'*Integrated Pest Management*

Parmi les études sur la réduction des pesticides, un certain nombre d'auteurs se sont penchés sur les pratiques d'Integrated Pest Management (IPM) aux Etats-Unis (Burrows, 1983 ; Hall et Duncan, 1984 ; Fernandez-Cornejo, 1996 ; Fernandez-Cornejo et al., 1998 ; Fernandez-Cornejo et Jans, 1995 ; 1996). L'objectif de l'IPM ou lutte intégrée³ 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'OILB⁴ qui propose le concept de protection intégrée définie en viticulture comme une « 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). Les travaux sur l'IPM se situent dans la lignée de la théorie standard. Le modèle de l'innovation proposé est linéaire et séquentiel, guidé par l'effet de science push par lequel les découvertes scientifiques émergent spontanément, sont instantanément diffusées vers le marché et sont spontanément adoptées. L'IPM est donc considéré comme une technologie nouvelle librement disponible et connue de tous les viticulteurs. Pour décider de mettre en œuvre ou non des pratiques économes en intrants, un exploitant calcule un profit anticipé. Il peut donc choisir son optimum, c'est-à-dire qu'il est libre de choisir la technologie qui maximise son profit.

Les travaux de Fernandez-Cornejo (1998) sur l'adoption de l'IPM dans les exploitations américaines viticoles analysent ainsi l'impact de l'IPM sur l'utilisation des pesticides, sur les rendements et sur les profits des exploitations. Il met en évidence les facteurs augmentant la probabilité d'adoption de l'IPM dans les exploitations viticoles. Les résultats présentent tout d'abord les caractéristiques des exploitations ayant adopté l'IPM. La mise en œuvre de ces pratiques est corrélée positivement avec la disponibilité de l'opérateur au niveau du temps de travail, la taille de l'exploitation et le niveau de formation du viticulteur. Au contraire, l'expérience a un impact négatif sur la probabilité d'adopter l'IPM, ce qui montrerait que les viticulteurs les plus âgés sont plus réticents aux nouvelles techniques. Il en est de même pour le type de raisins dans la mesure où la culture des raisins de table est plus souvent associée à l'IPM que celle des raisins pour la vinification. L'utilisation de conseil semble par contre

³ Dès 1967 et compte tenu de la gravité des pollutions d'origine phytosanitaire et de l'apparition de résistances à ces produits, la FAO réunit un comité d'experts chargés de mettre au point le concept de lutte intégrée.

⁴ OILB : Organisation Internationale de Lutte Biologique et intégrée contre les animaux et les plantes nuisibles.

n'avoir aucun effet sur l'adoption. En termes de conséquences pour l'exploitation, les travaux montrent que l'adoption de l'IPM entraîne une diminution importante des fongicides utilisés et de la toxicité des insecticides appliqués. Les rendements, tout comme les profits, sont plus importants dans les exploitations pratiquant l'IPM que dans celles qui ne le mettent pas en œuvre. Enfin, d'autres facteurs sont cités comme non négligeables dans la décision d'adoption comme le prix des pesticides, le prix du raisin et les niveaux d'infestation.

Cette approche permet de relativement bien caractériser les viticulteurs ayant déjà adopté des bonnes pratiques. Toutefois, elle présente des limites (Pavitt, 1984) dans la manière de modéliser les pratiques de réduction des pesticides. L'adoption d'une nouvelle technologie est résumée à un choix entre deux alternatives exogènes et repose sur l'hypothèse que les producteurs prennent leurs décisions en fonction de l'alternative qui maximise le mieux leur profit. D'une part, cette analyse suppose que les producteurs soient en mesure d'identifier l'ensemble des alternatives possibles qui sont à leur disposition. Or, l'absence d'information concernant l'ensemble des alternatives existantes et de leurs incidences techniques ou économiques a été identifiée comme un des freins à la mise en œuvre de ce type de pratiques (Pailler et Corade, 2004). D'autre part, il ne semble pas que la maximisation du profit soit au cœur de la décision pour l'adoption de ce type de pratiques dans la mesure où, en l'absence de validation économique d'un certain nombre des nouvelles technologies proposées dans le cadre de l'IPM, les viticulteurs ne sont pas en capacité de calculer un profit anticipé. Leurs actions résultent d'un ensemble d'objectifs complexes que l'on peut difficilement résumer à la maximisation du profit ou à l'opposition des dimensions environnementale et économique. Enfin, les limites des hypothèses d'adoption instantanée et d'homogénéité des pratiques d'IPM sont notées par l'auteur lui-même. La mise en œuvre des techniques de lutte intégrée semble plutôt longue, difficile et dépendante du contexte, ce qui illustre la lente progression de ces pratiques depuis 40 ans que la FAO⁵ en a énoncé le principe (Deguine et al., 2008).

Pour que l'impact de la viticulture sur l'environnement s'améliore, il convient d'étendre ce type de pratiques à large échelle. Or la compréhension plus poussée des barrières à la mise en œuvre de ce type de pratiques et donc de ses déterminants nécessite une autre analyse, celle présentée ci-dessus ne permettant pas d'explicitier les facteurs qui favoriseraient la diffusion de ce type de pratiques. D'autres approches ont donc essayé de s'intéresser aux critères d'engagement des viticulteurs dans des processus de protection du vignoble plus respectueux de l'environnement afin de mieux comprendre pourquoi il existe différentes pratiques et quelles sont les raisons qui poussent les viticulteurs à s'engager.

2.2. Des conditions d'engagement différenciées dans les Démarches Environnementales Volontaires (DEV) en viticulture

Avec l'augmentation de la pression sociétale concernant les questions environnementales, divers acteurs ont été amenés à intervenir pour améliorer l'impact environnemental des activités humaines. Pour cela, trois types d'instruments sont utilisables (Grolleau, 2002) : les instruments dits de « command and control » (normes), les instruments économiques (taxes, redevances, permis, subventions) et les initiatives visant à dépasser la réglementation, appelées aussi Démarches Environnementales Volontaires ou DEV (Cazals, 2006). Ces dernières correspondent à « des ensembles de règles structurées rendant effective la coordination des acteurs » et sont concrétisées dans les différentes chartes et cahiers des charges relevant de l'amélioration des pratiques en viticulture. Elles représentent donc une

⁵ FAO : Food and Agriculture Organization (Organisation des Nations-Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture)

opportunité pour les viticulteurs qui souhaitent améliorer leurs pratiques (Bélis-Bergouignan et Cazals, 2006). Les instruments traditionnels des politiques environnementales (normes, taxes, subventions, etc.) semblant assez mal adaptés à la problématique de la protection phytosanitaire (Falconer, 1998), Bélis-Bergouignan et Cazals (2006) abordent la question de la réduction des pesticides en viticulture en mobilisant les DEV. D'une part, elles permettent d'expliquer la diversité des modes de production de raisins engagés dans une démarche volontaire de protection de l'environnement et de meilleure gestion des ressources naturelles. Les résultats montrent que, si on peut différencier deux grands types de démarches que sont la viticulture raisonnée et la viticulture biologique, il existe une grande hétérogénéité des pratiques au sein de chacun (2 pour la viticulture biologique, 7 pour la viticulture raisonnée). D'autre part, les DEV permettent de mettre en évidence des conditions d'engagement différentes dans ces démarches. Certaines reposent essentiellement sur le respect du socle réglementaire existant sans aller beaucoup plus loin, comme la viticulture raisonnée par exemple. D'autres comme la viticulture biologique tiennent moins à l'anticipation de la réglementation qu'à des convictions personnelles des viticulteurs et à une volonté forte de préserver les ressources naturelles dans une démarche plus engagée.

La mise en évidence de conditions d'engagement différenciées peut être utile pour la mise au point de politiques publiques qui viendraient favoriser la mise en œuvre d'une viticulture plus respectueuse de l'environnement. Mais la diversité des démarches pose la question du choix de la voie à favoriser. La grande variété des DEV en viticulture entraîne un manque de lisibilité aussi bien pour les consommateurs que pour les opérateurs des circuits de distribution (Bazoche et al., 2008 ; Ugaglia et Del'Homme, 2009). Leur extension reste de plus très limitée. Jusqu'à présent la viticulture raisonnée a été mise en avant par le décret du 25 avril 2002⁶. Cette démarche a ainsi permis de réduire partiellement la pollution par les pesticides. Les efforts ont porté sur l'amélioration des conditions de traitement phytosanitaire et sur l'élimination des problèmes de pollution ponctuelle identifiés dans les exploitations. Mais parmi les 28000 agriculteurs qualifiés au titre de l'agriculture raisonnée, la part de la viticulture est faible. 500 viticulteurs adhèrent au réseau Terra Vitis⁷ et 1000 au réseau Farre⁸ (2 % des exploitations viticoles). Or aujourd'hui la nécessité de réduire l'impact environnemental des traitements phytosanitaires implique des actions allant au-delà de la réglementation pour réduire la pollution diffuse à la source. Il s'agit alors de réduire l'utilisation même de ces produits. L'attention se porte maintenant vers d'autres démarches comme la viticulture biologique (Paillet, 2008) sans que soient formalisés les outils réglementaires pour les accompagner. La viticulture biologique regroupe environ 1900 viticulteurs représentant 4,3% des exploitations professionnelles et 2,7% des surfaces viticoles (chiffres Agence bio). Il semble donc que, même si les DEV offrent un cadre et des opportunités intéressantes pour les viticulteurs qui souhaitent améliorer leurs pratiques, la majorité d'entre eux reste réticente au changement de comportement en matière de protection du vignoble (Saint-Gès, 2006).

