

Proposition de communication pour les
9ème Journées de recherches en sciences sociales (JRSS)
Nancy – 10 et 11 décembre 2015

Freins et leviers à la production et diffusion des éco-innovations variétales
- le cas du secteur semencier du tournesol

Danielle Galliano, Marie-Benoît Magrini, Caroline Tardy, Pierre Triboulet

dgalliano@toulouse.inra.fr, mbmagrini@toulouse.inra.fr, ctardy@toulouse.inra.fr, ptriboulet@toulouse.inra.fr

UMR AGIR, INRA, CS52627, 31326 Castanet Tolosan cedex

Version provisoire 30 novembre - ne pas diffuser

Résumé

Les semences sont reconnues comme un levier majeur de la transformation des systèmes agricoles et occupent donc une place de choix pour la transition agro-écologique de l'agriculture. La pression sociétale pour la réduction des externalités environnementales de l'agriculture a récemment amené le gouvernement français à imposer une dimension environnementale dans l'évaluation des variétés pour leur inscription au catalogue. Cette orientation vers plus de durabilité environnementale interroge la capacité des acteurs du secteur semencier à proposer de nouvelles variétés apportant un bénéfice environnemental. Dans ce contexte, ce papier a pour objectif d'analyser les conditions de production et de diffusion d'innovations variétales s'inscrivant dans le paradigme agro-écologique. Il combine de manière originale plusieurs approches théoriques des processus d'éco-innovation, aux échelles micro- et méso-économiques, pour appréhender les dynamiques d'innovation du secteur semencier. A partir d'une enquête auprès des principaux semenciers et autres acteurs de la filière tournesol, retenue comme étude de cas, nos résultats permettent d'avancer une faible, mais croissante orientation de ce secteur vers l'éco-innovation variétale. D'un côté, nos résultats confirment les interactions positives entre les dimensions technologique, réglementaire et marchande pour les processus d'éco-innovation. De l'autre, l'évolution du régime semencier dominant avec une internationalisation croissante des stratégies questionne sa capacité à favoriser les pratiques d'adoption et d'usage les plus aptes à favoriser l'expression du bénéfice environnemental d'une innovation variétale.

Mots clef : innovation variétale, durabilité environnementale, tournesol, filière, industrie semencière

JEL : D21, L16, L2, O13, O33

INTRODUCTION

Le modèle productiviste de l'agriculture qui s'est développé après-guerre a permis d'augmenter rapidement le volume de la production agricole mondiale. En cinquante ans, ce volume a été multiplié par 3,4 comme le rappellent Frémeaux et al. (2014). Cet accroissement rapide de la production s'est largement appuyé sur le secteur semencier, reconnu comme le « cheval de Troie » de la transformation des systèmes agricoles (Bonneuil et Thomas, 2009), en développant des variétés adaptées au système agro-chimique. Pour autant, au-delà des gains productifs obtenus, une prise de conscience progressive des externalités environnementales négatives générées par le modèle productiviste, amène à le repenser. Ses effets sur la biodiversité, le climat, le stock de ressources non renouvelables, mais aussi sur la santé humaine au travers des résidus de pesticides ou du déséquilibre de certains micronutriments¹, appellent à une nouvelle transformation de l'agriculture où le secteur semencier a, de nouveau, un rôle fondamental à jouer. La prise de conscience de ces enjeux environnementaux a d'ailleurs conduit l'Etat français à intégrer en 2011 une dimension environnementale dans l'évaluation des variétés lors des tests d'inscription au catalogue dans le cadre du plan Semence et Agriculture Durable (Vialle, 2011). Dans ce contexte, quelles nouvelles orientations le secteur semencier met-il en avant dans la conception de nouvelles variétés et quelles nouvelles améliorations variétales peut-il proposer pour soutenir la transition de l'agriculture vers plus de durabilité environnementale ?

L'objectif de cet article est d'analyser les conditions de production et de diffusion d'innovations variétales s'inscrivant dans le paradigme agro-écologique, autrement dit des éco-innovations variétales (EIV). Il s'agit ainsi de mieux identifier les freins et leviers à la prise en compte de la dimension environnementale par le régime socio-technique des semences. La littérature sur les processus d'innovation et de transition des modèles de production vers plus de durabilité s'est particulièrement étoffée ces dernières décennies face aux enjeux du développement durable. Au niveau micro-économique, le concept d'éco-innovation s'est développé, pour englober les travaux visant à mieux comprendre comment des innovations peuvent permettre de réduire les externalités environnementales négatives (Rennings, 2000). Au niveau méso-économique, les théories des transitions mettent l'accent sur l'importance de prendre en compte les questions de verrouillage/déverrouillage des régimes dominants en lien avec l'innovation (Geels, 2007). Pour autant, peu de travaux sur l'éco-innovation s'intéressent au monde agricole, et il n'existe pas à notre connaissance de travaux sur le secteur semencier.

La France, premier exportateur mondial de semences et où les principaux acteurs semenciers européens voir mondiaux sont implantés, offre un cas d'étude pertinent pour aborder ces questions. L'espèce retenue, le tournesol, se caractérise par un faible apport d'intrants chimiques (engrais azotés et pesticides) et de faibles besoins en eau d'irrigation. Cette plante rustique est présentée comme une bonne tête de rotation, elle nécessite peu d'apports d'intrants pour sa croissance et donc constitue une espèce de diversification

¹ Le déséquilibre du rapport omega 6/omega 3 dans l'alimentation des pays développés a des effets avérés sur la santé humaine (Adams et Demmig-Adams, 2013). De ce fait, diminuer les apports en omega 6 et augmenter ceux en omega 3 devient un enjeu important à atteindre en termes d'équilibre nutritionnel qui questionne toute la chaîne alimentaire (Duru et Magrini, 2015a).

d'intérêt adaptée aux exigences environnementales (Lecomte et Nolot, 2011 ; Jouffret et al., 2011 ; Meynard et al. 2013). En outre, le caractère éco-innovant d'une variété peut aussi être considéré à l'échelle de la filière au travers, par exemple, de nouvelles propriétés de la plante qui permettraient des éco-innovations dans les procédés industriels de transformation. L'EIV peut donc être considérée dans un sens large au regard de l'ensemble des bénéfices environnementaux qu'elle peut générer tout au long d'une filière agricole, les externalités environnementales positives générées contribuant alors à soutenir la transition du système agricole et agro-industriel vers plus de durabilité environnementale.

Notre travail est original dans la combinaison de plusieurs approches théoriques des processus d'innovation, aux échelles micro- et méso-économiques, pour comprendre la dynamique du secteur semencier dans sa capacité à proposer, diffuser et intégrer des éco-innovations variétales. Il mobilise une enquête par entretiens auprès des principaux semenciers et autres acteurs de la filière tournesol. Les résultats permettent d'avancer une faible, mais croissante orientation de ce secteur vers l'éco-innovation. Notre étude met en évidence les freins, mais aussi les leviers qui peuvent être mobilisés pour encourager l'évolution de ce secteur vers une plus forte durabilité environnementale relevant du paradigme agroécologique.

L'article s'organise comme suit. La première section expose le cadre théorique d'analyse en dressant un certain nombre d'hypothèses sur les processus d'EIV. La deuxième section expose la méthodologie d'enquête du secteur semencier du tournesol, rappelle le contexte productif du tournesol et précise l'organisation de l'activité d'amélioration variétale des plantes afin de pouvoir discuter, en section 3, des résultats de l'enquête sur la capacité des acteurs semenciers à proposer des EIV pour le tournesol. La dernière section conclue et propose des pistes pour soutenir la transition du secteur semencier vers plus d'EIV.

SECTION 1 - Les processus d'éco-innovation : quels enseignements pour étudier l'innovation variétale environnementale ?

Après avoir rappelé les spécificités de l'éco-innovation, nous exposerons la nature des innovations variétales ayant un caractère environnemental (1.1). Nous reviendrons ensuite sur un certain nombre de mécanismes des processus d'innovation identifiés dans la littérature, qui nous apparaissent particulièrement pertinents pour étudier l'éco-innovation variétale (EIV). Parmi ces mécanismes, nous nous intéresserons notamment aux déterminants d'ordre micro-économique (1.2), avant d'aborder les dynamiques sectorielles de diffusion de l'innovation d'ordre méso-économique (1.3).

1.1 Spécificités de l'éco-innovation et nature de l'EIV

Une innovation environnementale, ou éco-innovation, se définit dans la littérature comme un produit, un procédé, une technique ou un dispositif organisationnel qui permet d'éviter ou de réduire l'impact environnemental (Arundel et al. 2007; Horbach, 2008). Ce bénéfice environnemental peut apparaître lors de la production d'un bien ou service mais également lors de son usage par le client final. Comme l'explique Rennings (2000), la

principale caractéristique d'une éco-innovation réside dans le fait qu'elle génère une double externalité caractérisée d'une part, par un effet externe positif envers l'environnement, et d'autre part par une diffusion de connaissances induite par toute innovation. Rappelons, en effet, que l'économie de l'innovation considère que les connaissances circulent entre les organisations (externalités de connaissances) et qu'elles ont donc un caractère de bien public non exclusivement appropriable par la firme qui innove. Ceci constitue un frein à l'innovation pour les firmes et la réglementation peut alors les pousser à innover. Et dans le cas particulier des éco-innovations, la dualité des externalités qui leurs sont associées (de connaissance et environnementales) renforce d'autant plus l'importance des mécanismes de régulation publique pour inciter les acteurs à proposer ce type d'innovation ("regulatory push-pull effect", Rennings 2000) qui resterait sinon sous-investi.

