

Chapitre 5.

Conditions économiques, juridiques et sociales au développement des VTH

Coordinateur :

Christophe Charlier

Contributeurs :

Marc Barbier

Christophe Charlier

François Coleno

Stéphane Lemarié

Thierry Marteu

Mai-Anh Ngo

Sommaire

Introduction.....	330
5.1. L'adoption des VTH : facteurs explicatifs, marchés et cadre juridique.....	332
5.1.1. L'analyse économique des facteurs d'adoption des VTH	333
5.1.1.1. La quantification de l'intérêt de l'adoption d'une semence TH.....	333
5.1.1.2. Eléments pris en compte dans le choix d'adoption d'une semence TH et impact de l'adoption : facteurs et conséquences pécuniaires	335
5.1.1.3. Facteurs d'adoption non pécuniaires et changements des pratiques.....	338
5.1.1.5. La réception des cultures transgéniques et des VTH par les agriculteurs : un éclairage sociologique	345
5.1.1.6. Conclusion.....	346
5.1.2. Les stratégies d'offre des VTH.....	346
5.1.2.1. Les acteurs incités à développer des VTH.....	347
5.1.2.2. Les pratiques de licence sur les caractères TH.....	348
5.1.2.3. Les ventes liées ou groupées entre VTH et herbicide.....	349
5.1.2.4. La tarification des VTH.....	349
5.1.2.5. Synthèse	351
5.1.3. Protection juridique de l'innovation variétale et mise sur le marché des VTH.....	352
5.1.3.1. La mise sur le marché des variétés TH : entre logique de prévention et de précaution selon le procédé d'obtention.....	352
5.1.3.2. Les VTH et l'"appropriation du vivant"	354
5.2. Coexistence des filières et responsabilité : éclairages économique et juridique	368
5.2.1. Coût de la coexistence entre variétés	368
5.2.1.1. L'intérêt de la coexistence pour les différentes catégories d'acteurs et l'impact sur l'utilisation des technologies	369
5.2.1.2. La mise en place de la coexistence sur le territoire.....	370
5.2.1.3. Les conséquences et l'organisation de la coexistence dans les chaînes d'approvisionnement..	371
5.2.1.5. Conclusion.....	372
5.2.2. L'analyse juridique de la traçabilité, de la responsabilité et de l'étiquetage	373
5.2.2.1. La traçabilité	373
5.2.2.2. La responsabilité	374
5.2.2.3. L'étiquetage.....	377
5.2.3. Conclusion.....	377
5.3. Un regard sociologique sur différents aspects de l'innovation TH	379
5.3.1. L'amorce d'une contestation sur les VTH obtenues par mutagenèse.....	380
5.3.2. Appréhender la mise en cause de la mutagenèse à l'aune des débats sur les biotechnologies.....	381
5.3.3. Dynamiques sociales et cognitives du monde de la recherche agronomique en France	382
5.3.4. Conclusions	383

5.4. Conclusions	385
Références bibliographiques citées	388
Annexe. Mesures d'accompagnement des VTH	396

Introduction

Les cultures de variétés tolérantes aux herbicides (VTH) connaissent un essor très important dans le monde (voir chapitre 1). Cet essor est expliqué par le développement d'une innovation biotechnique visant une simplification des systèmes de culture en proposant des variétés caractérisées par une propriété de tolérance à un herbicide. Certaines de ces VTH sont des variétés obtenues par transgénèse alors que d'autres sont le fruit d'autres pratiques comme les voies classiques d'introgression de mutations spontanées ou induites (mutagenèse). De nouvelles variétés pourront aussi résulter d'un processus d'amélioration fondé sur l'exploitation du mécanisme moléculaire de recombinaison homologe (voir chapitre 2).

Le 30 juillet 2011, à l'appel du mouvement des Faucheurs Volontaires, des manifestants ont arraché dans l'Isère des plants de tournesol obtenus par mutagenèse pour alerter le public sur ce qu'ils considèrent être des OGM. Il n'appartient pas aux sciences humaines et sociales (SHS) de trancher le débat sur le statut juridique (tel que défini par la directive 2001/18/CE) auquel ces semences peuvent être assimilées ou de clore la dispute sur les définitions de ce que peut recouvrir la catégorie 'organisme génétiquement modifié'. Les SHS peuvent par contre éclairer le régime sociotechnique sous-tendu par les VTH en répondant aux questions suivantes. Pourquoi les VTH sont-elles adoptées par les agriculteurs ? Quelles sont les caractéristiques des marchés sur lesquels elles s'échangent ? Comment fonctionne le marché du trait génétique TH ? Comment les firmes semencières peuvent-elles développer leur stratégie d'offre à la fois sur le marché des semences et sur le marché des traitements phytosanitaires ? Quels avantages peuvent-elles tirer de cette situation ? Comment la propriété intellectuelle de ces variétés est-elle protégée ? Avec quelles conséquences sur la société ? Le développement de ces cultures est-il encadré juridiquement ? Si un encadrement existe pour une partie d'entre-elles, quelles sont les conséquences de ces réglementations sur le choix des agriculteurs et sur l'organisation de l'espace agricole ? Si les VTH sont assimilées par une partie de la société aux OGM et qu'un débat social sur l'opportunité de leur développement devait émerger, quels enseignements peut-on tirer du débat sur les OGM ?

Pour instruire toutes ces questions, la faiblesse des résultats de recherche en SHS se saisissant des VTH comme objet d'étude est telle que le travail d'expertise est rendu difficile. Que ce soit, en effet, pour la sociologie, le droit ou l'économie, disciplines représentées dans ce chapitre, les VTH ne sont pas en tant que tel un objet d'étude dans la littérature académique au moment où nous écrivons. Au mieux peuvent-elles être appréhendées à travers une littérature traitant des OGM, et en particulier des OGM tolérants aux herbicides (OGM TH). Cette littérature, peu abondante, concerne en outre des espaces juridiques, socio-économiques et géographiques différents, où les écarts entre les réglementations sont notables. Néanmoins il a semblé pertinent de réaliser une synthèse des connaissances existantes en mobilisant un regard parfois prospectif.

Le chapitre va tout d'abord considérer la demande et l'offre de VTH dans une première partie. Il se concentrera ainsi sur les facteurs d'adoption des VTH dans la décision des agriculteurs en faisant état des travaux économiques sur cette question. Toujours d'un point de vue économique, il abordera ensuite l'étude des stratégies des firmes qui offrent simultanément une VTH et l'herbicide associé. Cette offre de produits complémentaires se fait sur deux marchés distincts (celui des variétés et celui des pesticides), sur lesquels les firmes ont un pouvoir de marché qu'elles peuvent faire jouer parce que la propriété industrielle des semences et des herbicides est protégée. Si la protection des herbicides par le brevet est classique, celle des semences est très particulière et mérite d'être éclairée. L'étude de ce dernier point permettra de clore la première partie.

La deuxième partie du chapitre traite de la problématique de la coexistence des filières, abordée tant du point de vue économique que du point de vue des éléments de droit qui l'encadrent. Traiter de la coexistence n'est pas immédiat et peut sembler trop centré sur les OGM. Deux éléments cependant suscitent notre intérêt pour cette question. Il existe tout d'abord des VTH GM pour lesquelles ces règles de coexistence devraient s'appliquer si elles devaient être développées sur le territoire européen. Ensuite, la question suivante qu'il nous semble difficile d'écarter à ce stade du débat social sur les VTH se pose : si les VTH devaient être distinguées de leurs homologues non-TH, soit parce qu'elles sont regardées comme des OGM, soit parce qu'elles sont considérées comme posant des problèmes (éthiques, sanitaires ou environnementaux) similaires à ceux posés par les OGM, que se passerait-il alors pour l'organisation des marchés et pour l'exercice de la liberté de choix des consommateurs et des producteurs ? La réponse à cette question passe inévitablement par l'étude de la problématique de la coexistence. Cette partie du chapitre s'intéressera ainsi dans un premier temps aux exigences de la coexistence et à leur mode de gestion. Cette gestion apparaîtra comme très sensible aux options

réglementaires qui ont été choisies, de sorte que l'étude de ce cadre juridique sera proposée dans un deuxième temps.

La troisième partie présente le cadre sociologique dans lequel le débat sur les VTH se développe. Dans les limites du cadre fixé par la commande, elle indique comment le débat social naissant sur les VTH est fondamentalement marqué par la controverse sur l'innovation agronomique fondée sur le recours à des plantes transgéniques. Cette étude expose ainsi comment le débat sur les OGM a achoppé sur des positions bloquées et une conflictualité qui a conduit à différents procès et décisions de justice. Si cette question des enseignements du débat sur les OGM nécessite l'utilisation de la littérature sociologique qui a éclairé celui-ci, la question de l'ancrage du débat sur les VTH dans le débat OGM suppose un travail interprétatif qui ne peut être développé directement à partir de cette littérature. Cette dernière est en effet antérieure à l'apparition du débat sur les VTH non-OGM qui n'a pas encore, lui, suscité de littérature propre. Ce travail peut paraître inhabituel dans le cadre d'une expertise, mais il est nécessaire pour que l'étude des dimensions sociétales à l'œuvre y soit également intégrée.

5.1. L'adoption des VTH : facteurs explicatifs, marchés et cadre juridique

La demande et l'offre de VTH comme biens économiques du secteur de l'agrofourniture, ainsi que le cadre juridique qui permet à celles-ci d'exister, sont au centre de cette première partie.

La demande de semences de VTH est appréhendée dans un premier temps à travers l'étude des facteurs d'adoption du paquet technologique formé par la semence et la prescription d'un herbicide, et de pratiques d'usage de cet herbicide dans la décision des agriculteurs. Il s'agit ici de faire état des travaux académiques qui ont tenté de cerner ce qu'attendent les agriculteurs du trait TH et ce qu'ont été les impacts effectifs de l'adoption des VTH. Cette étude montrera que les enjeux de l'adoption se situent comme on peut l'attendre au niveau du revenu des agriculteurs, mais qu'ils sont aussi liés aux changements des pratiques agricoles. Un facteur important sera le coût de la technologie. Celui-ci est évidemment très sensible aux prix des semences et de l'herbicide. Or ces prix dépendent du degré de concurrence des marchés sur lesquels semence et herbicide sont échangés. Le problème de la structure de l'offre sur ces marchés est ainsi avancé et est étudié dans un second temps.

Les VTH ont cette particularité de devoir être utilisées de manière complémentaire à l'herbicide auquel elles sont tolérantes : l'achat de ces variétés comme semence prescrit l'usage d'un herbicide. Les firmes de l'agrochimie présentes à la fois sur le marché des semences, et des pesticides peuvent dans un tel contexte développer des stratégies de commercialisation du trait TH ou des semences et de l'herbicide tout à fait originales par rapport à une situation où deux firmes différentes interviendraient séparément sur les marchés concernés. L'étude de cette situation proposée dans la section 5.1.2 montre comment les stratégies des firmes de l'agrochimie vont dépendre du pouvoir de marché qu'elles détiennent sur ces différents marchés. Les questions de l'incitation à développer les VTH, de l'accès au trait TH pour les semenciers qui n'en sont pas les propriétaires et de la pratique de ventes liées VTH-herbicide associée pourront alors être envisagées. Les conséquences de ce pouvoir de marché sur les prix des semences TH seront enfin explorées. L'exercice possible d'un pouvoir de marché par les offreurs apparaîtra tout à fait central dans cette section. Or celui-ci n'apparaît que si les VTH constituent des innovations protégées. L'étude du/des mode(s) juridique(s) de protection des VTH et du trait TH est ainsi suscitée et abordée dans un troisième temps.

La troisième section envisagera ainsi les cadres juridiques de la protection des VTH. Ces variétés présentent une innovation génétique (le trait TH) qui leur permet d'être un objet du droit de la propriété intellectuelle. L'étude montre comment cette protection peut être obtenue à travers la soumission des VTH aux droits des obtentions végétales et du brevet d'invention. La cohabitation de ces deux modalités de droit de propriété permet de protéger à la fois le trait et la variété, même si ces deux éléments peuvent paraître indissociables d'un premier abord. Cette simultanéité de deux régimes de protection n'est cependant pas sans incidence sur les intérêts des obtenteurs et des inventeurs. L'enchevêtrement des prérogatives sur une même plante et la gestion des dépendances deviennent alors des questions très délicates qui seront ainsi placées au cœur de cette section.

La littérature utilisée dans les deux premières sections est principalement de type académique, anglo-saxonne pour l'essentiel, peu abondante et publiée dans des revues scientifiques spécialisées dans le champ de l'économie agricole, utilisant majoritairement des données américaines sur les cultures OGM TH. C'est en effet aux Etats-Unis (mais aussi en Amérique du Sud et au Canada) que ce type de culture a connu l'essor le plus important à partir de 1996. Un point commun à ces travaux sera de considérer la littérature sur les OGM TH pour l'intérêt que présente le trait TH plutôt que pour le mode d'obtention (transgénèse) de ces VTH. Dans la première section, c'est la caractéristique TH qui est importante pour la question des facteurs d'adoption, et non les propriétés du mode d'obtention. Dans la section 5.1.2, la question essentielle est l'exploration du lien entre deux marchés par les offreurs qui apparaît avec les VTH. La section juridique s'appuiera sur une littérature assez restreinte de type académique ayant trait aux questionnements développés dans la doctrine juridique par les VTH en France.

5.1.1. L'analyse économique des facteurs d'adoption des VTH

Christophe Charlier

Deux grandes voies connexes sont explorées pour envisager dans l'analyse économique la question de "l'impact" des cultures GM TH sur les agriculteurs. Une première voie, "quantitative", a cherché à quantifier "l'intérêt" de l'adoption d'une semence TH pour l'agriculteur. Dans cette littérature, "l'intérêt" a pu être défini de différentes manières : en faisant référence aux rendements des cultures, ou à la profitabilité de l'activité, au revenu d'exploitation de l'agriculteur... Une deuxième voie, plus "qualitative", a cherché à éclairer les changements des pratiques qui accompagnent le choix d'une semence TH. La question de la gestion des adventices ou encore celle du non-labour ont par exemple (et en particulier) été explorées dans cette approche. La première voie correspond à ce que l'on attend de prime abord d'une étude d'impact. La seconde présente le grand intérêt d'introduire d'autres facteurs explicatifs de la décision d'adopter des cultures TH.

Cette manière d'envisager l'intérêt/le désintérêt des cultures TH est issue d'un paradoxe révélé très rapidement dans la littérature, au moins en ce qui concerne le soja GM TH (Fernandez-Cornejo et al. 2002, Sonka 2003). Les évaluations des cultures GM TH réalisées aux USA de manière expérimentale tout d'abord, et en conditions d'activité réelle ensuite, se sont en effet révélées contradictoires : l'amélioration des rendements et la baisse des coûts de production que pronostiquait le premier type d'études n'ont pas été attestées par la seconde catégorie de travaux. Or, parallèlement, ce type de culture a connu un essor remarquable sur le territoire américain. Il devenait donc difficile d'expliquer ce développement grâce aux rendements ou à la profitabilité. La question qui s'est inévitablement posée a alors été de savoir s'il existait d'autres variables que les rendements et les coûts sur lesquelles les cultures GM TH auraient un impact et qui expliqueraient ainsi leur adoption par les agriculteurs.

En essayant de répondre à ces questions liées, la littérature économique va éclairer les canaux par lesquels les cultures GM TH ont un impact sur l'activité des agriculteurs. D'une manière générale, les études sont peu nombreuses et disparates quant à la méthodologie utilisée, à ce qu'elles mesurent effectivement et au type de cultures concernées. Elles sont par contre principalement centrées sur le cas des Etats-Unis, même si ce ne sont pas toujours les mêmes Etats qui sont concernés. Une autre littérature, plus limitée, développe le même questionnement en envisageant plus particulièrement le cas de pays en développement. Le choix a été fait dans ce travail de privilégier les études publiées dans des revues à comité de lecture. Des rapports de l'US Department of Agriculture (USDA) et pour la Commission Européenne ont cependant été utilisés lorsque cela été nécessaire.

La contribution est organisée de la façon suivante. Dans une première section, quelques remarques d'ordre méthodologique sont présentées. La deuxième section présente les facteurs d'adoption ayant trait directement au profit des agriculteurs. La troisième s'attache à la présentation de facteurs d'adoption et de modifications de pratiques, appelés non pécuniaires dans la littérature économique, c'est-à-dire relevant de caractéristiques qui ne sont pas directement attachées à la fonction de profit ou évaluables en termes monétaires. Les travaux récents montrent qu'une menace importante à la pérennité de l'innovation que forment les VTH apparaît avec l'expansion de la résistance à l'herbicide de certaines adventices. Ils font ainsi écho aux travaux en agronomie mettant en avant ce résultat (voir chapitre 3, section 3.2). La quatrième section fera alors état des travaux économiques ayant trait aux mesures d'accompagnement pour faire face au problème de la résistance à l'herbicide. La cinquième section donne enfin un éclairage sociologique de la question de l'adoption des VTH. La sixième section conclut.

5.1.1.1. La quantification de l'intérêt de l'adoption d'une semence TH

La quantification de l'intérêt de l'adoption d'une semence GM TH (ou de n'importe quelle autre technique agricole) n'est pas une opération simple (Bonny 2002; Kaphengst et al. 2010). La référence au rendement dans les travaux sur lesquels s'appuie cette note est omniprésente. Si cette référence est attendue, elle est cependant insuffisante.

La recherche de rendements plus élevés peut tout d'abord ne pas être l'objectif d'adoption. Un exemple souvent cité dans la littérature (voir plus bas) correspondant à cette situation est le choix d'une semence TH dans le but d'éviter un contrôle des adventices passant par le labour répété afin de gérer un problème d'érosion des sols. Un autre exemple peut être le choix d'une semence TH pour pouvoir désherber plus facilement (lorsque la terre est

mise en culture initialement par exemple), quitte à revenir sur une semence non TH après, une fois le désherbage effectué (voir Fok 2010 et Fok et al 2010 dans le cas du soja TH au Brésil où cette pratique porte le nom de « rodizio »). Toujours dans la même ligne, la facilité d'utilisation d'un herbicide plutôt que de plusieurs est aussi souvent avancée. Enfin, la recherche de rendement peut ne pas être une variable explicative du choix d'une semence TH lorsque la disponibilité de la terre agricole n'est pas une contrainte.

L'augmentation du rendement ne signifie pas forcément ensuite augmentation du profit, or on peut attendre que ce soit celui-ci qui soit déterminant dans la décision d'adoption d'une semence. Le coût des semences et le coût des traitements phytosanitaires doivent en effet être pris en compte afin de pouvoir trancher sur la question de l'augmentation des profits. Dans une vision plus large de l'objectif de l'agriculteur, le bénéfice d'une réduction du temps de travail doit aussi être pris en compte, avec éventuellement des conséquences directes comme le bénéfice du travail hors de la ferme (cas des pays développés) ou comme l'augmentation du taux de scolarité lorsque la réduction du temps de travail concerne le travail des enfants (cas des pays en développement). Il en va de même pour la prise en compte du bénéfice issu d'une réduction d'autres inputs : utilisation des machines, essence, etc.

La référence à la marge brute ou à la rentabilité permet de prendre en compte les différents coûts et de les mettre en perspective aux rendements (qui augmentent les recettes). Cependant, lorsque le travail n'est pas payé (entreprise familiale, travail de management...), son coût n'apparaîtra pas. De même, les coûts et bénéfices environnementaux (même s'ils peuvent concerner à terme l'agriculteur) ne seront pas pris en compte : bénéfice d'une moindre érosion des sols ; coût de l'apparition d'adventices résistantes à l'herbicide utilisé (voir par exemple le cas du "Horseweed" résistant au glyphosate étudié par Hanson et al. (2009) dans une région de la Californie), etc.

La comparaison des marges brutes, si elle peut être faite, n'a pas forcément grand sens car elle repose implicitement sur des hypothèses peu réalistes. En effet, pour pouvoir affirmer que la culture d'un OGM TH est plus intéressante que la culture d'un équivalent non-OGM, ou encore que la culture de tel OGM est plus intéressante que la culture de tel autre OGM (maïs Bt vs maïs TH par exemple) sur la base de la comparaison des marges brutes, il est nécessaire de faire l'hypothèse que la différence observée dans les marges ne s'explique que par le type de culture retenu (voir les remarques de Fulton et Keyowski 1999 sur ce point). Que dire alors d'une différence de productivité "naturelle" des sols ? Ou encore, d'une différence de qualité de la main d'œuvre, ou de sa capacité à mettre en œuvre un processus de production novateur ? Dans la même ligne, que dire de l'influence d'aléas climatiques ? etc. Bonny (2008) note par exemple à propos du soja que l'écart de marge entre une variété GM TH et une variété conventionnelle est difficile à quantifier car les coûts de production varient fortement d'une exploitation à l'autre, mais aussi parce que les prix des semences, des herbicides et de l'output lui-même ont varié au cours du temps (sur ces variations, voir Gianessi, 2008).

Pour pouvoir traiter de ces biais inévitables, il est nécessaire de raisonner par rapport à un scénario idéal servant de norme, de mesurer ensuite les écarts entre la réalité et la norme et de pouvoir isoler la contribution de chaque facteur de production à ces écarts. Dans cette voie, Gouse et al. (2009) proposent de raisonner sur les inefficacités des systèmes de production en calculant tout d'abord les écarts entre une frontière efficace des possibilités de production matérialisant la production obtenue lorsque tous les facteurs de production sont employés de manière optimale (sans gaspillage d'aucune sorte) et la frontière des possibilités de production observée. À l'aide d'un modèle économétrique, ils isolent ensuite chaque facteur explicatif des écarts observés entre le scénario idéal et le scénario réel. L'application de cette méthode par Gouse et al. (2009) au maïs TH cultivé dans trois régions d'Afrique du Sud permet d'obtenir le résultat selon lequel le choix du maïs TH augmenterait l'efficacité de la production de 10%, alors que la conclusion aurait été de 85% si le seul critère du rendement avait été retenu.

La référence à la compétitivité des secteurs agricoles qui dépasse la simple productivité aurait pu être utilisée pour appréhender l'impact des cultures TH (voir Latruffe, 2010). De même, d'autres critères pourraient être retenus (permettant de prendre en compte les coûts et bénéfices externes en particulier - voir Charlier et Valceschini, 2010). On passerait alors à une analyse coût-bénéfice des cultures TH qui n'est pas envisagée dans les travaux référencés ci-dessous.

5.1.1.2. Eléments pris en compte dans le choix d'adoption d'une semence TH et impact de l'adoption : facteurs et conséquences pécuniaires

5.1.1.2.1. Les premières études sur données américaines

La perspective d'obtenir un profit plus élevé est considéré comme un facteur d'adoption d'une nouvelle technologie comme peuvent l'être les VTH. Le profit peut augmenter car la recette totale augmente (à coût total inchangé). Le prix de vente de la denrée agricole produite et les rendements sont ici déterminants. Le profit peut enfin augmenter parce que le coût total de production baisse (à recette totale inchangée). La modification des pratiques et le prix des inputs sont dans cette perspective les éléments décisifs.

Les facteurs d'adoption rattachés à la recette totale

Les premières études montrent sans surprise que toute baisse du prix de l'output jouerait comme un frein à l'adoption. Le fait cependant que la denrée agricole principale concernée ici, le soja TH, soit utilisée dans la consommation animale, et qu'aucun blocage des consommateurs américains n'ait été constaté, ont eu pour conséquence de faire disparaître ce point particulier des études sur les facteurs d'adoption. Finger et al. (2009) soulignent dans le cas de l'Argentine l'importance de la réaction des consommateurs dans le choix des producteurs de se tourner vers la technologie TH OGM : l'existence de consommateurs enclins à consommer OGM forme un cadre permettant, à l'évidence, le développement de ce type de culture.

Côté recette, ce sont donc les rendements qui ont retenu l'attention. Pour Klotz-Ingram et al. (1999), par exemple, les deux premières raisons avancées à l'adoption de semence TH sont l'"augmentation des rendements grâce à l'amélioration du désherbage" pour 76,3% des adoptants et un coût plus limité des traitements chimiques pour 18,9% des adoptants. Les résultats (dont la qualité est limitée par le petit nombre d'observations) des premières études (Carpenter et Gianessi, 1999; Klotz-Ingram et al., 1999), se rejoignent pour insister sur le fait que l'augmentation des rendements n'est pas toujours constatée.

Un rapport de l'Economic Research Service de l'USDA (Fernandez-Cornejo et Caswell, 2006) notera, pour expliquer que l'augmentation des rendements n'a pas forcément été au rendez-vous des premières expériences, que le gène TH n'a pas, initialement, été introduit dans les cultivars aux rendements les plus élevés. Le rapport montrera cependant que pour les années 2000 à 2003, la raison principale (avancée par plus de 60% des agriculteurs américains quel que soit le type de culture) de se tourner vers des semences TH était l'augmentation de rendement, suivie par la recherche d'une flexibilité du travail (mais dans une moindre mesure : pour moins de 20% des adoptants pour les différents types de culture) et enfin par le coût plus petit des traitements chimiques (11% pour le coton et le maïs TH et 17% pour le soja).

Marra et al. (2002) ont proposé une revue des premières études (en faisant référence à des études de types très différents : articles académiques, rapports, groupes d'étude, etc.) montrant l'intérêt des cultures TH et Bt. Leur conclusion est que ces cultures permettent généralement (quelques exceptions sont toutefois présentées) un profit moyen plus élevé et une utilisation de pesticides plus faible que les cultures conventionnelles. Si la méthodologie utilisée peut être questionnée (juxtaposition de différentes études avec présentation des valeurs minimales et des valeurs maximales observées et calcul de la moyenne sans se soucier de l'homogénéité méthodologique des différents travaux), l'attention portée à la rentabilité et à l'utilisation d'intrants chimiques est à souligner. Ce sont en effet les critères ayant retenu l'attention de cette première génération d'études.

Les facteurs d'adoption rattachés au coût total

Les études de Carpenter et Gianessi (1999) et Klotz-Ingram et al. (1999) montrent que les gains en termes de coût du contrôle des adventices seraient appréciables.

Tout d'abord, une flexibilité dans la mise en œuvre du contrôle des adventices serait à mettre à l'actif des cultures TH du fait de l'utilisation d'un seul herbicide et d'une technique d'application plus aisée, avec une période de traitement plus longue et une moindre rémanence dans le temps. Cette gestion plus facile des adventices se traduit en un coût de production plus faible. Cette idée est largement développée dans les premières études (voir Bonny, 2002, qui analyse les premières revues de littérature). Gianessi (2008) indique par exemple qu'au début des années 1990 aux Etats-Unis, avant l'introduction des OGM TH, 23% des surfaces plantées en soja étaient traitées avec plus de quatre herbicides différents (et 28% avec plus de trois).

Encadré 5-1. L'article de Fernandez-Cornejo et al. 2002

Dans ce premier groupe de travaux, l'article de Fernandez-Cornejo et al. (2002) se dégage comme un article important tant du point de vue du questionnement que de la méthodologie utilisée (voir aussi les deux rapports pour l'USDA : Fernandez-Cornejo et McBride, 2002; Fernandez-Cornejo et Caswell, 2006). Dans cette étude, les auteurs utilisent les données de l'enquête ARMS de l'USDA pour l'année 1997 concernant le soja TH et proposent une étude économétrique basée sur un modèle de maximisation du profit afin de mettre en évidence les variables significatives pour la décision d'adopter la technologie TH. Les variables explicatives envisagées sont très diverses : la taille de l'exploitation, le niveau d'éducation de l'exploitant, le prix des semences, la pratique de labour, etc. Les résultats de l'étude montrent que les rendements sont positivement mais faiblement affectés par l'adoption de semences TH et que l'impact de celle-ci sur le profit n'est pas significatif. Une question apparaît alors centrale suite à ces conclusions : comment expliquer l'adoption large et croissante de la technologie TH si celle-ci n'a que peu d'impact sur les rendements et qu'aucun impact significatif sur les profits n'est révélé ?

Fernandez-Cornejo et al. (2002) montrent que la substitution du glyphosate aux autres désherbants peut être expliquée par un double phénomène : l'adoption de la technologie TH d'une part, et la baisse du prix de ce désherbant par rapport aux prix des autres d'autre part. Ce dernier argument touche à la diminution du coût total de production via la baisse du prix du traitement phytosanitaire. Le brevet protégeant le glyphosate est arrivé à échéance en 2000 aux Etats-Unis, autorisant la production de génériques qui s'est accompagnée d'une baisse de 40% du prix de ce désherbant entre 1999 et 2005 (Gianessi, 2008). Bonny (2002, 2008) note cependant que la réaction des firmes de l'agrochimie a été de baisser les prix des autres désherbants (voir section 5.1.2.4), baisses comprises entre 20 et 40% selon Gianessi, 2008, de sorte que la réduction des coûts des traitements (Sonka, 2003) a bénéficié à l'ensemble des producteurs (de soja dans les études de l'auteur). En reprenant les données de Gianessi (2008), nous pouvons conclure que le prix relatif du glyphosate par rapport aux prix des autres herbicides a baissé, favorisant ainsi l'adoption des semences TH.

Le coût total n'est cependant pas résumé par le seul coût de l'intrant chimique. Bonny (2002, 2008) souligne qu'il est nécessaire de prendre en compte le coût de la semence GM comparativement au coût des semences conventionnelles (voir section 5.1.2.4). Le surcoût de la semence GM qui apparaît ici joue comme un frein à l'adoption. A titre d'exemple, les résultats du questionnaire sur les raisons de l'adoption par les cultivateurs de soja dans l'Etat du Delaware utilisé par Bernard et al. (2004b) montrent que ce surcoût constitue un frein pour 65,5% des non-adoptants.

Si la littérature a ainsi été orientée sur l'explication d'un paradoxe : forte adoption des semences TH dans une situation où l'augmentation des rendements n'est pas très forte, voire inexistante (voir Kaphengst et al., 2011 pour une étude récente), notons que ce paradoxe semble propre à la culture du soja et qu'il n'a pas été révélé pour certains couples soja-pays comme l'Argentine (Kaphengst et al., 2011) et la Roumanie (Brookes, 2005), constate ainsi l'augmentation des rendements et de la profitabilité pour cette culture du fait de l'amélioration notable que la technologie TH représente dans le contrôle des mauvaises herbes par rapport à ce qui était pratiqué jusque-là avec des semences conventionnelles). Brookes et Barfoot (2008) soulignent d'autre part que l'augmentation du revenu des agriculteurs a été constatée dans le cas du coton TH (Fernandez-Cornejo et Caswell, 2006) du colza TH (voir aussi pour cette culture Gusta et al., 2011, qui font état des premières études sur le colza ayant des conclusions allant dans ce sens au Canada), ainsi que dans le cas du maïs TH. Ces conclusions sont réitérées par Brookes et Barfoot (2009). L'annexe 1 des auteurs permettant de décomposer l'augmentation du revenu des agriculteurs montre que dans le cas des Etats-Unis pour le soja, maïs et coton TH, l'augmentation du revenu n'est pas expliquée par l'augmentation des rendements mais par la baisse des coûts de production. La baisse des coûts de production ainsi que l'augmentation des rendements expliqueraient par contre l'augmentation du revenu des agriculteurs américains (comme canadiens) cultivant le colza TH. Le rapport de Fernandez-Cornejo et Caswell (2006) souligne quant à lui l'augmentation des rendements dans le cas du coton TH (utilisant des données de 2002).

5.1.1.2.2. Etudes récentes sur données américaines

Les études récentes ont répondu au problème central soulevé initialement par Fernandez-Cornejo et al. (2002) en essayant d'amener des résultats plus fins sur la comparaison des rendements et de la profitabilité des cultures TH et conventionnelles. Elles remettent ensuite en cause l'idée d'une baisse incontestable des coûts de la

gestion des adventices suite à l'apparition de mauvaises herbes résistantes aux herbicides utilisés avec les VTH transgéniques.

Rendements et coût

Dans une revue de la littérature récente, Gianessi (2008) fait état de la baisse des coûts et de l'augmentation des rendements en distinguant les résultats dans les cas du soja, du maïs et du coton. Bernard et al. (2004a, b) montrent, à partir d'une étude économétrique sur des données de 1999 concernant les cultivateurs de soja de l'Etat du Delaware, une diminution du coût du contrôle des adventices suite à l'adoption de semences TH (seuil de 5%) et, dans une moindre mesure, une augmentation des rendements (seuil de 10%). Toutefois, la baisse significative des coûts observée pour le contrôle des adventices révélée par cette étude et la mauvaise qualité du modèle expliquant la variation des rendements (R^2 faible) montrent qu'une explication possible de la forte adoption des cultures TH (pour le soja au moins) serait à rechercher non pas dans la volonté qu'auraient les agriculteurs d'obtenir des rendements plus importants mais dans la facilité du contrôle des adventices qu'autoriseraient les cultures TH.

Gusta et al. (2011) ont étudié l'impact de l'adoption du colza TH (Clearfield®, Liberty Link® et Roundup Ready®) au Canada (Alberta, Saskatchewan et Manitoba) à partir d'un échantillon de 571 agriculteurs. Leurs résultats principaux montrent que pour 60,3% des répondants l'adoption du colza TH a facilité la gestion des mauvaises herbes et que la gestion de la résistance des mauvaises herbes aux herbicides est la même suite à l'adoption pour 43,8% (plus difficile pour 23,4%). Le coût de contrôle des repousses de colza serait resté constant de 1996 à 2006 pour 73% des agriculteurs interrogés. L'étude montre qu'en moyenne, les recommandations de rotation des cultures (semier une fois du colza tous les 4 ans sur une parcelle) ne sont pas respectées : les agriculteurs enquêtés sèment en moyenne du colza tous les 3,5 ans. Les auteurs estiment que ce résultat tendrait à montrer que le colza n'est pas problématique pour les profits réalisés avec les cultures qui suivent. Dans la même perspective, les auteurs ont essayé d'évaluer, dans une initiative originale, le bénéfice du colza TH pour l'année qui suit immédiatement celle de la culture de la VTH. Ce bénéfice, qui est rapporté par 44% des répondants, serait dû à l'amélioration de la gestion des adventices en $t + 1$ dans les champs ayant été ensemencés en colza TH en t . Les économies estimées varient en fonction de l'herbicide (le Roundup® est rapporté comme le plus performant de ce point de vue) mais montrent que les études qui ignorent cette "externalité" dans le temps sous-estiment le revenu procuré par le colza TH. Pour les auteurs de cette étude, le bénéfice de cette "externalité" représenterait entre 19% et 28% du bénéfice net total de la nouvelle technologie.

La baisse des coûts remise en question par les mauvaises herbes résistantes aux herbicides

Le problème de l'apparition d'adventices résistantes au glyphosate ou autres désherbants a rapidement été soulevé dans une littérature récente (voir Chapitre 3, section 3.2). Ce problème est considéré à travers la difficulté qu'il pose pour les agriculteurs dans le contrôle des adventices (alors qu'il aurait pu être considéré comme un problème environnemental). Il est vu comme l'origine de réduction des bénéfices (Hurley et al., 2009b), ou encore comme nécessitant un changement des pratiques dans la gestion des adventices afin d'envisager le développement des cultures TH à long terme ayant recours à la mécanisation et à l'introduction de nouveaux herbicides (Duke et Powles 2008).

Benbrook (2009) recense les 5 pratiques suivantes qui ont été développées pour faire face aux mauvaises herbes résistantes aux herbicides : application d'herbicides additionnels, augmentation des taux d'application de l'herbicide utilisé avec la semence TH, augmentation du nombre d'applications, labour, désherbage manuel. Pour Benbrook (2009), ceci occasionne une augmentation du coût de production, résultat permettant à l'auteur de pronostiquer une baisse des surfaces cultivées en HT.

Hurley et al. montrent à la suite d'une enquête (Hurley et al. (2009), en coopération avec Monsanto) que 59% des cultivateurs de coton, 54% des cultivateurs de soja, et 48% des cultivateurs de maïs interrogés se disent concernés par ce problème.

Dans un article récent, Frisvold et Reeves (2010) font une revue de la littérature agro-économique sur ce point, qui montre que ce problème de résistance aux herbicides des mauvaises herbes est suffisamment important pour que la question de la pérennité de la technologie VTH GM soit posée.

L'étude de Gusta et al. (2011) sur le colza au Canada montre *a contrario* que la résistance des mauvaises herbes aux herbicides n'est pas devenue un problème pour les agriculteurs (seuls 23,4% des agriculteurs enquêtés font

état de difficultés accrues). Un discours très optimiste existe aussi à l'égard du problème des mauvaises herbes résistantes aux herbicides, pointant l'innovation en matière d'herbicide et de semences TH comme une solution (Green et al., 2008).

5.1.1.2.3. Propos d'étape

Quels sont les enseignements que l'on peut tirer de cette première série de travaux sur les facteurs d'adoption et l'impact des OGM TH ?