Grâce à la mise au point de ces différentes démarches, la prise de conscience a été considérable au sujet des préoccupations environnementales. Mais sa traduction dans les pratiques phytosanitaires n'est pas suffisante en regard des nouveaux objectifs assignés à la

⁶ Le décret de la qualification des exploitations au titre de l'agriculture raisonnée n° 2002-631 du 25 avril 2002 a été publié au Journal Officiel n° 100 du 28 avril et donne une définition officielle de l'agriculture raisonnée.

⁷ Terra Vitis : Fédération nationale de viticulteurs afin de promouvoir la viticulture raisonnée, identifiée par un logo.

⁸ Farre : Forum de l'Agriculture Raisonnée Respectueuse de l'Environnement, association interprofessionnelle nationale ayant pour but de promouvoir et de généraliser l'agriculture raisonnée, identifiée par un logo.

production. L'approche évolutionniste, en replaçant l'analyse au cœur de la dynamique industrielle, permet d'apporter un éclairage différent sur la réduction des pesticides considérée comme un processus d'innovation environnementale.

2.3. Vers une analyse évolutionniste des questions environnementales viticoles

Les pressions sociale et réglementaire s'intensifient, les exploitations agricoles se voient dans l'obligation d'essayer d'adopter des innovations pour réduire leur impact environnemental. Pour cela les viticulteurs peuvent mettre en œuvre deux types de technologies : des technologies « propres »⁹ et/ou des technologies dites de « bout de chaîne »¹⁰. Ces dernières se sont relativement bien développées ces dernières années et ont permis de réduire de manière significative les pollutions ponctuelles. On peut citer par exemples les collectes et traitements des déchets, la mise en place d'aires de lavage et de récupération des eaux contaminées lors des lavages de pulvérisateurs. Toutefois, des technologies plus propres sont nécessaires pour réduire la pollution à la source et limiter les phénomènes de pollution diffuse observés dans les bassins viticoles. Il s'agit alors de réduire ou remplacer l'utilisation des pesticides par des technologies alternatives. Il semble toutefois que le développement de ce type de pratiques, incluant des modifications du processus de production de raisin, soit peu développé. Il est alors nécessaire de proposer un cadre théorique permettant de mettre en évidence d'une part les causes et arguments qui limitent ces pratiques « propres » et d'autre part les déterminants de leur mise en œuvre à large échelle. Concentrée essentiellement sur la dynamique d'innovation, l'approche évolutionniste essaie de comprendre les mécanismes de l'intégration de nouvelles technologies ou innovations dans les trajectoires¹¹ des entreprises. Elle offre ainsi un cadre dynamique permettant de caractériser les processus d'innovation dans le secteur et de mieux comprendre les conditions dans lesquelles le changement technologique intervient et évolue.

Dans la recherche d'intensification de la production de la deuxième moitié du 20^e siècle, plusieurs techniques de maîtrise de la pression parasitaire ont été développées. Parmi les diverses méthodes proposées, c'est la lutte chimique qui s'est rapidement imposée comme « solution définitive et universelle » (Deguine et al., 2008). L'efficacité des pesticides a été immédiate et leur facilité de mise en œuvre incontestable. C'est donc ce modèle qui a prévalu et s'est imposé depuis cette époque. L'approche évolutionniste des industries appliquée à l'agriculture (Possas et al., 1996) permet d'appréhender ce modèle en tant que paradigme dit de la « chimie » (Saint-Gès, 2006) ou des pesticides. Dosi (1982) définit un paradigme technologique comme « un modèle de solutions à des problèmes technico-économiques sélectionnés », par similarité avec le concept de paradigme scientifique en sciences. Le paradigme des pesticides est caractérisé par une base de connaissances portant sur les produits chimiques de synthèse pour résoudre les problèmes de protection des vignobles. Celle-ci guide les processus d'innovations éventuels des viticulteurs. Le progrès technologique se fait ainsi selon les compromis technico-économiques délimités par le paradigme. La diversité des trajectoires des exploitations illustre des efforts variés en matière de protection des cultures (viticulture raisonnée, intégrée, nouveaux pulvérisateurs, etc.) mais qui sont restreints au paradigme des pesticides. Seul un petit nombre d'entreprises s'est affranchi de ce paradigme

⁹ Une technologie « propre » est définie comme un changement intégré au processus de production qui permet de réduire la pollution à la source, c'est-à-dire avant qu'elle soit produite (Oltra et Saint-Jean, 2005).

¹⁰ Une technologie de « bout de chaîne » permet de traiter la pollution à l'aide de différentes technique et ce à la fin du processus de production (Oltra et Saint-Jean, 2005).

¹¹ Les trajectoires technologiques représentent la direction de l'activité de résolution de problème (le progrès) dans le cadre d'un paradigme technologique (Dosi, 1982).

pour aller vers ce que l'on pourrait appeler un paradigme « vert » (Oltra et Saint-Jean, 2005) où les pesticides de synthèse sont totalement absents (exemple de la viticulture biologique).

Concernant le secteur agricole, l'analyse évolutionniste du changement technologique se concentre en général sur des processus d'innovations technologiques provenant de sources extérieures aux exploitations agricoles. Pavitt (1984) propose notamment une taxonomie des différents secteurs par rapport aux sources de la technologie, aux exigences et aux besoins des utilisateurs de la technologie et aux possibilités d'appropriation de cette technologie. Dans cette taxonomie, l'agriculture est décrite comme un secteur dominé par l'offre avec des firmes de petite taille, un faible degré de concentration et une absence de structure oligopolistique. Ce secteur a également pour caractéristiques une bonne homogénéité des produits proposés, une forte concurrence par les prix, un bas niveau de changement technique interne et une capacité d'innovation limitée dans les exploitations elles-mêmes. Les dépenses de R&D sont quasiment inexistantes et l'essentiel des études qui s'intéressent aux innovations en agriculture portent sur l'analyse des industries amont, i.e. l'industrie phytosanitaire, l'industrie des semences, du machinisme agricole, etc. Les innovations sont donc considérées comme se diffusant lors de l'achat de produits intermédiaires ou de matériel agricole. Les nouveaux produits ou améliorations apportées sont adoptés dans les exploitations par incorporation au processus de production par le biais des fournisseurs (nouveaux produits et nouveaux matériels). Or la mise en œuvre de nouvelles pratiques « propres » suppose des changements dans le processus de production de raisins pour substituer ou réduire les intrants chimiques. C'est donc que le processus d'innovation est non pas seulement le fait des firmes ou des acteurs amont mais un processus complexe caractérisé par la nature systématique et radicale des changements impliqués, un nombre important d'acteurs et d'institutions hétérogènes, aussi bien que par un changement de grande échelle sur le long terme (Oltra, 2008).

Les approches existantes abordant la réduction des pesticides ont permis de mettre en évidence certaines caractéristiques des exploitations ayant mis en œuvre des pratiques plus économes en intrants. Toutefois, même si ces approches ont permis de proposer des solutions en termes de politiques publiques, elles trouvent maintenant leurs limites face aux phénomènes de pollution diffuse. L'approche évolutionniste, centrée sur le changement technologique, constitue un point de départ intéressant pour analyser la dynamique des innovations. Toutefois, elle occulte la problématique de la diversité des processus d'innovation en agriculture, notamment celle des sources d'innovation (Lundvall, 1992), l'importance des processus d'apprentissage et des processus d'innovation au sein des exploitations agricoles. Nous proposons donc dans la partie suivante un cadre d'analyse basé sur cette approche appliquée au secteur viticole qui tienne compte de la diversité des sources d'innovation et de l'importance des viticulteurs en tant qu'acteurs du processus d'innovation.