Cette double externalité est particulièrement importante dans le cas des éco-innovations environnementales (EIV) et peut être considérée bien au-delà du seul secteur semencier. D'abord, dans la diffusion des connaissances, ce secteur est particulièrement marqué par un dépôt de brevets important (Fugerey-Scarbel et Lemarié, 2013) où la politique étatique de régulation des droits de propriété intellectuelle joue un rôle majeur pour inciter à l'activité d'innovation du secteur semencier (Bonneuil et Thomas, 2009)². Ensuite, les EIV renvoient à l'élaboration de semences dont les caractéristiques soutiennent la réduction des externalités environnementales des systèmes de production agricole dans lesquels elles sont utilisées et plus largement dans l'usage de la plante récoltée par l'aval de la filière (Tableau 1). La révélation du bénéfice environnemental tout au long de la filière met au premier plan les mécanismes de diffusion et d'adoption par l'ensemble des acteurs, bien au-delà des semenciers, avec le rôle des acteurs de la distribution et du conseil, l'influence des pratiques des agriculteurs et la prise en compte des acteurs de l'aval. En lien avec le paradigme agroécologique (Gliessman, 2015), le bénéfice environnemental dépend également du niveau de transformation du système agricole et agro-alimentaire visé, avec une gradation pour l'agroécosystème allant de la recherche d'efficacité (niveau 1) à des pratiques de substitution (niveau 2) et à une reconception de l'agroécosystème (niveau 3) jusqu'à une prise en compte du système agro-alimentaire à des échelles de plus en plus larges (niveaux 4 et 5). Les critères génétiques portés par une EIV peuvent répondre à différents objectifs environnementaux, ces objectifs s'ajoutant de façon incrémentale et participant, en fonction du développement et de l'usage de l'EIV, à différents niveaux de transformation du système. Par exemple, adapter le cycle de développement d'une variété peut dans un système conventionnel, rendre les interventions plus efficaces (niveau 1) mais peut aussi dans une logique de diversification, favoriser l'implantation de cette culture dans les rotations culturales (niveau 3)

² L'Europe –et notamment la France– défendent un type de PI par Certificat d'Obtention Végétale, permettant de rétribuer le travail de l'obteneur tout en laissant la ressource libre d'accès, à la différence du brevet où la ressource génétique devient un bien privé (site du Gnis, *Groupement National Interprofessionnel des Semences et plants*).

Tableau 1. Nature des éco-innovations variétales pour les grandes cultures

Critères d'amélioration environnementale	Objectifs de sélection variétale associée
Réduire les apports d'insecticides, herbicides et fongicides de synthèse	Améliorer la résistance aux maladies Améliorer la compétitivité face aux adventices
Réduire les apports d'engrais minéraux (notamment azotés)	Augmenter la capacité d'absorption d'azote des plantes Augmenter l'efficacité d'utilisation de l'azote
Favoriser les rotations et les associations culturales	Adapter le cycle des plantes aux rotations Adapter les plantes pour leur association culturale avec des légumineuses Diversifier les espèces cultivées travaillées par la sélection variétale
Eviter l'érosion et la perte de matière organique des sols	Améliorer le pouvoir couvrant des plantes en peuplement
Réduire les besoins en eau des plantes	Améliorer la résistance au stress hydrique Adapter le cycle végétatif (précocité)
Verdissement des procédés de transformation de la filière Développement des débouchés pour les agro-carburants, les matériaux bio-sourcés...	Améliorer les propriétés technico-fonctionnelles des produits de la récolte aux éco-techniques de transformation

En nous appuyant sur des réflexions menées par Fonbaustier et Oury, 2005; Goldringer et al., 2005 ; Meynard et Jeuffroy, 2005, ce tableau synthétise les principaux leviers de transition vers une agriculture plus respectueuse de l'environnement et les principaux critères de sélection associés.

Dès lors, s'interroger sur les processus d'adoption et de diffusion des éco-innovations au sein du secteur semencier implique de s'appuyer sur un cadre d'analyse qui permette à la fois d'interroger les déterminants micro-économiques des EIV, et leur articulation avec les dynamiques méso-économiques de la diffusion des innovations.

1.2 Déterminants micro-économiques de l'éco-innovation variétale

Le tryptique « réglementation / technologie / marché »

Les premiers travaux en économie de l'environnement ont fortement orienté l'analyse des comportements microéconomiques vers un modèle où l'innovation environnementale est induite par la réglementation, selon une logique de « stimuli-réponse ». L'importance du cadre réglementaire relatif au problème de la double externalité des éco-innovations, que nous venons de rappeler ci-avant, vient ainsi compléter l'analyse classique de l'économie de l'innovation qui s'est surtout intéressée : i) soit aux facteurs issus de l'offre (*technology push*) et principalement liés à la capacité de R&D des firmes et à l'évolution des technologies ; ii) soit aux facteurs liés à la demande (*market pull*) et aux pressions concurrentielles du marché. Ainsi, le tryptique « *Regulatory push / Technology push / Market Pull* » proposé par Rennings (2000, p. 326) offre un cadre analytique plus adapté pour comprendre les déterminants des innovations environnementales.

Comme le rappellent Bonneuil et Thomas (2009) dans leur histoire de l'évolution des semences, depuis la Seconde Guerre Mondiale, les progrès scientifiques de la recherche publique dans la génétique des plantes et les techniques d'amélioration variétale ont permis de faire fortement progresser la capacité des firmes à proposer de nouvelles variétés. Les progrès

très récents de la génomique sont susceptibles aussi de renforcer ces processus d'innovation variétale. Au-delà de cet effet « technology push », la demande sociétale a aussi fortement progressé depuis les années 1980 vers une économie de la qualité qui a amené à repenser les critères de choix variétal (Bonneuil et al. 2006 ; Desclaux et Nolot, 2015). En témoigne, par exemple, l'amélioration des blés pour répondre aux différents critères qualitatifs des boulangers et diversifier l'offre des produits de BVP (Boulangerie-Viennoiserie-Pâtisserie). Aujourd'hui, cet effet « demand pull » s'oriente de plus en plus sur des critères environnementaux, avec le développement de l'agriculture biologique et plus largement les attentes citoyennes pour réduire les produits phytosanitaires du secteur agricole. Cette orientation de l'innovation variétale est tout particulièrement renforcée par le projet agro-écologique pour la France proposé par le Ministère de l'Agriculture, où le secteur semencier est identifié comme un pilier fondamental de cette transition. Ainsi, en 2011, une dimension environnementale a été intégrée dans l'épreuve de la Valeur Agronomique, Technologique et Environnementale (VATE) pour l'inscription des variétés au catalogue français (Vialle, 2011), renforçant l'impact « regulatory push ».

Ainsi, les processus d'EIV sont, comme tout processus d'innovation, soumis à des facteurs technologiques et de demande, et d'autant plus renforcés par les facteurs réglementaires que la double externalité (rappelé en 1.1) de ces éco-innovations nécessite une incitation forte de l'Etat.

Hypothèse 1 : la réglementation, le progrès des techniques d'amélioration variétale et les attentes des consommateurs pour la protection de l'environnement influencent les EIV.

L'hypothèse de Porter

Ce tryptique peut être renforcé par l'hypothèse de Porter, en supposant qu'une éco-innovation peut être aussi motivée par des bénéfices économiques liés à la réduction des pertes et gaspillages et aux gains de productivité permis par des éco-innovations. L'hypothèse de Porter nous amène en effet à considérer que l'innovation environnementale peut ne pas constituer seulement un coût pour les firmes, mais une source de rentabilité économique et de profit. A partir d'études de cas, les travaux de Porter ont mis en évidence que la pollution résulte le plus souvent d'un gaspillage des ressources et que sa réduction – grâce à l'adoption d'innovations environnementales - peut conduire à une réduction des coûts de production, une hausse de l'efficacité de la productivité, et aussi à l'émergence de nouvelles opportunités de marché (Porter et van der Linde, 1995a, 1995b; Porter, 1991). Ces auteurs montrent ainsi, que du fait d'une information imparfaite des agents et de leur rationalité limitée, de nombreuses opportunités de profits sont ignorées et empêchent la croissance de la rentabilité économique. Dans sa version « forte », l'hypothèse de Porter rejoint le rôle de la réglementation environnementale en incitant les firmes polluantes à éco-innover.

Cependant, l'application de cette hypothèse directement au domaine d'activité semencier reste délicate car ce n'est pas tant le processus de production semencière en soi qui est générateur d'externalités négatives environnementales, mais plus les systèmes de culture, voire les filières de transformation, dans lesquels les semences sont utilisées. Comme l'exposent Meynard et Jeuffroy (2005, p15), « *Les variétés cultivées ne sont pas directement responsables des nuisances, mais il est indéniable qu'elles ont été sélectionnées pour les systèmes agricoles qui en sont responsables* ». Dès lors ce sont les gains de productivité ou la

recherche de réduction de gaspillage dans l'ensemble de la filière agricole et agro-alimentaire qui peut motiver le secteur semencier à proposer des innovations variétales (IV) qui permettront au reste de la filière de générer de nouveaux profits en réduisant les charges ou gaspillages. Par exemple, la réduction des apports de produits phytosanitaires réduit les charges opérationnelles des agriculteurs. Egalement, de nouvelles propriétés des graines qui facilitent leur décorticage peut réduire les pertes de matière ou réduire l'énergie nécessaire à cette opération de transformation.

Hypothèse 2 : la recherche de performances économiques favorise l'EIV

Néanmoins, l'orientation de l'IV vers la réduction des produits phytosanitaires interroge sur les liens financiers des entreprises semencières avec les entreprises du secteur phytosanitaire. Ainsi, comme le soulignent Bonneuil et Thomas (2009), la société Monsanto vise d'abord à proposer des semences qui s'accompagneront d'un usage de produits phytosanitaires. Cette dernière considération nous amène à revisiter les liens entre l'éco-innovation et les pratiques.