- L'augmentation des rendements suite à l'adoption n'est pas forcément constatée, surtout dans les premières études. Cette conclusion cependant est sensible au type de culture et à l'aire géographique considérée.
- Le surcoût des semences OGM TH est un frein à l'adoption.
- L'attitude des consommateurs n'a pas vraiment été perçue par les agriculteurs comme une variable sensible pour la maximisation du profit¹.
- Les études s'accordent pour souligner les économies de coûts du contrôle des adventices engendrées par l'adoption des OGM TH du fait d'une plus grande flexibilité dans le travail (moins de passages d'herbicides, et passage en post-levée) et d'une baisse du prix des herbicides.
- Ces économies sont remises en cause dans certaines études récentes du fait de l'apparition de mauvaises herbes résistantes à l'herbicide associé aux semences TH.

5.1.1.3. Facteurs d'adoption non pécuniaires et changements des pratiques

Pour expliquer l'engouement pour les cultures TH (le constat de la forte augmentation des surfaces plantées d'OGM TH étant maintenu), les études ont essayé de mesurer l'impact d'autres critères que le seul rendement et l'économie de coût, critères dits "non pécuniaires", dans la décision des agriculteurs d'adopter une semence TH. Ces facteurs sont *a priori* assez hétérogènes. Ils peuvent tout d'abord concerner des caractéristiques des exploitations agricoles concernées : la taille de l'exploitation, l'âge de l'exploitant, etc. Ils peuvent être des caractéristiques qui différencient les agriculteurs par rapport à l'adoption. Lorsque ceux-ci sont averses à l'égard du risque, toutes les caractéristiques de l'adoption qui les assureraient implicitement contre le risque de perte peuvent être considérées comme une autre série de facteurs non pécuniaires à l'adoption. Nous avons pu dans la section 5.1.1.2 insister sur la meilleure gestion des adventices qui serait autorisée, au moins pour les premières études, par l'adoption des OGM TH. Un changement qualitatif du type de travail apparaîtrait ainsi. Dans ce cadre, les études ont essayé de savoir si ce changement était lié avec l'adoption du non-labour. Enfin, un corolaire de l'amélioration de la gestion des adventices est un gain de temps pour les agriculteurs. Or le temps concerné ici peut être celui de l'agriculteur ou du ménage agricole et n'est donc pas rémunéré, sortant donc du cadre strict de la fonction de profit. Cette économie de temps qui peut être un facteur explicatif de l'adoption de semence TH sera ainsi ici considérée au titre des facteurs non pécuniaires.

5.1.1.3.1 Les caractéristiques des exploitations agricoles adoptantes

La taille de l'exploitation

Les résultats concernant le facteur "taille de l'exploitation" ne sont pas identiques selon le type de culture envisagé². Fernandez-Cornejo et McBride (2002) montreront que la taille de l'exploitation est facteur explicatif de l'adoption du maïs TH, mais n'apparaît pas significatif dans le cas du soja TH. L'explication portée à ce constat pointe la différence des taux d'adoption (moins grand dans le cas du maïs TH). Bernard et al. (2004a, b) trouvent ensuite que la taille de l'exploitation constitue une variable qui affecte de manière positive la probabilité d'adoption du soja TH (seuil de 5%).

¹ Rappelons que ces études concernent pour l'essentiel l'agriculture nord-américaine.

² Dans le cas du soja TH cultivé en Argentine, un effet taille de l'exploitation semble à l'œuvre et distingue les premiers agriculteurs adoptants des adoptants plus récents. Voir Encadré 5-2 plus bas

Le niveau d'éducation

Le même constat que pour la taille de l'exploitation est avancé pour le facteur "éducation" par Fernandez-Cornejo et McBride (2002), alors que le facteur "expérience professionnelle" affectera positivement l'adoption du maïs comme du soja TH.

Les travaux de Bernard et al. (2004a, b) montrent que le niveau d'éducation influencerait positivement le rendement des cultures TH (seuil de 1%) et la baisse des coûts (seuil de 10%). L'utilisation des nouvelles techniques informatiques de communication (NTIC) constitue aussi une variable affectant de manière positive la probabilité d'adoption du soja TH (seuil de 5%). Il est important de noter cependant que l'étude ne concerne qu'un seul type de culture (soja) et qu'un seul Etat³. L'échantillon sur lequel elle se base est petit (116 points) comparé aux échantillons des autres études et il a été construit à partir des réponses des agriculteurs à un questionnaire des auteurs. Enfin, un biais (qualifié de "léger") est repéré par les auteurs en faveur de la représentation des grandes exploitations dans leur échantillon.

5.1.1.3.2. Facteurs permettant une meilleure gestion des risques

Dans un rapport pour le *Center for Integrated Pest Management* (commande de Monsanto) construit à partir d'une enquête statistique portant sur des données de 2003, Marra et al. (2004) montrent qu'à côté de facteurs renvoyant à la rentabilité, des facteurs non pécuniaires comme la sécurité des travailleurs, l'impact sur l'environnement (moindre toxicité et moindre persistance du glyphosate), ainsi que des facteurs de flexibilité (travail du sol minimal, utilisation moindre des machines, etc.) sont pris en compte dans le choix de la technologie TH par les producteurs de soja américains.

Plus récemment, une étude de Hurley et al. (2009) montre (à partir d'une enquête téléphonique auprès d'agriculteurs américains utilisant des semences TH coton, soja, maïs ; 22 Etats, 1205 réponses) que la protection contre les pertes de rendement et la qualité du contrôle des adventices apparaissent comme deux facteurs explicatifs dominants, suivis par des considérations de santé et des considérations environnementales, alors que l'attention aux coûts vient en troisième position.

Bonny (2002, 2008) note que la flexibilité d'utilisation des herbicides complémentaires aux semences TH se traduit en sécurité économique dans la gestion du désherbage : une plus longue période de possibilité de réalisation de traitement diminue le risque d'intervenir trop tard lorsque les conditions météorologiques empêchent de traiter à la période adéquate (Bullock et Nitsi, 2001). La possibilité d'application en post-levée permet aussi à l'agriculteur d'attendre de connaître le niveau du problème des adventices et de prendre une décision de désherbage la plus adéquate (Hennessy et Saak, 2003).

Fernandez-Cornejo et McBride (2002) montrent que l'adoption de contrat, qui sécurise le débouché pour la production, le prix, et donne accès à une expertise et une information, apparaît comme un moyen de gérer le risque. La présence de tels contrats affecte positivement l'adoption du soja TH, sans jouer de rôle particulier dans l'adoption de maïs TH.

Les conclusions des études auxquelles il a été fait référence jusque-là dans la présente section ont été tirées à partir de données d'exploitations agricoles qui pratiquent déjà les cultures GM TH. Un autre type d'étude propose à travers un questionnaire de placer des agriculteurs d'une aire géographique n'ayant pas adopté les cultures GM TH dans la situation d'adoptants potentiels et de recenser les facteurs favorisant à leurs yeux l'adoption. Dans une étude menée en Suisse, Schweiger (2010) fait ainsi état de quatre facteurs statistiquement significatifs pour l'adoption potentielle du maïs TH ou du colza TH : la part de maïs dans les terres, le revenu de l'agriculteur, la charge de travail estimée au champ plus réduite et l'adoption d'OGM TH par les voisins. L'auteur insiste sur ce dernier facteur pour souligner l'importance manifeste de "l'environnement social" dans le choix d'adoption des producteurs. Le risque de se retrouver comme adoptant isolé serait ainsi un frein à l'adoption. Une autre interprétation pourrait être que les agriculteurs anticipent les coûts de la mise en œuvre de la coexistence. Ceux-ci ne sont pas certains, mais dépendent en grande partie du type de culture développé sur les exploitations voisines. Cette interprétation n'est pas envisagée dans l'article et rien ne permet de l'affiner (l'environnement réglementaire européen n'est pas pris en compte par l'auteur).

³ Gianessi (2008) note que l'Etat du Delaware n'était pas pris en compte dans l'enquête ARMS 1997 utilisée par Fernandez-Cornejo et al. (2002).

5.1.1.3.3. La relation entre adoption de culture TH et adoption d'un travail du sol minimal

Les études essayant d'expliquer le choix des semences TH sur des bases plus qualitatives qu'en faisant référence aux rendements, profits, etc., considèrent que l'adoption de semence TH constitue un changement technologique (désherbant différent, pratiques de travail du sol éventuellement différentes, etc.). Sur cette base, le but des études est de savoir si ce changement technologique est lié (corrélation simple) avec d'autres changements technologiques, voire, s'il engendre et/ou s'il est engendré (causalité) par d'autres changements technologiques.

L'"autre technologie" principalement étudiée est le non-labour (*conservative tillage*). Le lien entre la technologie TH et le "travail du sol simplifié" se trouve dans le contrôle des adventices : un contrôle plus aisé par l'adoption de la technologie TH permettrait de se tourner vers une simplification du travail du sol, ou encore, l'incitation à adopter le non-labour dans certaines régions des Etats-Unis où l'érosion forte favoriserait l'adoption de semences TH (régions qualifiées de HEL pour "*highly erodible land*").

La question "simple corrélation ou causalité" a un enjeu tout à fait important d'un point de vue économique : si l'adoption de semence TH implique l'adoption du non-labour parce qu'elle offre une autre manière de contrôler les adventices, alors elle participe indirectement : à la lutte contre l'érosion des sols, à l'amélioration de l'infiltration de l'eau dans les sols, au maintien de la fertilité, à la séquestration du carbone, à la baisse de la consommation de certains inputs (travail, essence, machines), etc. En bref, l'adoption d'une technologie TH aurait des enjeux environnementaux (ici positifs, voir Brookes et Barfoot, 2008, 2010) indirects représentés en analyse économique par le concept d'"effets externes" positifs. En outre, si ces enjeux environnementaux sont pris en compte dans la décision d'adoption, la question des autres facteurs explicatifs de l'adoption d'une semence TH se retrouverait posée de manière connexe. Notons cependant que cette orientation vers le non-labour (Bernard et al., 2004a, b) préexistait à l'introduction des VTH GM.

Dans une étude économétrique utilisant des données de seize Etats américains producteurs de coton TH (64 points par année et par Etat⁴) sur la période 1997-2002⁵, Frisvold et al. (2009) ont apprécié la dépendance (ou l'indépendance) de l'adoption de semences TH et de l'adoption du non-labour. Ils s'inscrivent dans une littérature qui jusque-là n'avait envisagé la question de la corrélation des deux technologies que dans le cadre de données en coupe pour plusieurs Etats américains ou de série temporelle pour un Etat américain.

Le modèle développé se présente comme un système à deux équations simultanées permettant de tester l'hypothèse que la diffusion d'une technologie peut influencer la diffusion de l'autre technologie. Une configuration particulière des paramètres structurels (à estimer à partir des données) correspond à l'indépendance des développements des deux technologies, semences TH et non-labour. Le test statistique rejettera cette hypothèse (au seuil de 0,1%) de sorte que l'hypothèse de la corrélation des diffusions des deux technologies sera retenue : le paramètre de régression associé à la variable non-labour dans l'équation explicative de l'adoption du coton TH est positive et significative (au seuil de 0,1%) et le paramètre de régression associé à la variable coton TH dans l'équation explicative de l'adoption du coton TH est elle aussi positive et significative (au seuil de 0,1%). Frisvold et al. (2009) retrouvent ainsi le résultat de la complémentarité des deux technologies mis en avant par la littérature économique dans des contextes méthodologiques différents (et plus simples) : en explorant des données en coupe pour plusieurs Etats américains ou des séries temporelles pour un Etat américain (voir Trigo et Cap, 2003, et les références citées par Frisvold et al., 2009, p. 250).

Le cadre formel retenu permet aussi aux auteurs d'explorer la causalité de l'adoption d'une technologie sur l'adoption de l'autre technologie. Sur ce point, leurs résultats montrent tout d'abord que l'hypothèse selon laquelle la variable "adoption de la semence TH" est une exogène dans l'équation de "l'adoption du non labour" est rejetée. Le choix d'une semence TH n'est donc pas une variable explicative significative de l'adoption d'un travail du sol minimal dans le cadre d'étude retenu par les auteurs. Les résultats montrent ensuite que l'hypothèse selon laquelle la variable adoption du non-labour est une exogène dans l'équation de "l'adoption de la semence TH" est acceptée (au seuil de 5%). L'adoption du non-labour est donc une variable explicative significative du choix de l'adoption d'une semence TH, toujours dans le cadre d'étude retenu par les auteurs.

⁴ Les données utilisées sont celles du *Conservation Technology Information Center's (CTIC)* et d'autres sources.

⁵ Les auteurs pointent un problème de données manquantes pour les années 1999 et 2001.

L'étude de Frisvold et al. (2009) met en avant d'autres résultats. Le prix de l'output (coton) influence positivement l'adoption des deux technologies mais ne peut être considéré comme une variable significative que pour l'adoption de la semence TH. Le prix relatif du glyphosate par rapport aux prix des autres herbicides influence positivement l'adoption des deux technologies (conformément à l'intuition), mais n'est cependant pas significatif. Le % de la surface plantée effectivement moissonnée (permettant de prendre en compte le risque économique) influence positivement et significativement l'adoption de semence coton TH. Enfin, la présence de zone HEL où des incitations réglementaires à la pratique du non-labour existent a un impact positif et significatif sur l'adoption de cette technologie.

Barnejee et al. (2009) ont aussi proposé une étude de la dépendance/indépendance de l'adoption de semences TH et de l'adoption d'un travail du sol minimal avec une approche différente de celle de Frisvold et al. (2009), utilisant des données en coupe concernant tous les producteurs de coton faisant plus de 1000 \$ de recette avec cette culture pour l'année 2003 (utilisation de la base de données ARMS de l'USDA, 1253 points). Leurs résultats montrent que l'adoption d'une semence TH n'est pas une variable significative de l'adoption du non-labour et que réciproquement, l'adoption du non-labour n'est pas une variable significative de l'adoption d'une semence TH. La différence des résultats peut provenir de l'échantillon utilisé pour l'étude comme de la méthodologie : en effet, Barnejee et al. (2009) considèrent des données en coupe de sorte qu'ils placent le choix d'adoption des technologies à un moment donné du temps, alors que Frisvold et al. (2009) considèrent ce choix non seulement dans l'espace mais aussi dans le temps.

Ces études étant récentes, il est probable que d'autres recherches considérant d'autres zones géographiques et/ou d'autres VTH GM soient publiées à l'avenir sur cette thématique de la causalité. Gusta et al. (2011) abordent cette question pour le cas du colza au Canada. Les auteurs constatent la corrélation forte entre semences TH et non-labour mais n'envisagent pas la question de la causalité, remarquant simplement que ces technologies ont "co-évolué". Notons enfin que même si les OGM TH ne sont pas cultivés en France, la problématique de la corrélation entre VTH et non-labour peut y être tout à fait intéressante, dans la mesure où la pratique de non-labour y est en expansion (Agreste Primeur, 2008, voir Annexe du chapitre 3). Elle concerne 1/3 des cultures annuelles en 2006 (alors qu'elle ne concernait que 21% des surfaces en 2001). Pour le blé dur, le non-labour représente 58% des surfaces cultivées dès 2001 (mais ne progresse pas entre 2001 et 2006). Agreste Primeur (2008) note qu'il est plus adopté dans les grandes exploitations (de plus de 400 hectares) et qu'il est plus propice à la rotation des cultures. Enfin, qu'il rend le problème de la gestion des mauvaises herbes tout à fait sensible. Celle-ci se traduit par un recours accru aux herbicides (0,3 passage supplémentaire avec un herbicide par rapport aux agriculteurs labourant les sols en moyenne et pour toutes cultures confondues) plutôt qu'à un désherbage mécanique (légèrement plus observé pour les cultures annuelles en non-labour, avec un peu plus de 7% en 2006, que pour les mêmes cultures avec labour).

5.1.1.3.4. La distinction du travail à la ferme et du travail en dehors de la ferme

Dans sa revue de littérature distinguant les cas du soja, du maïs et du coton, Gianessi (2008) insiste dans chaque cas sur la modification des pratiques culturales en montrant comment celles-ci se traduisent par des économies de temps pour l'agriculteur. Pigott et Marra (2008) reprennent cette idée d'économie de temps et proposent de considérer théoriquement le problème de l'adoption des OGM TH grâce à la maximisation de l'utilité de l'agriculteur (où ce problème de temps peut apparaître).

Fernandez-Cornejo et al. (2005) ont tenté de montrer que la flexibilité révélée de la technique TH était un motif important dans la décision d'adopter ou pas la technologie. Dans ce cadre, leur travail s'appuie sur l'hypothèse selon laquelle une meilleure gestion des adventices autorisée par la technologie TH devrait se traduire par une réduction du temps de travail de supervision. Le temps ainsi dégagé peut alors être orienté vers une activité extérieure à la ferme (*off-farm*) de manière à augmenter le revenu du ménage agricole. L'hypothèse se base sur une observation de l'USDA montrant qu'en moyenne le revenu des agriculteurs américains ayant fait le choix de la technologie TH est supérieur au revenu des agriculteurs restant sur la technologie conventionnelle et que c'est la composante non-agricole (*off-farm*) de ce revenu qui est particulièrement sensible dans cette comparaison (Tableau 5-1).

Tableau 5-1. Composition du revenu des agriculteurs ayant adopté ou non une VTH

	Adopters	Non adopters	Difference
Household income from farming \$/Y	14150	12140	2010
Off-farm household income \$/Y	52903	41340	11563
Total household income \$/Y	67053	53480	13573

Source USDA, données présentées in Fernandez-Cornejo et al. (2005) concernant les cultivateurs américains de soja pour l'année 2000.

La simple comparaison des revenus moyens ne permet pas cependant d'attribuer les différences observées au choix d'adopter la technologie TH. Pour évaluer la part du choix de l'adoption de la technologie TH dans l'explication de cette différence de revenu, Fernandez-Cornejo et al. (2005) ont développé un modèle économétrique dans lequel les relations testées sont tirées d'un modèle théorique présentant la quantité de travail d'un ménage d'agriculteurs comme la solution d'un programme de maximisation de l'utilité sous contraintes de revenu, de temps et de technologie. Les données utilisées sont celles de l'enquête ARMS de l'USDA pour l'année 2000 (2258 points en provenance de 17 Etats producteurs de soja). Les résultats montrent en particulier que le choix de l'adoption de la technologie TH n'a pas d'incidence significative sur le revenu total des cultivateurs de soja, ni sur la composante "agricole" de celui-ci. En revanche, elle influence positivement et de manière significative la composante "non agricole" du revenu des agriculteurs. L'élasticité du revenu "non-agricole" avec la probabilité d'adoption du soja TH est évalué à +0,843 (et +0,643 pour le revenu total). Ce qui signifie que si la probabilité d'adoption augmente de 10%, le revenu "non agricole" augmente de 8,4%. Entre autres résultats, les auteurs ont montré que le revenu non agricole des cultivateurs de soja augmente avec la taille de l'exploitation (mesurée par la surface cultivée) jusqu'à un certain point (se situant au-dessus de la taille moyenne de l'échantillon) pour décroître ensuite.

Gardner et al. (2009) ont affiné cette idée en travaillant directement sur la quantité de travail des ménages d'agriculteurs dégagée suite à l'adoption de la technologie TH et en faisant attention notamment à l'adoption d'une technologie de non-labour. L'étude économétrique est construite à partir de l'enquête ARMS de l'USDA (années 2001, 2002 et 2003). En considérant que le temps de travail des ménages correspond au temps de travail non payé, les résultats montrent en particulier que l'adoption du soja TH engendre une réduction du travail de 14,5% (statistiquement significative). De même, l'adoption d'une technique de non-labour par les cultivateurs de soja TH engendre une réduction de 37,5% du travail (statistiquement significative).

Ces résultats récents montrent l'intérêt économique de l'économie de temps révélée au titre des "critères non pécuniaires" dans la décision d'adoption des semences TH par les études précédentes. Cette économie de temps de travail (que ce travail soit payé ou pas) peut aussi être interprétée comme une augmentation de la compétitivité (voir le rapport OCDE rédigé par Latruffe, 2010) du secteur agricole considéré, sans qu'il soit nécessaire de la traduire en termes de revenu pour l'agriculteur. Aucun des travaux cités cependant ne l'envisage explicitement sous cet angle important.

5.1.1.3.5 Les considérations environnementales

Les considérations environnementales sont particulières. Si elles sont à juste titre non pécuniaires (en tant qu'externalités, les atteintes à l'environnement ne sont pas d'emblée évaluées en termes monétaires et n'apparaissent pas dans la fonction de profit de l'agriculteur), elles ne sont pas forcément des facteurs explicatifs de l'adoption (sauf à considérer que tous les agriculteurs soient attentifs à la préservation de l'environnement). C'est donc sans surprise que les considérations environnementales dans le choix de cultures TH apparaissent comme marginales dans les premières études (elles seraient importantes pour seulement 0,9% des adoptants chez Klotz-Ingram et al., 1999). Cependant, l'impact environnemental de l'adoption des cultures TH a surtout été appréhendé à travers l'impact du glyphosate (voir chapitre 4). Or le débat naissant présenté dans la section 5.1.1.2 à propos du développement de mauvaises herbes résistantes aux herbicides a des implications immédiates sur les quantités d'herbicides utilisées, problème intéressant directement les agriculteurs.

Les premières études réalisées sur les conséquences de l'adoption des semences TH ont rapidement conclu qu'un des effets notoires consistait en la baisse des quantités d'herbicide épandues (Fernandez-Cornejo et al., 2002; Fernandez-Cornejo et Caswell, 2006; Kleter et al., 2007) et en la substitution d'un herbicide moins toxique et

moins permanent dans l'environnement à des herbicides plus problématiques de ces points de vue. Bonny (2002, 2008) souligne cependant la difficulté de conclure en la moindre toxicité lorsque celle-ci est appréciée à partir de plusieurs aspects qui devraient être synthétisés dans un indice qui n'est pas élaboré pour tous les herbicides.

En reprenant les données de l'USDA, Benbrook (2009) souligne que le taux d'application par an du glyphosate a triplé pour le coton depuis 1996, doublé pour le soja et augmenté de 39% pour le maïs. En termes de poids, l'augmentation moyenne annuelle du glyphosate appliqué sur le coton TH est de 18,2%, 9,8% pour le soja TH et 4,3% pour le maïs TH. Inversement, Benbrook (2009) note que les quantités moyennes d'herbicides appliquées par hectare sur les cultures conventionnelles correspondantes n'ont cessé de baisser depuis 1996. Ceci est attribué par l'auteur à la mise au point de nouvelles matières actives plus efficaces. Notons que la simple comparaison des quantités trouve ici ses limites et que l'utilisation d'un indice de toxicité trouve toute son importance. En utilisant un tel indice, l'indice EIQ (Environmental Impact Quotient), Kleter et al. (2007) concluront à partir d'une revue de la littérature à la diminution de l'impact environnemental des cultures GM TH. Dans une autre revue de la littérature traitant de la question de la diminution de l'emploi des herbicides suite à l'adoption d'OGM où la question de ces indicateurs de toxicité est centrale, Bonny (2008) conclut que le soja TH aux États-Unis est un peu plus consommateur d'herbicide que le soja conventionnel, alors que c'est l'inverse pour le maïs TH. L'utilisation d'un indice pour tenir compte des impacts environnementaux et toxicologiques lui permet de montrer que la toxicité globale des herbicides utilisés pour le soja a diminué avec la diffusion des cultures GM TH jusqu'en 2001, pour remonter ensuite. Une tendance à la baisse à partir de 1997 est par contre rapportée pour le cas du maïs.

5.1.1.3.6. Propos d'étape

Quels sont les enseignements que l'on peut tirer de cette deuxième série de travaux sur les facteurs d'adoption et l'impact des OGM TH ?

- La taille de l'exploitation impacte différemment la décision d'adoption en fonction du type de culture considéré.
- Des résultats contradictoires ressortent aussi pour le niveau d'éducation. L'expérience professionnelle et la capacité à utiliser les NTIC semblent être de meilleures variables explicatives.
- Les facteurs ayant trait à la gestion des risques ne doivent pas être sous-estimés. Ces risques sont cependant de nature très différentes : dans la gestion des adventices, dans l'évolution des prix, l'environnement social...
- Les études s'accordent pour mettre en avant une corrélation entre adoption de VTH et adoption d'un travail simplifié du sol. Ce résultat semble insensible au type de culture. La causalité de l'adoption d'une technologie sur l'adoption de l'autre n'est par contre pas fermement établie.
- De même, l'accent mis sur l'économie de temps de travail semble unanime. Le temps de travail économisé peut être utilisé en-dehors de l'exploitation agricole pour obtenir un revenu supplémentaire.
- Les premières études se sont accordées pour souligner la baisse en quantité des herbicides ainsi que leur moindre toxicité suite à l'adoption de semences GM TH. Les analyses récentes montrent cependant que les quantités utilisées sont à la hausse, alors que les conclusions sur la toxicité au final des épandages restent pour l'instant controversées.

Encadré 5-2. Les facteurs d'adoption du soja TH en Argentine

La période d'introduction du soja TH (comme des autres OGM) en Argentine a été d'une manière générale une période de grands changements pour l'agriculture de ce pays (Trigo et Cap, 2003). L'intensification de l'agriculture et l'augmentation des surfaces cultivées en céréale au détriment de celle dédiées à l'élevage est une caractéristique des années 1990 dans l'économie argentine. L'ouverture de cette économie et la politique menée de déréglementation ont engendré une baisse du coût du capital qui a accompagné le développement du non-labour. La tendance à la baisse de la population employée dans le secteur agricole s'est retournée, et l'accroissement de la productivité apparente du travail a pu être constatée dans ce secteur.

A son introduction en 1996, le soja TH représente moins de 1% de la surface totale cultivée en soja. Sept années

suffiront pour atteindre la part de 90% (15 ans ont été nécessaires aux Etats-Unis pour atteindre le même résultat). Pour Trigo et Cap (2003), la raison principale de ce développement est la baisse des coûts de production (estimée à 20 \$ par hectare) engendrée par une meilleure gestion des mauvaises herbes. Les dépenses en énergie sont ici principalement visées, ainsi que la baisse du coût de l'herbicide. Trigo et Cap (2003) soulignent aussi qu'un facteur institutionnel important explicatif de ce développement est le cadre juridique de protection des variétés végétales UPOV-78 adopté par l'Argentine, qui ne permet pas la brevetabilité des gènes et des variétés végétales et qui permet aux agriculteurs de conserver une partie de leur récolte pour la replanter (un descriptif de l'évolution de la réglementation argentine en matière de protection des variétés végétales est donné par Kesan et Gallo, 2005). Ce phénomène étant loin d'être marginal (Kesan et Gallo, 2005), la concurrence ainsi introduite sur un marché de type oligopolistique a été responsable d'une baisse du prix des semences. A plus long terme, cette situation est interprétée comme contre-incitative pour l'innovation, ce qui concerne non seulement les firmes innovatrices mais aussi les agriculteurs (Kesan et Gallo, 2005; Lence et Hayes, 2005).

Pour Trigo et Cap (2003), les bénéfices cumulés de l'introduction du soja TH en Argentine reviennent principalement aux agriculteurs (Qaim et Traxler, 2005, parviennent au même résultat) :

Year	Benefits to growers (million US\$)			Benefits to suppliers (million US\$)			Total benefit
	Costs	Production	Total	Glyphosate	Seed	Total	
1996	50.22	91.43	141.65	28.89	8.01	36.9	178.54
1997	95.91	214.86	310.76	47.76	16.71	64.46	375.23
1998	145.99	306.29	452.27	56.17	24.71	80.89	533.17
1999	186.06	594.57	780.63	74.62	37.62	112.24	892.87
2000	214.25	875.18	1,089.43	93.37	49.54	142.92	1,232.35
2001	234.79	1,469.76	1,704.55	164.27	87.16	251.44	1,955.99
Total	927.22	3,552.08	4,479.30	465.09	223.75	688.85	5,168.15

Source : Trigo et Cap (2003).

Le couplage du soja TH et de la pratique du non-labour s'est développé en Argentine, en particulier dans la Pampas où les problèmes d'érosion sont très forts. Brookes et Barfoot (2009) rapportent que la proportion de la production de soja se faisant sans labour ou avec un travail de la terre minimal est passée de 34% en 1996 à 90% en 2005. Cette conjugaison (facilitée par une baisse du coût du capital spécifique) s'est traduite par une baisse des coûts du travail de la terre et par la possibilité de cultiver durant la même année deux céréales (Trigo et Cap, 2003). Pour Brookes et Barfoot (2009) une des raisons de l'augmentation du revenu des agriculteurs argentins ayant adopté du soja TH provient de cette possibilité. Les auteurs notent qu'en 2007, 30% du soja cultivé était ainsi précédé d'une autre céréale alors que cette part n'était que de 8% en 1996. Ceci aurait contribué à une augmentation cumulée des revenus comprise entre 1,1 milliard et 4,4 milliards de \$ entre 1996 et 2007.

Dans une étude récente, Finger et al. (2009) ont essayé de distinguer les motifs d'adoption des premiers agriculteurs adoptant de soja TH (early adopters) en 1996 des motifs d'adoption des agriculteurs ayant adopté le soja TH après 1996 (late adopters) à partir d'une enquête réalisée dans les régions (partidos) de Pergamino et de Salto au Nord-est de Buenos Aires. Leurs résultats montrent tout d'abord que l'âge et l'expérience des agriculteurs ne les distinguent pas dans le comportement d'adoption. Les early adopters exploitaient en moyenne 1804 ha, alors que les late adopters n'exploitaient en moyenne que 316 ha en 1996. Un effet taille de l'exploitation serait ainsi à l'œuvre. La source d'information sur l'opportunité d'adoption utilisée par les early adopters sont les firmes semencières, alors que les late adopters utilisent plus les contacts avec des agriculteurs ayant déjà adopté. Les organisations d'agriculteurs et les sources institutionnelles n'ont que peu été utilisées dans cette perspective. C'est l'anticipation d'une gestion plus simple de la culture et d'un coût des herbicides plus faible qui forme les premiers déterminants de la décision d'adoption des early adopters comme des late adopters. La perspective de pouvoir coupler soja TH et non-labour est aussi tout à fait essentielle dans le choix d'adoption. Sans surprise, l'anticipation de pouvoir "vendre la production sans problème" joue un plus grand rôle dans la décision des late adopters. La perspective de rendements plus élevés joue par contre plus dans la décision d'adoption des early adopters. Inversement, les late adopters sont plus sensibles à l'augmentation du prix des loyers de la terre. L'étude montre que certaines variables explicatives sont corrélées. C'est le cas en particulier de l'adoption du non-labour et de l'anticipation de la possibilité d'une double moisson blé-soja, de la facilitation de la gestion de la culture et de la réduction du coût de l'herbicide, ou encore de l'observation des avantages chez les voisins et de l'augmentation du prix du loyer de la terre. Enfin, notons que Finger et al. (2009) ne font pas état de préoccupation particulière à l'égard de la résistance des mauvaises herbes à l'herbicide.

5.1.1.5. La réception des cultures transgéniques et des VTH par les agriculteurs : un éclairage sociologique

Marc Barbier

Les travaux en sciences sociales sur la réception par les agriculteurs des VTH ou des OGM sont peu nombreux en France, ceci par construction, du fait de la quasi absence de cultures transgéniques, tandis que les VTH non transgéniques ne sont pas étudiées en tant que telles. Il faut dès lors se reporter à des travaux réalisés ailleurs en Europe.

Ainsi, les travaux sur la propension d'agriculteurs danois à adopter des VTH GM (Lassen and Sandoe, 2009) ont montré que celle-ci est loin d'être abordée sous l'angle d'une alternative concernant la seule question de l'adoption d'une variété pour sa profitabilité marginale. Dans cette étude, les motivations à l'adoption de ces entrepreneurs sont explicitées par des discours mettant en avant très nettement des dimensions de productivité (effet direct sur les coûts marginaux), mais il est fait état également de la compatibilité et de l'intégration des VTH GM avec les autres activités de l'exploitation, les auteurs soulignent la nécessité d'une approche en termes de politique régionale de l'usage de ces variétés tout autant que la prise en compte d'un attachement au "champ propre", valeurs manifestant une esthétique du paysage et une qualité de "bon manager" de l'espace. Ces travaux comme ceux de Burton (2004) viennent apporter des connaissances importantes sur les valeurs symboliques attachées au bon exercice de la profession d'agriculteur dans un régime productiviste. Sans nécessairement rejoindre le plaidoyer des tenants d'un post-productivisme en matière de protection intégrée des cultures (Ammann, 2008), il s'agit donc de concevoir l'adoption des VTH dans le cadre de ce régime, avec l'influence ou la nécessité d'un travail de conseil pour consolider les démarches d'adoption de VTH, comme cela a été suggéré à la suite d'un travail de recherche-intervention en Australie (Llewellyn and Pannell, 2009). L'étude de la décision d'adoption des VTH dans ce cas, rejoint les travaux standards sur la diffusion des innovations (Rogers, 1962) : minorité de primo-adopteurs, effets de la structure relationnelle du milieu professionnel dans la diffusion par "contagion" liée aux réseaux de proximité géographique ou de dialogues professionnels, disponibilité de la technique et rôle déterminant des médiateurs et conseillers.

D'autres travaux réalisés au Canada ont porté sur les savoirs des agriculteurs en matière d'évaluation des bénéfices et des impacts de colzas TH du point de vue des risques au niveau de la gestion de l'exploitation (Mauro and McLachlan, 2008). L'adoption de colza TH est marquée notamment par le fait que les agriculteurs y associent une dimension de gestion du risque de flux de gènes et perçoivent la nécessité de gérer la sécurité environnementale attendue d'eux sur le plan réglementaire. Ces travaux indiquent (1) l'importance de l'information apportée en matière d'évaluation à partir des savoirs issus de la pratique, (2) les effets positifs de l'expérience des professionnels pour limiter les problèmes de gestion et les effets de la taille de l'exploitation, ainsi que les problèmes liés à la répétition des cultures de colza TH. Les conclusions de cette étude pointent clairement la nécessité d'une approche plus "holistique" des problèmes de gestion, qui conduit à pointer à nouveau l'importance de considérer les bénéfices et les impacts à différents niveaux d'échelle (système de culture, système d'exploitation, paysage agricole ou même territoire régional).

Les deux types de travaux précédents indiquent que l'adoption de VTH GM incluent des facteurs sociaux relatifs au fait que les agriculteurs "conventionnels" situent l'usage des VTH dans des savoirs pratiques incluant leur position de professionnel tant sur le plan de la gestion des risques que des valeurs qu'ils attachent à l'esthétique paysagère des champs "bien tenus".

Mais tous les adopteurs potentiels de VTH ne sont pas nécessairement des agriculteurs dits conventionnels. Quelques travaux récents en sociologie des professions indiquent la structuration d'un mouvement autour de techniques culturales simplifiées, affirmant notamment une meilleure conservation des sols associée au sans-labour (Goulet, 2008). Ce mouvement, que l'on trouve porté par une référence à l'intensification écologique (Griffon, 2006), conduit à des expérimentations conduites par les professionnels eux-mêmes et suscite l'intérêt de certaines coopératives agricoles françaises ; il conduit aussi à des interrogations au sein de l'appareil de recherche et de développement agricole pour aborder l'évaluation du bénéfice de ces techniques culturales simplifiées, notamment quand elles sont connues pour être associées à des OGM TH dans d'autres pays. Ce qui se joue avec le développement des techniques de conservation des sols indique le caractère stratégique de la recomposition de segments professionnels autour de modèles d'agriculture alternative et écologiquement durable en rupture avec le régime productiviste mais sans pour autant faire le choix d'une conversion à l'agriculture

biologique. Cela permet de situer l'importance que prend l'affirmation de la place des VTH dans des modèles productifs liés à des régimes d'innovation qui vont au-delà d'un centrage sur la création variétale. L'affirmation des bénéfices apportés par les VTH au motif d'une contribution à la réduction de l'usage des herbicides peut aller dans le sens d'une plus grande durabilité, qu'il reste cependant à fonder sur un usage beaucoup plus raisonné des herbicides pour atteindre les objectifs du plan Ecophyto 2018 (Darmency, 2010).

Pour finir, soulignons que le soutien à ce type d'innovation variétale rencontre aussi les critiques qui sont adressées à l'usage des pesticides de manière générale ou à la présence de résidus de pesticides dans les produits alimentaires, ainsi qu'aux problèmes de santé environnementale liés aux épandages et aux problèmes encore émergents de santé au travail dans l'agriculture. Sur ces questions entérinées par le Grenelle de l'Environnement, les travaux socio-historiques sur les pesticides (Boudia et Jas, 2007) apportent un éclairage critique sur la réalité d'une invisibilité des risques liés à l'usage des pesticides depuis la généralisation de leur emploi en lien avec le progrès agricole des trente glorieuses. Aussi la question de la réception des VTH est aussi une réception qui contient peu ou prou les questions que se posent les agriculteurs et les filières sur l'usage des pesticides. L'adoption des VTH est aussi constituée, pour les agriculteurs, par les questions liées aux risques que présentent leurs usages, moins de pesticide ne signifie pas plus de pesticide et les dimensions sanitaires restent pendantes.

