

L'impact économique des innovations agricoles : l'arbitrage entre hybrides et lignées dans le secteur des semences

Les innovations dans le domaine des semences de grandes cultures sont issues pour l'essentiel de recherches privées. Les entreprises semencières peuvent s'approprier une part plus importante des bénéfices économiques liés à l'innovation en choisissant de créer des semences hybrides plutôt que des semences lignées. Néanmoins, ce choix technologique a aussi un impact en termes d'efficacité puisque les coûts de production sont différents selon le type de semence. Ce texte résume un travail de recherche dans lequel nous montrons que le choix technologique des entreprises peut dans certains cas conduire à une perte du point de vue économique. Nous montrons également que cette perte peut être limitée par la mise en place d'une taxe sur les semences fermières produites à partir de semences lignées, taxe appelée contribution volontaire obligatoire (COV) dans le cas du blé en France.

Introduction

Le secteur des semences, situé en amont de l'agriculture, est un domaine dans lequel l'avantage concurrentiel des firmes dépend en grande partie des innovations technologiques qu'elles développent et qu'elles incorporent dans de nouvelles variétés de semences. Ces changements techniques peuvent soulever des controverses pour diverses raisons. Sur le plan économique, la controverse porte en particulier sur l'idée selon laquelle certains choix techniques sont réalisés en premier lieu pour accroître le profit des semenciers au dépend des agriculteurs.

Ce problème se pose par exemple dans le cas des semences hybrides. Un agriculteur qui utilise ce type de semences est contraint de les racheter à chaque saison. A l'inverse, avec l'autre principal type de semence (les lignées), l'agriculteur peut autoproduire ses semences à partir de sa récolte. On peut comprendre que le semencier ait intérêt à opérer un basculement des semences lignées vers des semences hybrides pour s'approprier une part plus importante des bénéfices liés à son innovation. Néanmoins, ces technologies ont également un impact sur les coûts de production. La production de semences hybrides nécessite des opérations de production supplémentaires (ex : castration dans le cas du maïs) qui accroissent le coût de production.

Nous étudions ici l'intérêt d'un semencier à basculer des semences lignées vers les semences hybrides et l'impact de

ce basculement sur le surplus collectif. Un semencier peut-il avoir intérêt à basculer vers des semences hybrides même si celles-ci sont plus coûteuses à produire ? Existe-t-il des cas où le surplus serait supérieur avec des semences lignées plutôt qu'avec des semences hybrides ? Existe-t-il des instruments économiques qui permettraient d'éviter une telle situation ?

Nous présentons, dans un premier temps, les différents moyens d'appropriation des bénéfices mis en œuvre pour les semences de grande culture. Ensuite, nous présentons les principaux résultats d'une analyse normative dont l'objectif est d'étudier les conditions dans lesquelles le basculement vers les semences hybrides est favorable sur le plan social. Dans la conclusion, nous discutons de l'extension possible de ce type d'analyse à d'autres types de changement technologique, en particulier les OGM.

Les moyens d'appropriation des bénéfices liés à l'innovation dans le secteur semencier

Les innovations dans le secteur des semences sont protégées par le certificat d'obtention végétale (COV). Il s'agit d'un droit de propriété intellectuelle qui confère, comme le brevet, un monopole temporaire à son détenteur pour la commercialisation de l'innovation. Le COV présente cependant deux particularités qui le différencient du brevet. La première est l'exemption pour la recherche : elle autorise n'importe quel acteur à utiliser la variété protégée par COV comme source

Tableau 1 - Types de semence utilisées pour les principales grandes cultures en France (2005)

Culture	Surface (Mha)	Part des semences achetées	Part des semences hybrides
Blé	5.2	58%	2%
Maïs	3.2	100%	100%
Orge	1.6	80%	0%
Colza	1.2	75%	31%
Tournesol	0.6	100%	100%

Source: *Semences et Progrès* (n° 123, 124 et 125)

de matériel végétal dans son programme de recherche. La deuxième particularité, qui est importante pour notre propos, est le privilège du fermier : elle autorise chaque agriculteur à autoproduire sa semence à partir de la récolte de l'année précédente, tant que cette semence est utilisée au sein de l'exploitation.