3. Conceptualisation de la réduction des pesticides en viticulture dans l'approche évolutionniste

L'avènement des pesticides issus de l'industrie chimique s'est accompagné d'une spécialisation des pratiques culturales en viticulture (3.1.). Les routines phytosanitaires développées par les viticulteurs depuis plusieurs années ont ainsi conduit à un verrouillage technologique qui rend la réalisation des objectifs de récolte très dépendante de l'utilisation de pesticides (3.2.). La réduction de leur emploi passe par la mise en œuvre d'innovations (3.3.). La compréhension des mécanismes qui gouvernent ce changement nécessite la définition d'un cadre d'analyse approprié. Centrée sur le changement technologique et les dynamiques

industrielles, l'approche évolutionniste permet d'analyser la réduction des pesticides comme un processus d'innovation environnementale. L'incertitude, la prégnance des interactions et la spécificité qui le caractérisent permettent de donner un éclairage différent sur les mécanismes de la mise en œuvre de nouvelles pratiques dans les exploitations viticoles (3.4.).

3.1. La protection phytosanitaire en viticulture : des routines basées sur l'utilisation des pesticides

Après la seconde guerre mondiale, la spécialisation des pratiques de protection des cultures autour de l'utilisation des pesticides a systématisé le recours des viticulteurs à ces produits pour la protection de leurs vignobles. Leurs pratiques phytosanitaires sont ainsi basées sur des règles de décisions simples et récurrentes¹² reposant sur les produits phytosanitaires même si les itinéraires techniques observés peuvent être différents (produits utilisés, nombre et enchaînement des traitements). Ces règles de décision ou d'organisation des exploitations viticoles sont décrites dans la théorie de la firme de Nelson et Winter (1982) comme des dispositions relativement constantes et les heuristiques stratégiques qui façonnent l'approche d'une firme en fonction des problèmes auxquels elle fait face (Nelson et Winter, 1982, p.15). Les routines reflètent ainsi les savoirs, les compétences et les expériences des exploitants acquises depuis de nombreuses années et qui sont utilisées quotidiennement dans les activités de l'exploitation pour gérer les épidémies et les ravageurs. Ces routines sont en quelque sorte des règles de fonctionnement, des solutions connues à des problèmes phytosanitaires qui peuvent se poser. Chaque exploitation a son propre répertoire de routines et prend ses décisions en fonction d'elles. Elles déterminent donc ses comportements possibles, mais seulement une partie du répertoire est mise en œuvre selon les circonstances. Pour la protection phytosanitaire, les viticulteurs fonctionnent en dissociant leurs choix productifs. Les pratiques culturales sont tout d'abord déterminées en fonction de l'objectif de production, quitte à augmenter la pression parasitaire. Puis sont mis œuvre des moyens de protection chimique du vignoble pour essayer d'atteindre et de préserver ce potentiel (Aubertot et al., 2005). Selon le pathogène concerné, le niveau d'infestation, le climat, le stade végétatif entre autres facteurs, le viticulteur détermine une réponse appropriée pour tenter de contenir la maladie. Les routines phytosanitaires consistent essentiellement à réaliser des traitements chimiques sans discontinuité afin que la vigne soit sans cesse protégée, quel que soit le risque. Ces pratiques, connues et maîtrisées, entraînent des traitements phytosanitaires chimiques dits « systématiques ». La réponse apportée par les exploitants aux problèmes parasitaires est donc essentiellement constituée de routines que l'on peut qualifier de routines phytosanitaires.

Les routines phytosanitaires peuvent être statiques dans la répétition de pratiques connues ou dynamiques quand il s'agit de mettre en œuvre de nouveaux apprentissages. Ce sont les routines de l'entreprise qui servent à conserver ses compétences (Nelson et Winter, 1982). Les mêmes activités sont répétées régulièrement (remplissage du pulvérisateur, réglage du pulvérisateur, traitement) et le savoir-faire se transmet pour ces opérations. Le répertoire de compétences des viticulteurs en matière de protection phytosanitaire est donc essentiellement constitué de compétences phytosanitaires. La répétition des actes entraîne une amélioration des compétences et entretient la spécialisation des viticulteurs. L'apprentissage est donc producteur de connaissances qui sont formalisées par les routines dans l'entreprise. Les efforts entrepris dans les années 60 pour gagner en productivité et en autonomie ont conduit à une spécialisation des agriculteurs qui ont ainsi développé des compétences très spécifiques

¹² Traitements phytosanitaires organisés pour une couverture systématique et préventive du vignoble, cadences de traitement resserrées sur pluies annoncées, etc.

(traitements phytosanitaires). Par contre, les compétences non utilisées ont eu tendance à se perdre.

Les processus de protection du vignoble sont essentiellement basés en viticulture sur des routines phytosanitaires s'appuyant sur des produits chimiques de synthèse (hors viticulture biologique). Mais malgré l'impact environnemental négatif de ces produits, les pratiques persistent.

3.2. Des trajectoires d'exploitations viticoles cumulatives, sources de dépendance de sentier et de verrouillage technologique

Lors de leur apparition sur le marché, les apprentissages liés à l'utilisation des pesticides ont été rapides grâce à leur facilité d'application et d'utilisation. La démonstration de leur efficacité technique a ainsi conduit à leur intégration complète dans les processus de production de raisin et dans les routines des exploitations comme solution « miracle » aux problématiques de protection des vignobles. Les itinéraires techniques ont été simplifiés et les rendements obtenus ont été améliorés sans augmenter la pénibilité du travail. Des objectifs de production plus élevés en qualité et en quantité ont pu être adoptés et les viticulteurs se sont donc spécialisés dans la protection chimique du vignoble. C'est en ce sens qu'ont été orientés les processus d'apprentissage. Le résultat de cette spécialisation se traduit par des systèmes de production de raisin fortement dépendants de ces pesticides, ces derniers étant en effet difficilement remplaçables à court-moyen terme en viticulture à objectifs de production identiques.

Avant l'avènement des pesticides, les systèmes reposaient sur un compromis entre risque phytosanitaire (partiellement maîtrisé à l'aide d'auxiliaires par exemple) et potentiel de production de la culture. Les règles de fonctionnement et de réponse aux problèmes phytosanitaires posés se sont donc modifiées. Il est clair que depuis plusieurs générations qu'ils ne sont plus en vigueur, les objectifs de production et les pratiques de lutte antérieures à l'avènement des produits phytosanitaires de synthèse au milieu du 20^e siècle sont « oubliés » (Deguine et al., 2008). Les évolutions technologiques futures que l'on peut espérer en matière de protection du vignoble sont donc contraintes par les choix que les exploitations viticoles ont pu faire précédemment. En d'autres mots, les processus de recherche technologique dans chaque exploitation sont cumulatifs et les techniques privilégiées sont dépendantes de celles qui ont été choisies auparavant. En l'occurrence, elles s'appuient sur l'utilisation de pesticides même s'il ne s'agit pas forcément de la meilleure technologie, notamment compte tenu des contraintes actuelles en matière de protection du vignoble (Paillotin, 2008). Le changement technologique est donc le produit d'un processus antérieur (*path dependant*) et dépend à la fois du savoir-faire, des connaissances et des compétences technologiques acquises par les exploitations viticoles dans le passé. Les routines ne se modifient pas facilement (forte inertie) ce qui est dû au caractère cumulatif de l'apprentissage et le progrès technique crée de l'irréversibilité dans la trajectoire des exploitations (Dosi, 1988). Il est même possible d'observer un phénomène d'auto renforcement dans la mesure où il n'existe pas ou plus d'autre solution. Les méthodes de protection du vignoble qui existaient avant les pesticides ne sont plus forcément connues dans les exploitations (car non pratiquées depuis des décennies) et ne répondent pas aux nouveaux objectifs de production que se sont assignés les viticulteurs lors de l'avènement du paradigme des pesticides. La production de raisin se trouve donc dans une situation de verrouillage technologique vis-à-vis de l'utilisation des pesticides.

Afin de réduire l'utilisation des pesticides qui sont à la base de la protection des plantes en viticulture, les producteurs sont sollicités pour mettre en œuvre des innovations. Ceci nous amène à analyser la diversité des sources d'innovation et des alternatives qui s'offrent à eux.

3.3. Des innovations environnementales pour réduire l'utilisation des pesticides : des sources d'innovation variées

Suite à une prise de conscience massive concernant les questions environnementales dans le milieu agricole, des nouveaux produits, processus ou méthodes de protection du vignoble doivent être mis au point. Contrairement à la description faite dans la classification de Pavitt (1984), les sources d'innovation sont variées en viticulture. Possas et al. (1996) proposent une typologie des sources d'innovation en agriculture qui est constituée de six groupes comme préalable à l'identification des différentes trajectoires technologiques qui prévalent en agriculture depuis la deuxième guerre mondiale. Ils distinguent tout d'abord les firmes industrielles privées qui produisent les consommations intermédiaires et le matériel agricole (industrie phytosanitaire, industrie des semences, machinisme, etc.) ; les institutions publiques (universités, centres de recherche publics) ; les firmes de développement des agro-industries ; les organisations collectives à but non lucratif (coopératives, associations de producteurs) ; les firmes de service et enfin les exploitations agricoles elles-mêmes. La manière dont ces sources d'innovation évoluent et interagissent est la principale force qui conduit au développement de trajectoires technologiques en agriculture, le tout formant un régime technologique cohérent. De nombreux acteurs travaillent sur différentes innovations environnementales¹³ en réponse aux problèmes parasitaires des vignobles (cf. tableau 1).

