



AgEcon SEARCH
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search
<http://ageconsearch.umn.edu>
aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

RECHERCHES EN ECONOMIE ET SOCIOLOGIE RURALES

L'impact de la recherche agronomique sur la productivité agricole française. Une approche par le taux de rentabilité interne (TRI) des dépenses publiques affectées à la recherche agronomique en France.

Une équipe de chercheurs de l'INRA a évalué le rôle de la recherche agronomique sur l'évolution de la productivité de l'agriculture française. Pour ce faire, ils ont mobilisé deux approches complémentaires appliquées à des séries statistiques reliant l'évolution sur longue période de la productivité totale des facteurs de l'agriculture française et celle des dépenses publiques en recherche dédiées au secteur agricole. La première approche permet d'analyser statistiquement la relation entre productivité agricole et stock de connaissances issues des dépenses publiques de recherche. La seconde, de nature comptable, vise à calculer directement un taux de rentabilité interne (TRI) de la recherche agricole de sorte à en examiner l'évolution dans le temps. En cohérence avec les résultats obtenus dans d'autres contextes géographiques, le TRI de la recherche agricole française se serait approché de 30 % dans les années 1960. Ce taux aurait tendance à baisser au cours des années récentes. Plusieurs phénomènes peuvent expliquer cette tendance à la baisse de l'impact des dépenses publiques de recherche agricole sur la productivité agricole française, en particulier l'affaiblissement des innovations de rupture ou l'évolution des objectifs de la recherche agronomique.

L'évaluation des impacts économiques de la recherche publique, notamment finalisée, est un des enjeux importants du débat social sur l'intérêt de financer la recherche par rapport à d'autres usages des fonds publics (ou privés). Les approches visant à mesurer la rentabilité de la recherche agronomique ont été initiées par Griliches (1957) dans le cas du maïs hybride aux Etats-Unis. De nombreux travaux ont été conduits depuis, s'intéressant soit à certaines innovations particulières (Colinet *et al.*, 2014), soit à l'impact global de la recherche agronomique d'un pays ou d'un ensemble de pays. On recense dans ce deuxième cas plusieurs centaines d'études, portant le plus souvent sur des exemples américains ou asiatiques, plus rarement sur l'Europe, mais aucune ne s'est intéressée à la France (Alston, 2010). La présente étude propose une première analyse de l'impact de la recherche agronomique sur la productivité agricole française et le calcul du taux de rentabilité de cette même recherche, en utilisant des méthodologies couramment utilisées par les économistes.

Pour évaluer les impacts de la recherche sur la productivité du secteur agricole, les gains de productivité du secteur sont mis en relation avec les dépenses de recherche publiques qui lui ont été dédiées (Encadré 1). Les dépenses de recherche, ou plus exactement les connaissances qu'elles permettent de produire, sont considérées comme un facteur

de production et, à ce titre, un investissement dont on attend une certaine rentabilité. Il est aussi possible d'évaluer celle-ci à travers un taux de rentabilité interne (TRI) de l'investissement (Encadré 2), indicateur habituel dans la gestion de projets et d'investissements. Quelle que soit l'approche, il y a lieu de prendre en compte le temps de transformation des dépenses de recherche en connaissances et innovations disponibles pour la production et, d'autre part, les effets sur l'agriculture française des dépenses de R&D effectuées ailleurs dans le monde et, réciproquement, les effets de la recherche française sur l'agriculture des autres pays (« *spillovers spatiaux* »). Par ailleurs, les effets de la R&D peuvent ne pas porter directement sur la production mais également sur, par exemple, l'environnement ou la santé publique.

Pour des raisons de disponibilité de données, on a dû circonscrire l'application de ces démarches à l'impact des dépenses publiques de la recherche agricole sur la productivité agricole française, laissant de côté les effets sur les industries de transformation (IAA) et la consommation, champs sur lesquels la recherche agronomique française intervient également. Deux séries statistiques de longue période ont été constituées : l'une retraçant l'évolution, de 1959 à 2012, de la productivité totale des facteurs de l'agriculture française ; l'autre les dépenses publiques de recherche dédiées au secteur agricole de 1945 à 2012.

Encadré 1 – Productivité agricole globale et dépenses publiques de recherche dédiées à l'agriculture

Pour les besoins de l'analyse, on a dû reconstituer des séries longues de production / productivité globale de l'agriculture française et de dépenses publiques de recherche dédiées à l'agriculture en utilisant les méthodologies suivantes.