Au-delà du cadre général du COV qui s'applique à toutes les cultures, il existe des contraintes au privilège du fermier, ces contraintes étant partielles ou complètes, et différentes selon les cultures.

La première contrainte est d'ordre technique. Le semencier peut développer des types de semence dont la qualité peut se détériorer d'une année sur l'autre lorsqu'elles sont autoproduites par l'agriculteur. Ce phénomène se produit par exemple avec les variétés hybrides. Ces variétés sont issues de deux parents différents. La complémentarité entre les deux parents conduit à un hybride qui est meilleur que le meilleur des deux parents, mais cet avantage se perd lorsque l'hybride est autofécondé. L'agriculteur qui dispose de l'hybride mais pas des parents ne peut produire de semence aussi performante que l'hybride.

Les semences hybrides ont été développées avec succès pour plusieurs espèces dont la biologie pouvait assez bien être adaptée à ce type de construction génétique. Le tableau 1 présente la situation actuelle pour les cinq principales espèces cultivées en France. Les premiers hybrides de maïs ont été développés dans les années 30 aux Etats-Unis et se sont diffusés dans les années 50 et 60 en France. Les hybrides de tournesol ont été développés dans les années 70. Aujourd'hui toutes les variétés de maïs et de tournesol sont hybrides et tous les agriculteurs achètent leurs semences. Dans ce cas, la restriction du privilège de l'agriculteur est complète.

Les céréales à pailles (blé, orge) se prêtent mal à la construction d'hybrides. Plusieurs semenciers ont tenté de développer des hybrides de blé depuis les années 80, mais la diffusion de ces variétés a toujours été très réduite car elles n'offrent pas d'avantage très significatif. Dans le cas de l'orge, certains hybrides ont été développés dans les années récentes, mais le recul manque pour évaluer leur impact. La part des semences hybrides dans les céréales à paille est donc négligeable. Une part importante de la surface en céréales à paille est ainsi semée avec des semences fermières (20% pour l'orge, et plus de 40% pour le blé).

Le cas du colza est intermédiaire. Différents types d'hybrides ont été développés depuis le milieu de années 90 et sont utilisés aujourd'hui sur un tiers des surfaces. Cette proportion est relativement stable sur les dernières années. La part des semences fermières sur le reste des surfaces semées avec des variétés lignées est équivalente à ce qui est observé pour le blé et l'orge.

La seconde contrainte au privilège du fermier est d'ordre économique. L'article 14 de la directive européenne 2100/94 relative au COV indique que les agriculteurs autoproduisant leur semence (mis à part les petites exploitations) sont tenus de payer une rémunération équitable à l'obteneur. Cette

mesure nécessite néanmoins la mise en place d'un dispositif particulier de collecte de cette rémunération. Le seul cas où ce dispositif a été mis en place est celui du blé tendre en France depuis 2001, à l'initiative de la SICASOV (Société coopérative d'intérêt collectif agricole anonyme des sélectionneurs obtenteurs). Une contribution volontaire obligatoire (CVO) de 0,5 €/tonne est prélevée à la récolte sur toute la production, soit moins de 5 €/ha pour la CVO à rapprocher des royalties versées par les agriculteurs achetant des semences qui s'élèvent à plus de 10 €/ha. Le remboursement de la CVO est fait aux agriculteurs qui achètent leur semence. Le produit de la taxe est reversé pour l'essentiel (85%) aux semenciers, ce qui a représenté 6 millions d'euros par an de revenu additionnel en moyenne au cours des 5 dernières saisons, soit un revenu additionnel de 20% par rapport aux royalties.