5.1.1.6. Conclusion

L'adoption des semences OGM TH aux Etats-Unis n'est pas la conséquence de l'augmentation des rendements et des profits des agriculteurs qui en résulterait, au moins pour ce qui est de la culture du soja. Cette technologie améliore par contre le contrôle des adventices, permet une plus grande flexibilité dans la gestion de l'herbicide (passage en post-levée, un seul herbicide, moindre toxicité) sur une période de temps plus grande mettant les agriculteurs à l'abri d'aléas climatiques. Elle est d'autre part liée à la pratique de non-labour. L'adoption des semences OGM TH a cependant un impact ambigu sur le coût de production des agriculteurs: si l'augmentation de la flexibilité, la meilleure gestion des adventices et le non-labour se traduisent par une diminution des coûts de production, l'augmentation du prix des semences les affecte positivement. Le temps épargné (moins de labour, gestion plus simple...) permet d'orienter une partie du temps de travail des agriculteurs concernés vers des activités extra-agricoles et d'augmenter ainsi leur revenu (résultat mis en évidence dans le contexte de l'agriculture nord-américaine). Au regard de ces points positifs, on comprend que des études récentes pointent le développement de la résistance des mauvaises herbes aux herbicides comme un sujet de préoccupation important pour les agriculteurs. Car au fond nous avons ici un élément capable de remettre en cause les économies de coût et de temps dans la gestion des adventices qui sont la clé de voute de ce système technologique. L'étude des mesures d'accompagnement nécessaires à l'introduction de VTH montre que la rotation de cultures qui ne sont pas tolérantes au même herbicide est une voie envisageable. Conclure sur son efficacité demande toutefois des travaux spécifiques supplémentaires. Enfin nous noterons, comme le souligne dans un rapport récent la Commission au Parlement Européen et au Conseil (European Commission 2011), que d'une manière générale les études que nous avons utilisées ont été menées à l'échelle de l'exploitation agricole et ne concernent pas les incidences plus générales d'ordre socioéconomique sur le reste des filières agroalimentaires.

5.1.2. Les stratégies d'offre des VTH

Stéphane Lemarié

La particularité des VTH est de créer un lien de demande sur deux marchés : celui des semences et celui des pesticides (et plus spécifiquement les herbicides). En effet, un agriculteur qui utilise une VTH sera incité à utiliser l'herbicide auquel la variété est tolérante, et cela en remplacement d'herbicides conventionnels. Comme nous le verrons dans la section 5.1.2.3, les firmes qui développent les caractères TH ont des droits de propriétés sur ces caractères, mais éventuellement aussi sur les semences et/ou les herbicides complémentaires. Ces droits de propriété permettent aux firmes innovantes de dégager des profits par l'exercice d'un pouvoir de marché⁶. Du point de vue économique, ces pouvoirs de marchés ont d'un côté un effet négatif parce qu'ils limitent en partie

⁶ Le pouvoir de marché se définit comme la capacité d'une firme à influencer le prix auquel son produit est mis en marché ou le prix auquel elle achète ses inputs.

l'accès à l'innovation, et d'un autre côté un effet positif parce qu'ils incitent les acteurs économiques à investir en recherche.

L'objectif de cette section est d'étudier dans quelle mesure le contexte des VTH modifie les incitations à innover et l'exercice du pouvoir de marché sur ce type d'innovation. L'analyse va être décomposée en quatre points complémentaires : (i) quelles sont les firmes qui sont le plus incitées à développer ce type de variété ? (ii) quelles sont les conditions d'accès au caractère TH pour les semenciers qui ne détiennent pas le droit de propriété sur ce caractère ? (iii) observe-t-on des pratiques de ventes liées entre les VTH et les herbicides complémentaires ? (iv) comment sont déterminés les prix des VTH ? Les deux premières questions portent plus particulièrement sur le fonctionnement du marché des caractères TH. Les deux dernières étudient l'effet du lien de demande créé par les VTH sur le fonctionnement des marchés des semences et des herbicides.

Les questions soulevées ici ne sont pas spécifiques au secteur des semences et se retrouvent dans la littérature générale en économie industrielle sur les ventes liées et les relations verticales. Cette littérature montre que les stratégies des firmes et les impacts de ces stratégies dépendent de la structure industrielle. Les travaux qui seront présentés appliquent ces modèles généraux en prenant en compte les principales spécificités de l'agrofourmiture. Ces travaux font tous références au cas des variétés GM, mais compte tenu de la question qui est traitée ici, ces résultats ont une portée générale sur l'ensemble des VTH.

Une limite importante à l'analyse des stratégies d'offre de VTH porte sur le déficit de données, ou du moins l'impossibilité d'accéder à celles-ci. S'il existe des enquêtes officielles sur les usages d'inputs par les agriculteurs (ex : enquête "pratiques culturales"), il n'existe pas d'enquêtes aussi complètes et facilement accessibles sur les stratégies de ventes liées ou les relations verticales entre firmes⁷.

5.1.2.1. Les acteurs incités à développer des VTH

Just et Hueth (1993) partent du constat que les premières variétés transgéniques présentent des innovations sur des caractères de protection des plantes qui entrent en concurrence avec les pesticides utilisés avec des variétés conventionnelles. L'objectif de leur analyse est d'étudier les incitations d'une firme à développer des caractères par transgenèse, selon qu'elle est présente ou non sur le marché des pesticides. A partir d'un modèle théorique, ces auteurs montrent que les incitations à développer des caractères de tolérance à un herbicide sont plus fortes si la firme commercialise également l'herbicide complémentaire. En effet, cette firme a ainsi l'avantage de contrôler les prix des deux produits (le caractère TH et l'herbicide), ce qui lui permet de dégager un meilleur profit par rapport à deux firmes indépendantes. En termes économiques, cette situation permet d'atténuer le problème de double marge⁸. Les auteurs analysent également les incitations d'une firme à développer un caractère qui se substitue à l'usage d'un pesticide (e.g. insecticide). Des résultats qualitativement différents sont alors obtenus⁹, montrant bien que le cas des VTH est assez spécifique. Cette publication réalisée avant l'introduction des OGM avait un certain caractère visionnaire. En effet, avec le recul, nous pouvons vérifier que les caractères TH ont été plutôt développés par des firmes présentes sur le marché des herbicides¹⁰ (Monsanto, Bayer, BASF et DuPont).

En complément de cette analyse, notons que le point critique pour ces firmes était également d'acquérir certaines compétences fondamentales sur les biotechnologies liées à la transgenèse. Ces firmes devaient donc disposer d'importantes capacités de financement de programmes de recherche sur des technologies tout à fait nouvelles, ce qui était le cas pour les leaders de l'agrochimie et certaines startups. De ce point de vue, la focalisation sur un type de caractère en particulier a sans doute été plutôt secondaire. En effet, qu'il s'agisse d'une résistance aux

⁷ Les éventuels procès sur des pratiques anticoncurrentielles peuvent apporter des éléments empiriques intéressants. L'analyse détaillée de ces matériaux est une recherche en soi, qui dépasse le cadre de cette expertise.

⁸ Une double marge apparaît lorsque deux monopoles sont en position de vendre des produits complémentaires ou lorsque deux monopoles se succèdent sur une chaîne logistique. La double marge apparaît si les firmes pratiquent des tarifs linéaires (prix fixe par unité vendue). Dans ce cas, les interactions entre ces deux monopoles conduisent à une situation pire qu'une situation où les deux monopoles seraient intégrés dans un seul (i.e. les quantités vendues sur le marché sont plus faibles).

⁹ Les incitations économiques à développer une résistance à un insecte sont plus fortes pour une firme ne détenant pas d'insecticides car cette firme ne cannibalise pas ses propres ventes. Ces incitations peuvent être supérieures à l'optimum social du fait que, dans la situation initiale (avant développement du caractère), la firme externe ne dégage pas de profit alors que le surplus social est déjà positif du fait de l'existence d'insecticides.

¹⁰ La tolérance au glufosinate (Bayer) a été initialement développée par PGS, mais cette société a été rapidement rachetée par AgrEvo (maintenant Bayer) qui commercialisait l'herbicide. La tolérance à une imidazolinone a été initialement développée par Cyanamid (racheté par BASF) qui commercialisait également l'herbicide.

insectes ou d'une tolérance à un herbicide, la diffusion d'OGM conduit à d'importantes substitutions sur le marché des pesticides. Par exemple, la diffusion très rapide du soja tolérant au glyphosate aux Etats-Unis a conduit à une réduction drastique du marché des herbicides sélectifs sur soja, conduisant à d'importantes pertes pour les leaders sur ce marché au milieu des années 1990 (Gianessi et Carpenter, 2000).

5.1.2.2. Les pratiques de licence sur les caractères TH

Le marché des semences sur une espèce donnée est généralement très segmenté. Par conséquent, la diffusion du caractère TH nécessite qu'il soit introduit dans une large gamme de variétés de semences. Les firmes qui détiennent les brevets sur les caractères TH sont très souvent présentes sur le marché des semences. Deux questions importantes sont posées ici : ces firmes ont-elles intérêt à commercialiser le caractère TH uniquement par leur filiale semencière ou ont-elles intérêt à accorder des licences non exclusives¹¹ à tous les semenciers ? Quel est l'impact de ces licences sur les gammes de produits proposées par les semenciers ? Les résultats présentés ici caractérisent les situations où un caractère génétique est protégé par brevet et peut être introduit dans un certain éventail de variétés de semences si une licence est signée. Cette situation n'est donc pas spécifique aux seuls caractères TH.

L'exclusivité dans les licences qui sont accordées sur un caractère TH dépend des modalités de paiement définies dans les accords de licence. Lorsque le détenteur du caractère TH a une filiale semencière et lorsque le paiement est en partie proportionnel à la quantité vendue (tarif en partie linéaire), le détenteur du brevet a intérêt à accorder une licence non exclusive pour permettre une bonne diffusion du caractère (Sandonis et Fauli-Oller, 2006; Lemarié, 2005). Il convient cependant de remarquer que ce résultat sur les licences non exclusives est obtenu lorsque les semenciers ont des parts de marché relativement "équilibrées". Ce résultat est confirmé par les données sur le soja aux Etats-Unis, puisque Shi et al. (2009) montrent que 75% des ventes de semences GM TH sont réalisées par des firmes non intégrées.

La deuxième interrogation porte sur l'impact des accords de licence concernant le caractère TH sur les gammes de produits des semenciers. En particulier, existe-t-il un risque que les VTH remplacent complètement les variétés non-TH, réduisant ainsi les possibilités de choix des agriculteurs ? Cette question est particulièrement importante dans le cas du soja aux Etats-Unis, puisque plus de 90% de la surface est semée avec des variétés GM tolérantes au glyphosate. Desquilbet et al. (2009) montrent qu'il existe encore actuellement une offre de semence de soja non-TH aux Etats-Unis. Néanmoins, comme ce marché est segmenté, il est possible que cette offre de semence conventionnelle soit très réduite, voire inexistante sur certains segments. L'analyse (théorique) de Baghdasaryan et al. (2010) montre cependant qu'à court terme, cette disparition d'une offre de semence non-TH ne devrait pas causer de manque à gagner majeur. En effet, le semencier est plutôt incité à offrir les deux types de semence pour mieux discriminer entre les différents agriculteurs. Autrement dit, dès lors que les agriculteurs font face à des problèmes de protection des cultures d'ampleur assez variable, il y aura de bonnes chances qu'au moins certains semenciers proposent des semences non-TH. L'absence d'une offre de semence non-TH ne peut se produire que sur des segments de marché où la demande pour ce type de semence est assez réduite parce que les agriculteurs font tous face à des problèmes de désherbage assez importants.

Deux remarques amènent cependant à modérer ce dernier résultat sur les gammes de produits. En premier lieu, il est possible que certaines clauses dans les contrats de licence sur les caractères TH incitent les semenciers à réduire leur offre de semence non-TH même si la demande pour ce type de semence est significative. Il est néanmoins très difficile de vérifier la validité de cette hypothèse car les contrats de licence sont confidentiels. En second lieu, cette analyse s'intéresse aux effets à court terme en supposant que la demande de semence par les agriculteurs est bien établie. A plus long terme, l'enjeu est d'étudier si la réduction de l'offre de semence non-TH peut conduire à un abandon des recherches sur ce type de semence. Sur ce point, tout laisse penser que le risque est réduit si les schémas de sélection génétique sont organisés de telle sorte que l'amélioration génétique est faite sur du matériel de base conventionnel, l'introduction du caractère TH étant faite lors des dernières étapes de la sélection (sortie variétale). En revanche, ce risque à long terme est important si les semenciers décident d'introduire le caractère TH dans l'essentiel du matériel de base qui est travaillé dans leur schéma d'amélioration des plantes.

¹¹ En termes économiques, une licence exclusive à une filiale en aval est une pratique de forclusion.

5.1.2.3. Les ventes liées ou groupées entre VTH et herbicide

Une VTH ne présente d'intérêt que si elle est utilisée en combinaison avec l'herbicide associé. Une telle situation favorise des pratiques de ventes liées ou de ventes groupées. On ne dispose pas de données d'enquête pour savoir l'étendue de ces pratiques. Il semble néanmoins que ces pratiques sont assez peu fréquentes. Nous montrons ici que deux types de pratiques peuvent apparaître selon les droits de propriété sur les produits, les effets économiques de ces pratiques étant très différents.

Notons en préalable que les deux produits couvrent des marchés différents : une VTH est spécifique à une culture et une certaine zone de production, alors que l'herbicide peut être utilisé sur plusieurs cultures et dans plusieurs zones de production. Dans un tel contexte, deux pratiques sont possibles : une pratique de vente liée conditionnant l'achat d'une VTH à l'achat d'un herbicide complémentaire¹² ou une pratique de vente groupée entre les deux produits. Ces deux pratiques présentent un intérêt dans des configurations différentes.

La pratique de vente liée peut présenter un intérêt pour une firme détenant le droit de propriété sur un caractère TH mais pas de droit de propriété sur l'herbicide complémentaire. La vente liée permet alors à la firme de limiter la concurrence sur l'herbicide complémentaire. Une telle pratique est donc contraire au droit de la concurrence. Le cas de la tolérance au glyphosate illustre bien cette situation, puisque Monsanto détient les brevets sur le caractère TH alors que le brevet sur le glyphosate a expiré depuis plus de dix ans. Une pratique de vente liée permettrait à Monsanto de limiter la concurrence de la part d'herbicides génériques concurrents au RoundUp ® (produit commercial de Monsanto contenant le glyphosate). D'après Hennessy et Hayes (2000), des cas de ventes liées ont été observés aux Etats-Unis sur la tolérance au glyphosate à la fin des années 90, mais plusieurs décisions de justice ont mis fin à ces pratiques. Dans les faits, on observe que le RoundUp ® est plus largement vendu que les produits génériques concurrents. Cela s'explique en partie par le fait que Monsanto offre une meilleure garantie¹³ sur l'efficacité de la tolérance au glyphosate si l'agriculteur a utilisé le RoundUp ®. Les problèmes de concurrence sont ici réduits car cette pratique n'interdit pas à l'agriculteur d'utiliser un produit générique concurrent au RoundUp ®.

Une pratique de vente groupée peut présenter un intérêt pour une firme détenant le droit de propriété sur un caractère TH et sur l'herbicide complémentaire. Une telle firme pourrait envisager une vente groupée mixte par laquelle le caractère TH et l'herbicide seraient vendus soit de façon séparée, soit en package¹⁴. L'objectif d'une telle pratique est de mieux discriminer entre les différents agriculteurs. Une telle pratique ne pose généralement pas de problème de concurrence, et peut conduire à un accroissement du surplus économique global. Dans les faits, ces pratiques ne semblent pas avoir été mises en œuvre. Une explication possible tient au fait que la quantité de glyphosate utilisée est assez variable selon les cas, rendant ainsi assez compliquée la définition d'un package. Il n'est pas impossible néanmoins que certains distributeurs d'intrants agricoles appliquent cette pratique au niveau local pour certaines VTH.

5.1.2.4. La tarification des VTH

Comme nous venons de le voir, la VTH et l'herbicide associé sont généralement vendus séparément. Plusieurs travaux en économie agricole ont étudié la tarification des VTH dans le cas de la tolérance au glyphosate. En revanche, la tarification des autres types de VTH et celle de l'herbicide complémentaire ont été très peu étudiées.

La très large diffusion du caractère de tolérance au glyphosate explique en grande partie la focalisation de la littérature sur ce caractère TH. Rappelons que le brevet sur le glyphosate a expiré il y a plus de dix ans, ce qui a conduit à l'entrée de produits génériques concurrents. Le prix défini par Monsanto pour le RoundUp ® a donc été réduit et contraint par les prix des concurrents génériques. La marge sur la vente de RoundUp ® étant limitée, Monsanto a donc cherché à dégager une marge principalement sur le caractère de tolérance au glyphosate. Ces gains sur le caractère TH ont été réalisés par la vente de VTH par les filières semencières de Monsanto, et aussi par les revenus des licences accordées aux autres semenciers pour commercialiser des VTH.

¹² Conditionner à l'inverse l'achat d'herbicide à l'achat d'une VTH n'aurait pas d'intérêt puisque cela limiterait fortement les usages possibles de l'herbicide.

¹³ Par ce type de garantie, le fournisseur indemnise l'agriculteur dans le cas où le produit utilisé n'a pas la performance annoncée par le fournisseur.

¹⁴ Une pratique de vente groupée pure par laquelle VTH et herbicide ne seraient vendus que de façon groupée n'aurait pas d'intérêt ici compte tenu du très large éventail d'usage de l'herbicide.

Aux USA, Shi et al. (2009, 2010) ont étudié les déterminants du prix des VTH à partir de données d'enquête auprès d'agriculteurs entre 2000 et 2007. Les auteurs disposent de données sur le prix de chaque variété, les caractères transgéniques qu'elle contient et l'entreprise de semence qui l'a développée. Dans le cas du soja (Shi et al. 2009), l'enquête montre que l'écart entre les deux types de semence est resté assez stable dans le temps, la VTH étant en moyenne 50% plus cher que la semence conventionnelle. Les prix des deux types de semence ont cependant augmenté de 30% entre 2000 et 2007¹⁵. L'analyse économétrique montre que cette inflation s'explique en particulier par l'accroissement de la concentration sur le secteur des semences. Dans le cas du maïs (Shi et al. 2010), l'analyse est compliquée par le fait que les variétés peuvent cumuler plusieurs caractères transgéniques, dont celui de tolérance au glyphosate. Lorsque l'effet de chaque caractère sur le prix de la semence est décomposé, l'analyse économétrique montre que le supplément de prix pour un caractère TH diminue quand il est combiné avec un autre caractère. Par exemple, la tolérance au glyphosate et la résistance à la pyrale augmentent respectivement le prix de la semence (par hectare) de 10,6 \$ et 28,1 \$ lorsque ces caractères sont seuls, mais de 32,3 \$ lorsqu'ils sont combinés, soit une réduction de 6,4 \$ par rapport aux caractères pris séparément. Comme pour le soja, l'enquête montre que le prix de la semence a aussi nettement augmenté entre 2000 et 2007, cette inflation s'expliquant en partie par la plus grande concentration de l'offre de semences.

La tolérance au glyphosate est aussi très largement utilisée en Argentine. A la différence des Etats-Unis, ce caractère n'est pas breveté, si bien que les semenciers n'ont pas besoin de signer de licence avec Monsanto pour intégrer ce caractère dans leur semence. Qaim et Traxler (2005) montrent à partir de données d'enquête que le prix de la semence certifiée est néanmoins supérieur de 30% pour les VTH par rapport à la semence certifiée conventionnelle. Ce supplément de prix est faible en comparaison des Etats-Unis, mais néanmoins substantiel. Ces auteurs expliquent que même si les semenciers peuvent avoir accès gratuitement au caractère TH, ils se sont engagés de façon volontaire à verser des royalties à Monsanto pour maintenir de bonnes relations et avoir un accès aux futures innovations génétiques.

Le cas du colza au Canada est assez intéressant parce que plusieurs caractères TH coexistent sur le marché (Gusta et al. 2011) : 44% pour la tolérance au glyphosate (part des semences vendues), 40% pour la tolérance au glufosinate et 10% pour la tolérance à l'imidazolinone. Le supplément de prix sur la semence est de 37,5 \$/ha pour la tolérance au glyphosate. Ce supplément de prix est nul pour les caractères de tolérance au glufosinate et à l'imidazolinone, ces deux matières actives étant encore protégées par brevet.

En complément de ces résultats tirés de données d'enquête, plusieurs analyses ont tenté d'évaluer *ex ante* la tarification qui pourrait être pratiquée dans des pays où les VTH ne sont pas encore utilisées. Les auteurs supposent généralement que les gains des agriculteurs liés à l'adoption d'une VTH sont hétérogènes. Dans les deux travaux présentés ici, les auteurs utilisent des informations sur la distribution du niveau de dépense actuelle en désherbage pour construire la distribution des gains potentiels liés aux VTH et en conséquence la demande pour cette VTH¹⁶. Le prix de la VTH est calculé en supposant que la firme détentrice du caractère TH maximise le profit qu'elle tire du supplément de prix dégagé sur la semence. Dans le cas du colza en France, Desquilbet et al. (2002) estiment un supplément de prix sur la semence de 50 €/ha¹⁷. Dans le cas de la betterave en Europe, Dillen et al. (2009) estiment un supplément de prix sur la semence de 95 €/ha si ce prix est contraint à être uniforme sur toute l'Europe, et compris entre 50 et 147 €/ha si ce prix peut être différent selon les pays (le prix pour la France étant alors de 87 €/ha). L'hétérogénéité des surcoûts de semence VTH entre pays est liée en grande partie à l'hétérogénéité actuelle des dépenses de désherbage¹⁸.

Concernant le glyphosate, le seul herbicide qui en contenait était le RoundUp® de Monsanto, jusqu'à l'expiration de son brevet en 2000, amorçant la diminution de son prix. En parallèle, le prix moyen des autres herbicides a également diminué entre 1997 et 2005 du fait de la concurrence des VTH résistantes aux glyphosate (Figure 5-

¹⁵ En valeur absolue, le coût de la semence de soja en 2007 était en moyenne de 55 \$/ha pour la semence conventionnelle et de 85 \$/ha pour la semence tolérante au glyphosate.

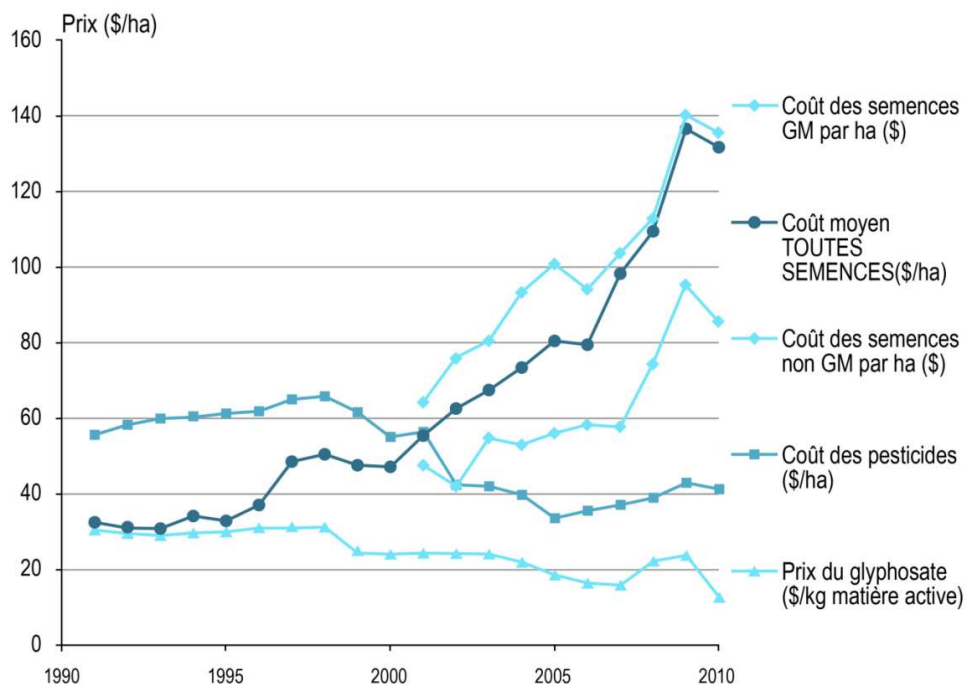
¹⁶ Il est généralement supposé que l'adoption de la VTH n'a pas d'effet sur le rendement. Pour un prix donné de la VTH, la demande est simplement égale à la somme des parcelles sur lesquelles le gain est supérieur au prix de la VTH.

¹⁷ Cette estimation s'appuie sur des données de dépenses de désherbage de colza pour l'année 1999, dont la moyenne est de 80€/ha. Le coût de l'herbicide complémentaire à la VTH est supposé égal à 15 ou 30€/ha selon le nombre de passage. Les coûts de coexistence dans le cas où la VTH serait OGM ne sont pas pris en compte.

¹⁸ Par exemple, le surcoût de la semence VTH serait de 50 €/ha en Irlande où les dépenses actuelles de désherbage sont en moyenne de 93 €/ha. Le surcoût de la semence VTH serait de 147 €/ha en Autriche où les dépenses moyennes actuelles sont des 311 €/ha. En France, les dépenses moyennes actuelles sont de 150 €/ha.

1). En effet, la diffusion des variétés RR® dès 1996 a conduit à une réduction généralement très importante des ventes d'herbicides sélectifs utilisés jusque-là. De ce fait, les firmes agrochimiques qui produisaient ces herbicides ont diminué leurs prix pour limiter leurs pertes de marché. Dans un premier temps, tous les producteurs américains de soja ont donc vu le coût des traitements herbicides diminuer. Néanmoins, à partir de 2005-2007 en revanche, le prix des herbicides contenant du glyphosate a connu de fortes fluctuations en lien avec l'évolution des quantités produites (Bonny 2011).

Figure 5-1. L'évolution du coût des semences et des pesticides sur Soja (Source, Bonny 2011)



5.1.2.5. Synthèse

La mise en marché des VTH change le contexte de l'offre de semence et d'herbicides. Un lien de demande est créé entre la VTH et l'herbicide auquel la variété est tolérante. Par ailleurs, si le caractère TH est protégé par un droit de propriété, il peut alors se créer un marché de licences sur ce caractère. De nouvelles pratiques commerciales peuvent émerger dans ce contexte, certaines pouvant poser des problèmes de concurrence. Les analyses montrent néanmoins que ces problèmes sont faibles lorsqu'on considère les pratiques effectivement mises en œuvre dans le cas des VTH : les licences sont généralement non exclusives, les gammes de produits sont assez larges et les ventes liées entre VTH et herbicide sont limitées. On retiendra néanmoins que l'évidence empirique est souvent difficile à établir car très peu de données sont disponibles ou accessibles sur ces pratiques.

A côté de ces effets de court terme et assez directement liés aux VTH, deux effets économiques de long terme et plus indirects sont étudiés. Tout d'abord l'introduction des VTH se déroule dans un contexte général d'accroissement de la concentration dans le secteur des semences dont les causes sont multiples. Aux Etats-Unis il est établi que cette concentration accrue a contribué à une augmentation des prix des semences (à caractéristique identique) pour le soja et le maïs. Par ailleurs, un engouement important pour certains caractères TH pourrait conduire à un abandon des recherches sur des solutions alternatives basées sur des semences conventionnelles et moins rémunératrices pour les firmes de l'agrofourmiture.

Les analyses des prix des semences montrent que les prix des VTH sont plus élevés que les semences conventionnelles équivalentes (i.e. sans le caractère TH). Ce supplément de prix, qui peut représenter jusqu'à 50% du prix de la semence, est plus important lorsque le caractère TH est protégé par brevet et lorsque les agriculteurs font face à des problèmes de désherbage importants (ex : soja et colza en Amérique du Nord).

5.1.3. Protection juridique de l'innovation variétale et mise sur le marché des VTH

Thierry Marteu

En droit communautaire, les variétés végétales sont définies comme un *"ensemble végétal d'un taxon botanique du rang le plus bas connu qui (...) peut être défini par l'expression des caractères résultant d'un certain génotype ou d'une certaine combinaison de génotypes (lui conférant par exemple une résistance à un herbicide), distingué de tout autre ensemble végétal par l'expression d'au moins un desdits caractères, et considéré comme une entité eu égard à son aptitude à être reproduit conforme"*¹⁹. Les plantes qui les composent relèvent de la catégorie des choses consommables, fongibles ou corps certains, susceptibles de faire l'objet d'un droit de propriété (matérielle et immatérielle) et dotées d'une valeur économique.

Une variété végétale présentant le trait de tolérance aux herbicides est également une entité à laquelle on peut associer un certain nombre de "valeurs" non marchandes. Cette "valeur" peut consister en un apport d'ordre scientifique. Elle peut aussi consister en sa "compatibilité" avec l'impératif de protection de l'environnement (réduction des intrants) et de la biodiversité, en son innocuité pour l'homme.

L'ordre juridique doit donc tendre vers un équilibre entre ces valeurs portées par cet organisme biologique, à l'aune d'un enjeu de santé, de la promotion du progrès économique, agronomique et social et de l'évolution des connaissances scientifiques. C'est la raison pour laquelle il convient toujours d'étudier et d'interpréter la règle de droit à travers le prisme de la finalité que le législateur lui a assigné.

En substance, les VTH sont des objets de droit au cœur d'une articulation délicate entre les différents intérêts en présence (obtenteurs, agriculteurs, consommateurs, environnement...). Les VTH sont, d'une part, des objets de droit à travers la propriété matérielle qu'elles induisent, lorsqu'il s'agit notamment d'encadrer leur mise sur le marché. Elles sont aussi une source de responsabilités en raison des dommages qu'elles peuvent causer aux personnes ou aux choses. D'autre part, les VTH recèlent en leur sein une innovation génétique leur conférant le trait de tolérance à un herbicide. Aussi, dans leur dimension immatérielle, sont-elles un objet du droit de la propriété intellectuelle, à travers leur soumission aux droits des obtentions végétales et du brevet d'invention.

Dans le cadre de cette ESCo, nous avons cherché à identifier les controverses et/ou questionnements évoqués par la doctrine juridique essentiellement française portant sur les VTH en tant que telles. Le constat est le suivant : le trait de tolérance à un herbicide n'est pas en soi un "centre d'intérêts" pour les juristes. Il n'est pas actuellement un critère discriminant justifiant le développement d'une recherche ciblée et structurée. Pour cette raison, nous avons été conduits à développer certaines réflexions personnelles dans le cadre de cette expertise.

En effet, la question des VTH est souvent abordée à la périphérie d'une problématique plus générale, à savoir celle de l'appropriation du "vivant" par les droits de propriété intellectuelle. Et nous avons fait le choix de concentrer la plus grande partie de nos développements sur ce point (section 5.1.3.2). Pour autant, nous avons pu identifier d'autres interrogations en liaison avec les procédures d'autorisation de mise sur le marché (AMM) de ces variétés, plus particulièrement en présence d'une VTH issue d'un processus de mutagenèse. En effet, en ce domaine, les règles de droit applicables aux VTH relèvent tantôt du droit "commun"²⁰, lorsqu'elles ne se présentent pas sous la forme d'un "OGM", tantôt d'un corps de règles spécifiques, lorsqu'il s'agit d'une VTH obtenue par transgénèse (section 5.1.3.1.).

5.1.3.1. La mise sur le marché des VTH : entre logique de prévention et de précaution selon le procédé d'obtention

Au niveau national, la matière est dominée par un corpus normatif peu compatible avec l'impératif de lisibilité du droit (Anvar, 2008). En raison de l'enchevêtrement de normes techniques, de concepts scientifiques et de procédures d'enregistrement distinctes, le droit "de la production et de la commercialisation" des variétés

¹⁹ Nous avons retenu la définition proposée par le règlement communautaire du 27 juillet 1994 instituant un régime de protection communautaire des obtentions végétales.

²⁰ On entend par droit "commun", l'obligation qui est faite à tous les obtenteurs d'inscrire leur variété au "catalogue". Cette procédure est, en substance, une réelle procédure d'autorisation de mise sur le marché.

végétales est d'une densité rarement égalée. Cette difficulté se double de l'adjonction de "couches normatives" issues du droit de l'UE et du droit commun (conventions internationales)²¹.

S'il n'est pas question d'embrasser l'ensemble de cette réglementation, ce qui ne présenterait guère d'intérêt, il nous est apparu pragmatique d'extraire certaines réflexions menées par quelques auteurs afin de les rattacher au domaine de l'expertise.

Ainsi, nous avons pu isoler une réflexion menée par un auteur relevant que la procédure d'inscription au catalogue des variétés, véritable AMM en tant que telle, ne prévoyait aucune procédure d'évaluation des risques sanitaires ou environnementaux des variétés candidates à l'inscription, contrairement à ce qui est imposé par les textes en matière d'"OGM" où la logique de précaution domine.

"Hormis le cas particulier d'AMM pour les OGM (...), aucune raison de dangerosité du produit, de risque pour la santé ou pour l'environnement n'est évoquée" (Anvar, 2008).

En effet, la procédure d'enregistrement au catalogue des variétés végétales consiste exclusivement en un tri des variétés sur la base de critères "qualitatifs". Cette AMM est délivrée sous réserve de remplir les critères DHS : distinction, homogénéité et stabilité. Cette sélection est renforcée pour les espèces utilisées en grande culture qui doivent remplir deux autres critères portant sur la valeur agronomique et technologique de la variété (VAT).

Cette inscription au Catalogue obligatoire pour l'ensemble des variétés végétales ne doit donc pas être confondue avec l'AMM utilisée pour la mise sur le marché des VTH GM qui porte sur l'événement de transformation (donc schématiquement sur l'information génétique en tant que telle) et s'ajoute à l'inscription au Catalogue.

A la lumière des interrogations soulevées actuellement par la mutagenèse dirigée, certains auteurs s'interrogent sur la légitimité d'une telle distinction. Comme cela a pu être souligné, *"la question de l'application du régime juridique "OGM" à ces techniques (la sélection assistée par marqueurs ou la mutagenèse dirigée) reste à certains égards obscure. Les transgénèses internes à l'espèce correspondront à la définition de l'OGM et relèveront de son régime juridique mais d'autres formes de sélection non incluses dans l'annexe I B de la directive 2001/18 y échapperont. Ainsi, alors que la biologie synthétique constitue sans doute la technique la plus aléatoire de toutes, elle ne relève pas clairement du champ d'application de ce texte car elle n'implique pas d'insertion à l'intérieur d'un organisme hôte, élément qui semble caractériser la définition des OGM. Le 3) de l'annexe IA de la directive évoquant les "techniques de fusion" ou d'hybridation pourrait quant à lui renvoyer à cet assemblage, mais ce sont les techniques de fusion cellulaire que le texte vise en l'occurrence, ce qui ne comprend pas les assemblages de la biologie synthétique. C'est dire si la directive 2001/18 du 12 mars 2001 devra être rapidement adaptée d'une manière ou d'une autre à ces évolutions"* (Hermitte et al., 2009).

La question posée en filigrane par ces auteurs porte sur le maintien de certaines VTH non-GM sous le giron du droit commun ("simple" inscription au catalogue) ou de leur "requalification" en OGM afin de les soumettre à un processus similaire d'évaluation des risques écologiques et sanitaires ancré dans une logique de précaution.

Anvar (2008) relève néanmoins qu'une surveillance biologique du territoire est instituée par les dispositions du Code rural en matière de VTH GM et non GM.

En effet, les questions phytosanitaires sont régies par des dispositions du Code rural et s'appliquent à toute commercialisation du végétal qu'il s'agisse de variétés inscrites au Catalogue ou non. Aux termes de l'article L. 251-1. I du Code rural, "les végétaux, y compris les semences, (...) et les supports de cultures composés en tout ou partie d'organismes génétiquement modifiés disséminés dans l'environnement ou mis sur le marché, font l'objet d'une surveillance renforcée effectuée par les agents chargés de la protection des végétaux".

Le Code rural précise que la surveillance biologique du territoire a pour objet de s'assurer de l'état sanitaire et phytosanitaire des végétaux et de suivre l'apparition éventuelle d'effets non intentionnels des pratiques agricoles sur l'environnement. Elle relève de la compétence des agents chargés de la protection des végétaux ou s'effectue sous leur contrôle.

Ces missions sont dévolues à des agents habilités : "Si un ou des lots de produits végétaux, d'origine végétale (...) présente ou est susceptible de présenter un danger pour la santé publique, la sécurité des consommateurs ou l'environnement, les agents mentionnés à l'article L. 250-2 peuvent ordonner la destruction, la consignment,

²¹ Comme nous l'avons déjà signalé, nous avons pris le parti de cantonner le champ de notre analyse au droit français et européen, en raison de sa plus facile accessibilité et des délais impartis pour cette expertise qui rendaient délicate une analyse tournée vers l'international.

le retrait ou le rappel, en un ou plusieurs lieux, du ou des lots de produits précédemment cités ou toute autre mesure qu'ils jugent nécessaire" (Article L. 250-7 du Code rural).

Dans le cadre de cette expertise et à la lumière des textes susvisés, il ne semble pas qu'une telle démarche s'inscrive dans une logique de précaution (réservée aujourd'hui aux seules VTH GM) mais plutôt dans une logique de prévention des risques avérés.