Une productivité totale des facteurs de l'agriculture intégrant les évolutions de capital humain

L'estimation de la productivité globale et des surplus de l'agriculture française a été faite à partir des comptes nationaux disponibles entre 1959 et 2012. L'indice de productivité correspond au rapport des volumes de la production aux volumes des facteurs. Le surplus de productivité est une mesure des gains apportés par la variation de ces volumes. On a eu recours à des indices chaînes de Fisher et de Bennet, agrégeant le volume des productions et ceux des facteurs (consommations intermédiaires, capital, terre, travail). Il était difficile d'étudier la relation entre la recherche et la productivité sans prendre en compte l'amélioration du capital humain : celle-ci a été introduite directement dans la mesure de la productivité, via la construction d'un indice de qualité du travail intégrant formation des chefs d'exploitation et qualification de la main-d'œuvre salariée.

Les dépenses publiques de recherche dédiées à l'agriculture en France

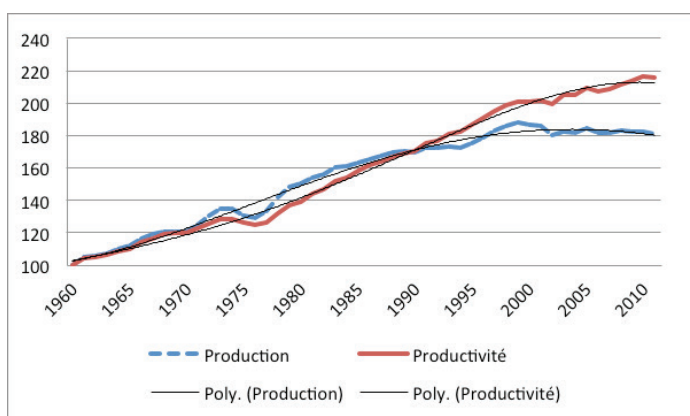
Les comptes nationaux de l'agriculture récapitulent annuellement les concours publics à l'agriculture. Cette série, qui couvre la période 1987-2013, s'appuie sur les versements nationaux et européens en faveur de l'ensemble de la filière agro-alimentaire et inclut les fonds destinés à la recherche et développement (R&D). Elle a été complétée, grâce au travail d'Alphandéry *et al.* (1989), pour obtenir une série couvrant la période 1946-2012. Ces concours publics en R&D agricole ne concernent en fait que les dotations de base en fonctionnement courant et en investissement dans lequel le poids des salaires des organismes de recherche, et notamment de l'INRA, est prépondérant. Ces données excluent donc les crédits de R&D destinés aux organismes professionnels de développement agricole et les dépenses de R&D des entreprises françaises de la branche agricole et celles de la branche IAA, ainsi que les crédits destinés à l'enseignement supérieur agronomique, les ressources contractuelles des organismes de recherche (dont 90 % sont d'origine publique). Au final, l'analyse prend en compte au mieux 60 % des dépenses de R&D destinées à ces secteurs et se centre sur les dépenses publiques de recherche.

Dans la mesure où le champ d'analyse est limité à la productivité de la seule branche agricole, on a cherché à isoler de cet ensemble les crédits plus spécifiquement destinés à la seule agriculture. Pour ce faire, on a réparti ces crédits publics au prorata de la répartition des effectifs de chercheurs INRA selon l'orientation agricole, agro-alimentaire ou alimentaire de leurs départements de recherche.

Sur la période considérée, 1959-2012, la production agricole française double, ce qui correspond à un taux annuel d'augmentation de 1,2 % (Graphique 1). Le volume agrégé des facteurs diminuant légèrement, le taux annuel d'augmentation de la productivité totale se monte à 1,5 % par an, celui de la productivité partielle du travail atteignant 4,4 %. Toutefois, à partir du milieu des années 1990, le volume de la production agricole stagne et on assiste à un certain essoufflement de gains de productivité. D'un autre côté, les concours publics à la recherche agronomique, incluant