En résumé, l'appropriation permise par les droits de propriété intellectuelle dans le domaine des semences est incomplète, en particulier parce que l'agriculteur a la possibilité d'autoproduire sa semence. Deux moyens d'appropriation complémentaires ont été développés par les semenciers : le développement de variétés hybrides (maïs, tournesol, colza) et le prélèvement d'une taxe sur les semences fermières (blé tendre en France).

Le basculement des lignées aux hybrides est-il optimal du point de vue social ?

Le cadre d'analyse

Notre analyse s'appuie sur un modèle microéconomique dynamique de vente d'un bien durable. En effet, contrairement aux hybrides, les traits génétiques des variétés lignées sont durables. L'agriculteur peut utiliser les propriétés génétiques des lignées (potentiel de rendement, résistance aux maladies, qualité de la graine) plus d'une saison en produisant sa propre semence.

Ce travail s'inscrit donc dans une vaste littérature en économie sur la tarification des biens durables. Néanmoins le cas des semences présente deux principales spécificités. Tout d'abord, à la différence d'un bien durable courant (ex : un livre), l'agriculteur doit supporter un coût d'autoproduction pour rendre le bien durable. Ce coût peut s'apparenter à un coût d'entretien qui existe pour certains autres biens durables (ex : une voiture). Ensuite, le COV ne permet pas à l'agriculteur de commercialiser la semence qu'il a autoproduite : il n'existe pas de marché de l'occasion avec les semences lignées contrairement à ce qui existe souvent avec des biens durables.

Dans notre modèle, il existe deux périodes pendant lesquelles une entreprise semencière en monopole vend des semences (lignées ou hybrides) à des agriculteurs. Les agriculteurs ont la possibilité d'autoproduire des semences lignées à la première période pour la seconde. Les autres principales caractéristiques de ce modèle sont présentées dans l'encadré. Deux hypothèses déterminantes sont faites sur les coûts de production et nécessitent d'être bien justifiées.

Encadré

Deux types de semence peuvent être vendus par le monopole : la semence lignée (L) et la semence hybride (H). Le profit brut des agriculteurs avec chaque type de semence est ΠL et ΠH (valeur identique pour tous les agriculteurs, $\Pi H \geq \Pi L$). Le coût de production du monopole est nul pour la semence lignée et c pour l'hybride ($c > 0$). Les agriculteurs peuvent autoproduire la semence lignée avec un coût marginal de production égal à θ , θ étant compris entre 0 et une borne maximum. Le profit brut des agriculteurs avec la semence lignée est le même que celle-ci soit achetée ou autoproduite. La possible perte de rendement liée à l'autoproduction est incorporée implicitement dans le coût d'autoproduction θ .

A la première période, tous les agriculteurs doivent acheter la semence s'ils souhaitent produire. A la seconde période, chaque agriculteur peut produire lui-même sa semence s'il a utilisé une semence lignée la première année. La résolution du modèle consiste à définir la stratégie optimale du monopole, c'est-à-dire le meilleur type de semence et, pour un type de semence donné, les meilleurs prix aux deux périodes.

Avec une semence lignée, comme le coût de production du monopole est inférieur au coût d'autoproduction des agriculteurs, le surplus est maximum si aucun agriculteur n'autoproduit. Plus précisément, le surplus maximum sur les deux périodes est $WL_{MAX} = 2 \Pi L$. A l'équilibre, le prix défini par le monopole à la seconde période est toujours supérieur au coût marginal, si bien que les agriculteurs pour lesquels θ est proche de 0 préfèrent autoproduire. Le surplus à l'équilibre est noté WL . La différence $WL_{MAX} - WL$ correspond donc à la somme des coûts des agriculteurs qui préfèrent autoproduire. Certains agriculteurs dégagent un profit net positif à l'équilibre. Par conséquent le profit de monopole (noté BL) est inférieur au surplus (WL), la différence entre les deux étant le profit net dégagé par les agriculteurs.