Or, depuis que le principe de précaution a été inscrit en droit français par la loi n° 95-101 du 2 février 1995 relative au renforcement de la protection de l'environnement, il n'a cessé de s'étendre dans les différentes sphères du droit. Dans un domaine situé en aval de la production variétale, à savoir dans le secteur agro-alimentaire, le règlement n°178/2002 du Parlement européen et du Conseil du 28 janvier 2002, a institué une méthode d'évaluation et de gestion du risque "suspecté" destinée à éclairer ceux qui seront amenés à prendre certaines mesures provisoires proportionnées à la gravité d'un danger pour la santé du consommateur. En présence d'un aléa et d'un doute scientifique "légitime", l'objectif poursuivi est de neutraliser le risque sanitaire ou environnemental dont on peut suspecter une éventuelle réalisation. Aussi, accorde-t-on aux données scientifiques une place prépondérante dans l'évaluation des risques. Ceci a pour principale conséquence de faire de l'incertitude scientifique un fait juridiquement reconnu à même de produire des effets de droit (Collart-Dutilleul, 2003 ; Boy, 1997).

En présence d'une VTH, la "*summa divisio*" posée par le législateur, en termes d'évaluation des risques sanitaires et écologiques avant une mise sur le marché, est donc celle qui consiste à distinguer l'OGM, au sens de la Directive 2001/18/CE, soumis à une logique de précaution, de celui qui ne l'est pas.

Les VTH se situent en conséquence au cœur d'une articulation assez "fine" entre droit commun (nécessité d'obtenir une AMM épurée de toute considération environnementale ou sanitaire) et droit spécial (nécessité d'obtenir une seconde AMM), en fonction de la technique d'obtention de la variété, c'est-à-dire entre la transgénèse et la mutagenèse.

Ce droit "spécial" applicable aux VTH OGM prévoit la mise en place d'instances et de procédures destinées à prévenir les risques de dommage pour le consommateur et l'environnement. Ce corpus de règles prend appui sur deux directives communautaires (Directive 90/219/CEE du 23 avril 1990, relative à l'utilisation confinée de micro-organismes génétiquement modifiés ; Directive 90/220/CEE du 23 avril 1990, relative à la dissémination volontaire d'organismes génétiquement modifiés dans l'environnement, abrogée et remplacée par la directive 2001/18/CE). La réglementation des organismes génétiquement modifiés a connu depuis de profonds réaménagements sans qu'il soit nécessaire de les détailler dans le cadre de cette expertise.

Si la question a été posée, nous n'avons pas identifié au sein de la doctrine juridique des propositions concrètes qui prôneraient une assimilation pure et simple de ces deux "produits" (VTH GM et obtenues par mutagenèse) dès lors que la modification génétique est "forcée" par l'homme (par le biais d'un traitement chimique ou à la suite de l'insertion d'un transgène). En effet, il s'agit, pour M.A. Hermitte (1985) d'une question d'une grande technicité qui "*laisse le juriste entre les mains des experts*" scientifiques.

Ainsi, dans leur dimension matérielle, l'on perçoit la différence de traitement "juridique" entre les VTH

GM et celles non-OGM sur le terrain principalement des procédures de délivrance des AMM.

Dans leur dimension immatérielle, elles sont au cœur d'un possible chevauchement technologique, une VTH pouvant héberger deux innovations : une création variétale (génotype protégé par COV) et une invention biotechnologique (séquence d'ADN protégé par brevet).

5.1.3.2. Les VTH et l'"appropriation du vivant"

Une VTH est, par essence, une innovation variétale susceptible d'être couverte par un droit de propriété intellectuelle (DPI). La finalité de ces droits de propriété intellectuelle est d'assurer la rétribution de l'effort créatif/inventif/financier déployé par l'inventeur (ou l'obteneur) en lui assurant un monopole d'exploitation temporaire sur son innovation en l'échange de son exploitation et de sa divulgation auprès du public.

Pour l'inventeur ou l'obteneur, il s'agit le plus souvent de rentabiliser un effort d'investissement en s'assurant la conquête d'un nouveau marché. Celui qui a investi dans la recherche ou la sélection doit tirer un juste profit de

son effort d'innovation. Et pour la collectivité, il s'agit de stimuler l'innovation technologique, moteur de la croissance économique, tout en diffusant le savoir dans les milieux scientifiques.

Pendant longtemps, d'aucuns soutenaient que le droit des brevets ne pouvait se saisir de la matière vivante. Or si l'on examine attentivement les lois sur les brevets, le vivant n'a jamais été expressément exclu du champ de la brevetabilité. Il existait toutefois certaines barrières morales et éthiques qui y faisaient obstacle.

Or, au cours des décennies passées, nous avons assisté à un mouvement d'extension puissant du champ d'application des droits de propriété intellectuelle du monde de l'inanimé en direction du monde du vivant. Dans un premier temps, cette extension a pris la forme de la création du certificat d'obtention végétale, droit d'exclusion construit "sur mesure" pour les obtenteurs afin de valoriser leur long et coûteux travail de sélection. Dans un second temps, en raison de l'emprise croissante de l'homme sur le vivant, les portes du brevet qui semblaient jusque-là fermées aux créations génétiques se sont entrouvertes.

S'il n'est pas question de revenir dans le cadre de cette expertise sur les grandes étapes qui ont jalonné ce mouvement d'ensemble, nous avons pris le parti de développer, d'un point de vue pratique, les implications qu'elles induisent en termes de monopole, en raisonnant toujours à travers le prisme des VTH.

En effet, si l'on prend pour "base de départ" une VTH, on identifie très rapidement deux droits de propriété intellectuelle en cause, le COV d'une part et le brevet d'autre part.

Ces deux droits présentent de nombreux points communs : droits d'exclusivité d'une durée de 20 ans pour l'un (brevet) et de 25 à 30 ans pour l'autre selon les espèces. Les deux régimes prévoient l'octroi d'un monopole sous condition de remplir des critères bien précis, mais aussi certaines obligations à la charge du titulaire de la protection : obligation de payer certaines redevances, obligation de divulguer leur invention, obligation de les exploiter dans certaines situations. Certains mécanismes correcteurs sont également mis en place afin de promouvoir l'accès à l'innovation et son exploitation par les tiers. Il en est ainsi en cas de "blocage", c'est-à-dire de refus de l'obteneur ou du breveté de concéder une licence d'exploitation à un tiers. Dans ce cas précis, le droit des obtentions végétales et le droit des brevets ont prévu des mécanismes de licences obligatoires ou "forcées". Certaines zones de libre accès à l'innovation sont également imposées afin d'éviter tout blocage en matière de recherche fondamentale. Enfin, à l'expiration du délai de protection, l'invention (ou l'obtention) tombe dans le domaine public et devient librement accessible aux tiers. Telle est l'économie générale de ces droits de propriété intellectuelle. Ils sont des outils de conquête et de réservation d'un marché mais aussi de promotion et de partage de l'innovation²².

Afin de mesurer les différences entre le COV et le brevet à l'aune des VTH, il convient de distinguer la *plante* TH de la *variété* TH qui les englobe. En effet, la *plante* TH est composée de matière biologique. La matière biologique est définie au sens de la directive 98/44 comme "*une matière contenant des informations génétiques*". Cette matière présente certaines particularités, en ce sens qu'elle est autoreproductible et qu'elle présente une capacité à développer des mutations. La *variété* TH est quant à elle beaucoup plus difficile à définir. En simplifiant à l'extrême, elle est une information génétique (un génotype) partagée par un ensemble de plantes présentant un trait commun de tolérance à un herbicide stable, homogène et distinctif.

Aussi, en présence d'une VTH, la doctrine juridique identifie deux droits de propriété industrielle susceptibles d'être "actionnés" : le droit des brevets a vocation à se saisir d'une information génétique technique relative à une matière biologique, telle une séquence d'ADN. Il peut s'agir d'un gène actif codant une résistance au glyphosate inséré dans une plante autogame ; le certificat d'obtention végétale (COV) a vocation à se saisir du génotype d'une plante, dont l'expression se matérialisera par la présence de certaines caractéristiques génétiques, eu égard à son aptitude à être reproduit conforme (section 5.1.3.2.1).

En présence d'une VTH qui est le plus souvent le fruit d'une rencontre entre sélection variétale et opération de transgenèse, l'on décèle rapidement la question de l'enchevêtrement des prérogatives sur une même plante et la question de la gestion des dépendances (section 5.1.3.2.3) qui rejaillira sur certaines pratiques agricoles (section 5.1.3.2.4).

²² Comme le relève Bernard Remiche (2007), il convient d'être attentif à une distinction essentielle : il y a, d'une part, le système de brevets et, de l'autre, son utilisation. La question sera toujours de savoir si le système est responsable de telle ou telle défaillance ou si c'est son utilisation que l'on doit critiquer.

5.1.3.2.1. La protection de la création variétale ou l'appropriation du génotype d'une plante

C'est à l'initiative de la France que la première Convention de l'Union pour la protection des obtentions végétales (UPOV) a été adoptée le 2 décembre 1961. Cette Convention a été par la suite révisée à trois reprises, respectivement en 1972, 1978 et en 1991. Cette Convention reconnaît une protection *sui-generis* aux sélectionneurs. Ainsi, un certificat d'obtention végétale peut être délivré à un obtenteur ayant créé ou "découvert" une variété nouvelle. L'éligibilité d'une variété au COV est conditionnée par la satisfaction de quatre critères cumulatifs : la nouveauté, la distinction, l'homogénéité et la stabilité. Un COV peut être obtenu à l'échelle nationale ou communautaire depuis l'adoption du règlement 2100/94 du 27 juillet 1994 instituant une protection communautaire des obtentions végétales.

La Convention UPOV, tout en organisant la protection du génotype commun à un ensemble végétal, institue le mécanisme de privilège de l'obteneur. Il s'agit d'offrir aux tiers la capacité d'utiliser la variété protégée afin de développer un "nouveau" génotype dont la majeure partie sera héritée de la variété souche, et cela, sans avoir à verser de redevances à son créateur. Ceci constitue toute la spécificité de ce régime de protection vis-à-vis du régime du brevet d'invention. En effet, en droit des brevets d'invention, toute réutilisation de l'information brevetée dans le cadre d'une nouvelle création emporte dépendance du second inventeur.

Avec l'arrivée de la transgénèse dans le monde de l'innovation végétale, technique offrant une marge de manœuvre plus importante dans la possibilité de modifier le génotype d'une plante, les obtenteurs ont craint d'être "pillés" par les sociétés de biotechnologie. Ces dernières, en s'appuyant sur le principe du libre accès à la variété souche, étaient en mesure d'introduire rapidement un changement plus ou moins "distinctif" dans le programme génétique d'une plante et d'échapper ainsi au monopole de l'obteneur. Par ailleurs, elles étaient en mesure de déposer un brevet de produit sur la plante ainsi modifiée et de solliciter l'octroi d'un COV pour la nouvelle variété ainsi développée (sous réserve de remplir les critères DHS).

Dès lors, les obtenteurs ont souhaité introduire au début des années 1990 le mécanisme de la "dépendance" au sein de la législation relative à la protection des obtentions végétales. Ce renforcement des droits de l'obteneur s'est traduit par l'adoption du principe de la "dérivation essentielle" qui consiste à étendre les prérogatives du titulaire d'un COV aux variétés essentiellement dérivées (VED) d'une variété connue.

Aux termes de la convention UPOV, une variété est essentiellement dérivée lorsqu'elle remplit trois critères cumulatifs :

- elle est principalement dérivée de la variété initiale tout en conservant les expressions des caractères essentiels qui résultent du génotype ou de la combinaison de génotypes de la variété initiale ;
- elle se distingue nettement de la variété initiale ;
- sauf en ce qui concerne les différences résultant de la dérivation, elle doit être conforme à la variété initiale dans l'expression de ses caractères essentiels.

Ce mécanisme de la dérivation essentielle a été introduit à l'occasion de la révision de la Convention UPOV en 1991 et repris par le règlement 2100/94 du 27 juillet 1994 instituant une protection communautaire des obtentions végétales²³. Un projet de loi adopté le 8 juillet 2011 par le Sénat et le 28 novembre 2011 par l'Assemblée Nationale²⁴ modifie les dispositions du Code de la propriété intellectuelle en y introduisant la notion de VED. Il en découle que l'obteneur d'une VED peut obtenir un titre de protection autonome, dans la mesure où sa création satisfait aux critères de nouveauté, de distinction, d'homogénéité et de stabilité requis. Néanmoins, il ne pourra pas l'exploiter sans l'autorisation du titulaire des droits sur la variété initiale.

A titre d'exemple, une société de biotechnologie qui souhaiterait introduire un trait TH au sein d'une variété, déjà enregistrée au Catalogue, est en mesure de le faire et de demander la délivrance d'un certificat d'obtention végétale, sous réserve de remplir les critères DHS. Elle sera néanmoins dépendante du titulaire du COV initial. Elle devra obtenir une licence d'exploitation moyennant redevances afin de l'exploiter commercialement.

²³ Le titre communautaire est délivré à l'issue d'une procédure unique et centralisée par l'Office communautaire des variétés végétales (OCVV). Ce titre est valable sur l'ensemble du territoire de l'Union européenne. Le système mis en place coexiste ainsi avec les législations nationales relatives aux variétés végétales. Mais les deux types de droits ne se cumulent pas (art. 92 du règlement 2100/94).

²⁴ <http://www.assemblee-nationale.fr/13/ta/ta0775.asp>

Tableau 5-2. La protection par COV d'une VTH

Monopole VTH	Certificat d'obtention végétale
VTH OGM	<p><u>Conditions :</u> -La variété doit être nouvelle + critères "D.H.S."</p> <p><u>Portée :</u> - Droit exclusif à produire, à introduire sur le territoire, à vendre ou à offrir en vente tout ou partie de la plante, ou tous éléments de reproduction ou de multiplication végétale de la variété considérée et des variétés qui en sont issues par hybridation lorsque leur reproduction exige l'emploi répété de la variété initiale.</p> <p><u>Exceptions :</u> - Privilège de l'obteneur ❶ - Privilège de l'agriculteur</p>
VTH non-OGM impliquant une intervention « technique » humaine (ex : Mutagenèse)	<p><u>Conditions :</u> - La variété doit être nouvelle + critères "D.H.S."</p> <p><u>Portée :</u> cf. VTH OGM</p> <p><u>Exceptions :</u> - Privilège de l'obteneur - Extension de la protection aux "variétés essentiellement dérivées" - Privilège de l'agriculteur</p>
VTH non-OGM issue d'un procédé de sélection traditionnelle	<p><u>Conditions :</u> - La variété doit être nouvelle + critères "D.H.S."</p> <p><u>Portée :</u> cf. VTH OGM</p> <p><u>Exceptions :</u> - Privilège de l'obteneur - Extension de la protection aux "variétés essentiellement dérivées" - Privilège de l'agriculteur</p>

❶ Une VTH GM se distingue par la présence d'un transgène en son sein. Ce gène peut être breveté. Dans une telle hypothèse, toute plante qui l'exprime est couverte par le monopole du titulaire du brevet. En conséquence, la réserve de l'obteneur qui consiste à permettre aux tiers d'accéder à la variété protégée afin de développer de nouvelles variétés "libres d'exploitation" sera paralysée par l'effet de réservation inhérent au brevet (sous réserve que le gène breveté s'exprime dans cette nouvelle variété végétale).

Pour certains auteurs, le mécanisme de la dérivation essentielle vise à mettre un terme aux situations "limites" dans lesquelles l'introduction d'un aménagement mineur permettait de faire sortir le patrimoine génétique de la variété dérivée du champ de la protection. Pour d'autres, cette évolution est le reflet d'un renforcement massif des droits de propriété industrielle sur le vivant, à l'origine de la rupture d'un équilibre originel. Cette idée de rupture d'un équilibre originel est également mise en avant lorsqu'il est question de breveter "le vivant", instrument d'appropriation d'une invention.

5.1.3.2.2. La protection de l'invention végétale : l'appropriation du trait génétique TH par le brevet

La littérature académique aborde souvent la question du trait de tolérance à un herbicide lorsqu'il est question d'aborder la brevetabilité du vivant. Ceci s'explique par le fait que nombre de VTH aujourd'hui commercialisées dans le monde sont des variétés transgéniques. Toutefois, la brevetabilité du trait de tolérance ne soulève, en lui-même, aucune controverse particulière au sein de la doctrine juridique française. Pour autant, il nous a semblé utile de revenir sur les questions "sensibles" qui y sont associées, à savoir celles relatives à l'étendue du droit d'exclusion reconnu au titulaire du brevet.

Matériellement, une plante tolérante aux herbicides exprime ce trait parce qu'il est codé par son matériel génétique. Ce lien de cause à effet est au cœur de la logique qui sous-tend le brevet. En effet, c'est à partir du moment où une personne est capable de maîtriser ce lien²⁵ et de le reproduire de manière suffisamment fiable, qu'il peut prétendre à l'octroi d'un brevet d'invention, sous réserve de remplir les critères de brevetabilité.

²⁵ L'inventeur n'a pas à expliquer ce lien, c'est-à-dire à décrire la chaîne de réactions métaboliques, afin de prétendre à l'obtention d'un monopole. Seule la description de l'invention, c'est-à-dire le moyen de résoudre un problème technique est requise par les directives d'examen des Offices de brevets.

Ainsi, avec le développement du génie génétique, les scientifiques sont capables d'identifier, isoler, purifier et réintroduire les gènes cibles dans le génotype d'une autre plante, sous le contrôle éventuellement d'un promoteur fonctionnel spécialement sélectionné. Cette maîtrise croissante du "vivant" est au cœur du raisonnement à tenir lorsqu'il s'agit de distinguer ce qui relève du domaine de la découverte ou de l'invention brevetable.

Cette invention doit prendre les traits d'une "solution technique à un problème technique". A ce stade, une précision importante est à fournir. L'objet du brevet qui sera éventuellement délivré n'est pas la matière biologique mais l'information génétique qu'elle encode. En effet, nous sommes en présence d'un droit de propriété "intellectuelle" qui, par essence, porte sur une invention, c'est-à-dire une information. Cette information est génétique. Elle est brevetable sous réserve d'être "fonctionnelle", c'est-à-dire d'être en mesure de s'exprimer dans un contenant biologique. Si la matière biologique n'est pas l'objet de l'invention, elle sera l'objet de la "réservation". Ainsi, à défaut d'expression de l'information génétique, la matière biologique n'est pas couverte par le monopole du breveté (une matière morte n'est pas couverte par le brevet, arrêt Monsanto, juin 2010).

Il faut alors définir le périmètre de la réservation privative sur le vivant végétal. La définition de ce périmètre se fait à l'aune des revendications déposées par le breveté. En effet, l'article 69 de la Convention sur le brevet européen (CBE) dispose que l'étendue de la protection conférée par le brevet est déterminée par la teneur des revendications. Cet article est à mettre en relation avec les articles 83 et 84 CBE qui posent principalement deux exigences. D'une part, les revendications doivent être claires et concises et se fonder sur la description. D'autre part, la demande doit exposer l'invention de façon suffisamment claire et complète pour qu'un homme de métier puisse la reproduire. Ainsi, ce *corpus* de règles édictées par la Convention sur le brevet européen fixe le cadre à l'intérieur duquel les revendications doivent s'insérer et être interprétées.

En présence d'une VTH, il est avant tout question d'une "plante", c'est-à-dire une matière biologique complexe présentant un trait caractéristique vis-à-vis d'un herbicide. Cette plante peut être obtenue par sélection traditionnelle, par l'utilisation d'un nouveau procédé "technique" d'irradiation (mutagenèse), elle peut être obtenue par transgenèse (OGM). En conséquence, une plante TH peut être associée à un dépôt de brevet sur le procédé d'obtention (brevet de procédé), sur le gène encodant la tolérance (brevet de produit) tout en étant couverte par un droit d'obtention végétale (cette plante étant représentative d'une variété présentant un caractère stable, homogène et distinctif).

Ainsi, on distingue traditionnellement les revendications de produit des revendications de procédé au sein du régime du brevet d'invention.

Le brevet de produit

En droit "commun"²⁶ des brevets, l'inventeur qui a déposé une revendication de produit est en mesure de revendiquer tous les procédés d'obtention de la matière visée (le produit) ainsi que toutes ses applications connues et inconnues. On est en présence d'un monopole dit "absolu", au très fort pouvoir de blocage. Le produit peut se définir comme un corps certain et déterminé. Il peut s'agir d'une séquence d'ADN ou d'une plante en tant que telle. Aussi, dans le cadre d'une revendication de produit, la contrefaçon est-elle commise dès qu'un produit similaire est fabriqué par un procédé différent. Et si un tiers découvre une utilisation du produit qui n'est pas évidente et implique de ce fait une activité inventive, il peut la breveter mais il ne pourra pas l'exploiter au plan commercial sans le consentement préalable du titulaire du brevet dominant.

A côté de ces revendications de produit "classiques", on identifie les revendications dites "*product-by-process*". En effet, les Offices de brevets ont été amenés à accueillir des revendications définissant l'objet de l'invention par son procédé de fabrication. "*Ce produit est alors revendiqué comme étant produit par un procédé (cela peut être, sur le principe, un procédé de mutagenèse), si celui-ci peut être décrit de manière reproductible*" (Chemtob-Concé, 2006). En conséquence, ces revendications "*product-by-process*" relèvent d'une catégorie hybride et se présentent traditionnellement comme suit : "*un produit obtenu par le procédé X*" ou "*un produit pouvant être obtenu par le procédé X*". Une revendication du type "*product-by-process*" sera interprétée par les Offices de

²⁶ C'est-à-dire les règles de droit qui s'appliquent à toutes les inventions chimiques, mécaniques et biologiques, en dehors d'une règle de droit spécial qui viendrait y déroger. A l'occasion de la transposition de la directive 98/44 en droit français dans le cadre de la révision des lois de bioéthique, de profonds aménagements ont été apportés par le législateur français. En conséquence, la portée d'une revendication de produit portant sur une séquence d'ADN d'origine humaine est strictement cantonnée à la fonction décrite dans la demande de brevet. On parle dès lors d'un brevet de "fonction" (*cf. infra*).

brevets comme portant sur le produit "en tant que tel", c'est-à-dire conférant une protection absolue. Ces revendications sont donc assorties des mêmes prérogatives que celles reconnues au brevet de produit "classique". En contrepartie, l'admissibilité de ces revendications est encadrée strictement par l'OEB. Il faut que le produit satisfasse aux conditions requises pour la brevetabilité. En d'autres termes, seuls les produits nouveaux, c'est-à-dire en dehors de l'état de la technique (domaine public), peuvent être visés par une revendication de ce type.

Les revendications de procédé

Les revendications de procédé permettent d'appréhender une "façon de faire", soit les techniques de fusion cellulaire, de micro-injection, de culture de cellules. Cela couvre également les techniques de l'ADN recombinant, d'enrichissement et de modification génétique d'une matière biologique mais aussi, potentiellement, les techniques de mutagenèse, à condition qu'elles puissent remplir les différents critères de brevetabilité (nouveau, activité inventive, application industrielle, description suffisante, reproductibilité de l'invention).

Une précision essentielle est à apporter ; le "système" brevet régissant la protection juridique des inventions génétiques est fondé sur un axe inamovible : l'invention d'une "matière biologique" ou d'un procédé est conditionnée par sa dimension "technique", caractérisée dans la pratique par le degré d'intervention humaine. Or, la détermination d'un seuil d'intervention minimale est capitale dans la délimitation du champ de la brevetabilité. Il permet notamment de tracer la frontière entre le procédé essentiellement biologique non brevetable et celui qui peut faire l'objet d'une réservation privative.

De manière traditionnelle, les procédés essentiellement biologiques s'entendent des processus naturels, hors de la maîtrise technique de l'homme (Galloux, 1990). En conséquence, il s'agit de définir le degré d'intervention humaine requis afin de faire basculer un procédé essentiellement biologique dans la catégorie des procédés "techniques" éventuellement brevetables. Les Directives d'examen de l'Office européen des brevets donnent quelques indications des critères retenus en ce domaine puisqu'elles précisent que "*une méthode de traitement des végétaux ou des animaux en vue d'en améliorer les qualités ou le rendement ou en vue de stimuler ou d'interrompre la croissance au moyen d'un procédé mécanique, physique ou chimique (...) ne saurait être considérée comme essentiellement biologique puisque l'essence de l'invention (...) implique une intervention technique*".

Ainsi, dans la décision *Lubrizol*²⁷, la Chambre de recours technique a estimé que le procédé consistant à inverser des étapes "naturelles" ne pouvait être considéré comme essentiellement biologique, cette séquence atypique d'étapes jouant un rôle déterminant dans l'invention et dans le résultat obtenu. Par ailleurs, dans la décision *PGS*²⁸, la Chambre de recours technique a été amenée à se prononcer sur le caractère essentiellement biologique d'un procédé impliquant une étape de transgénèse. En l'espèce, bien que d'autres étapes importantes du procédé fassent appel à des mécanismes naturels, l'étape décisive consistait à insérer une séquence d'ADN dans le génome de la plante, insertion qui ne pouvait se réaliser sans intervention humaine (Pollaud-Dulian, 1997).

Au travers d'un ensemble de décisions émanant de l'Office européen des brevets (OEB), on relève que le critère de distinction repose sur l'exigence d'une intervention causale significative de l'homme susceptible d'influer sur le cours naturel des choses. C'est évidemment le cas dans le cadre de la transgénèse et de la mutagenèse. Dès lors, tout procédé visant à modifier une partie du programme génétique d'un animal ou d'une plante, que ce soit par transgénèse ou tout autre moyen, est par essence technique.

Au sein de la Directive 98/44 transposée en droit français en 2004, l'article 2 § 2 pose désormais une solution dénuée de toute ambiguïté : "*un procédé d'obtention de végétaux ou d'animaux est essentiellement biologique s'il consiste intégralement en des phénomènes naturels tels que le croisement ou la sélection*".

La Grande chambre de recours de l'OEB²⁹ a récemment rappelé qu'un procédé permettant la production de plantes et consistant en une étape de croisement sexué de la totalité du génome de plantes puis une étape de sélection de plantes est, en principe, exclu du champ du brevet car "essentiellement biologique" au sens de la

²⁷ Les revendications portaient sur un procédé d'obtention de semences hybrides hautement homogènes, produites en grande quantité, cf. Chambre de recours technique, décision T 320/87, Plantes hybrides Lubrizol, 10 novembre 1988, JOOEB 1990, p. 71 et s.

²⁸ Chambre de recours technique, 21 février 1995, T 356/93, point 40.1 : « L'étape de transformation des cellules ou du tissu de plante avec un ADN recombinant, qu'elle soit ou non le fait du hasard, constitue une étape technique essentielle ayant un impact décisif sur le résultat final souhaité ».

²⁹ OEB, Grande chambre de recours, 9 décembre 2010.

Convention sur le brevet européen. Il en découle que tout procédé de sélection traditionnelle mis en œuvre par un obtenteur est exclu du champ de la brevetabilité. Aux termes de l'article 64 (2) CBE : "*Si l'objet du brevet européen porte sur un procédé, les droits conférés par ce brevet s'étendent aux produits obtenus directement par ce procédé*". En conséquence, le même produit, lorsqu'il est obtenu par un autre procédé, n'est pas une contrefaçon (voir Scuffi 2003)³⁰.

On peut en conclure qu'en présence d'une revendication de procédé permettant de produire une plante, les tiers ne peuvent exploiter le procédé d'obtention revendiqué et, dans l'hypothèse où ils détiendraient une plante similaire à celles produites par le procédé breveté, c'est au présumé contrefacteur de prouver qu'il n'est pas dans une situation de contrefaçon. En effet, aux termes de l'article 34 de l'Accord ADPIC, tout produit identique fabriqué sans le consentement du titulaire du brevet sera, jusqu'à preuve du contraire, considéré comme ayant été obtenu par le procédé breveté.

Application aux plantes tolérantes aux herbicides

En présence d'une plante TH, l'utilisation d'un nouveau procédé de modification génétique débouchant sur un "produit" nouveau peut entraîner le dépôt d'un brevet de procédé et d'un brevet de produit, sous réserve de remplir les différents critères de brevetabilité :

- le brevet de procédé couvre le nouveau procédé ainsi que les produits obtenus directement par ce procédé (cf. *supra* sur les revendications de procédé).
- quant au brevet de produit, il couvre la plante TH, sous réserve qu'elle soit nouvelle et/ou qu'elle présente une amélioration "sensible" de ses caractéristiques physiques (*product-by-process*). La contrefaçon du brevet sera acquise dès lors qu'un tiers commercialisera une plante TH similaire, peu importe que ce soit par le biais d'un procédé totalement différent³¹.

A ce niveau, une nuance fondamentale doit être apportée à la lumière des différentes techniques d'obtention utilisées (mutagenèse et transgenèse) et du principe général d'interdiction de breveter une variété posé par le Code de la propriété intellectuelle (CPI). En effet, comme le soulignent X. Buffet Delmas d'Autane et A. Doat (2004), la reconnaissance de la brevetabilité des plantes issues de manipulations génétiques connaît certaines limites. Toute manipulation génétique sur un végétal n'est pas brevetable. "*Si l'invention se borne à modifier génétiquement une variété végétale et si une nouvelle variété végétale est obtenue, elle reste exclue de la protection*"³², conformément au principe selon lequel les variétés végétales ne sont pas brevetables en tant que telles.

Toutefois, "*les ensembles végétaux d'un rang taxinomique supérieur à la variété caractérisés par un gène déterminé et non par l'ensemble de leur génome peuvent faire l'objet d'une protection par brevet si l'invention relative y incorpore seulement un gène nouveau et porte sur un ensemble plus large qu'une seule variété végétale. [...] Une modification génétique d'une variété végétale déterminée n'est pas brevetable mais une modification d'une portée plus grande, portant notamment sur une espèce, peut être protégée par brevet*"³³.

Sans entrer dans des détails trop abscons, il en découle deux enseignements :

- D'une part, en matière de transgenèse, une plante TH peut être obtenue par l'insertion d'un transgène qui, une fois exprimé, lui confère une tolérance à un herbicide. La séquence d'ADN correspondant à un gène peut être couverte, en tant que telle, par un brevet de produit. Or cette séquence d'ADN a vocation à être insérée dans une plante afin qu'elle s'exprime. Aux termes de l'article 9 de la directive 98/44³⁴, le monopole s'étend à toute matière dans laquelle l'information génétique est contenue et y exerce sa fonction. En d'autres termes, la plante sera "réservée" par l'inventeur de la séquence d'ADN, à condition que cette dernière soit active. Toute production d'une plante contenant la même séquence nucléotidique active sera constitutive d'un acte de contrefaçon.

La plante TH en question peut être couverte également par une revendication dite "product-by-process" sous réserve que la faisabilité technique de l'invention ne soit pas limitée à une variété végétale déterminée, ce qui est le cas en matière de transgenèse. Il est donc aujourd'hui suffisant, pour admettre la brevetabilité d'une plante

³⁰ Chambre de recours technique, décision T 20/94 du 4 novembre 1998, citée par

³¹ Ce qui ne sera pas le cas en présence d'une revendication de procédé.

³² Considérant n°32 de la directive 98/44.

³³ *Rapp. de la Commission au Parlement et au Conseil - Évolution et implications du droit des brevets dans le domaine de la biotechnologie et du génie génétique, COM/2002/0545, 7 oct. 2002, pt [32] : <http://europa.eu.int/scadplus/leg/fr/lvb/l26026a.htm>.*

³⁴ Article L613-2-2 du Code de la propriété intellectuelle.

TH transgénique, que la manipulation génétique soit applicable à plusieurs variétés végétales et non à une variété végétale déterminée. "Tel est le cas pour la plante issue d'une modification de son patrimoine génétique destinée à la rendre résistante à certains herbicides, comme le canola RoundUp Ready® de Monsanto, puisqu'elle ne constitue pas à proprement parler une nouvelle variété caractérisée par l'ensemble de son génome, mais seulement un végétal caractérisé par un gène déterminé" (Passa, 2005).

Pour J. Passa (2005), si la plante servant de base à la manipulation constituait une variété végétale protégée, "il est possible que (deux) modes de protection coexistent, chacun couvrant un objet juridique différent : le droit d'obtention végétale pour la variété végétale, obtenue le cas échéant par manipulations génétiques, et le brevet pour l'invention incorporée dans la plante consistant dans l'adjonction d'un gène remplissant une fonction technique, même si ce gène est présent dans toute la plante puisque toute la structure physique est formée des cellules comprenant le gène".

De toute évidence, le législateur a promu une "fiction juridique" destinée à justifier la "coexistence" de deux systèmes de protection qui, en principe, sont exclusifs l'un de l'autre. Il convient en effet de rappeler qu'une obtention au sens strict correspond à un génotype, "c'est-à-dire l'ensemble des caractères génétiques qui la distingue de ce qui est déjà connu". Ce génotype nouveau peut être "approprié" exclusivement par le biais d'un COV. Or, un gène breveté inséré dans le génotype d'une plante offre à l'inventeur la possibilité de revendiquer la "plante" à l'intérieur de laquelle s'exprime le gène. La "fiction juridique" consiste à dissocier le gène du génotype bien que les revendications couvrent le produit, c'est-à-dire la "matière biologique" (la plante). En théorie, il n'y a donc pas "cumul" de protection. En pratique, un brevet et un COV peuvent couvrir une seule et même plante.

- En matière de mutagenèse, une difficulté surgit. En effet, la technique utilisée conduit à l'apparition d'un nouveau génotype, à savoir celui de la plante cible sélectionnée en raison de ses caractéristiques génotypiques.

Cette plante est, en principe, non brevetable en tant que telle : elle ne peut être couverte par une revendication de produit. En effet, "lorsque le brevet est revendiqué pour un produit, il convient simplement de déterminer si ce dernier constitue ou non une variété végétale nouvelle protégeable par COV. Dans le premier cas de figure, la protection du brevet est exclue et celle du COV accessible. Dans le second, c'est la protection du COV qui est exclue et celle du brevet qui devient accessible" (Bouche, 2007). Toutefois, le procédé d'obtention de la plante TH peut accéder à la protection par brevet si la faisabilité technique de l'invention n'est pas limitée à une variété végétale déterminée. Tel est le cas en matière de mutagenèse. Or, les produits qui en sont issus sont couverts par le brevet (art. L. 613-2-3, al. 2 du CPI).

A ce niveau, on identifie une nouvelle "fiction" juridique. En effet, on peut considérer que "brevet et COV n'auront alors pas exactement le même objet : celui du brevet sera toute plante issue du procédé breveté, tandis que celui du COV sera une variété végétale déterminée" (Bouche, 2007). Dans la pratique, la plante qui est obtenue à partir d'un procédé de mutagenèse sera couverte potentiellement par deux droits de propriété industrielle. D'une part, par un droit d'obtention végétale et, d'autre part, par un droit de brevet portant sur la plante obtenue par le procédé breveté.

On comprend aisément que de telles fictions juridiques poursuivent un objectif clairement affiché : conserver la logique sous-jacente qui innerve le droit européen de la propriété industrielle dans le domaine du "vivant". L'objet du COV ne peut être qu'une variété végétale, l'objet du brevet ne peut être qu'une invention végétale (c'est-à-dire tout ce qui ne relève pas du génotype).

Si le cumul de protection est en principe impossible, il est une réalité susceptible d'enclencher un phénomène de redevances en cascade aboutissant à un renchérissement du produit pour l'utilisateur final. D'autant que plusieurs autres régimes de propriété industrielle peuvent s'appliquer aux produits végétaux. "Ainsi de très nombreux produits du sol peuvent-ils bénéficier de la protection du droit des appellations d'origine ; mais la protection tend alors à garantir l'origine géographique du produit en assurant aux producteurs qui remplissent les conditions du cahier des charges l'exclusivité de l'utilisation de l'appellation (...). De même, une marque peut être appliquée à une obtention végétale ; mais l'exclusivité conférée n'est alors assurée que sur l'usage de la marque, pas sur la création végétale elle-même" (Bouche, 2007).

Tableau 5-3. La protection par brevet d'une plante tolérante aux herbicides ❶

Monopole Plante TH	Revendication de produit	Revendication de procédé
Plante TH OGM (Transgénèse)	<p><u>Conditions ❷</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> - La plante exprime le gène d'intérêt ; - La faisabilité technique de l'invention ne doit pas être limitée à une variété végétale. <p><u>Portée</u> :</p> <p>Dans le cadre d'une revendication <i>product-by-process</i>, la plante sera revendiquée en tant que telle. Tous les procédés d'obtention ainsi que toutes les applications de la plante sont couverts par le brevet.</p>	<p><u>Conditions</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Le nouveau procédé d'obtention d'une plante OGM doit remplir les critères de brevetabilité requis (nouveau, etc.). <p><u>Portée</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Le procédé est protégé. Un tiers ne peut pas l'exploiter sans l'autorisation du breveté. - Le monopole s'étend aux plantes obtenues directement par le procédé ❸.
Plante TH non-OGM impliquant une intervention "technique" humaine (ex : Mutagenèse)	<p><u>Principe</u> : une plante obtenue par mutagenèse n'est pas brevetable en tant que telle (la technique utilisée conduit à l'apparition d'un <u>nouveau génotype</u> appropriable exclusivement par la voie du COV, cf. V.E.D.</p> <p><u>Exception</u> :</p> <p>L'identification, après exposition de la plante à un agent chimique, du gène induit encodant la résistance à un herbicide peut ouvrir la voie à un dépôt de brevet sur le gène d'intérêt isolé.</p> <p>Dans un tel cas de figure, toute plante incorporant le gène d'intérêt breveté peut être couverte par un droit de brevet.</p>	<p><u>Conditions ❷</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Le nouveau procédé d'obtention d'une plante OGM doit remplir les critères de brevetabilité requis (nouveau, etc.). - La faisabilité technique de l'invention ne doit pas être limitée à une variété végétale <p><u>Portée</u> : cf. plante TH OGM</p>
Plante TH non-OGM issue d'un procédé de sélection traditionnelle	NON	NON
	La technique utilisée conduit à l'apparition d'un <u>nouveau génotype</u> appropriable exclusivement par la voie du COV)	Un procédé essentiellement biologique d'obtention de végétaux est non brevetable au sens de la Convention sur le brevet européen.