Les complémentarités de l'éco-innovation avec le changement des pratiques

La littérature met en évidence une co-évolution entre les innovations environnementales et les autres types d'innovations, qu'elles soient de produits, de procédés, ou des innovations de nature organisationnelle (Rennings 2000), suivant l'idée d'une relation de complémentarité entre les innovations techniques, organisationnelles et les pratiques (Milgrom et Roberts 1990; 1995). Ce concept de complémentarité met en exergue le fait que, face à un environnement changeant, les pratiques managériales, la dimension technologique et la structure de l'organisation doivent évoluer de manière cohérente. Ceci questionne le lien entre forme organisationnelle des entreprises et capacité à innover. Cette idée renvoie à la question de l'usage de l'innovation dans l'organisation ou plus largement dans une filière. L'importance des processus d'apprentissage organisationnel, associés à la création de compétences nouvelles, mettent en avant le fait que l'adoption d'éco-innovations s'accompagne de l'adoption de nouvelles pratiques (Bresnahan et al., 2002 ; Galliano et Nadel, 2015).

Ces considérations nous amènent à nous interroger sur l'organisation même des entreprises semencières et leur dispositif de création variétale qui peut influencer l'étendue ou la nature des EIV. De plus, dans le cas des semences, comme nous le précisons précédemment, le bénéfice de l'EIV ne s'exprime que si le système de culture dans lequel la nouvelle semence est utilisée conduit à réduire ses externalités négatives environnementales ou mieux, conduit à augmenter des externalités positives environnementales en contribuant par exemple à une plus forte biodiversité cultivée. Ce bénéfice environnemental de l'EIV dépend donc étroitement des pratiques des agriculteurs, et plus largement des conseils et connaissances diffusés auprès des agriculteurs. Dès lors une diffusion non maîtrisée de certains matériels génétiques peut rendre l'EIV inefficace. Ainsi, on peut supposer que la performance environnementale des EIV dépend du processus d'adoption et notamment des pratiques culturelles des agriculteurs.

Hypothèse 3 : Le développement de l'EIV requiert des innovations organisationnelles, au niveau de la conception et de la diffusion pour permettre la réalisation de son bénéfice environnemental

Hypothèse 3a : La conception de l'EIV est conditionnée par les formes organisationnelles des entreprises semencières et plus particulièrement par leurs dispositifs de création variétale

Hypothèse 3b : Les complémentarités entre les pratiques culturelles et l'adoption d'EIV jouent un rôle important dans l'expression d'un bénéfice environnemental, et des formes organisationnelles innovantes peuvent soutenir les apprentissages associés

Nous proposons de mettre en perspective cette approche micro économique par une approche au niveau méso-économique. En effet, les dimensions du tryptique de Rennings exposées dans cette sous-section sont également mises en avant dans les approches sectorielles de l'innovation, telle que l'approche MLP (Multi Level Perspective, Geels 2004) qui insiste sur l'importance du paysage réglementaire et des attentes des consommateurs sur le régime technologique en place. Comme le précise Geels (2004), les acteurs sont le plus souvent verrouillés dans un paradigme technologique « dominant » et peinent à proposer des innovations radicales. Ces dernières proviennent plus d'acteurs en marge du système dominant, qualifiés de niches d'innovation. Pour terminer ce panorama théorique, nous questionnons donc la production et diffusion des EIV au sein du régime dominant en nous intéressant aux processus de diffusion sectorielle de l'innovation.

1.3. Les processus de diffusion sectorielle de l'éco-innovation

Les théories évolutionnistes ont largement mis l'accent sur le fait que la trajectoire d'innovation d'un secteur d'activités se caractérise par une accumulation d'innovations incrémentales relevant du paradigme technologique initialement choisi (e.g. Dosi et Nelson, 2010). Cette dépendance du chemin tend progressivement à verrouiller le secteur dans un paradigme scientifique et technologique, et ce d'autant plus que les acteurs du secteur sont insérés dans les mêmes réseaux de production et de consommation. La cohérence de ce réseau d'acteurs et de technologie qui sous-tend l'organisation d'un secteur d'activités, amène à considérer un secteur d'activité comme un « régime socio-technique » (Geels, 2007, 2011 ; Malerba, 2002). Dans le secteur agricole, les travaux s'accordent à dire qu'au fil des dernières décennies, la structuration progressive des acteurs, des technologies, des infrastructures, des institutions et des normes a conduit à un verrouillage autour d'un paradigme fondé sur l'intensification productive par l'agrochimie et des critères de sélection génétique des plantes associées (Vanloqueren et Baret, 2009 ; Meynard et al., 2013). Le développement d'une agriculture respectueuse de l'environnement et de la biodiversité nécessite un changement de paradigme. La recherche de nouvelles variétés végétales peut alors être un critère de premier ordre permettant de favoriser la mise en place d'itinéraires techniques plus respectueux de l'environnement. Néanmoins, face au verrouillage des acteurs en faveur du paradigme agrochimique, nous pouvons nous interroger sur quels acteurs sont le plus susceptibles de porter des EIV ? Ou plus précisément au vu de ce qui a été exposé ci-avant (1.2), nous pouvons nous demander quels sont les acteurs du secteur semencier les plus attentifs aux évolutions réglementaires, à la demande ou aux progrès technologiques, pour proposer de fortes EIV ?

La littérature tend à reconnaître qu'un tri s'opère entre les innovations plus radicales portées par des petits réseaux d'acteurs détachés du régime dominant, tandis que celui-ci

continue à évoluer sur la base d'innovations incrémentales (Rennings, 2000). L'approche MLP avance cependant l'hypothèse que la diffusion des innovations radicales en provenance de niches est susceptible d'amener le régime dominant à changer plus fortement, par un processus d'hybridation avec les innovations proposées par des niches. Certains travaux montrent par exemple qu'une stratégie de développement d'une niche est de trouver des ressources financières au sein du régime dominant, définissant une stratégie d'ancrage (Magrini et Duru, 2015b; Diaz et al., 2013). Tandis que d'autres travaux soulignent qu'au contraire, des niches se développent isolément selon une stratégie d'insularisation (Vankeerberghen et al., 2014), c'est-à-dire d'indépendance au régime dominant, afin de préserver le caractère radical initial de l'innovation proposée. Cette dichotomie des innovations sectorielles amène ainsi à poser la question de la coexistence d'un régime dominant évoluant par innovations incrémentales et de niches d'innovations plus radicales, tous les deux intégrant les évolutions du paysage réglementaire, mais dans une logique d'innovation plus ou moins forte, et sans que pour autant que le régime dominant cherche à intégrer ces innovations radicales (Touzard et al., 2014).

Plusieurs auteurs ont souligné que le secteur semencier est un secteur très concentré, dominé par un faible nombre d'acteurs (Fugerey-Scarbel et Lemarié, 2013, Bonneuil et Thomas, 2009). Ces auteurs ont même mis en avant l'idée d'un verrouillage de ce secteur, accentué depuis les années 70 avec l'arrivée des biotechnologies. En effet, le développement de ces technologies, de par les coûts de production et de propriété intellectuelle qu'elles requièrent, a entraîné une forte concentration des acteurs, mais aussi des filières végétales investies, ainsi qu'une forte intégration entre les entreprises semencières et agrochimiques (Lemarié, 2013). Si quelques espèces végétales mineures restent accessibles pour des PME leur permettant de construire des marchés de niche, le secteur semencier des espèces végétales majeures - dont le tournesol fait partie - reste fortement concentré. Par exemple, 70% du marché de semences de tournesol européen est assuré par trois semenciers : Syngenta, Pioneer et Soltis, filiale de Limagrain et Euralis. In fine, pour Bonneuil et Thomas (2009), les niches relèveraient plus des acteurs rejetant le paradigme fixiste de la variété (paradigme scientifique définissant une conception spécifique de l'amélioration des plantes et sur lequel se base le régime dominant), en proposant une sélection participative et décentralisée basée sur le caractère évolutif des plantes. Cette sélection de variétés « population »³ cherche des réponses aux problèmes d'adaptation locale des systèmes agricoles en mobilisant des savoirs locaux et bien souvent traditionnels (Kastler, 2006). En France, ces acteurs sont principalement rassemblés dans le Réseau Semences Paysannes.

Ces constats nous amènent donc à nous interroger sur les sources d'innovation du secteur semencier dominant mais également sur l'existence de niches d'innovation qui ont pu émerger et proposer des EIV plus fortes que celles proposées par le régime dominant ? Si oui, ont-elles réussi à percer le régime dominant ou restent-elles en marge de celui-ci ?

³ Nous parlons de variétés « population » par opposition aux variétés « fixistes » basées sur la sélection d'hybrides ou de lignées pures.

Hypothèse 4a : le système sectoriel semencier, par la structure de ses réseaux d'acteurs, de son paradigme technologique dominant et ses processus de verrouillage, joue un rôle majeur dans les comportements d'adoption et de diffusion des EIV

Hypothèse 4b : Dans la dynamique d'innovation de ce système sectoriel, des niches d'innovations sont susceptibles de proposer des EIV plus radicales

Dans ce qui suit nous exposons la méthodologie de notre enquête auprès d'acteurs représentatifs de la filière tournesol afin de tester cet ensemble d'hypothèses sur les différentes dynamiques pouvant orienter l'EIV.

SECTION 2 : Méthodologie pour appréhender le secteur semencier du tournesol et sa dynamique d'innovation variétale

Après avoir rappelé le contexte de la filière tournesol française et ces principaux enjeux (2.1), nous détaillons la méthodologie de notre étude empirique du secteur (2.2). Cette étude nous a permis de mieux comprendre le cycle de vie de l'innovation variétale que nous exposons ici (2.3) avant de discuter des résultats concernant les processus d'EIV du tournesol (Section 3).