Si le monopole vend une semence hybride, le prix optimal est H à chaque période. Le profit net des agriculteurs est nul. Le profit du monopole sur les deux périodes (BH) est égal au surplus total (WH). Plus précisément : $WH = BH = 2(\Pi H - c)$. Ce niveau de surplus est le niveau maximal qui peut être atteint avec une semence hybride.

L'autoproduction de lignées par l'agriculteur est source d'inefficacité. Cette inefficacité est prise en compte dans le modèle en supposant que l'agriculteur a un coût d'autoproduction de la semence lignée supérieur à celui du monopole. Plusieurs arguments justifient cette hypothèse : (i) le semencier produit des quantités plus importantes et bénéficie ainsi d'économies d'échelle en production dans les opérations de triage et de traitement des semences, (ii) la qualité de la semence fermière est généralement inférieure à celle produite par le semencier, ce qui peut conduire à une perte de rendement, (iii) enfin, l'agriculteur peut avoir tendance à sous-estimer le coût du temps qu'il passe à produire la semence si bien qu'il peut choisir d'autoproduire même si cela conduit à une perte réelle.

Pour le monopole, le coût de production des hybrides est supérieur à celui des lignées pour différentes raisons : (i) le rendement en production est plus faible parce qu'il s'agit du rendement des lignées parentales et parce qu'une partie des rangs seulement est récoltée, (ii) la lignée parentale qui joue le rôle de mère ne doit pas produire de pollen, ce qui nécessite généralement des coûts additionnels de castration.

En résumé, il existe une perte potentielle d'efficacité avec chaque type de semence. Avec des lignées, le coût d'autoproduction des agriculteurs est supérieur à celui du monopole. Avec des hybrides, le coût de production de la semence par le monopole est supérieur au coût de production des lignées.

Les principaux résultats

Lorsque le monopole choisit de vendre des lignées, différentes stratégies de prix sont possibles.

La première stratégie consiste à vendre la semence comme un bien non durable. Tout se passe comme si le monopole maximisait son profit de façon indépendante à chacune des deux périodes sans tenir compte du caractère durable du bien. Le profit du monopole à la deuxième période est plus faible par rapport à la première période parce que les agriculteurs peuvent arbitrer entre acheter leur semence ou la produire eux-mêmes. Plus les coûts d'autoproduction sont faibles et plus le profit du monopole à la seconde période est faible.

La deuxième stratégie consiste à vendre la semence comme un bien durable. Le monopole définit les prix de façon à maximiser le profit d'ensemble sur les deux périodes. Il anticipe que les agriculteurs qui ont des coûts d'autoproduction faibles sont prêts à payer cher pour acquérir la semence à la première période, parce qu'elle leur permettra de dégager un profit pendant plusieurs années. A la différence de la première

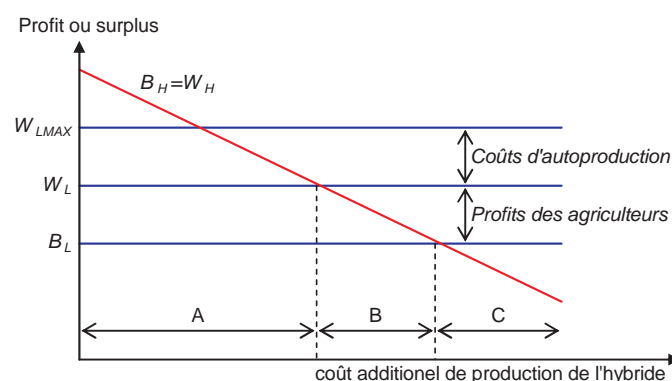
stratégie, le monopole ne cherche pas à concurrencer les agriculteurs à la deuxième période en leur vendant de la semence. Plus le coût d'autoproduction est faible, plus le monopole peut vendre cher sa semence à la première période et dégager ainsi un profit important. Au final, le monopole préfère toujours la deuxième stratégie à la première.