❶ Une VTH n'est pas brevetable en France et en Europe. Toutefois, les plantes qui la composent peuvent être protégées par brevet.

❷ L'invention doit remplir bien évidemment les critères "classiques" de brevetabilité (nouveau, caractère inventif, application industrielle, description suffisante). En droit européen des brevets, la plante ne doit pas présenter un risque avéré de dommage pour les personnes et/ou l'environnement.

❸ Une distinction importante est à faire entre un brevet de produit qui porte sur une plante TH et un brevet de procédé dont le monopole s'étend aux plantes TH obtenues directement par le procédé. Dans le premier cas, tous les modes de production de la plante sont "monopolisés". Ainsi, un tiers qui développerait un nouveau mode de production de cette plante serait dépendant du titulaire du brevet de produit. Dans le second cas, cela ne serait pas le cas. Par contre, une présomption de contrefaçon pèserait sur ses épaules, à charge pour le tiers de démontrer qu'il a obtenu cette plante par le biais d'un autre procédé.

❹ A titre d'exemple, dans le cadre de la demande de brevet "Souris de Harvard" (Division d'opposition de l'OEB, 7 novembre 2001, *Souris oncogène C/ Harvard*, JO OEB 2003, n° 10, p. 473), il était question d'un cas typique de revendications dites "product-by-process". La revendication n°19 portait sur "un animal mammifère transgénique non humain dont les cellules germinales et cellules somatiques contiennent une séquence oncogène activée comme étant le résultat d'une incorporation chromosomique dans le génome de l'animal ou dans le génome d'un ancêtre dudit animal". Une revendication du type "product-by-process" permet d'étendre ses prérogatives à tout micro-organisme, animal ou plante dans lequel une séquence d'ADN serait incorporée, du moment que l'homme du métier est en mesure de reproduire l'invention sans doutes sérieux.

A l'issue de cette présentation des types de revendication prévus par le droit des brevets, il ne fait aucun doute que les gènes, les cellules et les plantes génétiquement modifiées codant une tolérance aux herbicides ont intégré la sphère marchande en raison de la délivrance depuis plus de 30 ans de brevet de produit et/ou de procédé. Néanmoins, dans un souci de prendre en considération les spécificités du vivant, les législateurs européen et français sont intervenus afin d'aménager en profondeur le système brevet.

Un droit des brevets "sui-generis" en présence d'inventions biotechnologiques

L'une des questions longtemps débattue était de savoir si le "système" brevet, tel qu'il est appliqué aux inventions mécaniques, pouvait ou devait être transposé aux inventions biologiques. En effet, en raison des

caractéristiques propres au "vivant" (autoreproductibilité, variabilité, complexité fonctionnelle), plusieurs difficultés ont surgi lorsqu'il était question d'envisager la brevetabilité d'une création biologique. Ainsi, la préexistence d'un gène dans la nature a été souvent présentée comme un obstacle majeur à la brevetabilité du vivant, en raison de l'absence de nouveauté de l'invention. Cet argument a été rapidement balayé par les Offices de brevets pour lesquels la nouveauté d'une invention s'apprécie par rapport à l'état de la technique, c'est-à-dire l'ensemble des connaissances humaines tombées dans le domaine public.

Une autre difficulté portait sur la difficulté que pouvait éprouver un déposant à offrir une description suffisante de l'invention génétique. S'il n'est pas insurmontable de décrire la structure d'un acide nucléique, il est beaucoup moins évident de décrire une cellule eucaryote génétiquement modifiée. Pour contourner cette difficulté, le législateur a offert la possibilité à l'inventeur d'effectuer un dépôt de matière biologique auprès de l'une des 34 Autorités de dépôt internationales habilitées (A.D.I.) dans le monde aux fins de description.

Enfin, la portée des droits de monopole a suscité de vives controverses en raison du caractère multifonctionnel d'une séquence d'ADN et des risques de réservation sans rapport avec l'apport technique de l'inventeur. Afin de limiter la portée du monopole octroyé au titulaire d'un brevet, le législateur européen a entériné une série d'aménagements (renforcés à l'issue de la transcription en droit français de la Directive 98/44), en écartant la possibilité de délivrer des monopoles dits "absolus" (c'est-à-dire couvrant toutes les applications connues et inconnues d'une séquence revendiquée, seule l'application décrite dans la demande de brevet étant protégée).

D'autres aménagements ont été apportés au régime du brevet afin de l'adapter aux spécificités du "vivant" comme l'extension de la protection aux mutants et variants ou le mécanisme de l'épuisement du droit de brevet, sans qu'il soit nécessaire d'entrer plus dans les détails.

Autre évolution majeure, propre au droit des brevets biotechnologiques et en relation directe avec le domaine de l'expertise, la prise en compte du risque environnemental par les Offices de brevet.

La prise en considération du risque environnemental par les Offices de brevet

Certains questionnements portent sur la prise en considération par les Offices de brevets du risque environnemental à l'occasion de la délivrance d'un droit de monopole, sans toutefois faire l'objet d'un consensus à ce niveau. En effet, certains opposants au brevet ont fait valoir le risque environnemental encouru si les descendants des plantes ou animaux transgéniques venaient à s'échapper et à répandre les gènes dans la nature.

A ce sujet, la Division d'examen de l'Office européen des brevets (OEB) a estimé dans un premier temps que le droit des brevets n'était pas l'outil adéquat pour régler ces problèmes. Dans un second temps, la Chambre de recours technique de l'OEB n'a pas hésité à prendre le contre-pied de la Division d'examen et a précisé qu'il fallait "*peser soigneusement d'une part, les risques éventuels pour l'environnement, et d'autre part, les avantages de l'invention, son utilité pour l'humanité*".

Toutefois, cette position de l'Office européen des brevets n'a pas été reprise dans le texte de la Directive 98/44, dont l'article 6 2. d) exclut de la brevetabilité pour contrariété à l'ordre public et aux bonnes mœurs les seuls "*procédés de modification de l'identité génétique des animaux de nature à provoquer chez eux des souffrances sans utilité médicale substantielle pour l'homme ou l'animal*". Aucune exclusion spécifique n'est donc envisagée par la Directive ou par le Code de la propriété intellectuelle pour atteinte potentielle à l'environnement³⁵.

En pratique, seul un risque grave et prouvé au moment de l'examen du brevet peut être pris en compte par l'OEB³⁶. Une nouvelle fois, on s'inscrit dans la logique de prévention pour risques avérés et non de précaution. Dès lors, le caractère effectif de cette exclusion de brevetabilité semble bien fragile. En effet, la plupart des demandes de brevets portant sur de telles inventions sont le résultat de recherches en amont n'ayant pas fait l'objet d'études d'impact. En d'autres termes, la prise en compte du risque environnemental n'interviendra sans doute que de façon exceptionnelle.

³⁵ Une voie est toutefois possible par le biais de l'article L611-17 du CPI qui dispose : "*Ne sont pas brevetables les inventions dont l'exploitation commerciale serait contraire à la dignité de la personne humaine, à l'ordre public (...), cette contrariété ne pouvant résulter du seul fait que cette exploitation est interdite par une disposition législative ou réglementaire*". La contrariété de l'invention à l'ordre public peut être un moyen de rejeter une demande de brevet sur le fondement d'un risque légitimement "suspecté" d'atteinte à l'environnement.

³⁶ Cf. décision T 356/93, 21 février 1995, PGS, JOOEB 8/1995.

A la lumière de ces développements, on comprend que la plante TH, entité biologique susceptible d'être brevetée et élément d'un ensemble plus vaste (à savoir une VTH), est au cœur d'une articulation (ou d'une friction) entre le droit d'exclusivité inhérent au brevet et le droit d'obtention végétale reconnu à l'obteneur. Pour Maryline Boizard, cette situation "*risque (...) de générer des conflits de protection entre droit des brevets et droit des obtentions végétales*". Afin de pallier un tel risque, le législateur européen a institué des licences de dépendance obligatoires entre obtenteur et inventeur.

5.1.3.2.3. La coexistence des droits de propriété industrielle : les licences de dépendance entre obtenteur et inventeur

L'introduction d'un gène dans le génotype d'une plante couverte par un COV ou, à l'inverse, le développement d'une nouvelle variété sur la base d'une caractéristique phénotypique particulière codée par un gène breveté, soulèvent de nombreuses questions quant à la relation de dépendance unissant obtenteur et inventeur. En effet, comme nous l'avons vu, le développement de la transgénèse favorise la naissance d'un nouveau cas de dépendance potentielle entre deux "produits" génétiques.

Ces hypothèses n'ayant pas été envisagées dans la plupart des législations nationales relatives au droit de brevet, la directive communautaire 98/44 s'est appliquée à les régler. Aux termes de son article 12 alinéa 2 : "*lorsque le titulaire d'un brevet concernant une invention biotechnologique ne peut exploiter celle-ci sans porter atteinte à un droit d'obtention végétale antérieur sur une variété, il peut demander une licence obligatoire pour l'exploitation non exclusive de la variété protégée par ce droit d'obtention, moyennant une redevance appropriée*"³⁷. La situation inverse est visée à l'alinéa 1^{er} du texte communautaire. Ainsi, lorsqu'un obtenteur ou un inventeur est dépendant d'un droit de propriété industrielle détenu par un tiers, il peut demander la concession d'une licence d'exploitation à condition que la variété constitue à l'égard de l'invention revendiquée "*un progrès technique important*" et présente "*un intérêt économique considérable*".

Ce dernier critère pose de toute évidence l'exigence d'un écart quantitatif et qualitatif entre les deux innovations. Or, pour certains auteurs, le législateur offre ainsi au juge chargé de se prononcer sur la demande de licence un large pouvoir d'appréciation qui crée une grande incertitude quant à l'issue des demandes de licence (Boizard, 2005). A notre connaissance, aucune licence à caractère judiciaire n'a été délivrée sur un tel fondement.

Le dernier point "discuté" au sein de la doctrine juridique porte sur la mise en œuvre du privilège de l'agriculteur.

5.1.3.2.4. Le privilège de l'agriculteur

Il existe une pratique ancestrale au sein du monde agricole qui consiste à réutiliser les graines des plantes protégées afin d'ensemencer les cultures. En application des articles 8 et 9 de la Directive 98/44 relative à la protection juridique des inventions biotechnologiques, de telles semences sont couvertes par le droit de brevet. Toute réutilisation à des fins de production est en principe constitutive d'un acte de contrefaçon (dès que l'information génétique brevetée s'exprime). Toutefois, pour des motifs attenant au respect des "traditions" agricoles, le privilège de l'agriculteur a été dans un premier temps accueilli au sein du droit des obtentions végétales (Convention UPOV), avant d'être repris et consacré par la Directive 98/44 relative à la protection juridique des inventions biotechnologiques. Il a été également repris dans le régime communautaire des obtentions végétales.

Aux termes du règlement communautaire, le recours aux semences (ou plants) de ferme n'est autorisé que pour quatre types de plantes : les plantes fourragères, les céréales, les pommes de terre et les plantes oléagineuses ou à fibres. Les autres secteurs tels que l'horticulture en sont exclus. L'article 14.3 du règlement prévoit également le paiement d'une rémunération au profit de l'obteneur dont le taux est sensiblement inférieur à celui prévu dans les licences de production. Il est notamment question de verser une redevance "équitable". Pour les plus petites exploitations (répondant à certains critères "quantitatifs", tels que la taille de l'exploitation), la rémunération n'est pas due.

³⁷ Article L. 613-15-1 du CPI : "*Lorsqu'un obtenteur ne peut obtenir ou exploiter un droit d'obtention végétale sans porter atteinte à un brevet antérieur, il peut demander la concession d'une licence de ce brevet dans la mesure où cette licence est nécessaire pour l'exploitation de la variété végétale à protéger et pour autant que la variété constitue à l'égard de l'invention revendiquée dans ce brevet un progrès technique important et présente un intérêt économique considérable. Lorsqu'une telle licence est accordée, le titulaire du brevet obtient à des conditions équitables, sur demande présentée au tribunal, la concession d'une licence réciproque pour utiliser la variété protégée*".

Au sein du droit français des obtentions végétales, la France a longtemps constitué une "exception" en la matière. En effet, la première Convention UPOV de 1961 conférait aux obtenteurs une protection "limitée", cantonnant la contrefaçon à tous les actes de production à des fins d'écoulement commercial. L'expression "*à des fins d'écoulement commercial*" n'englobait donc pas la production de semences à des fins de réensemencement pour les besoins de sa propre exploitation (semences de ferme). A l'occasion de l'adoption de la loi du 11 juin 1970 relative à la protection des obtentions végétales, le législateur français avait pris le soin d'exclure l'expression susvisée. En conséquence, l'article L. 623-4 du CPI conférait au titulaire du COV "*le droit exclusif à produire, à introduire sur le territoire (...), à vendre (...), la variété protégée*". Il en résultait que toute forme de production lui était réservée, même à fin de réensemencement des parcelles exploitées³⁸ (Anvar, 2008).

La Convention UPOV de 1991 encadre strictement l'exercice du privilège de l'agriculteur, et un projet de loi vient d'être adopté par le Sénat le 8 juillet 2011, et par l'Assemblée le 28 novembre 2011, visant à l'introduire en droit français. Aux termes des motifs de ce projet de loi et en conformité avec le droit communautaire, la pratique des semences de ferme est autorisée sous réserve d'un paiement effectué par les agriculteurs bénéficiaires aux titulaires des droits sur les variétés concernées. L'article 14 du projet de loi prévoit notamment que les agriculteurs peuvent recourir aux semences de ferme moyennant le paiement d'une indemnité aux titulaires des COV. Les modalités de fixation du montant des redevances dues seront établies par un décret pris en Conseil d'Etat. Laurence Boy (2008) en conclut que la matière du "privilège de l'agriculteur" est d'une complexité aujourd'hui rarement égalée.

Tableau 5-4. Principales différences entre le régime du brevet d'invention et le régime du COV

	Brevet (de produit)	COV
Objet	Une invention soit une solution technique à un problème technique qui prendra la forme d'une information génétique fonctionnelle dont l'expression est maîtrisée par le breveté.	Une variété végétale créée ou "découverte" ❶ correspondant à un génotype partagé par un ensemble de plantes.
Durée de la protection	20 ans	De 25 à 30 ans
Critères de protection	L'invention doit être nouvelle, inventive, susceptible d'application industrielle et suffisamment décrite pour que l'homme du métier puisse la reproduire.	La variété végétale doit être nouvelle et remplir les critères D.H.S.
Etendue de la protection	Le produit revendiqué, à savoir un corps déterminé (gène, cellule, plante), est protégé en soi. Tous procédés d'obtention et toutes nouvelles applications du produit (même inconnues, sauf en présence d'une séquence d'ADN d'origine humaine) sont couvertes par le monopole reconnu au breveté. Limites : - Exemption en faveur de la recherche (fondamentale, scientifique) - Privilège de l'agriculteur Conclusion : la règle de principe est celle de la <u>dépendance</u> dès lors que l'invention est exploitée par un tiers sous quelque forme que ce soit.	L'obtenteur est titulaire d'un droit d'exclusion quant à la production, l'introduction sur le territoire, la vente de tout ou partie de la plante. De la même manière, une variété essentiellement dérivée (VED) de la variété protégée est dépendante du COV initial Limites : - Exemption en faveur de la recherche fondamentale - <u>Privilège de l'obtenteur</u> - Privilège de l'agriculteur Conclusion : la règle de principe est celle de l' <u>indépendance</u> entre deux obtentions végétales dès lors qu'il existe une distance variétale suffisamment importante entre elles (sauf hypothèse de VED).
Licences obligatoires	Des mécanismes de licences obligatoires sous conditions sont prévus par le Code de la propriété intellectuelle : - entre obtenteur et inventeur - entre deux inventeurs	Des mécanismes de licences obligatoires sous conditions sont prévus par le Code de la propriété intellectuelle : - entre obtenteur et inventeur - entre deux obtenteurs (hypothèse d'une VED) ❷

❶ Aux termes du projet de loi adopté par le Sénat le 8 juillet 2011 relatif aux certificats d'obtention végétale, il est question d'interdire l'attribution d'un COV par le seul fait de s'être approprié une ressource génétique naturelle qui serait restée jusqu'à présent inexploitée. Ainsi, la découverte d'une variété végétale nouvelle ne peut ouvrir droit à un COV.

❷ Article 29 du règlement (CE) n° 2100/94 du 27 juillet 1994 instituant un régime de protection communautaire des obtentions végétales. Un tel mécanisme n'existe pas en droit français. Toutefois, un projet de loi voté par le Sénat prévoit d'introduire cette notion dans le Code de la propriété intellectuelle.

³⁸ Jusqu'il y a peu, en France, l'agriculteur qui se procure des semences protégées par COV n'était pas autorisé à réensemencer ses champs avec le produit de sa récolte sauf accord interprofessionnel signé entre les agriculteurs et certains obtenteurs : ainsi, en France, le privilège de l'agriculteur n'existait que pour les variétés de blé tendre au travers d'un accord interprofessionnel dénommé "Contribution Volontaire Obligatoire". Aux termes de cet accord, un prélèvement est fait sur les produits de récolte vendus, équivalent à la moitié des redevances appliquées aux semences certifiées.

En résumé, Le Tableau 5-5 applique au cas des VTH les types de protection intellectuelle que ces variétés peuvent éventuellement cumuler selon qu'elles sont obtenues par des méthodes de sélection "traditionnelles", par mutagenèse ou par transgenèse. Ainsi, une plante TH peut dans certains cas être protégée en Europe à la fois par COV et par brevet, à condition que le génotype revendiqué par l'obteneur remplisse les critères DHS et que la séquence d'ADN codant le trait TH soit exprimée par la plante. En pratique, si la quasi-totalité des variétés sont en Europe protégées par COV, le trait TH ne fait donc pas systématiquement l'objet d'un brevet.

Tableau 5-5. Voies de protection possibles des VTH et de l'information génétique TH selon le mode d'obtention du trait

Objet de la protection		protection de la VTH (Génotype)	protection de l'information génétique TH (Gène)
"types" de plante TH	mode d'obtention		
Inclusion dans le champ de la 2001/18/CE			
Non	introgression d'une mutation spontanée par croisements et sélection (sélection variétale classique) <i>ex. Maïs DUO System®, Tournesol Clearfield®...</i>	Pays européens : COV	Pays européens : - brevet de produit possible *
	techniques actuelles de mutagenèse <i>ex. Tournesol Express Sun®, Colza Clearfield®...</i>		Pays européens : - brevet de produit possible * - brevet de procédé possible **
Oui	techniques actuelles de transgenèse <i>ex. RR®, LL®</i>		

* si la séquence d'ADN et sa fonction sont précisément isolées et identifiées pour la première fois (connaissance qui n'était jamais tombée dans le domaine public)

** si le procédé est nouveau, applicable à d'autres variétés et reproductible par l'Homme du métier

Le tableau 5-6 récapitule les dispositions prévues par le COV et le brevet en termes de limitations au monopole de leur titulaire.

Tableau 5-6. Limitations au monopole octroyé par un brevet ou un COV

	COV (convention UPOV)	Brevet (directive 98/44/CE)
Exemption en faveur de la recherche	Prévue aux échelles communautaire et nationale	
Privilege de l'agriculteur	Prévu à l'échelle communautaire (règlement communautaire 1994)	Prévu à l'échelle communautaire et nationale
Privilege de l'obteneur	Prévu à l'échelle communautaire pour les nouvelles variétés hors VED	Non prévu à l'échelle communautaire En France : la transcription de la directive autorise la commercialisation libre de droits de la nouvelle variété si l'élément breveté n'est pas exprimé par la plante

De ces différences de régime découle la distinction pratique suivante :

- Un obteneur a toujours la possibilité d'utiliser une variété végétale protégée par COV afin de développer une nouvelle variété libre d'exploitation.
- Un obteneur a toujours la possibilité d'utiliser une variété végétale protégée par COV et incorporant un gène TH breveté à des fins de sélection variétale. Néanmoins, il ne pourra pas commercialiser la nouvelle variété sans l'accord du titulaire du brevet si le gène d'intérêt y est toujours actif.
- Pour pallier ces possibles hypothèses de "blocage" entre obteneur et inventeur, la directive 98/44 a institué un système de licences croisées obligatoires délivrées par la voie judiciaire.

Ainsi, pour les variétés protégées à la fois par COV et par brevet, seuls l'exemption en faveur de la recherche et

le privilège de l'agriculteur sont prévus par la législation européenne. En France, bien qu'elle soit tolérée dans les faits, l'utilisation des semences de ferme est explicitement interdite par la loi en matière de COV. Le projet de loi du 8 juillet 2011 (actuellement voté uniquement par le Sénat) prévoit de modifier les dispositions du CPI en faveur du privilège de l'agriculteur. Ce privilège est par ailleurs prévu en droit français des brevets depuis la transposition de la directive 98/44/CE.

On pourrait résumer les différences de régime qui opposent brevet et COV de la manière suivante : la règle de principe en droit des brevets est celle de la dépendance dès lors que l'invention est exploitée par un tiers sous quelque forme que ce soit ; la règle de principe en droit des obtentions végétales est celle de l'indépendance entre deux obtentions végétales dès lors qu'il existe une distance variétale suffisamment importante entre les deux.

Les règles et principes de la protection des innovations variétales diffèrent selon les régions du monde considérées. En effet, aux Etats-Unis, les obtenteurs ont la possibilité de protéger leurs innovations variétales soit par brevet soit par une protection de type UPOV (la possibilité de choisir entre l'une ou l'autre de ces alternatives dépend des espèces végétales considérées). Contrairement à la protection de type UPOV, le système de brevet américain ne prévoit ni privilège de l'obtenteur, ni privilège de l'agriculteur ; ces différences d'étendue des monopoles conférés ont incité les obtenteurs à choisir massivement la protection par brevet.

5.2. Coexistence des filières et responsabilité : éclairages économique et juridique

Cette seconde partie du chapitre traite de la problématique de la coexistence abordée tant du point de vue économique que du point de vue des éléments de droit qui l'encadrent. Dans un premier temps, une analyse des travaux économiques ayant trait aux exigences de la coexistence et à leur mode de gestion est proposée. Cette gestion apparaîtra comme très sensible aux options réglementaires qui ont été choisies. Celles-ci laissent généralement le coût des mesures de coexistence à la charge de l'agriculteur développant la nouvelle variété OGM et précisent les attentes en matière de contrôle de la dissémination. L'étude de ce cadre juridique sera ainsi proposée dans un deuxième temps.

5.2.1. Coût de la coexistence entre variétés

François Coleno

Les VTH sont aujourd'hui contestées, comme en témoigne les récentes prises de positions de syndicats agricoles (confédération paysanne, 12/04/2010³⁹) des faucheurs volontaires ou des associations de vigilance face aux biotechnologies (infogm.org). A l'inverse ces variétés présentent un intérêt pour les agriculteurs, en permettant d'une part une simplification du travail et en laissant espérer de meilleurs rendements, du fait d'un désherbage facilité et plus efficace (section 5.1.1.). Certaines de ces VTH sont en outre obtenues *via* des techniques de modifications du génome et sont alors soumises aux exigences de la coexistence sur le territoire européen. Dans une telle situation, le débat autour des VTH peut déboucher sur l'émergence de deux marchés distincts. Assurer une telle différenciation des variétés (et des produits qui en sont issus) nécessite de veiller à l'absence de mélange à plusieurs stades de la production et de la transformation. Au niveau de la production agricole, ces étapes concernent la production de semence, l'isolement des parcelles en vue d'éviter des transferts de gènes d'une parcelle à l'autre, le regroupement des productions agricoles par les organismes stockeurs (Meynard et Le Bail, 2001). Au niveau de la transformation, les points critiques sont liés au transport et au stockage des lots de produits, du fait d'une nécessité de nettoyage importante (Wilson et al., 2008a) et aux lignes de production des opérateurs (Scipioni et al., 2005). Plusieurs raisons expliquent ce dernier point. L'origine du produit livré peut être sujette à caution, il peut y avoir des erreurs d'analyses sur le lot en sortie du fournisseur ou bien l'agrégation de lots différents peut engendrer une augmentation du taux de présence fortuite. La mise en place de mesures permettant de limiter les mélanges et les "contaminations" entraîne des surcoûts dans les différentes étapes de production et de transformation. Ces surcoûts peuvent affecter le choix des acteurs d'avoir recours ou non à ces innovations. Ces surcoûts ont en particulier été étudiés dans le cadre de la coexistence OGM / non-OGM qui constitue en quelque sorte un cas d'école. C'est donc cette question de l'intérêt économique de la coexistence que nous proposons d'aborder ici, tant du point de vue de ses impacts sur les agriculteurs que sur les acteurs situés en aval de ceux-ci.

L'analyse bibliographique que nous avons réalisée est fortement centrée sur les plantes génétiquement modifiées. Même si, et c'est là le paradoxe, une telle coexistence n'a pas été mise en place actuellement en France et très peu en Europe. L'ensemble des travaux que nous avons donc mobilisé porte sur des travaux de modélisation à but analytique et explicatif. Une part non négligeable de ces travaux est issue des deux programmes de recherche européens SIGMEA (Sustainable Introduction of GMO in European Agriculture) et COEXTRA (GM and non GM supply chains : thier CO-Existence and TRAcability). Ces travaux traitent pour partie du problème de l'intérêt même de l'utilisation d'une technologie GM dans le cadre de la coexistence, que ce soit pour les consommateurs ou les acteurs des filières. Il s'agit en effet de savoir si les gains économiques liés à l'utilisation de cette technologie ne sont pas annulés, en partie, totalement, voire au-delà, par les surcoûts engendrés par la coexistence.

³⁹ http://www.confederationpaysanne.fr/plantes-mutees-resistant-herbicide-risques-ge_23.php&actualite_id=1623

La seconde thématique que nous traiterons concerne la mise en place de mesures d'isolement au champ. En effet, alors que les législations européennes proposent des modalités relativement rigides fondées sur la mise en place de distances d'isolement par les agriculteurs utilisant la technologie GM, d'autres modalités, plus souples, peuvent être envisagées, reposant sur des zones tampons (c'est-à-dire des pièges à pollen constitués de quelques rangs de cultures non GM). Ces zones tampons peuvent être à la charge de l'agriculteur GM ou de l'agriculteur non-GM qui dans ce cas reçoit une compensation. Une autre modalité de gestion envisagée repose sur des ententes entre agriculteurs ou entre les agriculteurs et les autres opérateurs agricoles (comme les coopératives agricoles, par exemple) sur le territoire afin de regrouper les cultures TH et de les éloigner des cultures conventionnelles.

Enfin, la dernière thématique que nous aborderons porte sur les coûts de la coexistence au sein des chaînes d'approvisionnement, c'est-à-dire en aval de la production agricole.

5.2.1.1. L'intérêt de la coexistence pour les différentes catégories d'acteurs et l'impact sur l'utilisation des technologies

5.2.1.1.1. L'impact de la coexistence sur le "bien-être" des différents acteurs

L'analyse du bénéfice de la coexistence pour les différents acteurs repose sur l'utilisation de modélisations économiques. Trois auteurs au moins ont abordé cette question via des modélisations qui représentent les différents acteurs impliqués, depuis les agriculteurs jusqu'aux consommateurs. Selon les publications, plusieurs biens sont identifiés (OGM et non-OGM dans certains cas et OGM, non-OGM et bio dans d'autres).

Dans leur publication, Wilson et al (2008b) considèrent un marché composé de deux biens, du blé RoundUp® Ready et du blé non-GM IP (*Identity Preservation*). Ils se situent sur un marché nord-américain où les coûts liés à la coexistence sont donc supportés par les agriculteurs et les producteurs non-GM. Le modèle développé est un modèle d'équilibre partiel avec une différenciation verticale (un produit est toujours plus cher que l'autre) qui prend en compte les coûts de transport entre les pays. Les résultats de cette modélisation montrent que les consommateurs appartenant à des pays ne pratiquant pas de restriction sur l'utilisation de la technologie OGM voient les prix des protéines de blé diminuer. En outre, les agriculteurs américains ayant recours à cette technologie voient eux aussi leur bien-être (c'est-à-dire leurs gains) augmenter.

Desquilbet et Bullock (2009) considèrent eux aussi le marché américain de l'*Identity Preservation*. Comme Wilson et al (2008b), ils prennent en compte les producteurs (notion qui agrègent les agriculteurs et les premiers transformateurs) et les consommateurs. Toutefois, alors que Wilson et al. (2008b) considèrent que les producteurs IP supportent les coûts de la coexistence, Desquilbet et Bullock considèrent l'existence de coûts supportés par les producteurs GM (du fait d'une perte de flexibilité de la totalité de la filière) et considèrent deux types de consommateurs : ceux pour qui l'OGM est parfaitement substituable au non-OGM et ceux qui ne peuvent envisager de consommer des OGM. Le pourcentage de ces deux types de consommateurs est supposé variable. Dès lors, les auteurs mettent en évidence l'existence de plusieurs équilibres selon la part relative de chaque type de consommateurs et selon le niveau des coûts indirects liés à la coexistence. En l'absence de consommateurs ayant une préférence pour l'IP, cette filière n'apparaît pas et on assiste à une généralisation des cultures OGM. Néanmoins, même en présence de tels consommateurs, une filière IP n'apparaît pas forcément. Ainsi, si les coûts indirects (supportés par les deux filières) sont faibles et les coûts directs liés à la production IP sont trop importants cette filière n'apparaît pas, quelle que soit la proportion de consommateurs qui ne souhaitent pas consommer d'OGM. Dans le cas contraire, s'il y a suffisamment de consommateurs opposés aux OGM, l'existence même d'une filière OGM est compromise. Comme on le voit, il existe de multiples situations qu'il est difficile de prédire.

Moschini et al. (2005) se placent dans le contexte européen de coexistence. Ils considèrent un marché à trois biens : OGM, non-OGM et un bien de haute qualité (qui peut être considéré comme du bio). Le modèle proposé considère donc à la fois une distinction verticale (c'est-à-dire par les prix entre les OGM et les non-OGM) et horizontale entre non-OGM et bio (c'est-à-dire qu'une partie des consommateurs aura une préférence pour le bio). À l'équilibre, ce modèle montre un bénéfice négatif à l'introduction des OGM dans le cadre de la coexistence, compte tenu des coûts supportés tant par les producteurs GM que non-GM. Seuls les agriculteurs

bio pourraient avoir un bénéfice à cette introduction. Cette dernière conclusion dépendra toutefois des coûts réels de ségrégation et de coexistence, en particulier pour une labellisation à 0% d'OGM.

5.2.1.1.2. L'impact des règles de coexistence sur l'adoption des technologies par les agriculteurs

Peu d'articles traitent explicitement des conséquences des règles de coexistences entre produits GM et non-GM sur l'adoption de cette innovation. Or ces règles sont extrêmement sensibles car, outre les modalités de la mise en œuvre de la coexistence, elles définissent la partie qui en supportera le coût. Celles-ci sont toutefois analysées dans deux environnements socio-économiques différents, la France d'une part par Demont et al. (2008) et les PVD (en l'occurrence le Kenya) d'autre part par Tumusiime et al. (2010). En France, Demont et al. (2008) mettent en évidence un "effet domino" lié aux règles qui font peser le coût de la coexistence sur le cultivateur d'OGM. Ainsi, un agriculteur souhaitant cultiver du colza GM optera finalement pour du colza conventionnel du fait de la présence de colza conventionnel dans un voisinage proche. En effet, le voisinage d'un colza conventionnel l'oblige à mettre en place une distance d'isolement. Si cela lui est impossible ou trop coûteux, il optera pour un colza conventionnel, ce qui aura des conséquences sur le choix de ses autres voisins. A titre d'exemple, Demont et al. présentent une simulation sur un paysage réel du centre de la France, avec au départ 50% d'OGM. En fin de simulation cette proportion tombe à 17%. Au Kenya, Tumusiime et al (2010) quant à eux s'intéressent au coût de la coexistence supporté par les agriculteurs GM. Leurs travaux mêlant enquête et modélisations les conduisent à conclure que le coût de la coexistence serait supérieur aux gains espérés de la technologie GM. La mise en place de règles de coexistence constitue donc un frein à l'adoption de ces innovations.

5.2.1.2. La mise en place de la coexistence sur le territoire

5.2.1.2.1. Les différentes modalités d'organisation de la coexistence au champ

Si l'on considère uniquement l'organisation de la coexistence à l'échelle de la parcelle agricole et les interactions avec les parcelles voisines, deux options sont envisagées. La première, majoritairement retenue par le législateur européen, vise à proposer des mesures de gestion individuelles reposant sur des distances d'isolement fixes. Desquilbet et Bullock (2010) considèrent que de telles mesures permettent de prendre en compte les phénomènes agronomiques liés à chaque espèce, et ainsi de garantir au consommateur un libre choix entre produits avec ou sans OGM. La seconde option consiste à mettre en place des zones tampons de cultures non-OGM soit autour des parcelles OGM, soit autour des parcelles non-OGM. Ces zones permettent de capturer le pollen OGM et réduisent ainsi les risques de pollinisation croisée.

Les mesures de distances d'isolement sont fortement rigides et pourraient pénaliser les agriculteurs souhaitant utiliser des semences GM, comme nous l'avons montré plus haut à travers les travaux de Demont et al. (2008). En outre, ces mesures diffèrent par pays et sont donc plus le reflet de choix politiques que de choix économiques ou scientifiques (Devos et al., 2009). Ainsi, pour la culture du maïs, la distance d'isolement est de 25 m en Suède et de 800 m au Luxembourg (Devos et al., 2008).

Les mesures de coexistence reposant sur des zones tampons sont envisagées par Demont et Devos (Devos *et al.*, 2007; Demont *et al.*, 2008; Demont and Devos, 2008; Devos *et al.*, 2008; Demont *et al.*, 2009; Devos *et al.*, 2009; Demont *et al.*, 2010a; Demont *et al.*, 2010b). Ces zones tampons peuvent se situer autour des parcelles OGM ou autour des parcelles conventionnelles. Cette dernière hypothèse serait permise par l'instauration d'un marché de la zone tampon : les agriculteurs GM pouvant indemniser les agriculteurs conventionnels acceptant de mettre en place de telles zones autour de leurs parcelles. Une telle solution permettrait une gestion locale de la coexistence et constituerait un frein moins important à l'adoption des technologies GM.

Néanmoins, les travaux qui analysent la mise en place de la coexistence dans la pratique ne mentionnent pas les critiques adressées par Devos et Demont, et mettent en avant des phénomènes d'auto-organisation au niveau local. Ainsi, Consmuller et al. (2009) et Skevas et al. (2010) montrent que dans les cas, respectivement, de l'Allemagne et du Portugal, les mesures de coexistence *a priori*, comme la mise en place de distance d'isolement, ont un coût faible voire nul. En effet, les agriculteurs ont soit eu tendance à planter les OGM au cœur de leurs exploitations et proches de parcelles d'autres cultures (Consmuller *et al.*, 2009) ou bien au contraire au voisinage d'autres parcelles GM appartenant à d'autres agriculteurs avec lesquels ils se sont coordonnés (Skevas *et al.*,

2010). Les mesures de coexistence sont dès lors inutiles. On voit ici apparaître deux logiques de gestion de la coexistence, l'une individuelle, pratiquée par des agriculteurs ayant des surfaces importantes et regroupées, et l'autre collective, reposant sur des coordinations entre agriculteurs se connaissant par ailleurs.

5.2.1.2.2. Comment construire des zones de cultures homogènes ?

Les mesures de coexistence évoquées plus haut reposent uniquement sur une gestion à la parcelle. Quelques auteurs soulignent toutefois la difficulté à mettre en œuvre de telles solutions (Munro, 2008) et le risque que ces solutions soient insuffisantes pour satisfaire le consommateur du fait de risques de pollinisation croisée. Le recours à des solutions collectives, comme celles évoquées plus haut, permettant d'établir des îlots de productions GM ou non-GM de grande taille, est envisagé par certains auteurs qui proposent différentes formes d'organisation possible. Ainsi, Furtan et al. (2007) démontrent à l'aide d'un travail de modélisation l'intérêt pour des agriculteurs bio de se regrouper en club de producteurs voisins pour établir une zone "protégée de grande taille". Les parcelles aux frontières de cette zone jouent le rôle de tampon, protégeant ainsi les parcelles au cœur de la zone. En outre, Furtan et al. (2007) proposent des mécanismes de compensation permettant aux agriculteurs au centre de la zone d'indemniser les pertes subies par les agriculteurs situés à la frontière et liées à la pollinisation de leurs parcelles par des parcelles GM. Cette solution permet à l'ensemble des agriculteurs membres du club d'augmenter leurs gains.