Tableau 1 : Diversité des sources d'innovation pour la réduction des pesticides en viticulture

Sources d'innovation		Innovations proposées
Industries amont	Agro-chimie	Nouvelles molécules de synthèse Produits phytosanitaires d'origine « naturelle » Raisonnement des traitements phytosanitaires
	Agro-industrie	Auxiliaires des cultures Produits phytosanitaires d'origine « naturelle »
	Machinisme	Buses & matériels de pulvérisation Réglages pulvérisateurs
Institutions publiques (INRA, Cemagref, etc.)		Innovations génétiques : hybrides, OGM Innovations de processus : règles de décision, associations culturelles, processus de production
Chambres d'agriculture		Mise au point de processus de protection du vignoble économes en intrants (lutte raisonnée, lutte intégrée, etc.) Prestations d'observation des maladies au vignoble
Coopératives		Prestations d'observation des maladies au vignoble Mise au point de processus de protection du vignoble économes en intrants (lutte raisonnée, lutte intégrée, etc.)
Associations de producteurs		Mise au point de processus de protection du vignoble économes en intrants Prestations d'observation des maladies au vignoble
Exploitations		Mise au point de processus de protection du vignoble économes en intrants Mise en œuvre et adaptation des innovations proposées par d'autres acteurs de l'innovation

¹³ Une innovation environnementale est considérée 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 » (MEI Report, 2008).

Il paraît évident que jusqu'à présent les firmes des industries amont (industrie chimique et machinisme notamment) ont eu un rôle prépondérant dans l'établissement du paradigme technologique chimique. Toutefois, concernant les produits de protection du vignoble, les perspectives d'innovations semblent assez limitées. Le potentiel de découverte de nouvelles familles de molécules n'est pas infini et l'apparition de résistances aux molécules de synthèse de plus en plus nombreuses de la part des bio-agresseurs (y compris les résistances croisées entre des molécules appartenant à des familles chimiques différentes) risque de réduire l'intérêt des produits existants. Le contexte de renforcement de la réglementation au sujet de l'homologation des produits (qui tend à augmenter les durées et les coûts de développement, i.e. environ 10 ans de recherche et 200 millions d'euros avant la mise en marché d'un produit (UIPP, 2008)) incite peu les firmes phytosanitaires à innover. Peu de nouvelles familles chimiques ou mode d'action devraient donc voir le jour dans les années à venir. Certaines firmes se sont orientées vers des innovations en matières actives d'origine biologique, mais les résultats sont jusqu'à maintenant peu satisfaisants (spécificité d'action, efficacité différée, contrainte d'homologation, problèmes d'application, innocuité remise en cause). Dans une perspective de nombre de substances actives réduit, l'attention se porte sur d'autres innovations comme les hybrides et organismes génétiquement modifiés qui sont actuellement interdits et relativement mal acceptés socialement en France.

Afin de pallier ce manque d'innovations de produits pour remplacer les pesticides, les acteurs de la recherche et les viticulteurs cherchent à améliorer leurs pratiques en utilisant et en construisant de nouveaux processus de protection du vignoble sur leur base de connaissances technologiques existante (Dosi, 1988). Les changements sont contraints et limités par le paradigme phytosanitaire. Les pesticides sont donc toujours présents mais les viticulteurs cherchent à diminuer leur utilisation de manière significative. Il est plus facile pour eux d'améliorer les pratiques phytosanitaires existantes que de passer à quelque chose de totalement et radicalement nouveau. En ce sens, il ne s'agit pas de changer de paradigme pour aller vers un paradigme vert tel que décrit par Oltra et Saint-Jean (2005), mais de capitaliser sur la base de connaissances des viticulteurs pour tout de même améliorer l'impact environnemental de leurs pratiques. Il s'agit par exemple d'une meilleure maîtrise de la pulvérisation et des quantités appliquées, d'utiliser des produits plus respectueux de l'environnement, efficaces à un faible grammage, etc. Le processus de protection du vignoble est alors modifié : traitements positionnés différemment, doses réduites, nombre de traitements diminués, réalisation d'observations spécifiques au vignoble, etc. Les compétences liées à l'adaptation au cycle de la plante et des bio-agresseurs sont réintroduites de manière progressive par des personnes et organisations extérieures à la firme mais faisant partie de son environnement proche (organismes de développement, coopératives, etc.) pour permettre une réduction de l'utilisation des pesticides.

Ces solutions permettent de progresser par rapport à la pression exercée sur les ressources naturelles tout en s'appuyant sur les routines des viticulteurs pour les faire évoluer petit à petit. Le changement de pratiques est alors analysé comme un processus d'innovation incertain, interactif et spécifique.

3.4. Changer de pratiques de protection du vignoble : un processus de changement technique incertain, interactif et spécifique

Bien que la viticulture soit très dépendante des pesticides, il est nécessaire de changer les pratiques phytosanitaires. L'analyse de ce changement dans un cadre évolutionniste permet de

mettre un accent particulier sur le caractère interactif, incertain et spécifique des processus d'innovation pour la réduction des pesticides au vignoble.

3.4.1. Un changement technique qui nécessite des interactions pour acquérir de nouvelles compétences

La satisfaction des nouveaux objectifs assignés à la production viticole nécessite l'évolution des routines phytosanitaires des exploitations. Nous avons vu que les routines formalisent les compétences phytosanitaires des entreprises. Bien que restant dans le paradigme phytosanitaire, la réduction des pesticides nécessite de nouvelles compétences pour des actions comme utiliser un nouveau matériel, réaliser des observations fines et régulières au vignoble, prendre des décisions basées sur de nouveaux critères, etc. Une entreprise dispose pourtant rarement de manière endogène de toutes les ressources (moyens, compétences) nécessaires à l'innovation et au changement technique. Un processus d'apprentissage est donc en jeu pour l'acquisition de ces nouvelles compétences. L'évolutionnisme se concentre traditionnellement sur l'observation de la capacité endogène des firmes à innover et sur la création de routines structurantes pour les firmes. Le développement des connaissances et des compétences nécessaires au processus d'innovation y est analysé par certains auteurs comme largement conditionné par l'interaction et la coordination des acteurs (Cohen et Lenvinthal, 1990). La mise en œuvre d'une innovation est donc non seulement liée à l'acquisition de connaissances et compétences technologiques, mais également à la compréhension par l'exploitation du contexte, des caractéristiques de l'environnement qui l'entoure et des autres acteurs de la filière vitivinicole. Les viticulteurs n'agissent pas dans un contexte vide et leurs comportements sont structurés par leurs expériences passées et la structure de leur environnement. Ils doivent ainsi se coordonner avec d'autres acteurs pour acquérir les ressources qui leur manquent. L'innovation est en ce sens un processus social entre les différents acteurs de la filière vitivinicole, contraint par un environnement donné. Ainsi, la capacité d'innovation d'une exploitation viticole dépend du contexte dans lequel elle se trouve. Le changement de pratiques techniques sera alors le résultat de l'interaction de l'exploitation viticole avec son contexte et de la capacité d'appropriation des viticulteurs pour les ressources produites en externe (Mathé et Rivaud, 2009). Le changement technique est donc analysé comme un processus d'apprentissage cumulatif dont l'agent est le support, mais qui est conditionné par la coordination et les interactions de l'exploitation avec son environnement (Lundvall, 1992).

On peut dès lors considérer que les innovations, pour être diffusées à large échelle, doivent être majoritairement basées sur des relations de coopération et d'interactions avec d'autres acteurs de la filière. Ces échanges peuvent être envisagées avec différents acteurs : clients, fournisseurs, exploitations concurrentes, organisations de producteurs et instituts de recherche publique par exemple. D'ailleurs si on s'intéresse à la trajectoire cognitive du secteur agricole français, on s'aperçoit que précédemment, i.e. avant l'avènement des pesticides dans notre cas, la production de nouvelles connaissances, compétences et le transfert de savoir-faire se réalisaient dans un cadre collectif (Darré, 1996) avec un aller-retour entre compétences tacites produites par les agriculteurs et compétences codifiables transférées par les techniciens (Labarthe, 2005). Un certain nombre de travaux sont basés sur des exemples allant dans le sens de l'importance de la dimension collective pour la diffusion du changement technique dans les exploitations (Ansaloni et Fouilleux, 2006 ; Del'Homme et al., 2008 ; Dupeuble, 2005 ; Mathé et Rivaud, 2009).