La troisième stratégie est une variante de la seconde et consiste à vendre la semence à la deuxième période à un prix différent selon que l'agriculteur a acheté ou non de la semence à la première période. Cette stratégie permet à la fois de pratiquer des prix élevés à la première période (comme la deuxième stratégie) et de réaliser des ventes et dégager un profit à la seconde période (comme la première stratégie). En effet l'agriculteur est prêt à payer cher sa semence à la première période s'il sait qu'en compensation il peut ainsi avoir une remise sur le prix de la semence à la deuxième période. Cette stratégie est toujours préférée par le monopole aux deux précédentes. Néanmoins, elle suppose qu'il soit possible de vérifier de façon fiable que l'agriculteur a bien acheté la semence à la première période.

Lorsque le monopole choisit de vendre des hybrides, il définit le même prix aux deux périodes. En effet, comme l'autoproduction n'est pas possible, la demande en semence est la même aux deux périodes, ce qui conduit à des prix et des profits identiques à chaque période. Pour simplifier l'analyse, et sans perte de généralité, les hypothèses du modèle sont telles que le monopole s'approprie tout le surplus économique total.

Il est possible à présent d'étudier le choix du type de semence par l'agriculteur et les conséquences de ce choix sur le surplus total. Nous nous appuyons pour cela sur la figure 1.

Figure 1 - Profit de monopole en fonction du coût de production des hybrides



Cette figure représente le profit du monopole ou le surplus total en fonction du coût de production des hybrides. Avec des lignées, ces profits ou surplus sont des droites horizontales parce qu'ils ne dépendent pas du coût des hybrides. Rappelons que l'autoproduction est source d'inefficacité parce que les coûts d'autoproduction de lignées sont supérieurs aux coûts de production du monopole. Comme il y a toujours une part des agriculteurs qui autoproduit lorsque le monopole choisit sa stratégie optimale, le surplus total à l'équilibre (WL) est toujours inférieur au surplus total maximum qui serait atteint s'il n'y avait pas d'autoproduction ($WLMAX$). De plus, le profit net des agriculteurs est toujours positif à l'équilibre, si bien que le profit du monopole (BL) est toujours inférieur au surplus total (WL). Avec des hybrides, le profit du monopole (BH) est égal au surplus total (WH). Ces deux valeurs sont décroissantes avec le coût de production de l'hybride. Plus on se déplace vers la droite de la figure 1 et plus la perte d'efficacité liée aux hybrides est importante.

Il est possible à présent d'étudier les conséquences du choix du type de semence par le monopole sur le surplus total. Le semencier choisit la semence qui lui apporte le meilleur profit : l'hybride si BH est supérieur à BL (zones A et B) et la lignée sinon (zone C). Dans la zone A, l'hybride peut conduire à une perte d'efficacité ($WH < WLMAX$ si le coût de l'hybride est assez élevé), mais cette perte est toujours inférieure à la perte d'efficacité liée à l'autoproduction de lignée ($WLMAX - WL$). La technologie hybride est la meilleure à la fois du point de vue du monopole et du point de vue collectif. Le phénomène inverse se produit dans la zone B : la perte d'efficacité liée au coût de l'hybride est plus forte que celle liée à l'autoproduction de la lignée. La technologie hybride est la meilleure du point de vue du monopole parce qu'elle lui permet de limiter le profit laissé aux agriculteurs, mais elle est la moins favorable du point de vue collectif. Enfin, dans la zone C, le coût de l'hybride est tel que le monopole préfère les lignées, ce qui correspond au meilleur choix du point de vue collectif.

En résumé, quelle que soit la stratégie adoptée par le monopole pour vendre la semence lignée, il ne peut obtenir une part aussi importante du surplus total que celle obtenue avec les hybrides. Il existe toujours une zone de valeur des coûts de production de l'hybride où le choix du type de semence par le monopole conduit à une perte du point de vue économique.