2.1 Contexte de la filière tournesol

Au niveau mondial, le tournesol représente 8% des graines oléagineuses, venant après les cultures de colza et de soja avec lesquelles il est en concurrence dans les assolements et pour les débouchés en huile et en tourteaux. Alors que la plante est originaire d'Amérique, les 41,9 millions de tonnes de graines de tournesol produites sur la campagne 2013-2014 viennent principalement des alentours de la Mer Noire (ONIDOL). La Russie et l'Ukraine produisent à elles seules 50% du tournesol mondial, l'Union Européenne en fournit 20% (avec notamment France, Roumanie, Bulgarie, Espagne et Hongrie) et l'Argentine 7%. La zone Mer Noire représente un marché en plein essor vers lequel se tournent de nombreux acteurs au vu des importantes marges de progression possibles tant en quantité qu'en qualité (Jouffret et al., 2011). Dans ce contexte international, la France avec une production de l'ordre de 1,5 millions de tonnes de graines, est reconnue pour la forte organisation de sa filière bénéficiant de l'appui d'une recherche privée et publique importante. Malgré cette reconnaissance internationale, la filière tournesol française doit cependant maintenir sa compétitivité face à la montée des pays d'Europe de l'Est et ce, en intégrant des problématiques environnementales nouvelles liées aux enjeux de la transition agroécologique.

Aujourd'hui, malgré des potentiels génétiques importants, le tournesol doit faire face à un déficit de productivité face aux autres cultures, déficit qui s'explique notamment par des itinéraires techniques souvent peu optimisés et entraînant une mauvaise gestion sanitaire des cultures⁴ (Jouffret et al., 2011). En France, la rusticité du tournesol (et l'historique des aides PAC) expliquerait que les agriculteurs ont développé cette culture en extensif, souvent en rotation courte blé/tournesol (Lecomte et Nolot, 2011). Or, si le tournesol est dit rustique face

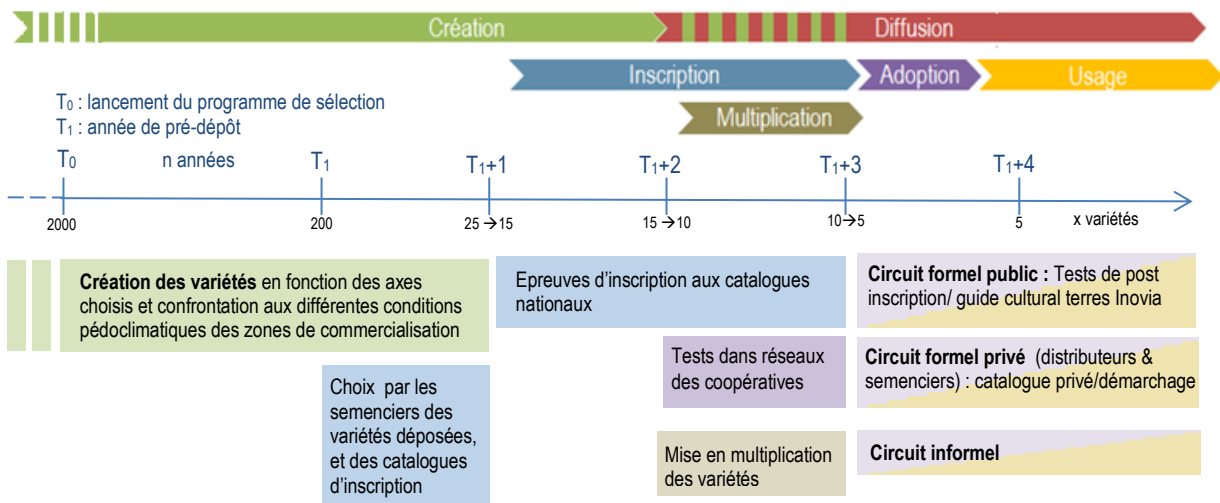
⁴ D'autres facteurs jouent également sur la faible productivité comme les difficultés d'implantation liées notamment aux dégâts des ravageurs (oiseaux).

aux stress abiotiques, il reste très sensible aux maladies et parasites dont les plus contraignants sont depuis longtemps le mildiou, le sclérotinia, le phomopsis, le phoma et de manière émergente le verticillium et l'orobanche. Pour améliorer la productivité de cette espèce en tenant compte du faible investissement technique des agriculteurs sur cette culture, c'est le levier génétique qui a été mis en avant au sein de la filière pour travailler sur la résistance aux maladies. Ce choix est soutenu par l'intérêt des semenciers privés à produire des semences hybrides à forte valeur ajoutée. Des résistances génétiques ont ainsi été trouvées pour le phoma, le phomopsis, le mildiou et l'orobanche mais la rapidité d'évolution des pathogènes nécessite un effort permanent de recherche sur ces critères. Pour l'orobanche, plante parasite très invasive, la recherche s'est également orientée vers des variétés tolérantes aux herbicides (VTH) permettant l'application d'un herbicide en post-levée. Cependant, outre la méthode d'obtention de ces variétés qui font débat, leur diffusion pose le problème d'une utilisation accrue de produits phytosanitaires favorisant le développement de résistances à ces produits (Beckert et al., 2011).

2.2 Organisation temporelle des différentes phases de l'Innovation Variétale

De la création d'une variété à sa diffusion sur le marché, il se passe plusieurs années. Tout au long de ce cycle de développement, les variétés passent des étapes de sélection qui vont progressivement aboutir à ne retenir qu'un nombre restreint de variétés finalement mises sur le marché (cf. Figure 1). L'étape centrale est celle de l'inscription à au moins un catalogue national européen comme condition requise pour accéder au marché européen. La compréhension des enjeux à ces différentes étapes apparaît essentielle pour mieux comprendre comment des EIV peuvent diffuser dans les filières.

Figure 1 : Schéma de développement d'une innovation variétale



Source : Auteurs, à partir des entretiens réalisés

La durée de la phase de création variétale dépend de la nouveauté du critère recherché et des ressources génétiques de l'entreprise semencière mais est souvent de l'ordre d'une dizaine d'années. Elle nécessite tout d'abord de tester la variabilité des variétés créées dans un large panel de conditions environnementales qui amèneront progressivement à réduire le nombre de variétés retenues. Cette première étape peut durer un nombre d'années n (4 à 7 ans sont des

valeurs usuelles) pour arriver en année T1, année de pré-dépôt. Pendant cette année, le semencier doit décider de demander ou non l'inscription de sa variété à un catalogue national pour pouvoir la commercialiser. La variété est alors soumise à deux ans de tests d'inscription. Elle doit d'abord passer les épreuves DHS (Distinction, Homogénéité et Stabilité), tests communs à tous les catalogues et donnant accès à la propriété intellectuelle par Contrat d'Obtention Végétale, puis les épreuves VAT(E) : Valeur Agronomique et Technologique (et Environnementale pour le catalogue français). La variété proposée est comparée à des variétés témoins dans un réseau de parcelles expérimentales, et notée sur la base d'un référentiel de critères défini par le comité d'experts chargé de l'évaluation des variétés (par exemple, la cotation finale pour le tournesol en France tient compte du rendement en grains, de la teneur en huile et de la tolérance aux principales maladies). De ce fait, les critères définissant la VAT(E) sont variables d'un pays à l'autre. La phase de diffusion démarre dès la deuxième année des tests d'inscription. En effet, pour gagner du temps et si les résultats de la première année d'inscription sont encourageants (i) les coopératives vont demander à tester les variétés en cours d'inscription dans leurs propres réseaux afin de pouvoir les proposer à leurs adhérents dès qu'elles auront été inscrites au catalogue (année T1+3). En parallèle, en prenant le risque de se voir refuser l'inscription, les semenciers lancent la multiplication des variétés prometteuses, en T1+2, pour pouvoir les proposer aux distributeurs dès l'année T1+3. L'inscription passée, les variétés peuvent alors être diffusées. Des tests de post-inscription permettent d'affiner le conseil adapté aux variétés en fonction des zones de précocité et de l'état sanitaire des régions.

L'inscription à un catalogue national européen étant une condition suffisante pour pouvoir ensuite commercialiser une variété dans toute l'Europe, la question se pose de l'exigence des critères retenus pour l'inscription dans un pays donné. La France est reconnue pour son haut niveau d'exigence sur la qualité des variétés, avec notamment l'ajout de la dimension environnementale. Si cette image de qualité est reconnue par les semenciers, leur connaissance des procédures d'inscription dans les différents pays européens les amène à arbitrer entre le coût de l'inscription au vu des critères demandés et les perspectives de développement dans la zone à laquelle le catalogue donne accès. De même, la forte organisation du conseil en France est un point positif pour permettre la diffusion des EIV. Dans le même temps, ce conseil s'adapte à la réglementation européenne, et il est donc également proposé pour des variétés inscrites dans d'autres pays européens qui font donc l'objet de tests post-inscription dans un réseau d'essais français.