Le changement de pratiques suppose des apprentissages importants, qui reposent à la fois sur l'accompagnement des exploitations par des structures extérieures pour acquérir des compétences et sur les dynamiques collectives se construisant au sein de groupes d'agriculteurs, ce qui permet notamment de réduire l'incertitude inhérente au processus d'innovation.

3.4.2. La réduction des pesticides : un changement technique doublement incertain

Lors de la remise en cause de leur processus de protection du vignoble, les exploitants sont confrontés à une double incertitude dans la mesure où (i) ils ne connaissent pas l'ensemble des alternatives possibles ce qui est lié à l'information et (ii) ils ont une rationalité limitée¹⁴. Concernant le premier volet, ils n'ont pas accès à toute l'information existante et potentiellement disponible concernant les alternatives qui sont à leur disposition pour réduire l'utilisation des pesticides. D'une part, l'information n'est pas toujours disponible sur les solutions qui existent en matière de protection du vignoble, qu'il s'agisse de méthodes pour réduire les doses appliquées ou le nombre de traitements par exemple. D'autre part, les conséquences techniques et économiques ne sont pas non plus connues. Freeman (1992), tout comme Nelson et Winter (1982), note de manière générale dans les firmes un manque de connaissances à la fois sur les alternatives technologiques et les résultats de la recherche et sur leurs conséquences économiques. D'ailleurs, l'absence d'information concernant l'impact d'une modification de l'itinéraire technique sur l'équilibre économique global de l'exploitation a été identifiée comme un frein à l'évolution des pratiques vers une meilleure prise en compte de l'environnement (Arundel et Kemp, 2009). Saint-Gès (2006) a également identifié le coût potentiel comme un des freins à l'adoption de nouvelles pratiques sans toutefois le quantifier, ce qui traduit bien une méconnaissance de l'impact économique de ces nouvelles pratiques par les viticulteurs. Des études empiriques de certaines innovations environnementales de protection du vignoble tendent même à montrer que des économies potentielles existent¹⁵.

En situation de rationalité limitée, il est impossible pour les viticulteurs d'associer un gain à chaque alternative qui se présente à eux, d'autant qu'ils n'ont pas d'étalon de mesure et que la perception des gains est différente selon chaque exploitant. Les conséquences de la mise en œuvre de processus de production respectueux de l'environnement sont donc imprévisibles pour les exploitations viticoles. Au moment de la décision, l'exploitant ne possède qu'une partie des informations sur son avenir et ne peut donc associer aucune probabilité aux différents événements. D'autre part, Simon (1955) met en avant le fait que les agents ont des capacités cognitives limitées et donc une capacité limitée à traiter l'information provenant d'un environnement complexe. Il ne s'agit donc pas d'une simple situation d'information imparfaite mais bien d'une rationalité limitée des viticulteurs. Ils prennent leurs décisions sur la base des informations qu'ils sont susceptibles de collecter dans leur entourage, en situation de rationalité située (Pecqueur et Zimmermann, 2004), en puisant dans un sous-ensemble de possibles qui peut les conduire à ne pas choisir la solution optimale. Les exploitants peuvent même commettre des erreurs de jugement et ne pas atteindre les objectifs qu'ils se sont fixés eux-mêmes. Enfin, le choix entre les différentes techniques de protection du vignoble existantes est effectué par rapport aux objectifs que définit le viticulteur et qui peuvent parfois

¹⁴ Le concept de rationalité limitée a eu un certain succès auprès des économistes. Il s'agit d'un terme plutôt générique qui a ensuite été décliné en plusieurs notions : rationalité cognitive (Walliser, 1989), rationalité interactive (Ponssard, 1994), rationalité située (Orléans, 1994) et rationalité procédurale (Béjean et al., 1999).

¹⁵ Programme fédérateur Agriculture et Développement Durable « Vin et environnement » (2005-2009), financé par l'ANR.

être contradictoires. L'hypothèse de rationalité limitée développée dans l'approche évolutionniste permet ainsi de prendre en compte les conditions réelles de la prise de décision individuelle et lève donc l'hypothèse de capacité illimitée de traitement de l'information de manière optimale de la théorie standard. Dosi (1988) qualifie cette incertitude inhérente au processus d'innovation d'« incertitude forte », dans la mesure où l'ensemble des possibles tout comme les conséquences technico-économiques des événements ne sont pas connus, à laquelle on peut ajouter l'incertitude environnementale qui caractérise les innovations environnementales (Saint-Jean, 2002).

Dans le processus d'innovation, l'incertitude est donc double au regard de l'existence ou non d'alternatives technologiques et de l'incapacité des viticulteurs à évaluer leurs conséquences économiques.

3.4.3. Un processus de changement spécifique à chaque exploitation viticole

Parmi les trajectoires des exploitations viticoles, on distingue de manière générale une importante hétérogénéité dans les pratiques mises en œuvre, aussi bien entre les différentes démarches associées à des signes de qualité environnementale qu'à l'intérieur de chacune d'entre elles (Bélis-Bergouignan et Cazals, 2006). Les règles de décision des viticulteurs sont en effet spécifiques, chacun ayant son propre seuil de satisfaction, ses propres objectifs de production et sa propre expérience passée. Cela implique un comportement spécifique et des performances (résultats) spécifiques associées, d'autant plus qu'une même pratique peut conduire à des résultats différents pour une même innovation selon le contexte d'exploitation où elle est mise en œuvre. Le processus de changement technique est ainsi spécifique à chaque activité et à chaque exploitation, celle-ci différant des autres par ses compétences techniques et organisationnelles (formalisées dans ses routines) et par ses capacités à cumuler de l'expérience et à capter de nouvelles informations (Dosi et al., 1988 ; Nelson et Winter, 1982 ; Rosenberg, 1982). L'hétérogénéité caractérise ainsi les entreprises du secteur viticole et chacune suit sa propre trajectoire dans la mesure où la recherche technologique et les choix techniques sont contraints par ce qu'elles ont appris par le passé. La dynamique de changement technologique, *path* dépendante comme nous l'avons vu précédemment, ne peut que renforcer ce caractère spécifique, les firmes ayant des capacités d'absorption des connaissances et compétences nouvelles différentes. Le développement de nouvelles technologies et de nouveaux processus de protection du vignoble n'est donc pas aléatoire.

Les concepts clés de l'approche évolutionniste permettent une analyse cohérente de la situation des exploitations viticoles vis-à-vis des pesticides (routines phytosanitaires et dépendance de sentier) pour expliquer le lock-in dans lequel elles se trouvent. Ils mettent aussi en évidence que l'apprentissage et l'acquisition de nouvelles compétences concernant la protection du vignoble doivent être à la fois produites et captées par les exploitations afin de lever certains freins associés à la mise en œuvre d'innovations environnementales. La caractérisation du processus de changement technique dans cette approche (incertitude, importance des interactions et spécificité) donne une base à l'étude de ces processus et de leurs déterminants. Restent à déterminer les modalités de cette analyse dans l'objectif de dégager des pistes pour favoriser la mise en œuvre à large échelle de pratiques de protection du vignoble plus respectueuses de l'environnement.

4. Vers l'identification des déterminants de la réduction des pesticides en viticulture

La réduction des pesticides passe par un changement de pratiques dans chaque exploitation et la mise en œuvre d'une ou plusieurs innovations environnementales. Pour que l'impact environnemental de la viticulture s'améliore de manière significative, il s'agit toutefois que ce changement ait lieu dans une très grande majorité des exploitations. A partir du cadre proposé dans la section précédente, nous suggérons des éléments d'analyse des déterminants potentiels de la réduction des pesticides en viticulture (4.1.). Puis nous proposons des perspectives de recherche en termes de construction de scénarii pour étudier ces déterminants (4.2.).

4.1. Les déterminants de la réduction des pesticides

L'originalité de l'approche évolutionniste est d'analyser les déterminants des innovations environnementales en soulignant l'influence de trois moteurs principaux : la réglementation et les politiques publiques, la demande et les opportunités technologiques.