Quel est l'effet de l'introduction d'une taxe sur les semences fermières comme la CVO ? La taxe décourage l'autoproduction. Elle diminue le gain des agriculteurs. Comme elle est reversée au producteur, cette diminution se fait au profit du monopole. Elle améliore l'efficacité globale parce que les pertes liées aux coûts d'autoproduction sont plus faibles. En référence à la figure 1, les courbes BL et WL se déplacent vers le haut. En compensant les pertes dues au caractère

durable des lignées, elle rend la stratégie de semences hybrides moins attractive. Ce qui réduit la zone d'introduction inefficace de semences hybrides (zone B).

Conclusion

Nous avons analysé, dans cet article, les raisons pour lesquelles un semencier peut préférer des semences hybrides aux semences lignées, et l'impact de ce choix sur le surplus collectif. Nous avons montré qu'il peut se trouver des situations dans lesquelles le semencier préfère les hybrides alors que cette technologie est la moins efficace en termes de coûts de production de la semence. Nous avons montré également que la taxe permet de limiter ces situations, mais au prix d'un transfert de profit des agriculteurs vers les semenciers.

D'autres types de changements technologiques conduisent à des phénomènes similaires au cas étudié ici. Deux exemples récents liés aux OGM peuvent être évoqués. Le premier concerne les semences lignées OGM (ex : colza ou soja tolérant à un herbicide). Dans la situation nord-américaine, le caractère OGM est protégé par brevet, ce qui permet aux firmes de restreindre le privilège du fermier. Concrètement, dans le cas de la tolérance au Glyphosate, lorsqu'un agriculteur achète une semence OGM, il signe un contrat de licence avec Monsanto (détenteur du brevet) dans lequel il s'engage à ne pas réutiliser sa semence. Les semences lignées OGM ont alors les mêmes propriétés que les hybrides dans l'analyse qui a été faite ici. L'autre exemple concerne les technologies génétiques restrictives ("Genetic Use Restriction Technology" ou GURT) qui permettent de jouer sur l'activation de certains gènes, et en particulier ceux liés à la fertilité. De telles technologies pourraient être utilisées pour rendre stériles les semences produites par l'agriculteur, ce qui empêcherait tout exercice du privilège du fermier.

Il est important enfin de souligner les limites du cadre d'analyse utilisé ici. La première porte sur la non-prise en compte de la perte d'efficacité liée à l'exercice du pouvoir de monopole. En effet, dans notre analyse, les variations de prix sur la semence hybride n'ont pas d'effet sur la demande, si bien qu'elles conduisent seulement à un transfert de profit entre les agriculteurs et le monopole sans modifier le surplus total. Il serait plus réaliste de supposer que le pouvoir de monopole, qui est plus important avec les hybrides, conduit à une perte de surplus du fait de la diffusion plus restreinte de l'innovation. La seconde limite principale porte sur la non-prise en compte de la phase de R&D. La meilleure appropriation des bénéfices avec les hybrides est un facteur incitatif qui conduit certainement à un accroissement des investissements en recherche et ainsi à un accroissement de l'écart de performance entre les deux types de semence. Lever ces deux limites fait partie du programme des recherches que nous comptons poursuivre sur ce sujet.

Stefan Ambec et Stéphane Lemarié, INRA UMR Gael, Grenoble
ambec@grenoble.inra.fr - lemarie@grenoble.inra.fr

Pour en savoir plus

Ambec, S. ; Langinier, C. et Lemarié, S. (2005). *Incentive to reduce crop trait durability*. The 7th INRA - IDEI conference: Industrial organization and the food processing industry, 9-10 juin 2006, Toulouse.

Lemarié, S. (2006). *Economie du secteur semencier au niveau international : échanges marchands, stratégies des firmes et du secteur public*. A paraître dans les Dossiers de l'environnement de l'INRA.