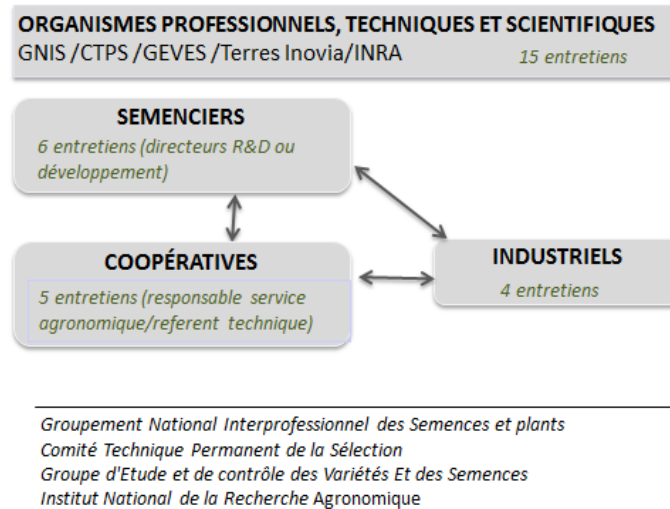
2.3 Méthodologie et justification de l'échantillonnage

Pour mieux comprendre les choix des critères sélectionnés par les semenciers et les mécanismes de diffusion des innovations variétales du tournesol, nous avons privilégié des enquêtes par entretiens semi-directifs auprès des principaux semenciers, des organismes intervenant tant dans la sélection que dans la diffusion des innovations variétales et d'acteurs représentatifs de l'aval de la filière (cf. figure 2). Une trentaine d'entretiens a été réalisée entre janvier et octobre 2015. Côté semenciers, nous avons enquêté les directeurs R&D ou Développement de 6 entreprises semencières, représentant la quasi-totalité des semenciers tournesol d'envergure mondiale ayant une activité de sélection en France⁵. Pour bien

⁵ Il ne manque à la liste des grands semenciers tournesol que Pioneer (n°2).

comprendre le mode de fonctionnement de la sélection variétale en France, nous avons réalisé une quinzaine d'entretiens auprès d'acteurs des organismes professionnels, techniques et scientifiques impliqués dans la sélection et la diffusion du tournesol. Enfin, les 4 principales coopératives en tournesol et des industriels de la 1^{ère} et 2^{nde} transformation ont été interrogés.

Figure 2 : Les entretiens réalisés pour l'étude de cas sur le tournesol



Les entretiens se sont appuyés sur une trame commune visant à mieux comprendre les modalités de choix des critères d'innovation variétale pour le tournesol. Après une analyse rapide des enjeux de la culture tournesol pour l'acteur enquêté, une première liste de critères était mise à discussion incluant des critères liés à la productivité, à la résistance aux maladies, à l'adaptation aux conditions pédo-climatiques ainsi que des critères de qualité technologique comme le caractère « teneur en acide oléique ». L'interaction entre les dimensions génétique, environnement et conduite de culture (IGEC) a également été questionnée. Enfin, les dimensions liées à la diffusion des variétés et à l'impact de la réglementation sur la création variétale ont été abordées.

Cette trame commune a été complétée par des questions spécifiques selon le type d'acteurs. Avec les semenciers, ont été investiguées leurs motivations à la hiérarchisation des critères de sélection et leurs stratégies internationales, notamment au regard de la réglementation française. Avec les acteurs impliqués dans le dispositif réglementaire français (organismes professionnels, techniques et de recherche), ont été abordés les enjeux liés à la procédure d'inscription au catalogue avec notamment l'ajout d'une composante environnementale aux épreuves VAT(E). Enfin avec les acteurs de l'aval, ont été explorés leur rôle dans les mécanismes de diffusion des innovations variétales.

Section 3. Résultats et discussion.

L'analyse des informations issues des entretiens réalisés permet de discuter les différentes hypothèses posées dans la section 1 sur la dynamique de développement des EIV. Nos résultats mettent en avant le rôle pivot de la réglementation publique sur la création variétale tout en montrant que les firmes semencières, à la recherche de performance économique, mettent en place des stratégies internationales pour s'adapter aux différentes réglementations nationales.

3.1 La réglementation, un pivot de l'EIV en cours d'évolution

La littérature montre la forte influence de la réglementation sur la création variétale et nos résultats confirment cette influence, tout en soulignant les difficultés à intégrer la dimension environnementale dans la réglementation. L'organisation mise en place pour l'inscription des variétés au catalogue, comme condition d'accès au marché, apparaît comme un élément central du dispositif réglementaire⁶. En effet, un passage obligé pour les semenciers est de réussir les tests d'inscription afin de pouvoir commercialiser leurs variétés. Réglementer un aspect comme l'obligation de résistance à certaines maladies apparaît ainsi comme un moyen rapide et efficace de favoriser son développement. Les règles d'évaluation des variétés sont décidées au sein des différentes sections végétales du Comité Technique Permanent de la Sélection (CTPS) composées d'acteurs de la filière (semenciers, industriels) et des organismes techniques et scientifiques mais les axes de développement et l'acceptation finale d'inscription revient au Ministère de l'agriculture. Le catalogue est donc un outil majeur des politiques publiques afin d'orienter le développement du secteur semencier français. Cependant, si le choix des critères de sélection oriente le progrès génétique, de nombreux acteurs enquêtés tant du côté des organismes que des semenciers pointent un certain nombre de limites à ce levier.

Tout d'abord, l'unification du marché des semences au niveau européen permet aux différents acteurs de contourner la législation française, plus rigoureuse que ses voisines sur les critères d'inscription ; l'inscription dans n'importe quels pays de l'UE permettant sa commercialisation dans l'intégralité de la zone. Le choix du catalogue d'inscription n'est donc pas anodin pour les semenciers. Les entretiens mettent bien en évidence que l'inscription au catalogue français relève d'un choix stratégique et d'une analyse coûts/bénéfices entre une inscription plus contraignante mais plus prestigieuse et une inscription plus générique mais moins valorisable notamment sur le marché. Cependant, les acteurs enquêtés impliqués dans les instances réglementaires (*policy regime*) sont conscients du contournement de plus en plus important du catalogue français. Aussi, plusieurs acteurs ont rappelé que s'ils étaient favorables à la mise en place de nouvelles normes environnementales, c'était à condition de maintenir l'attractivité du catalogue français. Pour cela, les acteurs institutionnels essaient notamment d'imposer au niveau européen l'intégration d'une composante environnementale dans la « Value for Cultivation and Use (VCU) » afin d'unir les politiques européennes sur ce sujet.

Pour autant, si les discussions sur la mise en place de cette composante

⁶ La réussite aux tests DHS (Distinction Homogénéité Stabilité) permet d'obtenir le Certificat d'Obtention Végétale garant de la protection d'une variété pour un sélectionneur.

environnementale (E de la VATE) semblent importantes dans d'autres filières (colza par exemple), elles restent timides en tournesol. En effet, d'après nos entretiens, les réflexions pour le tournesol s'orientent plutôt sur une plus grande gamme de variabilité pour les conditions expérimentales des tests d'inscription visant à mieux mettre en valeur les variétés les plus rustiques et à mieux tester la stabilité des variétés élites que sur des critères mesurables de performance environnementale⁷. Pour expliquer ce choix, les acteurs des différents maillons de la filière avancent que cette plante déjà rustique, avec un faible indice de fréquence de traitement (IFT) et peu d'irrigation, est déjà considérée comme adaptée aux nouvelles exigences environnementales. Le facteur limitant serait plutôt le manque de productivité auquel la filière doit faire face sans recours supplémentaire aux intrants. Les enjeux économiques de la filière apparaissent en arrière-plan des discussions sur les critères de performance à tester pour inscrire une variété. Certains critères sont de fait intégrés par les semenciers comme des critères d'accès au marché, comme par exemple la résistance à l'orobranche, parasite largement présent en Europe de l'Est et du Sud. L'intégrer comme un critère d'inscription dans les pays concernés n'apparaît pas comme une contrainte forte puisque les semenciers sélectionnent en conséquence des variétés ayant un niveau de productivité élevé dans un contexte de forte pression orobranche. Ceci joue en faveur d'une meilleure adaptation des variétés aux conditions de culture qu'elles rencontreront dans les pays où elles sont diffusées. De fait, les semenciers vont devoir tester au champ leurs variétés dans les conditions appropriées aux critères d'accès au marché et de même, ils devront choisir un catalogue national compatible avec leurs objectifs de diffusion de la variété inscrite.

Enfin, si certains acteurs restent sceptiques sur l'instauration de nouvelles normes environnementales pour favoriser l'EIV, d'autres critiquent l'organisation même du système d'évaluation des variétés. Certains experts scientifiques et techniques remettent en cause l'intensivité des itinéraires techniques des tests d'évaluation. Selon eux, elle ne favorise pas l'expression de comportements plus rustiques de certaines variétés, qui seraient pourtant mieux adaptées aux conditions extensives dans lesquelles est souvent mené le tournesol. En effet, certains distributeurs et semenciers ont soulevé l'intérêt de développer des variétés certes moins productives en conditions intensives et favorables (sols profonds...) mais se révélant in fine mieux classées en parcelles d'agriculteurs plus contraignantes. D'autres acteurs considèrent que le coût de production, avec notamment le recours aux intrants pour atteindre cette productivité, devrait aussi être pris en compte, en basant l'évaluation des variétés non pas sur le rendement brut mais sur leur efficacité économique et environnementale. Pour finir, l'idée d'une réglementation plus systémique, basée sur des critères d'inscription prenant en compte l'ensemble des effets de la variété sur le système de culture (couverture du sol, enrichissement du sol en azote, recours aux pesticides, etc)⁸, est ressortie de l'enquête.

Les différents entretiens mettent en évidence les limites de l'organisation actuelle des instances réglementaires pour favoriser le développement d'éco-innovations variétales. En

⁷ Il faut signaler que pour d'autres productions, notamment les céréales, il est imposé depuis déjà longtemps un essai « sans traitement phyto-sanitaire » visant à apprécier le potentiel d'une variété dans des conditions plus « rustiques ». Une difficulté de ce type d'approche soulevée par les généticiens est qu'il est plus difficile de valider sur le plan statistique l'héritabilité des caractères d'une variété dans une situation où les conditions expérimentales vont être de fait plus variables.