4.1.1. La réglementation, moyen de pression pour contraindre les exploitations à de nouvelles pratiques

Les innovations environnementales sont décrites dans la littérature comme trouvant leur principale source d'incitation dans la pression réglementaire, notamment pour les innovations de processus (Cleff et Rennings, 2000). Cela tient au caractère de bien public des externalités qu'elles produisent (préservation de l'environnement). Les exploitations viticoles sont naturellement peu incitées à innover pour aller vers des pratiques environnementales dans la mesure où les externalités produites sont au bénéfice, non pas de l'entreprise, mais de la société en général. La réglementation permet donc d'exercer une pression qui contraint les exploitations à s'engager dans une nouvelle voie. Dans l'approche évolutionniste, la réglementation est considérée comme un driver positif de l'innovation qui permet aux entreprises de combler au moins partiellement les coûts inhérents à la réglementation (Porter, 1990). La réglementation a un double effet, appelé *regulatory push/pull effect* (Rennings, 2000) :

- un effet *technology push* en signalant aux firmes les inefficacités dans leurs pratiques et les améliorations potentielles de leurs processus de production ou de leurs produits. Elle dirige le changement technologique en mettant les producteurs sur la voie de nouvelles pratiques. En viticulture, cela s'illustre par exemple par le cas de la réglementation en matière phytosanitaire qui a visé d'une part à réduire les pollutions ponctuelles (construction et mise aux normes de locaux phytosanitaires, récupération des EVPP¹⁶ et PPNU¹⁷, etc.) et d'autre part à protéger la santé des utilisateurs (équipements de protection individuels),
- la réglementation a également un effet *demand pull* en participant à la demande de qualité environnementale et en créant une pression sociétale. C'est ce qu'on observe aujourd'hui avec la montée en puissance des questions environnementales en agriculture alors que ce secteur avait été relativement tenu à l'écart de ce genre de considérations jusqu'à présent. La prise de conscience de l'importance des impacts négatifs de l'agriculture a engagé des processus de travail collectif comme le Grenelle de l'environnement. En termes de réduction des pesticides, cela s'est traduit par la

¹⁶ Emballages Vides de Produits Phytosanitaires.

¹⁷ Produits Phytosanitaires Non Utilisés.

publication du rapport Ecophyto 2018 qui a fixé et rendu public l'objectif la diminution de 50% de l'utilisation des pesticides à l'horizon 2018 (Paillotin, 2008).

De manière empirique, peu de travaux sont venus complètement confirmer ou infirmer l'hypothèse de Porter (Oltra et Saint-Jean, 2005). En viticulture, même s'il semble que les exploitations sont loin d'avoir toutes atteint la conformité avec la réglementation en vigueur (Saint-Gès, 2006), les normes sur le traitement des effluents ont par exemple permis l'amélioration de l'impact environnemental des pratiques des viticulteurs. Les études portent le plus souvent sur les effets des réglementations environnementales et des différents outils de politique publique qui sont analysés par rapport à un critère d'efficacité dynamique. Il s'agit de tester différents outils que constituent les instruments dits de « command and control » (normes), les instruments économiques (taxes, redevances, permis, subventions) et les initiatives visant à dépasser la réglementation. En viticulture, les spécificités du secteur conduisent à orienter la diversité des outils à tester. Tout d'abord, le paysage réglementaire agricole est relativement complexe et évolue assez rapidement. Ensuite, la mise en place de normes en matière de pollution diffuse est relativement compromise. Il est en effet difficile d'envisager le contrôle exhaustif de toutes les exploitations, d'une part parce qu'elles sont très nombreuses et disséminées sur le territoire, et d'autre part parce que le caractère diffus de ces pollutions empêche d'associer les pollueurs à la pollution. Il est donc difficilement envisageable de mettre au point des normes d'émissions ou de pollution comme dans l'industrie chimique par exemple. En ce qui concerne la réduction des pesticides, les taxes sur les produits phytosanitaires sont souvent citées dans la littérature. On observe toutefois, en l'absence d'étude empirique sur le sujet, que les augmentations importantes et récentes dans le prix des intrants chimiques n'ont pas entraîné de baisse significative de leur consommation¹⁸.

4.1.2. Quel rôle pour la demande dans la réduction des pesticides ?

Mais les innovations environnementales ne constituent pas exclusivement une réponse automatique à la réglementation. Il faut donc prendre en compte d'autres déterminants des innovations comme par exemple la demande pour essayer de comprendre les mécanismes relatifs à l'adoption de pratiques économes en intrants chimiques de synthèse. Une des questions qui peuvent être posées dans les modèles évolutionnistes concernent la demande et plus particulièrement le rôle de consommateurs expérimentaux (Malerba et al., 2007 ; Brouillat, 2008). Quelles sont les configurations du marché au niveau de la demande qui conditionnent le développement et la survie des firmes ? Dans ces modèles, l'adoption d'une nouvelle technologie dépend de la part de consommateurs expérimentaux, c'est-à-dire de ceux qui ont des préférences différentes de la majorité. Quand une nouvelle technologie apparaît, la firme ou le nouvel entrant a une part de marché faible. Pour sortir du lock-in, il faut qu'il y ait des consommateurs prêts à changer leur « mode » de consommation. Les travaux de Malerba et al. (2007) ont montré que sans ces consommateurs, la nouvelle technologie ne peut pas décoller. Ce sont eux qui permettent de sortir du lock-in et de se développer, voire de rentrer en compétition avec la technologie existante. La capacité d'une technologie à se diffuser dépendrait donc des conditions de demande. La demande peut également être intégrée dans les modèles par l'introduction d'une fonction d'utilité pour les consommateurs (Windrum and Birchenhall, 2005).

¹⁸ La diminution relativement faible des quantités de pesticides utilisées au cours des dernières années est plus souvent attribuée au retrait d'un nombre important de substance ainsi qu'à la mise sur le marché de molécules efficaces à de plus faibles grammages.

En ce qui concerne la demande en vins « environnementaux », des travaux ont montré que, contrairement à d'autres productions agricoles pour lesquelles la demande de produits reconnus comme respectueux de l'environnement ne cesse d'augmenter (le lait par exemple), la viticulture ne génère pas actuellement une demande importante de vins « respectueux de l'environnement ». Bazoche et al. (2008) ont d'ailleurs montré que le consentement à payer des consommateurs pour des vins de qualité environnementale est très proche de zéro sauf pour les vins labellisés Agriculture Biologique où la valorisation potentielle n'est toutefois pas très élevée (marché de niche qui n'évolue pas). De la même manière, les acteurs des différents circuits de distribution (négociants, coopératives, producteurs, acheteurs de grandes surfaces, cavistes, acheteurs pour la restauration, etc.) mettent en avant deux points particuliers concernant l'adoption de pratiques de protection du vignoble économes en intrants phytosanitaires à large échelle par les viticulteurs (Ugaglia et Del'Homme, 2009) :

- d'après eux, une éventuelle valorisation de ce type de pratiques est inenvisageable sauf pour la viticulture biologique,
- les volumes de vin labellisé Agriculture Biologique ne peuvent pas augmenter ou très peu. En effet, la demande qui leur est transmise pour ce type de vin plafonne. Le marché du bio semble être alors un marché de niche peu amené à se développer dans les conditions actuelles.

Bazoche et al. (2008) notent également que le niveau d'information des consommateurs concernant la problématique environnementale et l'absence de présence significative de pesticides dans le produit final vin peut influencer le comportement des consommateurs, mais pas toujours dans le sens escompté. En effet, en présence du signalement de l'absence de résidus de pesticides dans le vin (qui n'a à ce jour pas été démontrée de manière satisfaisante), les consommateurs semblent se détourner des vins respectueux de l'environnement dans la mesure où, plus que la préservation de l'environnement, leur principale inquiétude semble concerner leur propre santé.

4.1.3. Des opportunités technologiques limitées dans les exploitations viticoles

Le troisième déterminant mis en avant dans l'approche évolutionniste concerne les opportunités technologiques. Selon les opportunités technologiques qui s'offrent à elles, les firmes sont plus ou moins incitées à innover. Dans le cas de l'agriculture, celles-ci sont très limitées (Pavitt, 1984). Peu d'innovations de produits alternatifs aux pesticides sont ou seront disponibles à moyen terme. Cela amène les viticulteurs à se pencher sur la mise en œuvre de processus de protection du vignoble innovants basés sur des produits phytosanitaires mais limitant au maximum leur utilisation. Mais la mise en place de nouvelles pratiques doit s'accompagner de la satisfaction d'autres objectifs prégnants dans le contexte de crise actuel comme le maintien des coûts de production à un niveau relativement bas et du niveau de qualité. De manière générale, les travaux évolutionnistes se penchent sur l'analyse des dépenses de R&D mobilisées par les firmes pour développer des processus d'apprentissages et exploiter les opportunités technologiques. Dans le cas des exploitations viticoles, la petite taille des exploitations (relativement à l'industrie chimique par exemple) et leur structure font que très peu d'entre elles développent des activités de R&D en interne. Le développement de connaissances et de compétences afin d'arriver à concilier les différents objectifs de production y compris environnementaux ne peut qu'être très limité si on s'en tient au seul périmètre des exploitations viticoles.