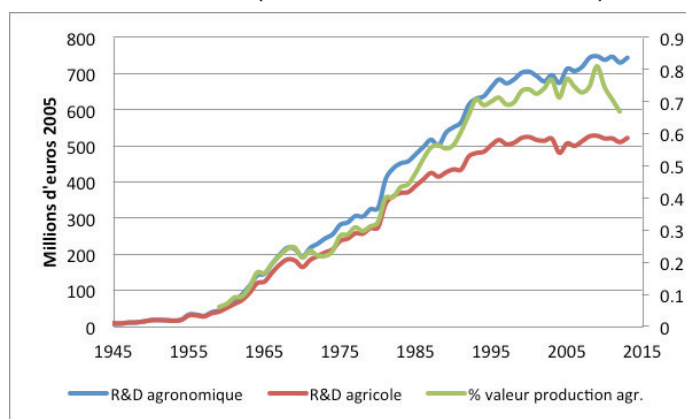
agriculture et IAA, sont passés de 7 millions d'euros constants (2005) en 1945 à 740 millions d'euros 2005 en 2013 (Graphique 2). Ici aussi, on observe un certain ralentissement de cette progression en fin de période. La part des crédits affectés aux recherches dédiées aux IAA et à l'alimentation s'accroissant avec le temps jusqu'à représenter plus du quart de l'ensemble, ce ralentissement affecte plus spécifiquement les concours publics à la recherche strictement agricole. Ceux-ci stagnent, depuis 1995, autour de 600 millions d'euros 2005.

Graphique 1 – Evolution (1960-2011) de la production et de la productivité globale de l'agriculture française (base 100 = 1960)



* Les courbes « poly » sont ici le résultat de l'ajustement linéaire de chacune de ces deux séries.

Graphique 2 – Evolution (1945-2012) des dépenses publiques françaises de recherche dédiées à l'agriculture et aux IAA (en millions d'euros 2005)



Note : La « recherche agronomique » correspond ici aux concours publics de R&D affectés aux organismes de recherche agronomique. On en a soustrait les crédits considérés comme étant affectés aux enjeux agroalimentaires et alimentaires pour obtenir les montants dédiés à la « recherche agricole » (Encadré 1).

Encadré 2 – Taux de rentabilité interne d'un investissement et son application aux dépenses de recherche

Les calculs d'actualisation sont courants pour évaluer la rentabilité de projets d'investissement, publics ou privés. Cela revient à comparer les gains (G) et les investissements (I) des projets, en introduisant un taux d'intérêt (i), pour prendre en compte les différentes périodes correspondant à ces investissements et gains (actualisation). La valeur actuelle d'un projet (VAN) au temps T est ainsi donnée par la formule :

$$VAN_T = \sum_{t=1}^T \frac{G_t - I_t}{(1+i)^t}$$

Le taux de rentabilité interne (TRI) d'un projet correspond au taux i qui annule cette valeur actuelle, c'est-à-dire là où les montants des gains (G_t) et des investissements (I_t) actualisés sont égaux.

Cette approche peut être appliquée aux dépenses de recherche dédiées à un secteur en les considérant comme un ensemble d'investissements récurrents, les gains étant constitués par les surplus de productivité du secteur, ici l'agriculture. Cette approche comptable repose sur l'hypothèse forte que les surplus de productivité (c'est-à-dire la différence entre volume de production et volume des facteurs de production) ne sont issus que des dépenses de recherche.

Pour prendre en compte le temps qu'il faut pour que les dépenses de recherche se transforment en innovations (l'effet « retard » de ces dépenses sur la productivité), il suffit de décaler dans le temps l'intégration des surplus et ne pas comptabiliser les dépenses de recherche de fin de période. En supposant pour une période ($1, T$) un retard de n années, les dépenses de recherche sont intégrées pour la période ($1, T-n$) et les surplus pour la période ($1+n, T$).

Si la période d'étude est suffisamment longue, les surplus de fin de période n'ont empiriquement pas d'effet sur la détermination du TRI. On peut alors introduire une durée de m années pendant lesquelles persistent les effets des dépenses de R&D. La formule d'actualisation devient :

$$VAN_n = \sum_{t=1}^n \frac{-R \& D_t}{(1+i)^t} + \sum_{t=n+1}^{n+m} \frac{S_t - R \& D_t}{(1+i)^t} + \sum_{t=n+m+1}^{n+m+n} \frac{S_t}{(1+i)^t} = 0$$