⁸ Cette approche vise à prendre en compte les Interactions Génotype-Environnement-Conduite de culture (IGEC) (Debaeke et al., 2011 ; Desclaux et al., 2015)

effet, la mise en place de tests d'évaluation de nature systémique (prise en compte des aspects biotechniques, économiques et environnementaux) pose la question des limites budgétaires qui ne permettent pas de multiplier les critères et territoires de test ainsi que de la qualité (notamment statistique) de l'information qui peut en être tirée. La réglementation doit ainsi réussir à évoluer à coût constant pour éviter un trop fort contournement du catalogue national. Cependant, d'après nos entretiens, des solutions réalisables à court et moyen termes sont en cours d'exploration (inscription de variétés population, test dans des conditions bas intrants, prise en compte de l'IGEC, etc). Ces solutions permettant un compromis entre durabilité économique et environnementale devraient être synthétisées dans la nouvelle version du plan « Semences et Agriculture Durable » annoncée pour fin 2015 (communiqué de presse du MAAF du 22 mai 2015).

Ces différents points tendent à confirmer l'importance de la réglementation dans la dynamique des EIV (Hypothèse 1), en mettant notamment l'accent sur le double caractère incitatif et contraignant de cette réglementation (Di Maggio et Powell, 1983). Ainsi, de trop fortes contraintes au niveau français pourraient se révéler contre-productives du fait d'un manque d'harmonisation réglementaire au niveau européen. Dans le même temps, les conditions d'accès au marché comme le renforcement de la prise de conscience des enjeux environnementaux facilitent l'intégration de critères d'amélioration variétale visant à des systèmes de production plus durables (cf. Tableau 1).

3.2 La relation performances économiques – performances environnementales

Tous les semenciers enquêtés s'accordent, dans la mouvance de Porter (1995b), pour dire que la rencontre des performances économiques et environnementales est essentielle pour le développement d'une EIV. Cela implique donc que le critère permettant le bénéfice environnemental apporte une plus-value économique à l'entreprise semencière.

Actuellement, les entreprises semencières raisonnent les interactions environnement-économie à l'échelle des grands bassins de production européens, privilégiant la prise en compte des conditions pédo-climatiques dans les critères de sélection des EIV. En effet, les semenciers enquêtés insistent sur l'importance de réfléchir aux caractéristiques qualitatives et pédoclimatiques des zones où le tournesol a un potentiel de développement, pour pouvoir proposer les variétés les mieux adaptées à ces caractéristiques. La recherche de performances économiques est donc intégrée dans le cycle de décision de l'entreprise dès l'élaboration des axes de recherches de la création variétale. Ceci relativise la vision linéaire de l'innovation variétale présentée dans la figure 1, dans la mesure où le screening progressif des variétés retenues pour l'inscription tient compte de l'adaptation de la variété aux conditions de la zone considérée. De plus, l'enjeu de développement de variétés sera conditionné par l'analyse de l'évolution du marché sur cette zone. Ces stratégies de pré-positionnement illustrent une vision plus cyclique de l'innovation où l'entreprise semencière maintient en permanence un pool de variétés dans laquelle elle pourra puiser en fonction de l'évolution des contraintes productives et de la demande des marchés.

Cependant, les coûts élevés associés à la sélection variétale et à la multiplication des semences poussent les semenciers à sélectionner les variétés sur la base de critères ayant un large spectre d'action (résistance au stress hydrique, résistance aux maladies, ...), ce qui leur

permet ensuite de les commercialiser sur des zones de production élargies. Ils travaillent ainsi à l'échelle continentale découpant la zone de culture du tournesol en grandes ceintures pédoclimatiques (allant de trois à une dizaine pour ce qui est des entreprises enquêtées). C'est donc une recherche de « plasticité » des variétés qui est privilégiée dans une logique d'économie d'échelle. Les EIV de ce type ne permettent pas d'intégrer une approche plus systémique à l'échelle du système de culture par exemple. Ainsi, seule une des entreprises semencières enquêtées a indiqué que des EIV plus systémiques représentaient un enjeu fort pour le futur de la sélection génétique et un moyen de se diversifier sur le marché. Ce semencier propose en effet des innovations variétales recherchant un bénéfice économique et environnemental au niveau du système de culture par une meilleure interaction entre les différentes cultures de la rotation. Les tests sur ce type de variétés en tournesol sont en cours et permettrait tout en favorisant la diversification des cultures, une meilleure couverture du sol et une diminution des pressions maladies. Cette réflexion met la génétique au service d'une gestion intégrée des parcelles, un des principaux freins en tournesol. Mais les incitations économiques permettant de soutenir des approches plus systémiques des EIV sont plus difficiles à identifier. Ce résultat expliquerait pourquoi les transformations plus radicales des systèmes de production (niveaux 2 à 5 de Gliessman, 2015) sont faiblement prises en compte par les acteurs semenciers, ces derniers s'impliquant essentiellement sur les actions visant à renforcer l'efficacité des systèmes agricoles et des filières (niveau 1).

Comme nous l'avons rappelé dans la section 1, une EIV présente la particularité que le bénéfice environnemental est associé à l'usage de la semence par l'aval de la filière et non pas directement pour la production de l'EIV. Ce dernier point est bien confirmé par l'enquête, les semenciers n'associant pas une EIV à la recherche d'innovations environnementales au niveau des procédés de production des semences de tournesol dont ils pourraient tirer un avantage économique. C'est donc bien l'analyse des processus d'adoption des EIV qui doit nous permettre d'éclairer les conditions de réalisation du bénéfice environnemental.

Tous les acteurs enquêtés impliqués dans la diffusion des EIV (ainsi que la littérature associée à la filière tournesol) font état d'un environnement agronomique de plus en plus contraignant : augmentation des pressions maladies⁹, sécheresses estivales plus fréquentes et restrictions au niveau des épandages et de l'irrigation, auquel la solution génétique seule peine à répondre. Ainsi, la rusticité des variétés et leur adaptation au territoire deviennent des critères de marché pour les coopératives qui invitent les semenciers à intégrer cette dimension territoriale dans leur stratégie de sélection. Mais la recherche d'économie d'échelles dans la diffusion des semences incite plutôt les coopératives à s'intéresser à un nombre limité de variétés à large spectre d'action. Enfin, si les industriels à l'aval de la filière sont sensibilisés à la durabilité environnementale, ils n'apparaissent pas comme des prescripteurs pour les EIV, étant plus intéressés par les innovations variétales portant sur une amélioration nutritionnelle du produit, comme le montre par exemple l'exemple du tournesol oléique. Une plus forte valorisation économique par l'aval pourrait ainsi motiver l'éco-innovation en amont. Cependant, les semenciers comme les industriels pointent des difficultés de mise en place de tels projets à cause de différences d'échelles temporelles entre des demandes aval pouvant varier sur du court terme et un travail de sélection nécessitant un investissement de plusieurs années.

⁹ Cette pression des maladies provient pour partie d'une concentration accrue du tournesol dans certaines régions qui se traduit également par un raccourcissement des rotations.

En conclusion, les coûts d'investissement nécessaires à la création d'EIV font que les semenciers visent une performance économique basée sur la recherche de variétés à large spectre d'action. Par contre, il ne semble pas qu'il y ait pour l'instant les incitations économiques suffisantes pour permettre de proposer des EIV plus systémiques, basées notamment sur une prise en compte approfondie des Interactions Génotype Environnement Conduite de culture, même si certains critères comme la précocité sont largement travaillés. A ce stade, il nous paraît donc difficile de valider l'hypothèse 2 selon laquelle la performance économique est un moteur favorisant le développement des EIV et l'expression de l'externalité environnementale positive. Cela dépend du type d'EIV visé ce qui nécessite une analyse plus fine de l'expression du bénéfice environnemental lors de son utilisation par les acteurs de la filière.

3.3 Les complémentarités entre pratiques et adoptions d'éco-innovation jouent un rôle important dans les performances environnementales des EIV

Un consensus émerge de la littérature grise sur la nécessité de coévolution entre les éco-innovations et les innovations organisationnelles et de pratiques (Milgrom et Roberts, 1990). D'après nos entretiens, ce constat est d'autant plus vrai lorsque l'EIV cherche un bénéfice environnemental, dont l'expression va dépendre des conditions d'adoption et d'usage. En effet, plusieurs exemples ont été cités lors de l'enquête indiquant qu'une diffusion non maîtrisée pouvait faire perdre le bénéfice environnemental d'une innovation variétale.

Plusieurs acteurs ont ainsi fait état que le choix variétal en tournesol n'était pas toujours raisonné de manière optimale au niveau de l'agriculteur. Les critères de résistance aux maladies ou de précocité peuvent être considérés comme secondaires, ce qui se traduit par des choix de variétés non adaptées aux zones de culture. Par exemple, une diffusion non maîtrisée et trop massive d'un facteur de résistance entraîne une forte pression sur l'espèce parasite ce qui peut accélérer le contournement de la résistance. En tournesol, ce contournement est observable sur les résistances mildiou depuis une vingtaine d'années (Ahmed et al., 2012), et certains acteurs ont également évoqué le risque de contournement de la résistance orobanche en Europe de l'Est. En effet, comme nous l'avons expliqué plus haut, les semenciers privilégient une approche sur des macro-territoires, alors que des approches plus locales sont nécessaires pour travailler finement sur la diffusion et les Interactions Génotype-Environnement-Conduite de culture (IGEC) des variétés proposées. Dès lors, l'expression d'un bénéfice environnemental lié à des itinéraires techniques adaptés n'apparaît pas comme une dimension privilégiée des conditions de diffusion et d'adoption des EIV actuellement proposées par les semenciers. Ce type d'EIV contient la promesse que la génétique permet de s'affranchir des conditions de milieu et de culture, ce qui peut avoir pour conséquence une moindre implication de l'agriculteur dans le suivi de sa culture.