Dans ce cadre, la coordination des acteurs dans un environnement collectif est analysée comme moyen de faciliter les processus d'apprentissages (externalités de connaissances) en viticulture. Elle permet d'une part de favoriser l'émergence de solutions et la diffusion de

nouvelles pratiques de protection du vignoble. D'autre part, elle génère d'autres externalités positives nécessaires à la mise en œuvre d'innovations environnementales (externalités pécuniaires). Elle favorise l'existence de relations interindividuelles dans lesquelles il y a des échanges entre acteurs et organisations (Pecqueur et Zimmermann, 2004), dans la mesure où les contextes organisationnels sont adaptés (Gilly et Torre, 2000). Il est tout d'abord plus facile et moins coûteux de mutualiser avec le voisin ou une exploitation proche, dans le cas d'un achat de matériel ou de services en commun, de mutualisation de compétences ou d'entraide par exemples. Pour une exploitation viticole, la rationalité située des acteurs est un moyen de maîtriser l'environnement. Elle est dépendante de celle des autres exploitations, ce qui facilite par conséquent la dimension mimétique (apprentissage collectif). Les innovations en termes de processus de protection du vignoble sont en bonne partie élaborées de manière conjointe entre plusieurs acteurs de la filière. Même si peu d'études ont été menées à ce sujet, le réseau des exploitations semble être un élément déterminant, comme par exemple les relations qu'une exploitation peut avoir avec les organismes de Recherche et Développement de manière directe ou indirecte via une association de producteurs ou la Chambre d'agriculture pour la conception d'un processus de protection du vignoble économe en intrants et permettant de remplir les objectifs de production des viticulteurs. L'insertion des exploitations dans des organisations de producteurs ou développant les réseaux adéquats sont ainsi à même de favoriser le développement, l'accessibilité et l'appropriation de ce type de pratiques. La démonstration faite de l'importance des interactions implique de donner, d'une manière ou d'une autre, une place centrale à cette dimension dans l'étude de la réduction des pesticides.

4.2. De la nécessité de construire des scénarii pour étudier les déterminants de la réduction des pesticides

Analyser les déterminants d'une innovation exige que soit identifié le niveau auquel on se situe, soit micro de l'exploitation ou méso de l'industrie afin de qualifier les facteurs favorisant ou limitant la réduction des pesticides. De nombreuses études ont été menées sur l'innovation en agriculture (quelle que soit l'approche) avec parfois une difficulté de vocabulaire concernant l'« adoption/diffusion » des innovations, termes parfois employés de manière conjointe alors qu'il s'agit de deux notions différentes. Certains auteurs étudient les modèles de diffusion de technologies spécifiques, tandis d'autres que se concentrent sur l'adoption des innovations, i. e. le modèle de décision et de comportement des agriculteurs. Les variables et les types de modèles utilisés, ainsi que les résultats sont différents. Il s'agit alors de s'interroger sur l'approche la plus pertinente pour comprendre les mécanismes qui gouvernent la réduction des pesticides en viticulture. Possas et al. (1996) préconisent deux voies d'analyse des transformations en cours dans le monde agricole : d'une part une voie *interne* qui se concentre sur les caractéristiques des trajectoires existantes et des éléments d'analyse interne aux entreprises, et d'autre part une voie *externe* s'intéressant au contexte économique, scientifique et social des entreprises du secteur. De notre point de vue, les deux types d'analyse ne sont pas contradictoires et il est même possible de rencontrer des modèles d'adoption intégrant des données sur le processus de diffusion (stade auquel le processus de diffusion en est) ou le contexte et des modèles de diffusion intégrant des éléments de choix et de décision des agriculteurs. Toutefois, de par leurs focus différents, ces modèles ne conduisent pas aux mêmes types de résultats et ne nécessitent pas les mêmes données. Mais est-il nécessaire de les dissocier complètement ?

Dans un objectif de mise en évidence des déterminants qui favoriseraient la diffusion de pratiques de réduction des pesticides à large échelle dans le monde viticole, on ne peut se

contenter d'analyser les trajectoires existantes dans la mesure où des freins persistent. L'objectif étant de présenter des préconisations aux pouvoirs publics en matière de politiques publiques, il semblerait que la construction et le test de scénarii dynamiques portant sur la diffusion de nouvelles pratiques constitue une voie de travail à poursuivre. Partant de la conceptualisation de la réduction des pesticides dans l'approche évolutionniste, les mécanismes qui gouvernent la diffusion de pratiques économes en intrants chimiques apparaissent guidés de manière conjointe par plusieurs facteurs dont trois principaux : la réglementation, la demande et la coordination des viticulteurs avec leur environnement. Dans ce cadre, il nous semble alors pertinent de réfléchir à des combinaisons de ces trois moteurs afin de mettre en évidence celles qui pourraient potentiellement conduire à une mise en œuvre de ces pratiques au niveau du secteur viticole. Toutefois, l'étude des mécanismes de sélection de ces nouvelles pratiques ne pourra se faire de manière déconnectée des spécificités des exploitations viticoles ou du contexte réglementaire et économique actuel. Des éléments microéconomiques aussi bien que macroéconomiques prépondérants dans l'analyse du changement technologique devront alors être intégrés dans les scénarii testés.

Réfléchir la réduction des pesticides comme un changement de pratiques au sein des exploitations viticoles et comme nécessitant la mise en œuvre d'innovations environnementales nécessite de combiner les déterminants précités pour dépasser l'opposition adoption/diffusion. Cela conduit notamment à essayer d'identifier les liens entre la mise en œuvre des bonnes pratiques et leur valorisation au niveau des marchés. Les moyens de lever les freins existants reposeraient sur l'analyse des interactions directes et de leur régulation au niveau de la filière. Le recours à l'élaboration de scénarii peut de ce point de vue permettre une étude exploratoire de la mise en œuvre effective de la réduction des pesticides à large échelle.

5. Conclusion

La prise en compte de l'environnement et la préservation des ressources naturelles sont en train de devenir des enjeux de plus en plus prégnants dans les questions de société. La viticulture, forte consommatrice d'intrants est particulièrement concernée. La diminution de l'impact négatif de cette activité passe par un changement de pratiques qui implique la mise en œuvre d'innovations pour la protection du vignoble. La communication a montré (i) qu'il existe plusieurs approches économiques pour appréhender la réduction de l'utilisation des pesticides en viticulture et (ii) que l'approche évolutionniste offre un cadre analytique et des concepts intéressants pour mettre en évidence les mécanismes qui gouvernent le changement de pratiques et sa diffusion à large échelle. Les approches standard et conventionnaliste de la réduction des pesticides ont permis l'avancée des connaissances relevant du changement de pratiques de protection phytosanitaire du vignoble en mettant en évidence par exemple la taille de l'exploitation ou les conditions d'engagement des viticulteurs comme facteurs influençant la décision d'adoption de bonnes pratiques par les viticulteurs. Elles ne permettent toutefois pas d'identifier les facteurs à même d'assurer leur diffusion à large échelle. D'autres travaux ont montré l'intérêt de l'approche évolutionniste pour appréhender le changement technique à travers les concepts de trajectoire et de paradigme technologiques. Ces derniers nous ont permis de nous appuyer sur ce cadre théorique pour conceptualiser les pratiques phytosanitaires actuelles des viticulteurs et le processus d'innovation pour la réduction des pesticides en dépassant au moins en partie les limites des autres approches. Il convient d'aller plus loin et de poursuivre le travail de recherche afin d'identifier les modalités d'articulation des déterminants de la mise en œuvre de pratiques plus respectueuses de l'environnement permettant leur généralisation à large échelle, c'est-à-dire impliquant le plus grand nombre de

viticulteurs possible. C'est à cette seule condition que l'impact négatif de la viticulture sur l'environnement pourra être réduit. Pour cela, nous avons montré que plusieurs angles d'approche étaient possibles et nous percevons qu'il est probable que la solution réside dans la combinaison d'éléments d'adoption et de diffusion dans l'élaboration de scénarii pour tester la prégnance des déterminants théoriques des innovations environnementales dans le cas de la réduction des pesticides en viticulture.