Une autre solution proposée par Coléno et al. (2009) vise à faire gérer l'organisation du territoire par les entreprises clientes des agriculteurs. Celles-ci, via des politiques de prix différenciées zonées et de contractualisation des agriculteurs, seraient en mesure d'influer sur les choix variétaux des agriculteurs. Dès lors se constituent autour des silos des zones de production homogènes. L'utilisation d'un modèle de calcul de flux de gènes permet de montrer qu'une telle politique abaisse fortement le taux de "contamination" des parcelles non GM.

Dans les deux cas, la mise en place de ces formes d'organisation induit des coûts de transactions entre agriculteurs ou entre entreprise de collecte et agriculteurs. Ces coûts de transaction ne sont envisagés par aucun des auteurs.

5.2.1.3. Les conséquences et l'organisation de la coexistence dans les chaînes d'approvisionnement

5.2.1.3.1 Les coûts de la coexistence dans les supply chains

La coexistence ne consiste pas uniquement à assurer un isolement des productions pour limiter les flux de gènes. Il s'agit aussi d'assurer la séparation des produits GM et non GM dans l'ensemble dans la chaîne d'approvisionnement. Assurer une telle séparation repose sur la mise en place de deux flux séparés et sur une stratégie de test permettant d'identifier les lots ayant pu être mélangés. L'utilisation de ces tests étant très coûteuse, il convient de les positionner à des endroits stratégiques dans la chaîne. Wilson et al. (2007) ont étudié comment positionner les tests dans la chaîne en utilisant une modélisation stochastique pour le cas des exportations de blé (GM et non-GM) des USA. Ils déterminent ainsi des stratégies de test optimales pour s'assurer de la pureté des lots non GM en fonction de différents taux de pureté envisagés. Selon l'aversion au risque des acheteurs, les stratégies de test, et donc les coûts de produits non-GM, seront plus au moins importants. Ainsi lorsqu'il s'agit d'exporter du blé des USA vers l'Europe, les auteurs considèrent que l'aversion au risque des importateurs est forte, ce qui n'est pas le cas pour des exportations vers des pays ayant une tolérance de 5% de mélanges fortuits. Dans tous les cas, tous les lots sont testés en sortie de silos et lors du chargement des bateaux. En outre, dans les cas où l'aversion au risque est importante, c'est-à-dire où le taux de présence fortuite est faible (cas des exportations à destination de l'Europe), il est nécessaire d'ajouter un test lors de la collecte des récoltes.

D'autres travaux se sont centrés sur l'analyse des coûts liés à l'importation de soja GM en Europe et plus particulièrement en Belgique. Gryson et al. (2009) a ainsi réalisé des enquêtes auprès des différents opérateurs de la filière. Ceci lui a permis de mettre en évidence une stratégie basée sur l'isolement spatial des lots OGM et non-OGM lors des phases de transport et de stockage, et sur l'isolement temporel dans les usines de traitements en dédiant des périodes de temps à l'un puis à l'autre des flux. Il s'agit là de la stratégie la moins coûteuse

puisqu'elle permet de raisonner à infrastructure constante, ce qui pourrait ne pas être le cas si l'on devait spécialiser des usines.

Dans tous les cas, le point crucial pour éviter au mieux les mélanges entre produits GM et produits non GM est celui de la première transformation, c'est-à-dire la collecte. C'est en effet à ce niveau que sont agrégées les récoltes dans un temps plus court que celui nécessaire pour obtenir les résultats de test (Coléno, 2008).

5.2.1.3.2 Le passage de l'agriculteur à la filière comme un point clé

Plusieurs stratégies permettent d'assurer l'agrégation des récoltes par les opérateurs aval que sont en France les négociants ou les coopératives. Ainsi, Barber et al. (2008) identifient quatre modalités possibles :

- une séparation temporelle dans des infrastructures communes mais utilisées à des moments différents, avec nettoyage lors du changement de produit ;
- une séparation spatiale dans des infrastructures dédiées. Les silos de collecte pouvant dès lors être plus éloignés des exploitations ;
- un stockage et une manutention assurés par les agriculteurs jusqu'aux exportateurs ;
- un stockage assuré en container directement en sortie de parcelle, cette dernière solution n'étant possible que pour des productions ne nécessitant pas de première transformation, comme le maïs.

Ces modalités sont ensuite évaluées par enquête auprès d'agriculteurs canadiens produisant du colza IP. Les deux dernières solutions sont jugées impossibles par les agriculteurs, à la fois pour des raisons d'investissement et d'organisation. Ils privilégient donc les deux premières, qui impliquent les entreprises de collecte. Dans le cas de la séparation spatiale, les agriculteurs seraient disposés à parcourir une distance supérieure (de l'ordre de 30 miles) contre une prime de 2 \$ canadien.

Les conséquences de ces deux options sont analysées dans le cas du maïs en France par Coléno (2008) en utilisant un modèle de simulation de la collecte. Ce modèle simule la collecte de 150 000 t de maïs avec trois hypothèses de répartition OGM / non-OGM (50, 66 et 75% d'OGM). Si la séparation spatiale des deux chaînes de collecte permet de minimiser les mélanges entre lots (au plus 10% des non-OGM sont mélangés), c'est au détriment des coûts de collecte qui augmentent fortement. Les coûts de transport en particulier peuvent augmenter de 400% par rapport à une situation où un seul produit est collecté (cas de la situation actuelle). A l'inverse, la séparation dans le temps des deux flux est, certes, moins efficace pour éviter les mélanges (la proportion de non-OGM mélangé variant entre 28 et 0,5%) mais n'occasionne aucune augmentation des coûts de transport. Dans les deux cas, le nettoyage est assuré par un déclassement d'un lot non-OGM en OGM.

Il y a du coup un arbitrage à construire par les opérateurs entre augmentation des coûts ou pertes de lots non-GM.

5.2.1.5. Conclusion

La mise en place de la coexistence repose sur l'idée du libre choix du consommateur entre des produits issus de la transformation d'OGM ou non. Si la question des coûts de la coexistence a été fortement étudiée ces dernières années, notamment au travers des programmes de recherche européens SIGMEA et COEXTRA, celle de la création de valeur permise par ces innovations a été laissée de côté. De manière plus générale, les débats sur l'innovation OGM, mais aussi, de manière plus générale sur les VTH, sont focalisés soit sur une réduction des coûts pour l'agriculteur, comme en témoigne l'analyse spécifique faite dans ce rapport sur l'impact au niveau des exploitations agricoles ; soit par une augmentation des coûts liés à la coexistence. Néanmoins, la création d'un marché permettant d'engager les filières dans la mise en place d'une ségrégation coûteuse ne peut s'envisager que dans le cas d'une création de valeur permettant d'absorber et de justifier ces coûts. Ainsi, les cas étudiés par Meynard et Le Bail (2001), et sur lesquels bien des extrapolations ont été construites, portent sur le maïs waxy et sur le colza érucique. Dans les deux cas, la séparation des deux produits apporte un plus sur le marché, permettant de créer une valeur supérieure aux coûts de gestion de la coexistence. Tel n'est pas le cas, à l'heure actuelle du moins, pour les variétés tolérantes aux herbicides, qu'elles soient issues d'OGM ou non.

5.2.2. L'analyse juridique de la traçabilité, de la responsabilité et de l'étiquetage

Mai Anh Ngo

Le droit n'envisage pas spécifiquement les variétés tolérantes aux herbicides. A ce titre, aucun régime juridique n'encadre les VTH en tant que telles. L'article 3 de la directive 2001 /18 relative à la dissémination volontaire d'organismes génétiquement modifiés dans l'environnement définit expressément le champ d'application du texte en renvoyant à l'annexe IB qui affirme que la mutagenèse est exclue du champ d'application de la directive (European Community 2001 - voir Annexe 3 du rapport, et Hermitte et al 2009). Il convient de trouver un angle d'analyse, en l'absence de réglementation spécifique aux VTH. La grille de lecture pertinente semble être la distinction entre produits OGM et produits non-OGM. En effet, il existe un « droit des OGM », comme le souligne Raphael Romi (Romi 2000)

Ainsi dans notre analyse, il faudra distinguer les VTH obtenues par transgénèse, qui seront soumises au régime des OGM, et toutes les autres VTH pour lesquelles il n'existe pas de régime spécifique.

Il est à souligner que ce choix de considérer la mutagenèse comme étant une technique exclue du champ d'application du régime spécifique appliqué aux OGM fait actuellement l'objet d'interrogations. Marie Angèle Hermitte, Christine Noiville et Estelle Brosset mettent en lumière l'acuité de cette question dans une étude au Juris classeur. Elles soulignent que "la question de l'application du régime juridique "OGM" à la technique dite de mutagenèse dirigée reste à certains égards obscure".

"Alors que la biologie synthétique constitue sans doute la technique la plus aléatoire de toutes, elle ne relève pas clairement du champ d'application de ce texte (OGM) car elle n'implique pas d'insertion à l'intérieur d'un organisme hôte".

Ces auteurs en concluent que le droit "devra être rapidement adaptée d'une manière ou d'une autre à ces évolutions" (Hermitte et al 2009)

Dans le contexte de coexistence décrit, l'analyse juridique des VTH nous conduit à étudier trois questions essentielles : la traçabilité (1), la responsabilité (2) et l'étiquetage (3). Pour permettre une meilleure compréhension du corpus analysé, ces thématiques seront envisagées successivement, même si elles sont étroitement liées.

La constitution du corpus de référence pour cette expertise en droit a été réalisée de manière spécifique. En effet, les bases de données habituellement utilisées pour les expertises n'étaient pas pertinentes. S'il existait des références à des termes ou à des concepts juridiques, l'analyse proposée n'était pas juridique. Il a par conséquent fallu orienter les recherches vers des bases de données essentiellement juridiques. Les chercheurs ont eux-mêmes constitués le corpus bibliographique à partir des bases de données dont ils disposaient, soit les bases suivantes : Dalloz, Doctrinal Plus, JurisClasseur Nexis Lexis, Lamyline, Lextenso, Cairns et Envirolex. Celles-ci répertorient plus de 720 revues. Ces revues sont essentiellement francophones, mais concernent aussi bien le droit français, le droit communautaire, le droit international et dans une moindre mesure le droit comparé.

Toujours en ce qui concerne la méthodologie, il convient d'expliquer que les études n'ont pas pu être développées en droit comparé. Ceci nécessite en effet non seulement la connaissance du droit du pays du domaine en question, mais également l'architecture générale du droit du pays en cause. Or une telle connaissance ne peut pas s'acquérir à la lecture de quelques articles de revues. Un texte doit toujours être interprété, en fonction de son environnement et dans le contexte global dans lequel il s'insère. Un tel exercice n'est faisable qu'après des études de droit comparé approfondi ou en relation avec des juristes des pays concernés. Cependant ce biais de recherche, est atténué par le fait que dans le domaine en question le droit est au moins communautaire, sinon international, et que les spécificités nationales sont limitées, voire inexistantes.

5.2.2.1. La traçabilité

La question de la traçabilité sera étudiée en droit de l'Union européenne et au niveau du droit français.

La traçabilité dans le domaine agroalimentaire est devenue une obligation générale. Le principe est affirmé par le règlement 178/2002. En matière d'OGM, cette obligation est reprise spécifiquement par la directive 2001/18 qui pose le principe d'une traçabilité à tous les stades de mise sur le marché le long de la chaîne de production et de

distribution. Ces obligations se retrouvent bien évidemment en droit français, en particulier aux articles L214-1 et L 214-4 du Code de la consommation (Seuovic 2005). Certains textes sont plus spécifiques encore et concernent des secteurs précis, comme c'est le cas pour l'alimentation animale (Soroste, 2009).

Si la traçabilité est une obligation générale, elle a des finalités multiples (Charlier et Valceschini, 2008). Il semble intéressant de distinguer d'une part son rôle en matière d'information et de transparence, et d'autre part son influence en matière d'imputation de la responsabilité.

La traçabilité apparaît comme un outil de transparence, de gestion des risques et d'information du public. Une doctrine abondante explique la façon dont la traçabilité est devenue un outil central en matière de gestion des risques, à la fois dans son aspect de prévention et de précaution (Retterer, 2000 ; Soroste, 2003b ; Friand Perrot, 2004 ; Blumberg Mokri 2002 ; De Brosses, 2003 ; Soroste, 2004 ; Bailly, 2006 ; Jeannin, " 2000. Dans cette variété de publications, un certain nombre d'éléments méritent d'être relevés. Premièrement, quelques articles de la doctrine mettent en avant le fait que la traçabilité n'est en réalité qu'une manifestation d'obligations générales du droit plus anciennes et plus générales, telles que l'obligation de justification (Soroste, 2003a), de sécurité et de suivi (Dupras 2006). Deuxièmement, un article souligne que la traçabilité ne doit pas être forcément synonyme d'étiquetage, et que celle-ci doit exister même en l'absence d'étiquetage⁴⁰. Une telle position s'explique notamment par le rôle essentiel en matière de gestion des risques. Troisièmement, des publications se consacrent exclusivement à la traçabilité dans la perspective du principe de précaution (Exemple : Hermitte 2007 et Franc, 2003).

La traçabilité comme moyen d'imputation de la responsabilité, et plus précisément comme moyen de preuve, est moins étudiée par la doctrine, mais fait tout de même l'objet d'une littérature (Retterer, 2000 ; Friand Perrot, 2004 ; Favret, 2001, Pedrot, 2003).

L'analyse de ces deux fonctions de la traçabilité permet de mettre en lumière à quel point cette obligation est devenue un concept central dans la mesure où elle rejoint les deux points suivants, à savoir la responsabilité et l'étiquetage.

5.2.2.2. La responsabilité

En ce qui concerne la responsabilité, l'étude choisira également de se placer au niveau de l'Union européenne et au niveau français. Une place plus importante sera laissée au droit français au regard notamment de l'intérêt que présente le régime de responsabilité de plein droit institué par la loi du 25 juin 2008.

Il aurait été possible de traiter classiquement le sujet à partir des distinctions traditionnelles du droit entre responsabilité pénale, civile et administrative. Il est apparu plus intéressant de partir des fonctions de la responsabilité pour comprendre les différents mécanismes de responsabilité pouvant être mis en œuvre et donc d'aborder l'aspect préventif de la responsabilité et l'aspect réparateur. À noter que la responsabilité contractuelle n'est pas traitée, dans la mesure où il aurait été nécessaire dans ce cas d'avoir accès aux différents contrats ayant pour objet les OGM. Suivant cette détermination de notre champ d'expertise, une première sous-partie abordera la fonction préventive de la responsabilité en matière d'OGM (section 5.2.2.2.1) et une seconde examinera la fonction réparatrice dans ce domaine particulier (5.2.2.2.2).

5.2.2.2.1 La fonction préventive de la responsabilité

Catherine Thibierge, en proposant une responsabilité de l'avenir, décrit un cadre théorique convenant parfaitement au domaine des OGM. Cette responsabilité permet "*une action préventive des risques d'atteintes majeures à un intérêt essentiel de l'humanité*" (Thibierge, 2004). En matière d'OGM, il s'agit bien de protéger des intérêts essentiels de l'humanité, au regard en particulier des incertitudes sanitaires et environnementales que comportent les biotechnologies.

La première responsabilité à envisager est la responsabilité internationale des Etats, en particulier la responsabilité qui peut être invoquée au niveau communautaire pour manquement pour non-transposition du

⁴⁰ "Mais comprenant du maïs génétiquement modifié : respect de la loyauté des transactions est mis en place d'un autocontrôle obligatoire", *option qualité*, numéro 213, février 2003.

droit communautaire. En l'occurrence, la France a été condamnée pour la non-transposition dans son droit interne des dispositions de la directive 2001/18/CE du Parlement européen et du Conseil, du 12 mars 2001, relative à la dissémination volontaire d'organismes génétiquement modifiés dans l'environnement.

Toujours sur le plan international, il existe une analyse doctrinale conséquente relative à la question des autorisations de mise sur le marché (AMM) des OGM et de la mise en application des clauses de sauvegarde par les Etats membres. Ces clauses de sauvegarde sont prévues par l'article 23-1 la directive 2001/18 qui permet à un État membre de déroger à l'autorisation communautaire en raison d'informations nouvelles ou complémentaires devenues disponibles après l'autorisation. Cette jurisprudence est analysée par exemple dans l'article de Patrick Thieffry dans la Revue Trimestrielle de Droit Européen de 1999 ou plus récemment par Pascal Trouilly (2001) ou Estelle Brosset (2007).

Il convient de souligner qu'en ce qui concerne la mise en jeu de la responsabilité des Etats, les choses pourraient évoluer. Ceci en particulier sur le point de la répartition des compétences entre l'Union européenne et les Etats membres. Celle-ci est en effet concernée actuellement par une proposition de modification de la directive 2001/18 qui devrait accorder plus de marge de manœuvre aux Etats membres quant aux motifs invoqués pour restreindre la présence de cultures OGM sur leur territoire⁴¹. L'invocation de ces motifs pourrait cependant entraîner la mise en œuvre de la responsabilité des Etats. Cette proposition de directive a déjà fait l'objet d'une analyse critique de Laurence Boy, qui affirme que la marge de manœuvre des Etats ne sera pas réellement augmentée par ce texte (Boy, 2010). À noter que cette opinion est partagée par la doctrine étrangère⁴² et par certains politiques⁴³.

En plus de la mise en cause au niveau international, il convient de souligner que la responsabilité de l'État français pourrait peut-être être mise en jeu pour faute lourde, comme évoqué dans le rapport CoExtra (Koch, 2005). Il existe cependant des incertitudes sur le fondement permettant la mise en œuvre de la responsabilité de l'État français, comme l'explique Laurent Verdier dans sa thèse (Verdier, 2003).

Au-delà de la responsabilité des Etats, il serait possible d'envisager de poursuivre directement les organes d'expertise suite à leurs avis (Verdier, 2003). Une telle évolution ne peut être écartée actuellement au regard de la défiance persistante à l'égard de l'expertise. Toutefois, en tant que tel, il paraît difficile d'engager la responsabilité des experts au regard des incertitudes scientifiques demeurant à propos des OGM. Leurs responsabilités pourraient cependant être recherchées en cas de non-respect de la procédure d'expertise ou des obligations d'information très fréquentes en matière d'évaluation des risques.

Les manifestations les plus évidentes d'une fonction préventive de la responsabilité s'expriment à travers les procédures d'autorisation avant toute dissémination volontaire d'OGM à des fins de recherche et de développement et avant toute mise sur le marché d'OGM ou de produits en contenant. Ces procédures existent tant en droit communautaire, qu'en droit interne. Les directives 2009/41 sur l'utilisation confinée de micro-organismes génétiquement modifiés et 2001/18 relative à la dissémination volontaire d'organismes génétiquement modifiés dans l'environnement posent ce principe d'autorisation⁴⁴. Cette directive a été transposée en droit français, notamment dans l'article R. 162 - 1 du Code de l'environnement qui soumet à autorisation l'utilisation confinée de microorganismes GM ou encore la mise sur le marché et la dissémination volontaire d'OGM dans l'environnement⁴⁵. Il est précisé par Philippe Billet (2009) que la création de la responsabilité environnementale n'exclut pas les autres régimes de responsabilité.

⁴¹ Commission européenne, 13 juillet 2010. Voir à ce sujet, revue de droit rural numéro 386, octobre 2010 alerte 115. Rapport du 20 avril 2011 sur la proposition de règlement du Parlement européen et du Conseil modifiant la directive 2001/18/CE en ce qui concerne la possibilité pour les États membres de restreindre ou d'interdire la culture d'OGM sur leur territoire, (COM(2010)0375 – C7-0178/2010 – 2010/0208(COD)), <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?type=REPORT&mode=XML&reference=A7-2011-0170&language=FR#title1>. En attente de la position du Conseil en 1ère lecture / convocation de la conciliation budgétaire

⁴² EurActiv « Les Etats pourront interdire les OGM pour des raisons d'ordre public », EurActiv.fr , 08.02.2011, <http://www.euractiv.fr/etats-pourront-interdire-ogm-raisons-ordre-public-article>

⁴³ "OGM: Lepage veut clarifier la proposition de Bruxelles" EurActiv.fr , 24.01.2011, <http://www.euractiv.fr/ogm-lepage-veut-clarifier-proposition-bruxelles-article>

⁴⁴ Directive 2004/35/CE du Parlement européen et du Conseil du 21 avril 2004 sur la responsabilité environnementale en ce qui concerne la prévention et la réparation des dommages environnementaux, JO L 143 du 30.4.2004, p. 56–75

⁴⁵ Alerte 115, revue de droit rural, numéro 386, octobre 2010

Cet exemple nous permet en particulier d'illustrer le rapport entre droit de l'Union européenne et droit national. Il convient à présent de s'intéresser à notre droit interne.

En droit français, c'est notamment le Code de l'environnement qui prévoit ces procédures d'autorisation préalable. S'agissant de l'utilisation confinée, il est prévu une autorisation lors de l'installation (article L 515-13 du Code de l'environnement), d'une part et une procédure d'agrément de l'OGM, d'autre part (articles L.531-2-1s du Code de l'environnement). S'agissant de la dissémination volontaire et la mise sur le marché d'OGM, les dispositions prévues par le Code de l'environnement sont multiples (par ex: articles L. 531-1, L. 531-2, L. 531-4, L. 533-1 à L. 533-7, L. 534-1 du Code de l'environnement).

Pour assurer le respect des autorisations préalables des sanctions sont prévues en cas d'utilisation sans autorisation, d'inobservation des mesures administratives, de non-respect des prescriptions de l'autorisation (ex. article L.536-3 du Code de l'environnement) ou d'obstacles aux fonctions des agents habilités. Ces sanctions ont été renforcées avec la loi de 2008. C'est ainsi par exemple que l'article L.536-5 du Code de l'environnement prévoit que *"le fait de poursuivre une dissémination volontaire ou une mise sur le marché sans se conformer à une décision de mise en demeure est puni de six mois d'emprisonnement et de 75000 euros d'amende"*

La multitude de sanctions illustre le développement et le renforcement d'un droit pénal administratif, qui démontre une volonté de gestion administrative du risque (Verdier, 2003). C'est cet objectif qui explique que ces développements se situent dans cette partie préventive.

S'il est vrai que la fonction préventive de la responsabilité s'est développée pour les OGM au regard de l'importance des risques potentiels, la fonction réparatrice de la responsabilité ne doit pas être négligée.

5.2.2.2 La fonction réparatrice de la responsabilité

Concernant la fonction réparatrice de la responsabilité, et s'agissant des VTH OGM, deux types de textes peuvent tout de même s'appliquer : le droit spécifique aux OGM et le droit commun qui demeure applicable aux OGM.

S'agissant du régime spécifique des OGM, il existe quelques articles l'étudiant, parmi lesquels on peut citer l'article de Cécile Moiroud (Moiroud 2008) ou celui de Laurent Verdier (Verdier 2006). Le nouveau régime juridique de plein droit (rend un exploitant agricole cultivant une variété OGM autorisée responsable en cas de présence fortuite dans la production d'un autre exploitant si cette présence cause un préjudice économique à ce dernier. L'article L 633-4 du Code rural instaure des conditions restrictives pour la mise en œuvre de cette responsabilité. Il s'agit notamment des parcelles et des ruchers situés dans une parcelle située à proximité, pour les produits issus d'une même campagne de production et sur le préjudice économique résultant de l'obligation d'étiqueter OGM. Le III de cet article prévoit un système d'assurance obligatoire pour couvrir ce risque. Cependant, plusieurs articles de doctrine soulèvent le fait qu'à l'heure actuelle ces assurances n'existent pas dans les faits (Lepage, 2006) et qu'en plus aucune sanction n'est prévue en cas de non-respect de cette obligation d'assurance (Billet, 2008). À noter, qu'un décret en Conseil d'État précisant les modalités de ce régime de responsabilité est en attente de publication à l'heure actuelle.

Hormis ce régime de plein droit extrêmement restrictif applicable aux VTH OGM, d'autres régimes de responsabilité peuvent être mis en œuvre en cas de contamination. Ces mécanismes de responsabilité pouvant être appliquées pour l'ensemble des VTH. Cette multiplicité de régimes de responsabilité est analysée par Alexandra Pauls (Pauls, 1999) comme un facteur de réassurance du consommateur. On peut citer par exemple la responsabilité environnementale (Cans, 2009), la responsabilité des produits défectueux (Cassin, 1999), les troubles du voisinage (Prigent 2009 ; Borel 2007), la responsabilité des faits des choses que l'on a sous sa garde (Bailly, 2006 ou Baudin Maurin, 2008) ou encore la responsabilité engagée pour vices cachés et enfin la responsabilité pour faute (art. 1382 du Code civil).

Il faut souligner qu'en la matière la doctrine relève surtout les difficultés de mise en œuvre de ces régimes, qui n'ont pas été conçus spécifiquement pour les OGM. C'est le cas notamment pour la responsabilité des produits défectueux, en particulier à cause d'un décalage sur les notions principales de produits dangereux et de produits défectueux (Bugnicourt et al., 2011 ; Juet, 2009). Le même constat peut être fait s'agissant de la responsabilité environnementale qui ne couvre qu'une partie des dommages, correspondant à l'objectif premier du texte qui est de prévenir et de réparer les dommages causés aux animaux, aux plantes, aux habitats naturels et aux ressources en eau, ainsi que les dommages affectant les sols. Dernier exemple, la théorie des troubles

anormaux du voisinage n'a pas été retenue pour l'instant par la jurisprudence, comme le prouve l'arrêt de la Cour d'appel d'Agen du 12 juillet 2007. En l'espèce, des apiculteurs demandaient la suspension des semis de MON 810 dans le champ voisin. La Cour d'appel d'Agen estime qu'il n'y a pas trouble anormal du voisinage dans la mesure où le cultivateur de maïs voisin disposait de toutes les autorisations administratives pour l'exploitation du maïs et que les ruchers avaient été placés sciemment à proximité du champ concerné⁴⁶.

En ce qui concerne la responsabilité pénale, elle sera traitée en même temps que l'étiquetage dans la mesure où il s'agit d'infractions tombant sous le coup de publicité trompeuse⁴⁷.

5.2.2.3. L'étiquetage

Sur la question de l'étiquetage, le niveau d'analyse choisi est encore une fois celui du droit de l'Union européenne associé au droit français, avec des évocations de droit comparé. Dans cette thématique, la volonté des Etats de disposer d'une marge de manœuvre par rapport au droit de l'Union européenne apparaît comme un sujet à surveiller à l'avenir.

Le principe de l'étiquetage OGM est fixé par le règlement 1831/2003. Le principe est d'étiqueter un produit OGM. Toutefois, il existe une dérogation à l'obligation d'étiquetage, pour ce qui est des aliments pour animaux et des denrées alimentaires contenant des traces d'OGM inférieures au seuil de 0,9% lorsque cette présence est fortuite ou techniquement inévitable. Cette obligation concerne les produits d'alimentation humaine et l'alimentation pour animaux. S'agissant d'une exception, il revient aux producteurs dans la majorité des Etats membres d'apporter la preuve du caractère fortuit ou techniquement inévitable de la contamination. Concrètement, il convient de démontrer que toutes les mesures ont été prises pour éviter la contamination, en présentant par exemple les cahiers des charges, les systèmes de traçabilité⁴⁸. Concernant l'étiquetage des semences, la fixation des seuils est encore en discussion⁴⁹. *"Cela signifie donc, qu'en application du droit européen, qu'actuellement, tous les lots de semences contenant des traces décelables de semences génétiquement modifiées devraient être étiquetés comme génétiquement modifiés"*⁵⁰.

La littérature concernant l'étiquetage porte essentiellement sur les conditions d'étiquetage d'un produit sans OGM. Le nombre d'articles universitaires est relativement restreint (Ngo et Charlier, 2010). A noter que sur cette question le droit français est en pleine évolution suite à la recommandation rendue par le Conseil économique éthique et social du 26 octobre 2009⁵¹. Il convient de souligner que l'Allemagne, l'Autriche et l'Italie ont adopté une réglementation pour encadrer l'utilisation de la mention sans OGM.

5.2.3. Conclusion

VTH OGM et VTH non-OGM se distinguent dans le traitement des questions de la coexistence et de la responsabilité des acteurs. Si la traçabilité est réclamée dans l'Union Européenne pour toutes les denrées alimentaires, le régime de la coexistence (au champ comme dans la chaîne agroalimentaire) ne s'applique que pour les OGM. Aucune disposition particulière en matière d'organisation de l'espace agricole et d'étiquetage des produits n'est prévue pour les VTH non-OGM. La même conclusion s'impose au regard de la responsabilité des acteurs, où les VTH non-OGM relèvent du droit commun.

⁴⁶ Arrêt disponible à l'adresse suivante <http://www.infogm.org/IMG/pdf/CAAgen-OrdRef-ContamMenara-20070524.pdf>

⁴⁷ Rapport du Conseil national de la consommation relatif à la valorisation des filières n'utilisant pas d'OGM, BO DGCCRF du 25 juin 2009 - Numéro 6, qui évoque un arrêt du tribunal correctionnel de Sens de 2006 condamnant une société ayant étiqueté un produit non OGM, alors que ce produit contenait des OGM à un niveau inférieur à celui de l'étiquetage obligatoire

⁴⁸ Lamy Dehove n°740-751

⁴⁹ Deuxième rapport de la Commission au Conseil et au Parlement européen concernant l'expérience recueillie par les Etats membres en matière de mise sur le marché d'organismes génétiquement modifiés (OGM) conformément à la directive 2001/18/CE relative à la dissémination volontaire d'organismes génétiquement modifiés dans l'environnement (SEC(2007) 274)* COM/2007/0081 final */

⁵⁰ Lamy droit de la santé n°650-325

⁵¹ Recommandation du Haut Conseil des biotechnologies, comité économique, éthique et social, recommandation sur la définition des filières dites "sans OGM", 26 octobre 2009. Disponible à l'adresse : http://www.ogm.gouv.fr/Recommandation_CEES_sansOGM.pdf

La coexistence a été étudiée sous l'angle agro-économique des techniques à mettre en place pour l'assurer, de leur faisabilité, ainsi que dans la perspective du coût que ses mesures engendrent. La question de la création de valeur n'a pas été développée dans la littérature. Or ce n'est que celle-ci qui peut justifier d'un point de vue économique un régime de coexistence et le coût qu'il engendre. Au-delà de cette "rationalisation" économique, ce sont donc les principes de libre choix des consommateurs et de la liberté d'entreprise des producteurs qui ont été pris en compte par le régulateur européen dans sa décision de mettre en place la coexistence.

5.3. Un regard sociologique sur différents aspects de l'innovation TH

Marc Barbier

Introduction

Préalable

Deux considérations générales sont à prendre en compte pour aborder les modes d'existence des variétés intégrant une tolérance à un herbicide ou une famille d'herbicide (VTH) sur le plan sociologique.

D'une part, ces variétés sont majoritairement des organismes génétiquement modifiés (OGM) obtenus par transgénèse, même si un certain nombre de ces variétés sont obtenues par d'autres techniques, classiques ou avancées de sélection, par mutagenèse notamment. De plus, la plus grande part des plantes GM cultivées de par le monde est des cultures transgéniques exprimant une TH, soit 82% des surfaces en 2007 selon Bonny (2008). Dans l'espace européen, une VTH suivant qu'elle est, ou pas, obtenue par transgénèse, reçoit donc un traitement différencié (cf. section 5.1.1). La technique de l'obtention du trait est alors une dimension fondamentale pour aborder le trait TH sous l'angle sociologique, eu égard à l'existence d'une controverse établie sur l'usage de la transgénèse pour la sélection variétale.

D'autre part, il faut noter que beaucoup de productions en sciences sociales sur la question de l'innovation variétale mobilisant un trait de tolérance à un herbicide ou une famille d'herbicides (trait TH) reposent sur des données, des cadres ou des considérations analytiques qui traitent surtout des OGM quand il s'agit de l'Europe. La modification d'organismes végétaux par des techniques de transgénèse est ainsi chargée de considérations juridiques au sein de l'espace juridique européen, et objet de débats et d'actions militantes de façon différenciée dans les Etats-Membres, là où les VTH n'ont pas reçu, jusqu'à aujourd'hui, une attention forte des chercheurs en sciences sociales.

Nature et contexte des connaissances scientifiques disponibles

Nous avons complété le corpus bibliographique initial par une recherche ciblée sur des bases de données françaises (et notamment le portail CAIRN qui offre une bonne visibilité des revues francophones en sciences sociales) et avons augmenté ce travail initial d'une recherche sur Google Scholar pour les ouvrages, les communications et les rapports.

Il apparaît difficile de trouver des travaux en sociologie qui étudient spécifiquement - ou font seulement état - de la production, de la circulation ou des usages des VTH sans référence aux débats sur les OGM et à leur perception. Ainsi, même s'il existe des VTH obtenues autrement que par transgénèse, les recherches en sciences sociales portant explicitement sur la perception des VTH non obtenues par transgénèse sont inexistantes dans l'espace français. S'il existe des travaux au niveau international sur les VTH, et notamment aux Etats-Unis, ils concernent de fait un contexte socio-économique et un espace réglementaire pour lesquels la perception du trait TH n'est pas cadrée ou marquée par les débats, controverses publiques et conflits sur les OGM comme cela est le cas en France et en Europe plus largement. Ces différences participent de la constitution de régimes de production des savoirs distincts de part et d'autre de l'Atlantique (Gaudillière and Joly, 2006) et il est donc difficile de mobiliser des connaissances scientifiques en sciences sociales sur les VTH sans tenir compte du contexte national ou régional dans lequel elles sont traitées.

Enfin, il est nécessaire de rappeler que la perception des OGM ne faisant explicitement pas l'objet de la présente ESCo, il est dès lors extrêmement difficile de positionner une expertise sur les VTH à partir d'une littérature académique européenne en sciences sociales qui est surtout marquée par le traitement des questions variées que soulève l'innovation variétale par la transgénèse.

Contenus de la contribution

Dans le contexte indiqué, malgré une littérature réduite, les modes d'existence des VTH peuvent être abordés sur le plan sociologique à plusieurs niveaux : en tant que le trait TH fait l'objet d'activités de recherche et de création

variétale, en tant que les VTH font l'objet d'une adoption dans des usages allant de leur obtention et commercialisation jusqu'à leur mise en culture, en tant, enfin, que ces variétés peuvent devenir objets de débats alliant des enjeux révélés par les parties-prenantes.

Il nous a semblé utile d'apporter un point de vue sociologique sur les questions spécifiques que posent les VTH dans le cadre d'une évaluation des intérêts et risques que peuvent présenter leurs usages. Cela semble d'autant plus nécessaire que la période est marquée par une conflictualité autour de l'illégalité des arrachages d'OGM, et par la conjugaison de choix technologiques en agriculture avec d'autres problèmes environnementaux et sociaux liés à la durabilité du développement économique.

Dans les limites du cadrage indiqué, il est important de noter que les intérêts et risques des VTH, ainsi que les questions que peuvent susciter leur adoption, sont liés à la mobilisation et à la création du droit qui encadre et régleme : tant la recherche sur le trait TH que la création variétale et la commercialisation des VTH. Or cette relation dépend de l'état de la production et de la circulation des savoirs sur ces variétés, et cela dans un contexte marqué : par des intérêts et des enjeux économiques affirmant la nécessité d'utiliser tout le potentiel des biotechnologies ; mais aussi par des risques et parfois des incertitudes sur les impacts environnementaux du trait TH ; enfin par des débats publics et des formes d'action collective pouvant déboucher sur des tensions fortes en matière de contestation des choix scientifiques et techniques.

Cette section propose ainsi un bilan plutôt prospectif du fait d'une littérature peu fournie sur les VTH, de façon à ce que cette relation soit comprise en fonction des enjeux inhérents à ce contexte. On placera le regard tout d'abord au cœur de la contestation récente d'essais de VTH en proposant une analyse des conséquences de l'arrachage singulier, en juillet 2010, d'un essai de tournesol TH (section 5.3.1) ; à la lumière des travaux existants, on considèrera ensuite la mise en cause de la mutagenèse à l'aune des débats sur la façon dont les biotechnologies de sélection végétale autres que la transgenèse sont l'objet d'une attention (section 5.3.2) ; enfin on portera un regard sur la composition de l'espace social de la recherche pour faire valoir sa diversité (section 5.3.3). On conclura avec les enjeux de l'adaptation du cadre réglementaire à la mise au point et à l'utilisation de techniques de modifications génétiques qui trouvent difficilement leur place dans une approche qui oppose OGM et non-OGM à partir du traitement casuistique de la transgenèse.