Il est donc important de comprendre quels sont les acteurs influençant l'adoption et l'usage des variétés par les agriculteurs afin de proposer un conseil permettant le maintien de l'externalité environnementale de l'EIV. D'après nos entretiens, si les semenciers, l'institut technique et les coopératives ont une activité de conseil, l'adoption des variétés par les agriculteurs semble dépendre fortement du conseil coopératif. Or les coopératives, regroupées en centrales d'achat, construisent certes leurs catalogues de référencement sur les données agronomiques de leurs réseaux d'expérimentation, mais également sur des critères

économiques liés à des accords commerciaux entre semenciers et centrale d'achat. L'obligation de rentabilité économique peut ainsi amoindrir la recherche d'optimum agronomique (aux dires de coopératives et de semenciers enquêtés). L'institut technique insiste donc fortement sur la nécessité de sensibiliser l'ensemble des acteurs sur l'importance d'une maîtrise de la diffusion des EIV sans quoi leurs bénéfices - environnemental mais aussi économique - pourraient être compromis. Ces derniers ainsi que certains acteurs d'organismes professionnels conseillent notamment la mise en place d'une gestion territoriale des résistances alléliques, et ce particulièrement lorsqu'il existe, comme pour le mildiou, plusieurs sources de résistances possibles (la diversité des résistances permettant de maintenir une diversité dans les souches pathogènes et ainsi la possibilité d'un certain contrôle de ces derniers par la diversification spatiale et temporelle des variétés). Les coopératives et l'institut technique Terres Inovia proposent notamment des guides cultureux. Cependant, ces acteurs semblent insatisfaits de la prise en compte des conseils par les agriculteurs pour la filière tournesol. Le manque d'intérêt¹⁰ des agriculteurs pour cette culture explique ainsi des problèmes d'usage (notamment par rapport à des dates de semis ne suivant pas les préconisations, ou des traitements fongicides ne tenant pas compte des résistances variétales) et est relevé par l'ensemble des acteurs enquêtés comme un frein majeur au développement d'EIV dans la filière tournesol.

La complémentarité entre les pratiques des agriculteurs et les innovations organisationnelles dans le conseil apparaissent donc comme des éléments importants pour permettre d'exprimer l'externalité environnementale des EIV, ce qui confirme notre hypothèse 3. La réussite d'une EIV demande donc de réfléchir à l'organisation du système pour assurer depuis la création jusqu'à la diffusion les conditions appropriées pour le maintien de l'externalité environnementale. Cependant, nous pouvons questionner la capacité du système actuel à repenser son organisation afin de favoriser le développement d'EIV, au vu de la situation de verrouillage du secteur semencier que nous allons maintenant présenter.

3.4 Un fort verrouillage du secteur semencier qui freine l'EIV

Nos entretiens confirment les résultats de la littérature sur l'imbrication des dimensions économiques, technologiques et réglementaires contribuant à verrouiller un régime socio-technique dominant (Geels, 2007, 2011). Par contre, si des niches d'innovation viennent perturber ce régime dominant, ce dernier ne paraît pas encore en mesure de les intégrer du fait de l'antagonisme des paradigmes « fixiste » et « population » mobilisés.

Le secteur semencier du tournesol comme celui des autres grandes cultures, est un secteur concentré et très concurrentiel sur un marché déjà relativement segmenté (résistances maladies, linoléique/oléique, Variété Tolérante Herbicide, niveau de précocité). Face à ces contraintes d'économie d'échelle, nous avons montré que le secteur semencier s'internationalise et que leurs stratégies d'EIV portent sur des macro-territoires, peu aptes à une prise en compte d'enjeux environnementaux plus locaux. La recherche d'EIV à large spectre résulte aussi des investissements R&D conséquents nécessaires pour la création de nouvelles variétés. De même, les critères réglementaires d'inscription, reposant sur des

¹⁰ Ce manque d'intérêt est expliqué par les acteurs comme résultant de différents facteurs comme les difficultés d'implantation, l'importance des dégâts causés par des ravageurs et la faible rémunération relative de la culture comparée aux céréales.

épreuves DHS et VATE exigeantes, ne favorisent pas le développement de variétés adaptées à des conditions spécifiques d'utilisation, comme cela a été montré pour l'agriculture biologique (Bonneuil, et al. 2005). Ainsi, la recherche d'un petit nombre de variétés à large spectre va à l'encontre à la fois des enjeux sur l'augmentation de la biodiversité cultivée, et de ceux sur la gestion des résistances aux maladies par diversification des cultures ou des allèles sollicités.

D'après Vanloqueren (2007, p18), ce « déphasage » entre les objectifs du régime dominant et les attentes de la société entraîne justement l'ouverture de « fenêtres d'opportunité », fenêtres alors comblées par les niches plus réactives sur les problématiques locales que le régime dominant. En cela, il est attendu que des acteurs locaux soient plus à même de gérer une bonne diffusion et surtout un usage adéquat des variétés afin de maintenir leurs externalités environnementales. De même les niches du secteur semencier peuvent chercher à s'insulariser (notamment sur les dimensions technologiques et liées à la protection intellectuelle) en basant leur système de valeurs sur d'autres conventions que celles du régime dominant (Bonneuil, et al, 2006 ; Boltanski et Thévenot, 1991). Elles s'écartent en cela des contraintes liées à l'utilisation des biotechnologies qui structurent fortement le régime dominant. Les niches d'innovations potentielles reposent sur un ensemble d'innovations locales et populaires, regroupées pour la plupart dans le réseau Semences Paysannes, pour lequel les critères environnementaux sont une caractéristique intrinsèque d'une approche « population » de la sélection. Cette vision s'oppose donc à celle portée par le régime dominant, tant sur le plan technique avec la recherche de variétés de type lignée ou hybride, que sur le plan de la diffusion du progrès variétal, avec le fait notamment que pour les semences hybrides, l'intérêt pour l'agriculteur de ressemer sa récolte est fortement réduit, du fait des pertes de rendement qui en résulteraient. Ces écarts de vision rendent compliqués une recherche d'hybridation entre le régime dominant et ces niches d'innovation, ce que confirment nos entretiens d'où se dégage plutôt une volonté de coexistence. Cette coexistence demanderait une reconnaissance réglementaire des niches, reconnaissance actuellement en débat suite au plan « Semence et Agriculture Durable » (Vialle, 2011) et à la demande d'application du TIRPAA¹¹.

Ainsi, malgré le verrouillage du système et le manque d'hybridation avec des niches, l'influence du paysage macro-économique semble impulser une réelle évolution au sein du régime semencier dominant. Si les composantes du régime peuvent difficilement évoluer indépendamment les unes des autres, notre étude de cas met en lumière une coévolution et un décalage global de ces dernières vers une prise en compte de la durabilité environnementale à travers des stratégies globalement plus systémiques.

Conclusion

Ce papier avait pour objectif d'analyser les conditions de production et de diffusion d'éco-innovations variétales dans le cas du secteur tournesol. Il s'interroge ainsi sur les processus qui favorisent ou défavorisent la propension du secteur semencier à proposer des éco-innovations c'est-à-dire des nouvelles variétés dont les propriétés s'inscrivent dans le

¹¹ Traité International sur les Ressources Phytogénétiques pour l'Alimentation et l'Agriculture (pour plus d'informations : <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/i0510f/i0510f.pdf>)

paradigme agroécologique. En prenant appui sur la littérature en économie de l'innovation, nous avons défini un ensemble d'hypothèses sur les déterminants d'ordre micro- et méso-économiques prenant en compte à la fois les comportements des acteurs et les dynamiques sectorielles de diffusion. La démonstration empirique s'appuie sur une enquête menée auprès des principaux semenciers et autres acteurs de la filière tournesol.

Les résultats tendent à montrer tout d'abord l'importance de la réglementation sur les processus d'EIV. Ils mettent l'accent sur le caractère contraignant de la réglementation mais également sur le fait qu'elle résulte le plus souvent d'une co-construction entre une diversité de partenaires dont des partenaires économiques. Dès lors, l'intégration de critères environnementaux dans la réglementation est facilitée quand elle permet de satisfaire aux conditions de base d'accès au marché. Les résultats confirment plus globalement les interactions entre dimensions technologiques, réglementaires et marchandes mises en évidence dans la littérature sur les éco-innovations (Rennings, 2000). Par contre, la conclusion est plus nuancée en termes d'impact de la performance économique sur la performance environnementale. En effet, si la performance économique est favorisée par la mise au point de variétés stables à large aire de culture, il paraît encore difficile de valider l'hypothèse d'un retour positif sur investissement pour une approche plus localisée et systémique de l'innovation variétale. Enfin, un des résultats micro-économiques fondamentaux réside dans la mise en évidence de l'importance de la complémentarité entre les pratiques des agriculteurs et les innovations organisationnelles accompagnant les processus de diffusion des EIV. Dans le cas du tournesol, aux dires des acteurs enquêtés, ce point est particulièrement important dans la mesure où il existe de grandes marges de progrès sur les pratiques culturales des agriculteurs (allongement des rotations, gestion des maladies, ...) pour favoriser la performance environnementale de l'innovation variétale.