Le rôle de la recherche dans l'évolution de la productivité agricole française

L'influence que le stock de connaissances acquises grâce aux dépenses de recherche peut avoir sur la productivité agricole est analysée au travers d'un modèle économétrique qui peut intégrer des variables explicatives différentes de celles déjà incluses dans l'indice de productivité totale des facteurs, c'est-à-dire différentes de la terre, du capital, du travail et des consommations intermédiaires (Encadré 3). Son estimation s'appuie sur les outils de l'économétrie des séries temporelles et contrôle donc l'influence des niveaux de productivité antérieurs sur la productivité de l'année considérée. La transformation de la variable de dépenses en recherche tient également compte du temps nécessaire pour que le

cumul des dépenses des années passées se transforme en connaissances disponibles pour la production sans que celles-ci ne deviennent obsolètes.¹

Il ressort de cette analyse que, toutes choses égales par ailleurs indépendamment notamment de l'influence des aléas climatiques telle que captée ici, l'élasticité (de long terme) de la productivité agricole française au stock de connaissances s'établit, sur la période, à environ 0,16, lorsque les seules dépenses françaises en recherche agricole sont prises en compte (Tableau 1). Ainsi, 1 % de connaissances disponibles pour l'agriculture française, créées *via* les diverses vagues de dépenses publiques en recherche agricole, conduirait sur le long terme à un gain de croissance de l'indice de productivité de l'agriculture française d'environ 0,15 %.

Encadré 3 - Modèle économétrique et méthode d'estimation

Dans notre approche, la productivité totale des facteurs est supposée être fonction du stock de connaissances disponibles et de variables explicatives autres que celles déjà prises en compte dans le calcul de l'indice de productivité totale des facteurs de production. De son côté, le stock de connaissances disponibles dépend notamment des dépenses en recherche effectuées par le passé. Parmi les options proposées dans la littérature pour représenter la façon dont les dépenses de recherche réalisées au fil des années se transforment en stock de connaissances disponibles pour la production, on a retenu celle qui somme les dépenses en recherche des 50 années antérieures en les affectant d'un coefficient de pondération qui suit une loi de distribution Gamma. Différentes hypothèses de distribution ont été testées et les estimations les plus robustes sont obtenues en supposant que ces effets sont croissants sur les 25 premières années et décroissants sur les 25 suivantes.

1. Les résultats présentés ici ne prennent pas en compte les *spill-overs* spatiaux, c'est-à-dire les effets sur la productivité agricole française des recherches menées ailleurs dans le monde. On trouvera dans Butault *et al.* (2014) de premiers tests incluant, à cette fin, une portion des dépenses en R&D agricole réalisées aux Etats-Unis aux côtés des dépenses françaises. Bien que modifiant peu les résultats, ils nécessitent d'être approfondis pour en confirmer la robustesse.

Le modèle estimé prend la forme log-linéaire suivante :

$$\ln(TFP_t) = \beta_1 + \beta_2 \ln(Knowl_FR_t) + \gamma(X_t) + \varepsilon_t \quad (1)$$

où TFP_t représente l'indice de productivité totale des facteurs de l'agriculture française de l'année t , $Knowl_FR_t$, le stock de connaissances disponibles à la date t et créées à partir des dépenses françaises en R&D agricole réalisées par le passé, X_t , un ensemble de variables de contrôle (ici, exclusivement de nature météo-climatique), et ε_t , un terme d'erreur.

Pour estimer un tel modèle, on a eu recours aux techniques de régression en séries temporelles. Plus spécifiquement, on a mobilisé un modèle autorégressif de type *ARDL*, c'est-à-dire un modèle autorégressif à retards distribués (*AutoRegressive Distributed Lag model*). Une telle approche permet de tester et d'estimer l'existence d'une relation de long terme, tout autant que la dynamique de court terme et la vitesse d'ajustement à l'équilibre. L'analyse de nos résultats se centre ici sur les seuls paramètres estimés dans l'équation de long terme qui correspondent aux élasticités de long terme de la productivité totale des facteurs au stock de connaissances disponibles.