5.3.1. L'amorce d'une contestation sur les VTH obtenues par mutagenèse

La revendication, dans l'espace public, d'arrachages de tournesols TH obtenus par mutagenèse a fait écho à la recommandation de la Confédération Paysanne de ne pas utiliser de VTH obtenues par mutagenèse (communiqué de presse du 12 avril 2010). Ces arrachages (en 2009, juillet 2010, puis d'autres dont celui survenu à Feyzin le 30 juillet 2011) peuvent être compris comme des événements de plus dans le combat militant anti-OGM, très certainement précurseur d'une radicalisation affirmée ensuite en août 2010 avec l'arrachage de l'essai expérimental à la station INRA de Colmar⁵². Ce type d'arrachage doit être cependant appréhendé sur le plan sociologique comme un événement tout à fait singulier au sein d'un long processus né de la contestation de l'innovation variétale par l'introduction de plantes transgéniques dans le cadre d'une mobilisation syndicale, civique et politique qui se durcit dès 1996 (Joly et al., 2000).

Dans ce cadre large, qui fait l'objet d'une littérature fournie, il est important de noter la nouveauté d'un différend sur des plantes obtenues par mutagenèse. En effet, ces arrachages ont induit un débat sur le fait de savoir si des plantes mutées tolérantes aux herbicides étaient - ou non - des organismes génétiquement modifiés. A son article 3, la directive européenne 2001/18/CE exempte de son champ d'application les organismes obtenus par les techniques de modification génétique comme la mutagenèse, qui peuvent dès lors être définis comme des organismes génétiquement modifiés exonérés d'évaluation et des obligations que supportent les OGM en matière d'autorisation de mise sur le marché, de traçabilité et d'étiquetage (section 5.1.3 et 5.2.2). Indépendamment de ces arrachages d'essais de tournesols TH, la communauté des sélectionneurs et les scientifiques connaît et utilise des techniques de mutagenèse chimique ou radioactive depuis plusieurs décennies

⁵² L'essai expérimental de Colmar avait l'objet d'une évaluation participative préalable à son implantation, avec un dispositif ad-hoc rapporté et analysé dans Marris et al (2008). Il a également fait l'objet d'un bilan réflexif des chercheurs impliqués dans Lemaire et al. (2010).

pour l'expérimentation comme pour la création variétale (par exemple pour une plante aussi importante que le riz, Ahloowalia et al., 2004).

Pour autant, la littérature disponible en sciences humaines et sociales ne fait pas état de controverses publiques ou professionnelles sur l'utilisation de la mutagenèse à des fins de création variétale, alors que les organismes génétiquement modifiés obtenus par transgenèse ont fait l'objet de nombreux travaux du fait de l'existence d'une telle controverse. Ces arrachages de tournesols obtenus par mutagenèse, et les mobiles qui voudraient le justifier dans le cadre de la lutte contre les OGM, reste donc à analyser comme une étape supplémentaire de la conflictualité anti-OGM et du blocage irréversible dans une logique du conflit que décrit très bien le rapport récent de Chateauraynaud (2010).

Avec ce rapport et à la lumière de la réflexion déjà conduite sur la controverse OGM par de nombreuses équipes de recherche en sciences sociales, il est possible de porter un éclairage général sur une possible extension de cette conflictualité à d'autres techniques issues des biotechnologies que la transgenèse. En effet, des questions d'ordre définitionnel peuvent se poser pour établir les raisons et les critères qui font que des organismes génétiquement modifiés obtenus par transgenèse sont à évaluer dans le cadre de la directive 2001/18/CE et que des organismes objets de modifications génétiques par d'autres voies le sont dans le cadre d'une réglementation standard. Ces questions de définition peuvent trouver un pendant dans une sorte de "confusion logique" qui anime ces arrachages de tournesols TH, car un large ensemble de matériel végétal en usage ne provient-il pas d'événements de sélection obtenus par différentes techniques de mutagenèse, la question se posant y compris pour l'agriculture biologique (Dattée et Le Buanec, 2010) ?

5.3.2. Appréhender la mise en cause de la mutagenèse à l'aune des débats sur les biotechnologies

Des avancées de la recherche en génétique, il découle un niveau élevé de complexité pour appréhender la composition des cadres sur lesquels fonder une régulation des recherches et de la commercialisation des innovations variétales au sein de l'espace Européen. Sous l'égide de cette complexification, il est alors difficile d'aborder l'innovation en matière de VTH de façon globale sans tenir compte des différences de référentiel réglementaire entre l'Europe et les USA (Pollack and Shaffer, 2009), auxquelles s'ajoutent des différences de système de recherche (Gaudillière et Joly, 2006). Au sein de ce contexte connu pour sa complexité, la possibilité que se développe une controverse sur des variétés obtenues par mutagenèse ou d'autres techniques non transgéniques, conduit à considérer plus précisément l'ensemble des biotechnologies de sélection végétale.

Comme les travaux pionniers d'A. Roy l'ont montré dans son analyse de la Commission du génie biomoléculaire (CGB) (Roy, 2001), les arguments d'une culture du risque fondée sur l'invocation du principe d'équivalence en substance permettent à certains experts d'avancer que l'utilisation de la transgenèse n'introduit pas des perturbations substantiellement différentes de ce qui se passe lors de la méiose. Ce cadrage fonde largement le référentiel réglementaire outre-Atlantique, conduisant à des contextes réglementaires radicalement différents pour l'accueil des innovations variétales.

Une telle opposition entre les tenants de l'équivalence en substance et ceux qui défendent une approche précautionneuse devient par trop simpliste. La réflexion scientifique en cours sur les effets de l'avènement de nouvelles méthodes de recherche en biologie moléculaire et notamment les débats théoriques sur le rôle des phénomènes épigénétiques (Projet COBINA, 2010) conduit les chercheurs à questionner les modes d'approches des technologies en usage dans la recherche pour produire des "événements" ou aborder des phénomènes de régulation de l'expression. Par exemple, certaines contributions scientifiques sur les effets comparés de la mutagenèse et de la transgenèse indiquent un effet plus fort de la première en matière de changement transcriptomique (Batista et al., 2008, voir chapitre 2 pour une analyse technique), des débats scientifiques ont cependant cours sur ces questions. De cette dynamique des connaissances propre à la recherche, il s'en suit inévitablement des questionnements en matière de réglementation et d'encadrement des biotechnologies utilisées dans le cadre de la sélection végétale.

Ainsi un rapport d'expertise récent (Lusser et al., 2011)⁵³, également mentionné dans les sections 2.2.3 et 2.4 de ce rapport, demandé au Joint Research Centre (JRC) par la Commission Européen, s'inscrit dans ce mouvement de réflexion qui concerne d'autres méthodes de modification génétique que la transgénèse. Ce travail d'expertise est porté par le souci de la Commission de savoir si ces techniques conduisent à la "création" d'organismes dit génétiquement modifiés, et si les changements induits sont traçables, voire même s'il est possible de distinguer des variétés obtenues grâce à ces nouvelles techniques de celles obtenues par des voies classiques de sélection. Il indique bien la nécessité de considérer les évolutions en cours de la sélection et de la création variétale du fait de tout un ensemble de nouvelles technologies issues de la recherche en génétique biomoléculaire (connues ou récentes) dont il s'agit de suivre les usages par les entreprises de sélection, et d'évaluer les capacités de leur détection au niveau des plantes obtenues et cultivées. Le travail de ces experts scientifiques conduit à l'identification et à l'évaluation de huit nouvelles techniques de sélection (voir chapitre 2), et à l'identification de celles pouvant faire l'objet d'une détection ou d'une identification une fois utilisées intentionnellement pour produire des variétés ensuite utilisées en agriculture. Les conclusions de ce groupe de travail indiquent que seules trois d'entre elles sont susceptibles d'une identification conditionnée par la connaissance préalable des traits introduits (Lusser et al., 2011). Elles indiquent également que des efforts de recherche supplémentaires sont nécessaires pour appréhender ces nouvelles techniques de sélection dans le cadre d'une discussion à tenir sur leur classification dans le cadre de la réglementation sur les OGM.

On peut donc conclure avec la publication de ce rapport que la question de la maîtrise des technologies variées de modification génétique interroge le traitement particulier dont les techniques de transgénèse font l'objet dans la réglementation. Il en ressort la possibilité, voire la nécessité si on suit le travail de certains juristes, d'articuler une recension des nouvelles technologies de modifications génétiques existantes avec un travail de révision des définitions portées en annexes de la directive 2001/18/EC sur ce que sont, ou pas, des organismes génétiquement modifiés.

5.3.3. Dynamiques sociales et cognitives du monde de la recherche agronomique en France

Au regard de la controverse sur les OGM et vis-à-vis des questions de choix technologiques plus largement, quelques travaux en études sociales et historiques des sciences montrent que la communauté scientifique n'est pas unanime, et en tous les cas en réflexion notamment sur la valorisation économique, et les risques environnementaux que présentent les plantes transgéniques. Les travaux de Roy (2002) montrent ainsi que les premières controverses autour des OGM entre chercheurs en France peuvent se lire comme une forme de sous-représentation des disciplines de l'écologie et de la génétique des populations par rapport au poids initial de la biologie moléculaire, domaine de recherche dont sont issues les techniques de modification du génome. En lien avec ces tensions disciplinaires, certains scientifiques ont exprimé publiquement leurs différences et leur positions dans des ouvrages ou des articles, avant (Khan, 1996) ou après (Séralini, 2000; Gouyon et al., 2001) les premiers arrachages d'OGM en France.

Le travail d'histoire contemporaine du génie génétique en France (Bonneuil et Thomas, 2004; Bonneuil, 2006) permet de mettre en perspective la composition sociale et épistémique des différences de positionnement des chercheurs, d'une part au regard de la façon dont les techniques de la transgénèse sont mobilisées dans l'innovation variétale et au regard de la controverse sur l'existence de risques environnementaux (notamment ceux liés aux flux de gènes), et, d'autre part, au regard de l'acceptabilité de l'arrachage d'essais expérimentaux (rejet ou acceptation des fauchages comme cause publique). Les engagements publics des chercheurs dissocient ainsi le plan de la controverse sur les risques à celui de la légitimité des arrachages. Bonneuil (2006) montre par une analyse scientométrique de la contribution des scientifiques à l'espace des pétitions, l'existence de 4 positionnements, qu'il est utile de rappeler in extenso : "(1) une défense des cultures transgéniques comme 'progrès' pour répondre aux défis du XXI^e siècle ; (2) un rejet des fauchages et une défense des biotechnologies, mais sans prise de parti pour les cultures transgéniques ; (3) un refus des fauchages, mais assorti d'une demande de grâce pour les faucheurs et d'un débat avec la société sur les orientations de la recherche ; et enfin

⁵³ Ce travail a été commandité par la commission européenne sur les nouvelles techniques de sélection à un groupe de travail d'experts, le NTWG pour "New Techniques Working Group" qui a rendu le résultat de son travail en Juin 2011

(4) *une critique des impacts sociaux et environnementaux négatifs des cultures transgéniques*" (op.cit., p. 261). Dans cet espace des positions qui concernent la transgénèse très spécifiquement, un certain nombre de chercheurs exprime leur inquiétude quant au blocage de la recherche et de l'innovation en matière de sélection variétale ayant recours à la transgénèse au regard d'un certain nombre d'enjeux alimentaires planétaires connus, et d'un contexte généralisé de recours aux plantes transgéniques hors de l'espace européen (Ricroch et al., 2011).

Ces positions se manifestent par des engagements variés dans la controverse, mais les analyses scientométriques de Bonneuil (2006) font aussi ressortir l'existence de trois cultures épistémiques ayant des points de vue et des pratiques différenciés sur les phénomènes biologiques en jeu : la biologie moléculaire, la biologie des populations et l'agronomie systémique. Ces différences sont alors autant de façon d'aborder des problèmes d'expertise apparus dans le travail de la CGB au début des années 1990, puis rendus publics par la controverse et les arrachages durant la dernière décennie : en discutant les fondements et les pratiques de la technologie de la transgénèse, en discutant les effets de la mise en circulation de transgènes dans l'environnement et en discutant de la complexité de l'intégration d'une telle innovation variétale dans les systèmes de culture.

Au-delà du rapport individuel des chercheurs à la question des arrachages, ces cultures épistémiques manifestent d'abord et surtout l'existence d'une variété de points de vue pour aborder l'usage des biotechnologies dans le registre de l'innovation variétale ou pour en conduire l'évaluation. Les différences et les complémentarités de ces cultures sont également en travail quand il s'agit d'aborder les traits génétiques de tolérance à un herbicide et de conduire une analyse des conséquences de l'usage de VTH.

5.3.4. Conclusions

De façon connexe au champ de la présente expertise, les travaux en sciences sociales permettent de mettre le dossier OGM dans une perspective historique. Commencant avec la mise en débats des techniques de l'ADN recombinant qui fondent l'innovation biotechnologique dans les années 1970, le dossier des OGM est marqué par une amplification des controverses publiques dont l'un des points focaux réside dans la contestation de l'évaluation des risques dans le cadre des AMM. La situation s'est durcie en Europe avec le moratoire de juin 1998, puis l'intensification des arrachages indiquant la formation d'une conscience politique et symbolique au sujet des biotechnologies comme un segment d'une écologie politique devenant progressivement aussi planétaire que les enjeux du changement global. Il s'agit donc d'appréhender le travail réalisé sur les VTH à l'aune de cette saturation de la conflictualité sur les OGM, dans la mesure où un grand nombre de variétés revendiquant un trait TH l'a obtenu par transgénèse.

Dans le cas des arrachages singuliers d'essais de tournesols obtenus par mutagenèse, les registres des discours sont les mêmes que pour les arrachages d'essais d'OGM. La question posée est celle de l'extension des conflits aux modifications génétiques qui ne seraient pas obtenues par transgénèse, ce qui renvoie à la qualification réglementaire de ces nouvelles entités provenant de techniques de sélection nouvelles qui invitent à revoir la question de leur détection ainsi que plus généralement les catégories à travers lesquelles la transformation du vivant végétal est abordée comme question technique, économique et éthique. Ces considérations débouchent sur la nécessité d'un débat sur les biotechnologies et pas sur la seule technique de transgénèse, débat amorcé au niveau Européen grâce au travail du JCR sur les nouvelles technologies de sélection variétale (op.cit.).

Ce débat est d'autant plus nécessaire que les positions des chercheurs sont beaucoup plus riches et variées que ce que la seule opposition aux OGM ne semble indiquer. Il en va très certainement d'une clarification des relations entre les avancées récentes en matière de techniques de sélection et la réglementation européenne établie jusque-là autour de l'encadrement des techniques de transgénèse. Il s'agit aussi de noter que de nouvelles interrogations éthiques, certes très minoritaires, sont formulées pour aborder les biotechnologies du point de vue de la valeur morale des aliments et pas seulement de leurs valeurs nutritives (Pouteau, 2000). Il faudra enfin compter avec un mouvement consumériste écologique bien établi qui a constitué des cadres cognitifs forts, validés par certains objectifs du Grenelle de l'Environnement, à partir des débats et des différentes formes d'engagements militants, notamment celle contre les OGM (arrachages) et les pesticides (production culturelle militante sous formes de documentaires et de films).

De façon ostensiblement dialectique, la controverse sur les OGM, puis la lutte politique contre les essais d'OGM de plein champ, a conduit à une cristallisation stable de positions radicales autour de la définition et de la réalité des risques collectifs. Cette stabilisation des antagonismes et l'audience qu'ils trouvent dans la mise en public des arrachages (et cela très nettement en France) est aussi un opérateur de transformation des modèles de consommation dans la mesure où elle conduit à un marquage de territoires symboliques de consommation alimentaire opposant "malbouffe" et "manger sain", et de santé liée à l'alimentation (opposant risque sanitaire de l'alimentation industrielle et innocuité du naturel). Les usages communicationnels multiples de l'opposition catégorielle OGM/non-OGM dans l'espace public (*via* les arrachages) et marchand (*via* l'étiquetage) forment dorénavant une dimension importante du mode d'existence des problèmes d'évaluation initialement traités dans le registre de commissions d'homologation ou d'évaluation de la valeur agronomique des variétés. C'est une dimension sociologique importante de la réception des traits TH qui seraient obtenus par des technologies de sélection variétales autres que la transgénèse et pour lesquelles une réflexion est en cours au niveau Européen.

5.4. Conclusions

Les VTH forment un objet d'étude original pour les SHS. Elles ne sont pas cependant abordées directement par la littérature (ou très rarement) et l'utilisation de la littérature académique sur les OGM a bien souvent été nécessaire. Ce chapitre a tout d'abord abordé le marché des VTH en se concentrant sur les motifs de leur demande (i) et les stratégies d'offre des acteurs économiques concernés (ii). Les stratégies d'offre dépendant du pouvoir de marchés des firmes sur les marchés des semences et des herbicides, la question sous-jacente de la protection juridique de l'innovation incorporée dans les VTH a été explorée (iii).

- (i) Sur le volet demande, les premières études économiques se rejoignent pour accorder une grande importance à trois critères pour expliquer le choix de la technologie TH : la rentabilité, les rendements et les coûts. Leurs résultats insistent sur le fait que l'augmentation des rendements n'est pas forcément constatée (les résultats diffèrent en fonction des VTH et des pays considérés), mais que les gains en termes de coût du contrôle des adventices seraient appréciables. La baisse du prix relatif du glyphosate par rapport aux prix des désherbants conventionnels est un facteur explicatif de l'adoption généralement souligné. De même, la hausse du prix relatif de la semence est suffisamment significative pour être présentée comme un frein dans le comportement d'adoption des agriculteurs. Les études récentes ont essayé d'amener des résultats plus fins sur la comparaison des rendements et de la rentabilité des cultures TH et conventionnelles, et de mesurer l'impact d'autres critères dans la décision des agriculteurs d'adopter une semence TH. Fernandez-Cornejo et al. (2005) ont montré que le choix de l'adoption de la technologie TH influence positivement et de manière significative la composante "non-agricole" du revenu des cultivateurs de soja TH américains du fait du travail dégagé par une meilleure gestion des adventices qui est alors orienté vers une activité rémunérée extérieure à la ferme. Les études essayant d'expliquer le choix des semences TH sur des bases plus qualitatives ont cherché à savoir si ce changement technologique était lié à d'autres changements technologiques, en particulier en matière de labour. Ce lien entre la technologie TH et un travail simplifié du sol est expliqué par le contrôle des adventices : un contrôle plus aisé par l'adoption de la technologie TH permettrait de se tourner vers un travail du sol réduit, ou encore, l'incitation à adopter le non-labour dans certaines régions des Etats-Unis où l'érosion est forte favoriserait l'adoption de semences TH. Frisvold et al. (2009) ont montré que le choix d'une semence TH n'est pas une variable explicative significative de l'adoption du non-labour mais que l'adoption du non-labour est une variable explicative significative du choix de l'adoption d'une semence TH. Le problème de l'apparition d'adventices développant une résistance à l'herbicide utilisé a aussi été soulevé dans la littérature récente. Ce problème est vu comme une menace pour les bénéficiaires, ou encore comme nécessitant un changement des pratiques dans la gestion des adventices afin d'envisager le développement des cultures TH à long terme (recours à du désherbage mécanique et à l'introduction de nouveaux herbicides ou à la rotation des cultures). Notons que ce phénomène est ainsi principalement appréhendé du point de vue des agriculteurs dans la littérature, alors qu'il a potentiellement une dimension d'externalité environnementale négative.
- (ii) L'offre des VTH est particulière pour la raison suivante : elle émane de firmes pouvant avoir un pouvoir de marché à la fois sur le marché de la semence considérée et sur le marché de l'herbicide utilisé de manière complémentaire. La première question envisagée dans ce contexte dans la littérature économique est la suivante : ces firmes ont-elles intérêt à commercialiser le caractère TH uniquement par leur filiale semencière ou ont-elles plutôt intérêt à accorder des licences non exclusives à tous les semenciers ? La réponse donnée dans la littérature met en avant l'importance des modalités de paiement prévues dans les accords de licence. Lorsque le détenteur du caractère TH a une filiale semencière et lorsque le paiement est en partie proportionnel à la quantité vendue, le détenteur du brevet a intérêt à accorder une licence non exclusive. La seconde question porte alors sur les conséquences des accords de licence concernant le caractère TH sur les gammes de produits des semenciers (le maintien en particulier d'une offre de semence conventionnelle). Les résultats de la littérature montrent que, face à des demandes hétérogènes de semences établies, si les semenciers désirent discriminer les agriculteurs demandeurs pour augmenter leur profit, la stratégie de maintenir des semences conventionnelles devrait être adoptée. La troisième question concernant les stratégies d'offre de VTH envisagée concerne la possibilité de ventes liées et de ventes groupées. La vente liée permet à une firme qui détient le droit de propriété sur le trait TH mais pas sur l'herbicide complémentaire de limiter la concurrence sur l'herbicide complémentaire. Si de tels cas ont pu être observés aux Etats-Unis, la vente liée est contraire au droit de la concurrence. La vente groupée

consiste quant à elle à vendre le trait TH et l'herbicide complémentaire en paquets. En maintenant une vente séparée parallèlement, elle permet de discriminer les agriculteurs dans le but de la maximisation du profit. Si cette pratique ne pose pas de problème de concurrence particulière, elle est assez peu rencontrée dans les faits car la définition du "paquet à mettre sur le marché" est assez compliquée face à la diversité des attentes des agriculteurs. Face à une demande importante, la conséquence de ces stratégies sera de faire apparaître sur le marché un écart de prix significatif entre les semences VTH et conventionnelles. Ce résultat apparaît lorsque la propriété intellectuelle incorporée dans les VTH est protégée. Le chapitre fait état de travaux montrant que le différentiel de prix est beaucoup plus faible lorsque cette protection est relâchée, comme c'est le cas par exemple en Argentine.

- (iii) L'analyse du droit de propriété relatif aux VTH a porté particulièrement sur les régimes de droits de propriété intellectuelle susceptibles d'appréhender de telles créations. Deux droits de propriété intellectuelle sont "actionnés" lorsqu'il est question des VTH, à savoir le droit des obtentions végétales et le droit des brevets d'invention. La problématique soulevée par la doctrine est (le plus souvent) celle de la coexistence de ces deux droits au sein d'une plante génétiquement modifiée dont le caractère distinctif consiste en la tolérance à un herbicide. L'introduction d'un gène dans le génotype d'une plante couverte par un COV ou, à l'inverse, le développement d'une nouvelle variété sur la base d'un trait particulier codé par un gène breveté, soulèvent en effet de nombreuses questions quant à la relation de dépendance unissant obtenteur et inventeur.

Ce chapitre a ensuite abordé la question de la coexistence. Celle-ci ne concerne actuellement en Europe que les VTH obtenues par transgénèse. Une revue des travaux économique (i) et juridique (ii) a pu ainsi être développée.

- (i) La mise en place de la coexistence entre variétés OGM et non-OGM induit la mise en place de deux marchés distincts. Celle-ci sera génératrice de coûts aux différents stades des filières concernées. Ces coûts ont été mis en évidence par enquête auprès des opérateurs dans le cadre de la filière colza ou calculés par modélisation en ce qui concerne la filière maïs. L'expérience OGM met toutefois en lumière que ces coûts ne sont pas liés à une création de valeur pour le consommateur. L'absence de travaux sur cette question de la valeur ajoutée aux VTH peut soit refléter l'idée qu'une telle création de valeur n'existe pas, comme celle de l'absence d'intérêt de cette question pour la communauté scientifique. A l'échelle des territoires, l'expérience OGM montre que le choix politique de penser la coexistence à l'échelle de la parcelle agricole se traduit par des règles rigides basées sur des connaissances biologiques. Toutefois certains auteurs suggèrent de mettre en place un marché en permettant aux agriculteurs cultivant les variétés GM de sous-traiter l'isolement des cultures aux agriculteurs non-GM. Au-delà de ce débat, il est à noter que lorsque l'on pense la mise en place de la coexistence à l'échelle de territoires englobant les exploitations agricoles, la création de zones homogènes de production OGM (et non-OGM) apparaît comme une solution minimisant les coûts de cette politique. Ce point est proposé par des travaux de modélisation portant sur des groupes d'agriculteurs, mais a aussi été mis en évidence à partir d'enquêtes réalisées au Portugal en particulier.
- (ii) L'analyse juridique des VTH sur les autres aspects que ceux de la propriété intellectuelle ne peut être réalisée qu'à travers la distinction OGM / non-OGM. En effet, la mutagenèse n'entre pas dans le champ de la directive 2001/18, alors que les produits obtenus par transgénèse constituent l'objet essentiel de ce texte. L'étude de la doctrine juridique a envisagé tour à tour la traçabilité, l'étiquetage des produits OGM et la responsabilité des acteurs. Sur la responsabilité, deux éléments méritent d'être soulignés. La responsabilité tout d'abord a une fonction préventive et une fonction réparatrice. Or, l'accent mis sur la fonction préventive de la responsabilité est de plus en plus prépondérant. Concernant la responsabilité des Etats, la répartition des compétences entre l'Union européenne et les Etats pour restreindre la présence de cultures OGM est actuellement concernée par une proposition de modification de la directive 2001/18. L'analyse développée met ensuite en exergue qu'il n'existe pas un régime unique de responsabilité, mais une pluralité de régimes de responsabilité. Or, cette multiplicité, loin de couvrir toutes les hypothèses, semble au contraire représenter une source potentielle de difficultés de mise en œuvre. Le régime de plein droit concernant les VTH OGM rend un exploitant agricole cultivant une variété OGM autorisée responsable en cas de présence fortuite dans la production d'un autre exploitant si cette présence cause un préjudice économique à ce dernier. Ce pendant les conditions pour la mise en œuvre de cette responsabilité sont assez restrictives.

Ce chapitre a enfin donné un éclairage sociologique de la question de l'adoption des VTH. D'un point de vue sociologique, la similitude des discours ayant accompagné en 2010 et 2011 l'arrachage de parcelles de tournesols obtenus par mutagenèse avec ceux développés lors des arrachages d'OGM est frappante. En créant un pont entre les techniques de la transgenèse et certaines utilisées pour la mutagenèse, la qualification réglementaire des VTH obtenues par mutagenèse est interpellée. Plus profondément, ce débat questionne du point de vue technique, économique et éthique la transformation du vivant végétal. Les catégories OGM et non-OGM, qui ont guidé les travaux économique, sociologique et juridique que nous avons ici mobilisés, pourraient ainsi être remises en cause. Les analyses découlant d'une littérature reposant de manière implicite ou explicite sur ces catégories, sont donc à relativiser au regard de cette possible transformation du débat.

Références bibliographiques citées

Section 5.1.1 L'analyse économique des facteurs d'adoption des VTH

- Agreste primeur (2008). Un tiers des grandes cultures semées en 2006 sans retournement des sols. Dans le sillon du non-labour. *Agreste primeur* 207: 4 p.
- Ammann K. (2008). Integrated farming: why organic farmers should use transgenic crops. *New Biotechnology* 25(2/3): 101-107.
- Banerjee S., Martin S.W., Roberts R.K., Larson J.A., Hogan R.J., Jr., Johnson J.L., Paxton K.W., Reeves J.M. (2009). Adoption of conservation-tillage practices and herbicide-resistant seed in cotton production. *AgBioForum* 12(3/4): 258-268.
- Benbrook C. (2009). Impacts of Genetically Engineered Crops on Pesticide Use: The First Thirteen Years. The Organic Center, <http://www.organic-center.org>.
- Bernard J.C., Pesek J.D., Jr., Fan C. (2004a). Delaware farmers' adoption of GE soybeans in a time of uncertain U.S. adoption. *Agribusiness (New York)* 20(1): 81-94.
- Bernard J.C., Pesek J.D., Jr., Fan C. (2004b). Performance results and characteristics of adopters of genetically engineered soybeans in Delaware. *Agricultural and Resource Economics Review* 33(2): 282-292.
- Bonny S. (2002). The success of transgenic crops in the USA: agro-economic factors and prospects. *Économie rurale* 267: 91-105.
- Bonny S. (2008). Les cultures transgéniques tolérantes à un herbicide permettent-elles de réduire l'usage des pesticides ? Le cas du soja et du maïs aux Etats-Unis. *Innovations agronomiques* 3: 193-212.
- Boudia S., Jas N. (2007). Risk and 'Risk Society' in Historical Perspective. *History and Technology: An International Journal* 23(4): 317 - 331.
- Brookes G. (2005). The farm-level impact of herbicide-tolerant soybeans in Romania. *AgBioForum* 8(4): 235-241.
- Brookes G., Barfoot P. (2008). Global impact of biotech crops: socio-economic and environmental effects, 1996-2006. *AgBioForum* 11(1): 21-38.
- Brookes G., Barfoot P. (2009). Global impact of biotech crops: income and production effects, 1996-2007. *AgBioForum* 12(2): 184-208.
- Brookes, G., Barfoot, P. (2010). Global impact of biotech crops: Environmental effects, 1996-2008. *AgBioForum*, 13(1), 76-94
- Bullock D.S., Nitsi E.I. (2001). Roundup Ready Soybean Technology and Farm Production Costs. Measuring the Incentive to Adopt Genetically Modified Seeds. *American behavioral scientist* 44(8): 1283-1301.
- Burton R.J.F. (2004). Seeing through the 'good farmer's' eyes: Towards developing an understanding of the social symbolic value of 'productivist' behaviour. *Sociologia Ruralis* 44(2): 195-215.
- Carpenter J., Gianessi L. (1999). Herbicide tolerant soybeans: why growers are adopting roundup ready varieties. *AgBioForum* 2(2): 65-72.
- Charlier C., Valceschini E. (2010). The importance and limits of cost-benefit analysis in the regulation of genetically modified organisms. In *The regulation of genetically modified organisms. Comparative approaches*, (Bodiguel L., Cardwell M., eds.), Oxford University Press: 37-53.
- Darmency H. (2010). Consequences of the use of GMOs on pesticide use. *OCL - Oleagineux, Corps Gras, Lipides* 17(1): 1-5.
- Duke S.O., Powles S.B. (2008). Glyphosate: a once-in-a-century herbicide. *Pest Management Science* 64(4): 319-325.
- European Commission (2011). Rapport de la commission au parlement européen et au conseil sur les répercussions socioéconomiques de la culture d'OGM établi sur la base des contributions des Etats membres, conformément à la demande formulée dans les conclusions du Conseil "Environnement" de décembre 2008, SANCO/10715/2011 Rev. 5: 13 p. http://ec.europa.eu/food/food/biotechnology/reports_studies/docs/socio_economic_report_GMO_fr.pdf
- Fernandez-Cornejo J., Caswell M. (2006). The First Decade of Genetically Engineered Crops in the USA. *Economic Information Bulletin* 11: 36 p.
- Fernandez-Cornejo J., Hendricks C., Mishra A. (2005). Technology adoption and off-farm household income. *Journal of Agricultural and Applied Economics* 37(3): 549-564.
- Fernandez-Cornejo J., Klotz-Ingram C., Jans S. (2002). Farm-level effects of adopting herbicide-tolerant soybeans in the U.S.A. *Journal of Agricultural and Applied Economics* 34(1): 149-163.

- Fernandez-Cornejo J., McBride W. (2002). Adoption of bioengineered crops. *Agricultural Economic Report*(AER810): 67 p.
- Finger R., Hartmann M., Feitknecht M. (2009). Adoption patterns of herbicide-tolerant soybeans in Argentina. *AgBioForum* 12(3/4): 404-411.
- Fok M. (2010). Broadening the scope of regulation: a prerequisite for a positive contribution of transgenic crop use to sustainable development, *Proceedings of Agro2010, the XIth ESA Congress, 2010/08/29-2010/09/03*, (Wéry J. et al., eds.), Agropolis International Editions, Montpellier, France: 425-426.
- Fok M., Guerroue J.L.I., Lubello P. (2010). A status of coexistence of transgenic and non-transgenic soybean in Parana, Brazil. *Économie rurale* (320): 53-68.
- Frisvold G.B., Boor A., Reeves J.M. (2009). Simultaneous diffusion of herbicide resistant cotton and conservation tillage. *AgBioForum* 12(3/4): 249-257.
- Frisvold G.B., Reeves J.M. (2010). Resistance management and sustainable use of agricultural biotechnology. *AgBioForum* 13(4): 343-359.
- Fulton M., Keyowski L. (1999). The producer benefits of herbicide-resistant canola. *AgBioForum* 2(2): 85-93.
- Gardner J.G., Nehring R.F., Nelson C.H. (2009). Genetically modified crops and household labor savings in US crop production. *AgBioForum* 12(3/4): 303-312.
- Gianessi L.P. (2008). Economic impacts of glyphosate-resistant crops. *Pest Management Science* 64(4): 346-352.
- Goulet F. (2008). L'innovation par retrait. Reconfigurations des collectifs socio-techniques et de la nature dans le développement de techniques culturelles sans labours, Université de Grenoble, 425 p.
- Gouse M., Piesse J., Thirtle C., Poulton C. (2009). Assessing the performance of GM maize amongst smallholders in KwaZulu-Natal, South Africa. *AgBioForum* 12(1): 78-89.
- Green J.M., Hazel C.B., Forney D.R., Pugh L.M. (2008). New multiple-herbicide crop resistance and formulation technology to augment the utility of glyphosate. *Pest Management Science* 64(4): 332-339.
- Griffon M. (2006). Nourrir la planète, Odile Jacob, Paris, 456 p.
- Gusta M., Smyth S.J., Belcher K., Phillips P.W.B., Castle D. (2011). Economic benefits of genetically-modified herbicide-tolerant canola for producers. *AgBioForum* 14(1): 1-13.
- Hanson B.D., Shrestha A., Shaner D.L. (2009). Distribution of glyphosate-resistant horseweed (*Conyza canadensis*) and relationship to cropping systems in the Central Valley of California. *Weed Science* 57(1): 48-53.
- Hennessy D.A., Saak A.E. (2003). State-contingent demand for herbicide-tolerance seed trait. *Journal of Agricultural and Resource Economics* 28(1): 1-14.
- Hurley T.M., Mitchell P.D., Frisvold G.B. (2009). Characteristics of herbicides and weed-management programs most important to corn, cotton, and soybean growers. *AgBioForum* 12(3/4): 269-280.
- Kaphengst T., El Benni N., Evans C., Finger R., Herbert S., Morse S., Stupak N. (2010). Assessment of the economic performance of GM crops worldwide. Report to the European Commission, March 2011., Ecologic Institute: 149 p. http://ec.europa.eu/food/food/biotechnology/reports_studies/docs/economic_performance_report_en.pdf
- Kesan J.P., Gallo A.A. (2005). Property rights and incentives to invest in seed varieties: governmental regulations in Argentina. *AgBioForum* 8(2/3): 118-126.
- Kleter G.A., Bhula R., Bodnaruk K., Carazo E., Felsot A.S., Harris C.A., Katayama A., Kuiper H.A., Racke K.D., Rubin B., Shevah Y., Stephenson G.R., Tanaka K., Unsworth J., Wauchope R.D., Wong S.S. (2007). Altered pesticide use on transgenic crops and the associated general impact from an environmental perspective. *Pest Management Science* 63(11): 1107-1115.
- Klotz-Ingram C., Jans S., Fernandez-Cornejo J., McBride W. (1999). Farm-level production effects related to the adoption of genetically modified cotton for pest management. *AgBioForum* 2(2): 1-7.
- Latruffe L. (2010). Competitiveness, Productivity and Efficiency in the Agricultural and Agri-Food Sectors. *OECD Food, Agriculture and Fisheries Working Papers* 30: 63 p.
- Lassen J., Sandoe P. (2009). GM Plants, Farmers and the Public - A Harmonious Relation? *Sociologia Ruralis* 49(3): 258-272.
- Lence S.H., Hayes D.J. (2005). Technology fees versus GURTs in the presence of spillovers: world welfare impacts. *AgBioForum* 8(2/3): 172-186.
- Llewellyn R.S., Pannell D.J. (2009). Managing the herbicide resource: an evaluation of extension on management of herbicide-resistant weeds. *AgBioForum* 12(3/4): 358-369.
- Marra M.C., Pardey P.G., Alston J.M. (2002). The payoffs to transgenic field crops: an assessment of the evidence. *AgBioForum* 5(2): 43-50.

- Marra M.C., Piggott N.E., Carlson G.A. (2004). The net benefits, including convenience, of Roundup Ready soybeans: results from a national survey, *The net benefits, including convenience, of Roundup Ready soybeans: results from a national survey*, (Marra M.C. *et al.*, eds.), NSF Center for Integrated Pest Management, Raleigh, 40.
- Mauro I.J., McLachlan S.M. (2008). Farmer knowledge and risk analysis: postrelease evaluation of herbicide-tolerant canola in Western Canada. *Risk Analysis* 28(2): 463-476.
- Piggott N.E., Marra M.C. (2008). Biotechnology adoption over time in the presence of non-pecuniary characteristics that directly affect utility: a derived demand approach. *AgBioForum* 11(1): 58-70.
- Qaim M., Traxler G. (2005). Roundup Ready soybeans in Argentina: farm level and aggregate welfare effects. *Agricultural Economics* 32(1): 73-86.
- Rogers E. (1962). *Diffusion of innovations*, Free Press, New York.
- Schweiger J. (2010). Factors influencing the potential cultivation of transgenic crops. *Agrarforschung Schweiz* 1(2): 60-65.
- Sonka S. (2003). The dynamics of biotechnology in the soybean marketplace. *AgBioForum* 6(1/2): 33-40.
- Trigo E.J., Cap E.J. (2003). The impact of the introduction of transgenic crops in Argentinean agriculture. *AgBioForum* 6(3): 87-94.