Au niveau méso-économique, deux résultats principaux se dégagent. D'une part, le régime socio-technique dominant est sous l'influence de l'internationalisation des stratégies des entreprises semencières qui peuvent rendre inefficaces les régimes réglementaires nationaux. D'autre part, le régime dominant apparaît globalement verrouillé et peu perméable à l'intégration des pratiques de sélection plus locale promues par des acteurs comme le Réseau Semences Paysannes. Pour autant, malgré le verrouillage du système et l'absence d'hybridation avec les niches, l'évolution du paysage institutionnel impulsée par les nouvelles attentes sociétales entraîne l'ouverture de « fenêtres d'opportunité » pour une évolution de la réglementation et des pratiques vers une prise en compte accrue de la dimension environnementale. En termes de politiques publiques, au-delà de la réglementation, cela renvoie à la nécessité d'accompagner les acteurs dans leurs pratiques d'adoption et d'usage des innovations afin d'assurer l'expression du bénéfice environnemental de l'EIV.

Remerciements

Cette étude a bénéficié d'un soutien financier dans le cadre du projet SUNRISE, investissement d'avenir n°ANR 11-BTBR-0005. Les auteurs remercient l'ensemble des acteurs enquêtés. Ils remercient notamment P. Debaeke, P. Vincourt et D. Sauvaire pour leurs remarques pertinentes qui ont grandement contribué à améliorer la version proposée.

Bibliographie

- Adams R.B., Demmig-Adams B. (2013). Impact of contrasting food sources on health versus environment. *Nutrition and Food Science*, 43, 228-235.
- Ahmed S., Tourvieille de Labrouhe D., Delmotte F. (2012). Emerging virulence arising from hybridisation facilitated by multiple introductions of the sunflower downy mildew pathogen *Plasmopara halstedii*, *Fungal genetics and biology*, 49(10), 847-855.
- Arundel A., Kemp R., Parto S. (2007). Indicators for environmental innovation : What and How to measure. In D. Marinova, D. Annandale, J. Phillimore (eds), *International handbook on environment and technology management*. Edward Elgar, Cheltenham, 324-329.
- Beckert M., Dessaux Y., Charlier C., Darmency H., Richard C., Savini I., Tibi A. (éditeurs), (2011). *Les variétés végétales tolérantes aux herbicides. Effets agronomiques, environnementaux, socio-économiques*. Expertise scientifique collective, rapport, CNRS-INRA (France).
- Boltanski L., Thévenot L. (1991). *De la justification. Les économies de la grandeur*. Paris, Gallimard
- Bonneuil C., Thomas F. (2009). *Gènes pouvoir profit : recherche publique et régimes de production des savoirs de Mendel aux OGM*. Versailles, Edition Quae ; 612 pages
- Bonneuil C., Demeulenaere E., Thomas F., Joly P.B., Allaire G., Goldringer I. (2006). Innover autrement ? La recherche face à l'avènement d'un nouveau régime de production et de régulation des savoirs en génétique végétale. *Dossier de l'environnement de l'INRA*, 30, 29-52.
- Bresnahan, T., Brynjolfsson, E., et Hitt, L. (2002). Information technology, workplace organization, and the demand for skilled labor: Firm-level evidence. *The Quarterly Journal of Economics*, 117(1), 339-376.
- Debaeke P., Casadebaig P., Mestries E., Palleau J.P., Salvi F., Bertoux V., Uyttewaal V (2011). Simulation dynamique des interactions génotype x environnement x conduite de culture : application à l'évaluation variétale en tournesol. *Innovations Agronomiques*, 15, 89-103.
- Desclaux D., Nolot J.M. (2015). Co-évolution des notions de Génotype (G), d'Environnement (E) et de leurs interactions : approche participative et pluridisciplinaire. *Agronomie, environnement et sociétés*, vol 4 n°2, sous presse
- Diaz M., Darnhofer I., Darrot C., Beuret J. E. (2013). Green tides in Brittany: What can we learn about niche-regime interactions?. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 8, 62-75.
- DiMaggio, P., Powell, W. (1983). The iron cage revisited: Institutional isomorphism and collective rationality in organizational fields. *American Sociological Review*, 38048(2), 147-160.
- Dosi G., Nelson R.R. (2010). Technical change and industrial dynamics as evolutionary processes. In: B.H. Hall and N. Rosenberg (eds). *Handbook of the economics of innovation*, 1, Burlington: Academic Press, 51-128.
- Fonbaustier J.P., Oury F.X. (2006). Quels critères de sélection variétale pour l'avenir ? *Dossier de l'environnement de l'INRA*, 30, 169-172
- Frémeaux P., Kalinowski W., Lalucq A. (2014). Transition écologique, mode d'emploi. *Alternatives économiques*.
- Fugerey-Scarbel A., Lemarié S. (2013). Evolution de l'organisation de la recherche et du secteur des semences, *Le sélectionneur français*, 64, 23-34
- Galliano D., Nadel S. (2015). Firm's eco-innovation performance and sectoral system of innovation : the case of the French industry. *Industry and Innovation*. In press

- Geels F.W. (2004). From sectoral systems of innovation to socio-technical systems - Insights about dynamics and change from sociology and institutional theory, *Research Policy*, 33, 897-920.
- Geels F.W. (2011). The multi-level perspective on sustainability transitions: Responses to seven criticisms, *Environmental innovation and societal transitions*, 1, 24-40.
- Geels F.W., Schot J. (2007). Typology of sociotechnical transition pathways. *Research Policy*, 36, 399-417
- Gliessman S.R., 2015, *Agroecology: The ecology of sustainable food systems*, Third edition, CRC Press
- GNIS. Brevet & COV, quelles différences ? [en ligne]. (page consultée le 04/05/15). <http://www.gnis-pedagogie.org/filiere-protection-brevet-cov.html>
- Goldringer I., Meynard, J.M., Beuval, V. (2006). Quelle évaluation du végétal dans une perspective d'agriculture paysannes durables ? *Dossier de l'environnement Inra*, 30, 155-158
- Horbach J. (2008). Determinants of Environmental Innovations, New Evidence From German Panel Data Sources. *Research Policy*, 37, 163-173
- Jouffret P., Labalette F., Thibierge J. (2011). Atouts et besoins en innovations du tournesol pour une agriculture durable. *Innovations agronomiques*, 14, 1-17
- Kastler G. (2006). Les semences paysannes : situation actuelle, difficultés techniques, besoin d'un cadre juridique. *Dossier de l'environnement de l'INRA*, 30, 53-56
- Lecomte V., Nolot J.M. (2011). Place du tournesol dans un système de culture. *Innovations Agronomiques*, 14, 59-76
- Lemarié S. (2003). Evolution des structures industrielles et de la concurrence dans le secteur des semences et des pesticides. *Economie rurale*, 277-278, 167-182
- Magrini M.B., Duru M. (2015a). Quand les acides gras questionnent le système agricole et agro-alimentaire : propositions pour une analyse intégrée de notre chaîne alimentaire, *Le courrier de l'environnement de l'INRA*, 65, 59-70.
- Magrini M.B., Duru M. (2015b). Trajectoire d'innovation dans les systèmes laitiers français : une analyse socio-technique de la démarche « Bleu-Blanc-Cœur ». *Revue Innovations*, à paraître.
- Malerba F. (2002). Sectoral systems of innovation and production. *Research Policy*, 31, 247-264
- Meynard J.M., Messéan A., Charlier A., Charrier F., Fares M., Le Bail M., Magrini M.B., Savini I. (2013). Freins et leviers à la diversification des cultures. Etude au niveau des exploitations agricoles et des filières. Synthèse du rapport d'étude, INRA, 52 p.
- Meynard J.M., Jeuffroy M.H. (2006). Quel progrès génétique pour une agriculture durable ? *Dossier de l'environnement de l'INRA*, 30, 15-25
- Milgrom P., Roberts J. (1990). The economics of modern manufacturing : technology, strategy and organization. *American Economic Review*, 80, 511-528
- Milgrom P., Roberts J. (1995). Complementarities and fit strategy, structure, and organizational change in manufacturing. *Journal of Accounting and Economics*, 19(2-3), 179-208
- Porter M. (1991). America's green strategy. *Scientific American*, 264(4).
- Porter M., van der Linde C. (1995a). Green and competitive : ending the stalemate. *Harvard Business Review*, Sept-Oct, 120-134.

- Porter M., van der Linde C. (1995b). Towards a new conception of environment competitiveness relationship. *Journal of Economic Perspectives*, 9, 97–118.
- Rennings K. (2000). Redefining innovation - eco-innovation and the contribution from ecological economics. *Ecological Economics*, 32, 319–332.
- Terres OléoPro. Statistiques des oléagineux huiles et protéines végétales 2013-2014.[En ligne] (page consultée le 01/09/2015) <http://terres-oleopro.fr/sites/default/files/mediabox/files/statistiques-terres-oleopro-2013-2014.pdf>
- Touzard J.M., Temple L., Faure G., Triomphe B. (2014). Systèmes d'innovation et communautés de connaissances dans le secteur agricole et agroalimentaire », *Innovations*, 43, 13-38
- Vankeerberghen A., Dannevoye B., Stassart P.M. (2014). L'insularisation comme mode de transition, le cas de l'agriculture de conservation en Région Wallonne., in de Raymond A. B. et Goulet F. (dir.), *Sociologie des grandes cultures*, ed. QUAE, 224 p.
- Vanloqueren G. (2007). Penser et gérer l'innovation en agriculture à l'heure du génie génétique : contribution d'une approche systémique d'innovations scientifiques dans deux filières agroalimentaires wallones pour l'évaluation, la gestion et les politiques d'innovations. Thèse de doctorat : spécialité sciences agronomiques et ingénierie biologique. Louvain-la Neuve. 538 pages
- Vanloqueren G., Barret P.V. (2009). How agricultural research systems shape a technological regime that develops genetic engineering but locks out agroecological innovations. *Res. Policy*, doi:10.1016/j.respol.2009.02.008
- Vialle P., 2011, *Semence et Agriculture Durable*, rapport pour le MAAPRAT, Paris.