6. Bibliographie

- AGENCE DE L'EAU SEINE NORMANDIE, 2008. *Guide pratique des substances toxiques dans les eaux douces et littorales*, Ed. AESN, 271p.
- ANSALONI M., FOUILLEUX E., 2006. Changements de pratiques agricoles : facteurs et modalités d'hybridation technique des exploitations laitières bretonnes, *Economie rurale*, n°292, mars-avril, pp.6-20.
- ARUNDEL A., KEMP R., 2009. *Measuring eco-innovation*, Maastricht, United Nations University - Maastricht Economic and social Research and training centre on innovation and Technology, 40p.
- 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., DEOLA C., SOLER L.G., 2008 (b). Disposition à payer pour les caractéristiques environnementales : une étude expérimentale des consommateurs de vin, *25^{ème} journée de micro-économie appliquée*, St Denis de la Réunion, 16p.
- BEJEAN S., MIDY F., PEYRON C., 1999. La rationalité simonienne : interprétations et enjeux épistémologiques, *LATEC - documents de travail*, 27p.
- BELIS-BERGOUIGNAN M.C., CAZALS C., 2006 (a). Les démarches environnementales volontaires au sein de la viticulture française : des conditions d'engagement différenciées, *Cahiers du GRES*, pp.1-21.
- BROUILLAT E., 2008. *Dynamique industrielle et innovation environnementale : le cas de la prévention des déchets*, These ès Sciences Economiques, Université de Montesquieu Bordeaux IV, 469p.
- BURROWS T.M., 1983. Pesticide demand and integrated pest management: a limited dependent variable analysis, *American Journal of Agricultural Economics*, vol. 65, n°4, pp.806-810.
- CAZALS C., 2006. *Analyse conventionnaliste des démarches environnementales volontaires – L'exemple de la viticulture et de l'arboriculture fruitière*, These ès Sciences Economiques, Université de Montesquieu Bordeaux IV, 287p.
- CLEFF T., RENNINGS K., 2000. « Determinants of environmental products and process innovation – evidence from the Mannheim innovation panel and a follow-up telephone survey » in: HEMMELSKAMP J., RENNINGS K., LEONE (eds), *Innovation-oriented environmental regulation*, ZEW Economic studies, Physica Verlag, Heidleberg, New York.
- COHEN W.M. et LEVINTHAL D.A., 1990. Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation, *Administrative Science Quarterly*, vol.35, pp.128-152.
- DARRE J.P., 2006. Conditions d'une approche en terme de régulation sectorielle - Le cas de la sphère viticole, *Cahiers d'économie et sociologie rurales*, n°17, pp.7-38.
- DEGUINE J.P., FERRON P., RUSSEL D. 2008. *Protection des cultures - De l'agrochimie à l'agroécologie*, Ed. Quae, 190p.
- DEL'HOMME B., FILIPPI M., UGAGLIA A., 2008. Innovations environnementales et proximités : de l'importance des acteurs du territoire pour l'adoption des innovations environnementales en viticulture, *Colloque ASRDLF*, Rimouski (Canada), 25-26 et 27 août 2008, 15p.

- DUPEUBLE T., 2005. Normalisation, ressources cognitives intermédiaires et changement institutionnel : le cas des politiques agro-environnementales en France, *INRA SAE2, 7èmes journées Jeunes Chercheurs*, 14 et 15 mars.
- DOSI G., 1982. Technological paradigms and directions of technological change, *Research policy*, vol. 11, n°3, pp.147-162.
- DOSI G., 1988. Sources, procedures, and microeconomic effects of innovation, *Journal of economic literature*, vol. 26, n°3, pp.1120-1171.
- DOSI G., FREEMAN C., NELSON R., SILVERBERG G., SOETE L., 1988. *Technical change and Economic theory*, Francis Pinter and Columbia University Press, London and New York.
- FALCONER K.E., 1998. Managing diffuse environmental contamination from agricultural pesticides: an economic perspective on issues and policy options, with particular reference to Europe, *Agriculture, Ecosystems and Environment*, n°69, pp.37-54.
- FERNANDEZ-CORNEJO J., 1996. The microeconomic impact of IPM adoption: theory and application, *Agricultural resources economic review*, vol. 25, pp.149-160.
- FERNANDEZ-CORNEJO J., 1998. Environmental and economic consequences of technology adoption: IPM in viticulture, *Agricultural economics*, vol.18, pp.145-155.
- FERNANDEZ-CORNEJO J., JANS S., 1995. Quality-adjusted price and quantity indices for pesticides, *American Journal of agricultural economics*, vol. 77, pp.645-659.
- FERNANDEZ-CORNEJO J., JANS S., 1996. The economic impact of IPM adoption for orange producers in California and Florida, *Acta horticulture*, n°429, pp.325-334.
- FERNANDEZ-CORNEJO J., JANS S., SMITH M., 1998. Issues in the economics of pesticide use in agriculture: a review of the empirical evidence, *Review of Agricultural Economics*, vol. 20, n°2, pp.462-488.
- FREEMAN C., 1992. *The Economics of Hope: Essays on Technical Change, Economic Growth and the Environment*, London: Pinter publisher, 1992.
- GILLY J.P., TORRE A. (eds), 2000. *Dynamiques de proximité*, Ed. L'Harmattan, Collection Emploi, Industrie et Territoire, 301p.
- GRIFFON M., 2006. *Nourrir la planète*, Ed. Odile Jacob, Paris, 456p.
- GROLLEAU G., 2002. *Gestion et certifications environnementales – Une application à l'agriculture*, These ès Sciences Economiques, Université de Dijon.
- HALL D.C., DUNCAN G.M., 1984. Econometric evaluation of new technology with an application to integrated pest management, *American Journal of Agricultural Economics*, vol. 66, n°5, pp.624-633.
- LABARTHE P., 2005. Trajectoire d'innovation des services et inertie institutionnelle : dynamique du conseil dans trois agricultures européennes, *Géographie, Economie, Société*, 2005/3, vol. 73, pp.289-311.
- LUNDEVALL B.A., 1992. *National systems of innovation*, Ed. Pinter publishers, London.
- MALERBA F., NELSON R., ORSENIGO L., WINTER S., 2007. Demand, innovation, and the dynamics of market structure: The role of experimental users and diverse preferences, *Journal of Evolutionary Economics*, vol.17, pp.371-399.
- MATHE J., RIVAUD A., 2009. Les enjeux cognitifs du défi environnemental dans l'agriculture : regards croisés France-Québec, *Colloque ASRDLF*, Clermont-Ferrand (France), 6-8 juillet 2009, 17p.
- MEI Report, 2008. *Measuring Eco Innovation, project for DG research of the European Commission*, draft version of March 2008, 19p.
- NELSON R.R., WINTER S.G., 1982. *An Evolutionary Theory of Economic Change*, The Belknap Press of Harvard University Press Cambridge, Massachusetts, London, England, 437p.
- OILB, 1993. Principes et directives pour la protection intégrée, *Bulletin OILB/SROP*.
- OLTRA V., 2008. Environmental innovation and industrial dynamics: the contributions of evolutionary economics, *Cahiers du GREThA*, n°2008-28, 27p.

- OLTRA V., SAINT-JEAN M., 2005. Environmental innovation and clean technology : an evolutionary framework, *International Journal of Sustainable Development*, vol.8, n°3, pp.153-172.
- ORLEANS A. (ed), 1994. *Analyse économique des conventions*, Paris, Presses Universitaires de France.
- PAILLET J., CORADE N., 2004. Gestion des domaines viticoles : une approche technico-économique pour mieux évaluer les nouvelles pratiques, *Actes du Colloque VDQS*, Dijon, 17p.
- PAVITT K., 1984. Sectoral patterns of technical change: Towards a taxonomy and a theory, *Research policy*, vol. 13, n°6, pp.343-373.
- PECQUEUR B., ZIMMERMAN J.B., 2004. « Introduction. Les fondements d'une économie de proximités » in: B. PECQUEUR, J.B. ZIMMERMAN (eds), *Economie de proximités*, Ed. Lavoisier, pp.13-42.
- PONSSARD J.P., 1994. « Formalisation des connaissances, apprentissage organisationnel et rationalité interactive » in : ORLEANS A. (ed), *Analyse économique des conventions*, Paris, Presses Universitaires de France, pp.169-198.
- PORTER M., 1990. *The Competitive Advantage of Nations*, New York, The Free Press.
- 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.
- Rapport PAILLOTIN, 2008. *Rapport final du Président du comité opérationnel « Ecophyto 2018 »*, Chantier 15 « Agriculture écologique et productive », 17 juin 2008, 142p.
- RENNINGS K., 2000. Redefining innovation - eco-innovation research and the contribution from ecological economics, *Ecological economics*, vol. 32, pp.319-332.
- ROSENBERG N., 1982. *Inside the black box: technology and economics*, Cambridge press university, Cambridge.
- SAINT-GES V., 2006. *Innovations environnementales dans la viticulture*. Thèse ès Sciences économiques, Université de Montesquieu Bordeaux IV, 347p.
- SAINT-JEAN M., 2002. *Emergence et diffusion des technologies propres au sein de relations verticales inter firmes*, Thèse ès Sciences Economiques, Université Montesquieu-Bordeaux IV.
- SIMON H., 1955. A behavioural model of rational choice, *Quarterly Journal of Economics*, 1955, n°69, pp.99-118.
- UGAGLIA A., DEL'HOMME B., 2009. La prise en compte de la dimension environnementale par les circuits de distribution des vins : Le cas des vins de Bordeaux, *Actes du Colloque VDQS, Oenométrie XVI*, 21-23 May 2009, Namur, 17p.
- UIPP, 2008. *La lettre spéciale de l'UIPP – Produits phytopharmaceutiques*, 4p.
- WALLISER B., 1989. Instrumental rationality and cognitive rationality, *Theory and decision*, vol. 27.
- WINDRUM P., BIRCHENHALL C., 2005. Structural change in the presence of network externalities: a co-evolutionary model of technological successions, *Journal of Evolutionary Economics*, vol.15, pp.123-148.