Section 5.1.2 Les stratégies d'offre des VTH

- Baghdasaryan D., Campens E., Lemarié S. (2010). The product line strategy of a seed company in a context with a licensed GM trait, Annual Meeting of the Association of Southern European Economic Theorists (ASSET), 2010/10/29-30, Alicante (ESP): 29 p.
- Bonny, S. (2011), "Les cultures tolérantes à certains herbicides : adoption, impacts et développement d'adventices résistantes", in A. Ricoch, Y. Dattée et M. Fellous (éds.), *Biotechnologies végétales : environnement, alimentation, santé*, Editions Vuibert, 2011.
- Desquilbet M., Bullock D.S. (2009). Who Pays the Costs of Non-GMO Segregation and Identity Preservation? *American Journal of Agricultural Economics* 91(3): 656-672.
- Desquilbet M., Lemarié S., Levert F. (2002). Potential adoption of genetically modified rapeseed in France, effects on revenues of farmers and upstream companies: an ex ante evaluation, *Exploring diversity in the European Agri-food System*, Zaragoza (Spain), 28-31 août 2002, (European Association of Agricultural Economists, ed.): 15 p.
- Desquilbet M., Lucht E., Milanese J., Rocha de Santos R. (2009). Current and future availability of non-genetically modified soybean seeds in the U.S., Brazil and Argentina, *Rapport du programme Co-Extra, Deliverable D3.11*: 103 p.
- Dillen K., Demont M., Tollens E. (2009). Corporate pricing strategies with heterogeneous adopters: the case of herbicide-resistant sugar beet. *AgBioForum* 12(3/4): 334-345.
- Gianessi L.P., Carpenter J.E. (2000). Agricultural biotechnology: benefits of transgenic soybeans, National Center for Food and Agricultural Policy (NCFAP): 105 p. <http://www.ask-force.org/web/debate/soy85.pdf>
- Gusta M., Smyth S.J., Belcher K., Phillips P.W.B., Castle D. (2011). Economic benefits of genetically-modified herbicide-tolerant canola for producers. *AgBioForum* 14(1): 1-13.
- Hennessy D.A., Hayes D.J. (2000). Competition and tying in agrichemical and seed markets. *Review of Agricultural Economics* 22(2): 389-406.
- Just R.E., Hueth D.L. (1993). Multimarket exploitation. The case of biotechnology and chemicals. *American Journal of Agricultural Economics* 75(4): 936-945.
- Lemarié S. (2005). Vertical integration and the licensing of innovation with a fixed fee or a royalty : 32. Annual conference of the European Association for Research in Industrial Economics, Porto (PRT), 2005/09/01-04, 35 p. Qaim M., Traxler G. (2005). Roundup Ready soybeans in Argentina: farm level and aggregate welfare effects. *Agricultural Economics* 32(1): 73-86.
- Sandonis J., Fauli-Oller R. (2006). On the competitive effects of vertical integration by a research laboratory. *International Journal of Industrial Organization* 24(4): 715-731.
- Shi G.M., Chavas J.P., Stiegert K. (2010). An Analysis of the Pricing of Traits in the U.S. Corn Seed Market. *American Journal of Agricultural Economics* 92(5): 1324-1338.
- Shi G.M., Chavas J.P., Stiegert K.W. (2009). Pricing of herbicide-tolerant soybean seeds: a market-structure approach. *AgBioForum* 12(3/4): 326-333.

Section 5.1.3 Protection juridique de l'innovation variétale et mise sur le marché des VTH

- Anvar L. (2008). Semences et droit. L'emprise d'un modèle économique dominant sur une réglementation sectorielle. Thèse, Université Paris I, Paris, 470 p.
- Beier F.K., Straus J. (1985). Les brevets dans une ère de changement rapide des sciences et des technologies : les inventions dans le domaine de la biotechnologie. In *Biotechnologie et protection par brevet, une analyse internationale*, (Beier F.K.C., R.S.;Straus, J., ed.), OCDE: 25.
- Boizard M. (2000). La protection juridique des inventions biotechnologiques. Thèse, Université Rennes 1, 477 p.
- Boizard M. (2005). Licence de dépendance entre brevet et certificat d'obtention végétale : le point d'équilibre ? . *Propriété Industrielle* 2005(11): étude n°24.
- Bouche N. (2007). Obtentions végétales. In *Répertoire de droit commercial*, Dalloz.
- Boy L. (1997). La référence au principe de précaution et l'émergence de nouveaux modes de régulation. *Petites Affiches* (4): 4-8.
- Boy L. (2008). L'évolution de la réglementation internationale : vers une remise en cause des semences paysannes ou du privilège de l'agriculteur. *Revue Internationale de Droit Economique* XXII(3): 293-313.
- Buffet Delmas d'Autane X., Doat A. (2004). La protection des plantes : entre brevet et certificat d'obtention végétale. *Propriété Industrielle* 2004(5): étude n°8.
- Chemtob-Concé M.C. (2006). La brevetabilité des innovations biotechnologiques appliquées à l'Homme, 3. ed., Tec et Doc, Paris, 232 p.
- Collart-Dutilleul F. (2004). Le principe de précaution dans le règlement communautaire du 28 janvier 2002. In *Prodotti agricoli e sicurezza alimentare: atti del VIIo Congresso mondiale di Diritto agrario dell'Unione Mondiale degli Agraristi Universitari in memoria di Louis Lorvellec* : Pisa-Siena, 5-9 novembre 2002, (Rook Basile E.M., Alfredo;Germano, Alberto, ed.), Giuffrè: 240.
- Galloux J.C. (1990). Fabrique-moi un mouton... Vers la brevetabilité des animaux-chimères en droit français. *La semaine juridique Edition générale (JCP G)* 1990(7): n°3430.
- Hermitte M.A. (1985a). Les réponses du droit au démarquage scientifique, variétés parasites, variétés déceptrives. In *La protection de la création végétale, le critère de nouveauté*, (Hermitte M.A., ed.), Litec, Paris: 49-77.
- Hermitte M.A., (Dir.) (1985b). *La protection de la création végétale. Le critère de nouveauté*, Volume 11, Librairies techniques, Paris, 159 p.
- Hermitte M.A., Noiville C., Brosset E. (2009). Organismes génétiquement modifiés. *Fascicule Jurisclasseurs Environnement et Développement Durable Fasc 4100(15)*: 5.
- Kevles D.J. (2002). A history of patenting life in the United States with comparative attention to Europe and Canada, (European Commission, ed.), Office for official publications of the European Communities, Luxembourg, 84 p.
- Passa J. (2005). La protection par brevet des semences génétiquement modifiées. *Propriété Industrielle* 2005(5): étude 13.
- Pollaud-Dulian F. (1997). La brevetabilité des inventions. *Etude comparative de jurisprudence France - OEB*, Tome 16, Litec, Paris, 302 p.
- Remiche B., (Dir) (2007). Brevet, innovation et intérêt général. Le brevet : pourquoi et pour quoi faire ? Actes du colloque de Louvain-la-Neuve organisé par la Chaire Arcelor, Larcier, Bruxelles, 608 p.
- Scuffi M. (2003). L'interprétation de la revendication de produit caractérisé par son procédé d'obtention. In *11. Colloque des juges européens de brevets*, JO OEB, Edition spéciale: p. 67.

Section 5.2.1 Coût de la coexistence entre variétés

- Barber D., Hobbs J., Nolan J. (2008). Assessing producer stated preferences for identity preservation in the Canadian grain handling and transportation system. *Canadian Journal of Agricultural Economics-Revue Canadienne D Agroéconomie* 56(3): 243-256.
- Coleno F.C. (2008). Simulation and evaluation of GM and non-GM segregation management strategies among European grain merchants. *Journal of Food Engineering* 88(3): 306-314.
- Coleno F.C., Angevin F., Lecroart B. (2009). A model to evaluate the consequences of GM and non-GM segregation scenarios on GM crop placement in the landscape and cross-pollination risk management. *Agricultural Systems* 101(1-2): 49-56.

- Consmuller N., Beckmann V., Schleyer C. (2009). The role of coordination and cooperation in early adoption of GM crops: the case of Bt maize in Brandenburg, Germany. *AgBioForum* 12(1): 47-59.
- Demont, M., Daems, W., Dillen, K., Mathijs, E., Sausse, C., Tollens, E., (2008). Regulating coexistence in Europe: Beware of the domino-effect!. *Ecological Economics*, 64, 683-689.
- Demont M., Devos Y. (2008). Regulating coexistence of GM and non-GM crops without jeopardizing economic incentives. *Trends in Biotechnology* 26(7): 353-358.
- Demont M., Devos Y., Sanvido O. (2010a). Towards flexible coexistence regulations for GM crops in the EU. *Eurochoices* 9(2): 18-24.
- Demont M., Dillen K., Daems W., Sausse C., Tollens E., Mathijs E. (2009). On the proportionality of EU spatial ex ante coexistence regulations. *Food Policy* 34(6): 508-518.
- Demont M., Dillen K., Daems W., Sausse C., Tollens E., Mathijs E. (2010b). On the proportionality of EU spatial ex ante coexistence regulations: Reply. *Food Policy* 35(2): 183-184.
- Desquilbet M., Bullock D.S. (2009). Who Pays the Costs of Non-GMO Segregation and Identity Preservation? *American Journal of Agricultural Economics* 91(3): 656-672.
- Desquilbet M., Bullock D.S. (2010). On the proportionality of EU spatial ex ante coexistence regulations: A comment. *Food Policy* 35(1): 87-90.
- Devos, Y., Thas, O., Cougnon, M., Clercq, E.M.d., Cordemans, K., Reheul, D., 2008. Feasibility of isolation perimeters for genetically modified maize. *Agronomy for Sustainable Development* 28, 195-206
- Devos Y., Demont M., Dillen K., Reheul D., Kaiser M., Sanvido O. (2009). Coexistence of genetically modified (GM) and non-GM crops in the European Union. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 29(1): 11-30.
- Devos Y., Reheul D., Thas O., De Clercq E.M., Cougnon M., Corde K. (2007). Implementing isolation perimeters around genetically modified maize fields. *Agronomy for Sustainable Development* 27(3): 155-165.
- Furtan W.H., Guzel A., Weseen A.S. (2007). Landscape clubs: Co-existence of genetically modified and organic crops. *Canadian Journal of Agricultural Economics-Revue Canadienne D Agroeconomie* 55(2): 185-195.
- Gryson N., Eeckhout M., Trouillier A., Le Bail M., Soler L.-G. (2009). Strategies for coexistence of GM and non-GM soy from import to feed processing. *Environmental Biosafety Research* 8(3): 153-159.
- Meynard J.-M., Le Bail M. (2001). Isolement des collectes et maîtrise des disséminations au champ, Programme de recherche : Pertinence économique et faisabilité d'une filière "sans utilisation d'OGM", Inra, InaP-G, 56 p.
- Moschini G., Bulut H., Cembalo L. (2005). On the segregation of genetically modified, conventional and organic products in European agriculture: A multi-market equilibrium analysis. *Journal of Agricultural Economics* 56(3): 347-372.
- Munro A. (2008) The spatial impact of genetically modified crops. *Ecological Economics* 67, 658-666.
- Scipioni, A., Saccarola, G., Arena, F. & Alberto, S. (2005). Strategies to assure the absence of GMO in food products application process in a confectionery firm, *Food control* 16, 569-578.
- Skevas T., Fevreiro P., Wesseler J. (2010). Coexistence regulations and agriculture production: A case study of five Bt maize producers in Portugal. *Ecological Economics* 69(12): 2402-2408.
- Tumusiime E., Grootte H.d., Vitale J., Adam B. (2010). The cost of coexistence between Bt maize and open-pollinated maize varieties in lowland coastal Kenya. *AgBioForum* 13(3): 208-221.
- Wilson W.W., Dahl B.L., Jabs E. (2007). Optimal supplier testing and tolerance strategies for genetically modified (GM) wheat. *Agricultural Economics* 36(1): 39-48.
- Wilson W.W., Henry, X., Dahl, B.L. (2008a) "Costs and risks of conforming to EU traceability requirements: the case of hard red spring wheat," *Agribusiness* . 24(1) : 85-101.
- Wilson W.W., DeVuyst E.A., Taylor R.D., Koo W.W., Dahl B.L. (2008b). Implications of biotech traits with segregation costs and market segments: the case of Roundup Ready (R) Wheat. *European Review of Agricultural Economics* 35(1): 51-73.

Section 5.2.2 L'analyse juridique de la traçabilité, de la responsabilité et de l'étiquetage

- (2003). Mais comprenant du maïs génétiquement modifié : respect de la loyauté des transactions est mis en place d'un autocontrôle obligatoire. *Option qualité* 213.
- (2010). Alerte 115. *Revue de droit rural* 386.
- Bailly J.M. (2006). La sécurité alimentaire. *Gazette du Palais. Droit de la santé* 160-161: 7-19.
- Billet P. (2008). Index raisonné de la loi OGM du 25 juin 2008. *Revue de droit rural* 368: 9-24.

- Billet P. (2009). Clefs de lecture du nouveau régime de responsabilité environnementale, À propos du décret n° 2009-468 du 23 avril 2009 relatif à la prévention et à la réparation de certains dommages causés à l'environnement. *La semaine juridique. Entreprise et affaires* 26: 33-40.
- Blumberg Mokri M. (2002). Le régime juridique des organismes réglementairement disséminés : un aperçu de la directive CE N° 2001/18 du 12 mars 2001 relative à la dissémination volontaire d'organismes génétiquement modifiés dans l'environnement. *Option qualité* 207: 11-15.
- Borel J.V. (2007). La responsabilité pour troubles anormaux du voisinage : de la réparation à la prévention. *Revue de droit immobilier* 4: 313.
- Boy L. (2010). De l'encadrement du droit à l'anticipation de normes pour les poissons génétiquement modifiés, Colloque DOGMATIS. La question des poissons génétiquement modifiés, Paris, 2010/11/22-23.
- Brosset E. (2007). Différenciations nationales et harmonisation communautaire, l'exemple des organismes génétiquement modifiés. In *RDSS - Revue de droit sanitaire et social : Année 2006*, (Borgetto M., ed.), Dalloz: 215.
- Bugnicourt J.P., Borgetti J.S., Collart-Ditilleul F. (2011). Le droit civil de la responsabilité à l'épreuve du droit de l'alimentation : premières questions. In *Recueil Dalloz : Année 2010*, Dalloz: 1099.
- Cans C. (2009). La responsabilité environnementale. Prévention, imputation, réparation, Thèmes et commentaires, Dalloz.
- Cassin I. (1999). Les OGM et le nouveau régime de la responsabilité du fait des produits défectueux. *Gazette du Palais*: 134.
- Charlier C., Valceschini E. (2008). Coordination for traceability in the food chain. A critical appraisal of European regulation. *European Journal of Law and Economics* 25(1): 1-15.
- Cour de justice des Communautés européennes (2008). Affaire C-121/07, Commission des Communautés européennes contre République française. In *Recueil de jurisprudence 2008*: p. I-09159.
- De Brosses A. (2003). Les responsabilités de l'entreprise liées au risque sanitaire. *Option qualité* 215: 12-17.
- de Carné O., Andrault O. (2009). Rapport du Conseil national de la consommation relatif à la valorisation des filières n'utilisant pas d'OGM. *Bulletin Officiel Concurrence, Consommation, Repression des Fraudes* 6: 6 p.
- Dupras J.P. (2006). La sécurité des produits et la protection de la santé publique. *Actualité juridique droit administratif - AJDA*: 2046.
- European Commission (2010). Rapport du 20 avril 2011 sur la proposition de règlement du Parlement européen et du Conseil modifiant la directive 2001/18/CE en ce qui concerne la possibilité pour les États membres de restreindre ou d'interdire la culture d'OGM sur leur territoire, (COM(2010)0375 – C7-0178/2010 – 2010/0208(COD)): 55 p. <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?type=REPORT&mode=XML&reference=A7-2011-0170&language=FR#title1>
- European Community (2001). Directive 2001/18/EC of the European Parliament and of the Council of 12 March 2001 on the deliberate release into the environment of genetically modified organisms and repealing Council Directive 90/220/EEC. *Official Journal of the European Communities* 44(L106): 1-39.
- Favret J.M. (2001). Le principe de précaution ou la prise en compte par le droit de l'incertitude scientifique et du risque virtuel. *Recueil Dalloz Sirey* 43: 3462-3469.
- Franc M. (2003). Traitement juridique du risque et principe de précaution. *Actualité juridique droit administratif - AJDA*: 360.
- Friand Perrot M. (2004). La sécurité alimentaire : nouveaux enjeux pour les secteurs agricoles et alimentaires. *Revue de droit rural* 327: Etude 3.
- Hermitte M.A. (2007). Relire l'ordre juridique à la lumière du principe de précaution. *Recueil Dalloz Sirey*: 1518.
- Hermitte M.A., Noiville C. OGM. *Juris-Classeur Droit Rural Fasc* 500.
- Hermitte M.A., Noiville C., Brosset E. (2009). Organismes génétiquement modifiés. *Fascicule Jurisclasseurs Environnement et Développement Durable Fasc* 4100(15): 5.
- Jeannin M.V. (2000). Sécurité et insécurité alimentaire au troisième millénaire. *Gazette du palais* 4 janvier 2000.
- Juet E. (2009). L'action de l'Union européenne en matière de biotechnologies nouvelles, Rennes.
- Koch B.A. (2005). Liability issues and redress mechanisms in the food and feed supply chains, Co Extra, Deliverable D 7.3.
- Leone J. (1999). Les OGM à l'épreuve du principe de précaution. *Gazette du Palais* 164(18 aout 1999): 12.
- Lepage C. (2006). OGM où en est-on ? *Gazette du Palais* 210(29 juillet 2006): 3.
- Mahieu S. (2007). Le droit de la société de l'alimentation. Vers un nouveau modèle de maîtrise des risques alimentaires et technologiques en droit communautaire et international, Larcier, 674 p.
- Maurin M.P. (2008). Les droits des agriculteurs face au statut juridique des semences transgéniques. *Droit de l'environnement* 160(Numéro spécial): 30.
- Moiroud C. (2008). La loi du 25 juin 2008 relative aux organismes génétiquement modifiés : de la politique, du droit et des sciences. *Actualité juridique droit administratif - AJDA*: 2069.

- Ngo M.A., Charlier C. (2010). Agriculture des signes de qualité et agriculture OGM : les enjeux de la coexistence. *Revue de droit rural Etude* 27: 7-12.
- Pauls A. (1999). Généralités : les prescriptions entre professionnels et consommateurs. *Petites affiches* 164: 12.
- Pedrot P. (2003). Traçabilité et responsabilité, *Economica*, Paris.
- Prigent S. (2000). Le trouble anormal du voisinage appartient en droit de la responsabilité. *Actualité juridique droit immobilier - AJDI*: 13.
- Retterer S. (2000). Traçabilité et protection alimentaire. *Droit et patrimoine* 93: 92.
- Romi R. (2000). Nature et portée du principe de précaution. *Actualité juridique droit administratif - AJDA*: 448.
- Seuvric J.F. (2005). Chroniques législatives, texte publié au journal officiel du 15 septembre 2004 au 15 mars 2005. *Revue de sciences criminelles*: 335.
- Soroste A. (2003a). La gestion de la qualité des aliments et l'influence de la loi du premier aout 1905. *Option qualité* 213.
- Soroste A. (2003b). OGM et nouveaux aliments. *Option qualité* 202.
- Soroste A. (2004). Traçabilité : magie, mode outil ? *Option qualité* 225.
- Soroste A. (2009). Aliments des animaux : refonte de la législation communautaire. *Option qualité* 286.
- Thibierge C. (2004). Avenir de la responsabilité, responsabilité de l'avenir. *Recueil Dalloz Sirey*: 577s.
- Trouilly P. (2001). Le juge administratif et les organismes génétiquement modifiés. *Environnement*.
- Verdier L. (2003). Les actions en justice susceptible d'être mises en oeuvre suite à la dissémination et à la mise sur le marché des organismes génétiquement modifiés, le cas des plantes transgéniques, ParisVII.
- Verdier L. (2006). OGM et responsabilité : les enjeux du projet de loi OGM. *Droit de l'environnement* 144: 390.

Section 5.3 Un regard sociologique sur différents aspects de l'innovation TH

- Ahloowalia B.S., Maluszynski M., Nichterlein K. (2004). Global impact of mutation-derived varieties. *Euphytica* 135(2): 187-204.
- Batista R., Saibo N., Lourenco T., Oliveira M.M. (2008). Microarray analyses reveal that plant mutagenesis may induce more transcriptomic changes than transgene insertion. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 105(9): 3640-3645.
- Bonneuil C., Thomas F. (2004). Du maïs hybride aux OGM : un demi-siècle de génétique et d'amélioration des plantes à l'INRA, Actes du colloque : L'amélioration des plantes, continuités et ruptures, 2002/10/17-18, Paris, (Boistard P.S., C.;Savini, I., ed.), INRA Editions: 42-53. (en ligne : <http://www.inra.fr/gap/vie-scientifique/animation/colloque-AP2002/index.htm>)
- Bonneuil C. (2006). Dossier Engagement public des chercheurs Cultures epistemiques et engagement public des chercheurs dans la controverse OGM. *Natures Sciences Societes* 14(3): 257-268.
- Bonny S. (2008). Les cultures transgéniques tolérantes à un herbicide permettent-elles de réduire l'usage des pesticides ? Le cas du soja et du maïs aux Etats-Unis. *Innovations agronomiques* 3: 193-212.
- Chateauraynaud F. (2010). Les OGM entre régulation économique et critique radicale, Rapport final du programme ANR "Formes de mobilisation et épreuves juridiques autour des OGM en France et Europe", GSPR: 420 p.
- Coleno F.C. (2008). Simulation and evaluation of GM and non-GM segregation management strategies among European grain merchants. *Journal of Food Engineering* 88(3): 306-314.
- Dattée Y., Le Buanec B. (2010). Semences et variétés en agriculture biologique. In *Agriculture biologique. Regards croisés d'un groupe de travail de l'Académie d'Agriculture de France* (septembre 2008 – mai 2010), (Le Buanec B. et al., eds.): 8-11.
- Demont M., Dillen K., Daems W., Sausse C., Tollens E., Mathijs E. (2009). On the proportionality of EU spatial ex ante coexistence regulations. *Food Policy* 34(6): 508-518.
- Fernandez-Cornejo J., Hendricks C., Mishra A. (2005). Technology adoption and off-farm household income. *Journal of Agricultural and Applied Economics* 37(3): 549-564.
- Furtan W.H., Guzel A., Weseen A.S. (2007). Landscape clubs: Co-existence of genetically modified and organic crops. *Canadian Journal of Agricultural Economics-Revue Canadienne D Agroeconomie* 55(2): 185-195.
- Gaudillière J.P., Joly P.B. (2006). Appropriation et régulation des innovations biotechnologiques : pour une comparaison transatlantique. *Sociologie Du Travail* 48(3): 330-349.

- Gouyon P.H., Meynard J.M., Klein E., Angevin F., Lavigne C. (2001). Modéliser l'impact des OGM: pourquoi et comment? *Comptes rendus de l'Académie d'Agriculture de France* 87(5): 21-30.
- Joly P.B., Assouline G., Kréziak D., Lemarié J., Marris C., Roy A. (2000). L'innovation controversée : le débat public sur les OGM en France: 197.
- Kahn A. (1996). *Société et révolution biologique. Pour une éthique de la responsabilité*, Sciences en questions, INRA Editions, Paris.
- Lemaire O., Moneyron A., et Masson J.E., (2010), "Interactive Technology Assessment and Beyond: the Field Trial of Genetically Modified Grapevines at INRA-Colmar", *PLoS Biol*, 8(11).
- Lusser M., Parisi C., Plan D., Rogdriguez-Cerezo E. (2011). New plant breeding techniques. State-of-the-art and prospects for commercial development, European Commission, Joint Research Center (JRC), EUR 24760 EN.
- Marris C., Joly P.B., Rip A. (2008). Interactive technology assessment in the real world: Dual dynamics in an iTA exercise on genetically modified vines. *Science Technology & Human Values* 33(1): 77-100.
- Pollack M.A., Shaffer G.C. (2009). *When cooperation fails. The international law and politics of genetically modified foods*, Oxford University Press.
- Pouteau S. (2000). Beyond substantial equivalence: Ethical equivalence. *Journal of Agricultural & Environmental Ethics* 13(3-4): 273-291.
- Projet COBINA (2010). *Connaissances biologiques et normes d'action publique*, Rapport final: ANR-06-POGM-02.
- Ricroch A., Dattée Y., Fellous M. (2011). *Biotechnologies végétales : environnement, alimentation, santé*, Vuibert, Paris, 272 p.
- Roy A. (2001). *Les experts face au risque : le cas des plantes transgéniques*, Partage du savoir, Presses Universitaires de France, Paris.
- Roy A. (2002). L'influence des cultures du risque sur l'expertise scientifique. *Le cas des ogm*. *Économie rurale* 271: 35-48.
- Seralini G.E. (2000). *OGM, le vrai débat*, Dominos, Flammarion, Paris.
- Skevas T., Feveireiro P., Wesseler J. (2010). Coexistence regulations and agriculture production: A case study of five Bt maize producers in Portugal. *Ecological Economics* 69(12): 2402-2408.

Annexe. Mesures d'accompagnement des VTH

Stéphane Lemarié

On s'intéresse ici aux mesures d'accompagnement⁵⁴ qui visent soit à limiter l'apparition d'adventives résistantes, soit à éviter le risque de transfert du gène de tolérance vers des plantes apparentées à la VTH. Dans un cas comme dans l'autre, l'objectif est de limiter la diffusion d'un gène de résistance ou de tolérance à la matière active vis-à-vis de laquelle la VTH est tolérante. Une telle diffusion peut conduire à des pertes économiques puisque, dans les deux cas, l'agriculteur ne peut plus éliminer certaines plantes concurrentes de sa culture au moyen de l'herbicide. Comme il a été indiqué dans le chapitre 3, plusieurs solutions peuvent être mises en place pour limiter ce phénomène. Ces solutions présentent néanmoins un coût direct ou un coût d'opportunité lié à un manque à gagner.

Il existe en économie une littérature sur la gestion des résistances. D'une façon générale, cette littérature aborde deux grands types de problème :

- Le premier consiste à établir le bon équilibre entre le coût des mesures proposées et les bénéfices qu'elles génèrent. Les coûts sont supportés à court terme alors que les bénéfices, liés à la moindre diffusion du gène de résistance, apparaissent à moyen terme. L'arbitrage économique entre les coûts et bénéfices nécessite donc de conduire une analyse dynamique sur plusieurs périodes.
- Le second problème est d'étudier les facteurs qui favorisent ou limitent l'adoption effective de ces mesures par les agriculteurs (besoin d'information, perception biaisée des problèmes, impact des choix réalisés par les agriculteurs voisins, etc.). De telles analyses sont importantes pour définir les politiques publiques ou réglementations à mettre en place pour favoriser l'adoption des mesures d'accompagnement.

La littérature en économie agricole a surtout étudié la gestion des résistances aux insecticides développées par les insectes. Le cas de la résistance aux herbicides a néanmoins fait l'objet de quelques articles que nous présenterons ici. Par rapport au cas des insecticides, la résistance aux herbicides a deux spécificités principales : (i) la mobilité des adventives est plus faible, si bien que les plantes résistantes sur une parcelle ont de grandes chances de provenir de parents qui étaient déjà présents sur la parcelle les années précédentes, (ii) l'agriculteur dispose d'un éventail plus large de mesures alternatives pour éliminer les adventives, dont les adventives résistants à l'herbicide (par exemple, il n'y a pas de mesure équivalente au désherbage mécanique dans le cas des insectes).

Les articles qui vont être présentés ici se placent dans un contexte où l'agriculteur utilise un herbicide avec des semences non TH. Autrement dit, aucune analyse économique n'a été réalisée jusque-là pour étudier les effets de la diffusion du gène de tolérance de la VTH à des plantes apparentées. Nous reviendrons sur ce point après avoir présenté la littérature.

1. L'arbitrage entre les coûts et les bénéfices liés aux mesures d'accompagnement

Le cadre général pour analyser l'arbitrage dans le temps entre les coûts et les bénéfices de la gestion des résistances a été développé par Hueth et Regev (1974). Ce cadre envisage un agriculteur qui prend des décisions de protection des plantes sur plusieurs années. Ces décisions concernent le niveau d'usage d'un pesticide pour limiter les dégâts causés par un bioagresseur. Un usage intensif diminue la population de bioagresseurs (à court terme comme à moyen terme) mais favorise l'émergence de bioagresseurs résistants à moyen terme. Sur le plan économique, réduire la taille de la population de bioagresseurs génère des gains, mais l'accroissement de la proportion de bioagresseurs résistants génère des pertes car cela se traduit par une réduction de l'efficacité du pesticide. L'analyse consiste alors à optimiser, sur un certain horizon de temps, le bénéfice tiré de l'usage de ce pesticide en prenant en compte l'ensemble de ces effets. La prise en compte de l'apparition de bioagresseurs résistants à moyen terme conduit à réduire l'intensité d'usage de pesticide à court terme.

⁵⁴ Les mesures d'accompagnements dont on parlera ici sont le plus souvent des pratiques agricoles. L'adoption de ces pratiques par les agriculteurs peut nécessiter, en amont, une activité de conseil spécifique.

L'article de Gorddard et *al.* (1995) est le premier à avoir appliqué ce cadre au cas des herbicides. Les auteurs utilisent un modèle bioéconomique représentant le problème du désherbage du ray-grass sur blé en Australie. L'agriculteur est amené à prendre deux décisions de désherbage chaque année où il produit du blé : un désherbage mécanique et l'emploi d'un herbicide sélectif. De plus, quand la proportion d'adventices résistantes à l'herbicide devient trop importante, l'agriculteur peut basculer vers une autre culture pour laquelle la présence de ray-grass résistant ne pose pas de problème. L'analyse montre que le recours au désherbage mécanique permet de limiter l'usage d'herbicide à court terme, ce qui ralentit le développement d'adventices résistantes, et donc retarde le moment où l'agriculteur abandonne la culture du blé pour une autre culture. Cette analyse a été enrichie par Schmidt et Pannell (1996) qui prennent en compte l'effet des rotations. Ces derniers montrent que le développement de la résistance de l'adventice peut être mieux contrôlé quand l'agriculteur utilise des rotations sur trois (plutôt que deux) cultures, la rotation optimale étant différente selon la nature des sols.

L'article de Weersink et *al.* (2005) étudie la gestion de la résistance au glyphosate dans un contexte où il ne peut être utilisé qu'en pré-levée. La solution qui est étudiée (le "double knockdown") consiste à remplacer l'usage simple du glyphosate par un usage combiné de glyphosate et de paraquat. Les auteurs montrent que cette solution permet de réduire de façon presque certaine l'apparition d'adventices résistantes au glyphosate. Ceci s'explique par le fait que la fréquence initiale de gène de résistance est généralement reconnue comme étant très faible pour le glyphosate, mais aussi par le fait que les quelques plantes résistantes au glyphosate qui pourraient survivre sont éliminées avec le paraquat.

Que peut-on tirer de ces travaux pour le cas de la gestion de la résistance face à un herbicide utilisé en combinaison avec une VTH ? Généralement, ces travaux suggèrent de combiner différentes pratiques de désherbage plutôt que d'en utiliser une seule. Cette stratégie semble assez peu envisageable dans le cas des VTH puisque nous avons vu en section 5.1.1.3.3 que les agriculteurs qui utilisent les VTH sont amenés à abandonner les autres pratiques de contrôle des adventices (ex : adoption du non-labour). Autrement dit, dans les cas sans VTH, l'agriculteur ne dispose que de techniques partiellement efficaces, si bien qu'il est déjà amené à combiner plusieurs techniques. Combiner un peu différemment ces techniques pour mieux gérer les problèmes de résistance des adventices semble assez envisageable. Dans le cas des VTH, l'efficacité est beaucoup plus nette, si bien que l'agriculteur peut abandonner les autres techniques de désherbage. Combiner plusieurs techniques reviendrait à lui faire faire "machine arrière", ce qui apparaît plus difficilement envisageable. La rotation de cultures devrait donc être une solution particulièrement intéressante dans le cas des VTH, à condition de ne pas utiliser de variétés tolérantes au même herbicide sur des cultures successives sur la même parcelle⁵⁵. En tout état de cause, il s'agit là d'hypothèses qu'il serait nécessaire d'étudier de façon plus approfondie.

2 Les déterminants de l'adoption de pratiques de gestion de résistance

Llewellyn et *al.* (2007) ont étudié les déterminants de l'adoption de pratiques de gestion de résistance face à un herbicide, à partir d'une enquête auprès d'agriculteurs australiens. L'analyse statistique montre que les agriculteurs adoptent ces pratiques lorsqu'ils sont assez conscients de l'apparition de résistance, et aussi lorsqu'ils estiment qu'il est peu probable que de nouveaux herbicides soient introduits rapidement. Les auteurs montrent également que l'adoption de ces pratiques nécessite d'apporter beaucoup d'information technique à l'agriculteur.

Frisvold et *al.* (2009) réalisent une analyse similaire sur données américaines pour ce qui concerne l'adoption de différentes pratiques de gestion de la résistance face au glyphosate. Les données correspondent à une enquête réalisée à l'automne 2007. Il s'agit donc d'un cas dans lequel la résistance a été développée après l'adoption de VTH. Parmi les 10 pratiques envisagées, les trois pratiques les moins utilisées sont : la réalisation d'un labour, le nettoyage des équipements pour éviter la propagation des adventices résistantes entre champs, et l'usage combiné de plusieurs molécules herbicides. Comme pour l'étude de Llewellyn et *al.* (2007), les auteurs soulignent l'importance du conseil et de l'information apportés aux agriculteurs pour favoriser l'adoption de bonnes pratiques.

⁵⁵ Aux Etats-Unis, le développement de la résistance au glyphosate s'explique en particulier par le fait que certains agriculteurs ont utilisé des variétés tolérantes au glyphosate sur plusieurs cultures (soja, maïs et coton).

On notera que ces deux études ne mentionnent jamais le comportement des agriculteurs voisins comme étant un facteur important dans l'adoption ou non de pratiques de gestion de résistance. En d'autres termes, tout se passe comme si les externalités entre agriculteurs voisins étaient négligeables. Or, ces externalités existent si le pollen ou les graines d'une adventice résistante se diffusent dans les champs voisins ou si le pollen de la VTH venait à poloniser des cultures ou des plantes apparentées dans les champs voisins. L'importance de ces externalités mériterait d'être évaluée, en particulier dans le cas des VTH où elles peuvent être plus importantes. Si ces externalités sont faibles, alors l'adoption de pratiques de gestion de résistance est principalement un problème de formation et d'information auprès des agriculteurs. Le but est alors de les amener à mieux prendre en compte les bénéfices qu'ils pourront tirer à moyen terme des bonnes pratiques qu'ils vont mettre en place à court terme. En revanche, si ces externalités sont suffisamment importantes, l'agriculteur ne pourra tirer de bénéfice de ses pratiques que si les agriculteurs voisins les adoptent aussi. Il est alors nécessaire de mettre en place soit une coordination au niveau local, soit une réglementation pour s'assurer que les agriculteurs respectent suffisamment bien ces bonnes pratiques. On peut ici se référer au cas de la gestion de résistances des insectes dans lequel les externalités sont importantes à cause de leur mobilité. Ceci a justifié la mise en place aux Etats-Unis d'une réglementation sur les zones refuges pour les OGM résistants aux insectes (Bourguet et al., 2005).

Références citées

- Bourguet D., Desquilbet M., Lemarie S. (2005). Regulating insect resistance management: the case of non-Bt corn refuges in the US. *Journal of Environmental Management* 76(3): 210-220.
- Frisvold G.B., Hurley T.M., Mitchell P.D. (2009). Adoption of best management practices to control weed resistance by corn, cotton, and soybean growers. *AgBioForum* 12(3/4): 370-381.
- Gorddard R.J., Pannell D.J., Hertzler G. (1995). An optimal -control model for integrated weed management under herbicide resistance. *Australian Journal of Agricultural Economics* 39(1): 71-87.
- Hueth D., Regev U. (1974). Optimal agricultural pest management with increasing pest resistance. *American Journal of Agricultural Economics* 56(3): 543-552.
- Llewellyn R.S., Lindner R.K., Pannell D.J., Powles S.B. (2007). Herbicide resistance and the adoption of integrated weed management by Western Australian grain growers. *Agricultural Economics* 36(1): 123-130.
- Schmidt C.P., Pannell D.J. (1996). Economic issues in management of herbicide-resistant weeds. *Review of Marketing and Agricultural Economics* 64(3): 301-308.
- Weersink A., Llewellyn R.S., Pannell D.J. (2005). Economics of pre-emptive management to avoid weed resistance to glyphosate in Australia. *Crop Protection* 24(7): 659-665.