Sur ces bases, on peut également calculer un TRI en simulant un choc de dépenses en recherche réalisé l'année T puis en recherchant la valeur de i qui annule la valeur actualisée nette dans l'équation ci-dessous :

$$VAN_T(\Delta IR \& D_FR_T) = \sum_{t=T}^{t=T+L} \frac{\Delta Y_t}{(1+i)^t} - \Delta IR \& D_FR_T = 0$$

où $\Delta IR \& D_FR_T$ correspond au choc d'investissement simulé et où $\Delta Y_t = \Delta TFP_t$ est approché à partir de l'élasticité estimée de la productivité ($\widehat{\beta}_2$) en posant : $\Delta Y_t = \widehat{\beta}_2 \cdot Y_t \cdot \frac{\Delta Knowl_FR_t}{Knowl_FR_t}$

Tableau 1. Elasticités de long terme de la productivité agricole française par rapport aux stocks de connaissances acquises par les dépenses en recherche agricole

	Paramètres estimés	
Constante	4,433 ***	3,375 ***
Stocks de connaissances issues des dépenses en recherche	0,161 ***	0,157 ***
Bilan climatique (P – ETP)	0,017 *	-
Productivité de l'herbe	-	0,209 *
F-stat	12,120 *	8,707

*** : significatif à 1 % ; ** : significatif à 5 % ; * : significatif à 10 %

A partir de ces élasticités, on peut calculer un taux de rentabilité interne (TRI) des investissements en recherche publique agricole (Encadré 3). Le TRI est égal à 28,1 % pour une élasticité de 0,16 et de 27,4 % pour une élasticité de 0,15. De tels niveaux de TRI, qui peuvent paraître élevés, sont concordants avec les résultats obtenus dans la plupart des études internationales (Alston, 2010). Notons cependant que ces TRI sont calculés en simulant un choc sur l'investissement à une année donnée et en évaluant ses effets sur toutes les années suivantes. Comme on a supposé que les effets de la recherche sur le stock de connaissances s'étaient étalés sur 50 ans, le choc simulé ne peut concerner que des investissements en recherche du début des années 1960. Si on peut concevoir qu'à cette époque, les investissements en recherche agricole ont généré des TRI élevés, on peut s'interroger sur leur maintien à un tel niveau dans les décennies plus récentes.

L'évolution dans le temps du TRI de la recherche agricole : vers une baisse tendancielle ?

Compte tenu de l'essoufflement des gains de productivité agricole sensible depuis le milieu des années 1990, on a tout d'abord examiné la stabilité dans le temps de la relation entre productivité et dépenses publiques de R&D. L'adoption de formes fonctionnelles plus flexibles que la simple relation linéaire (forme quadratique ou approche semi-paramétrique de type *penalised regression splines*) conclut à la constance dans le temps de la valeur du paramètre estimé et donc à une grande robustesse de nos élasticités. Seule la période de la crise pétrolière du début des années 1970 semble avoir

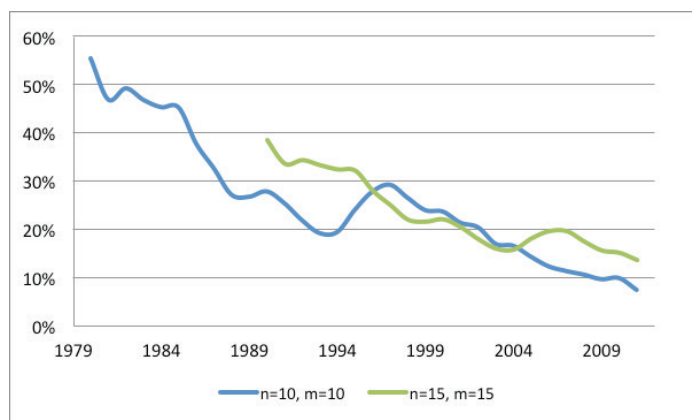
amoindri l'impact de la recherche agricole sur la productivité agricole française. Cependant, la stabilité dans le temps des élasticités ne garantit pas que les TRI correspondants soient également constants. En effet, ceux-ci sont autant dépendants du montant de l'investissement initial que de la chaîne des investissements suivants et, compte tenu de nos hypothèses sur les effets retards, seul l'impact des investissements anciens peut être simulé par cette approche (Encadré 3).

Pour pallier cette difficulté, il est possible de recourir à un calcul plus direct des TRI en supposant que l'augmentation de la productivité agricole globale génère un « surplus » (correspondant à la différence entre la production en volume et le volume des facteurs de production) qui peut être partiellement ou totalement attribué à la recherche. Sur cette base, on peut calculer classiquement un TRI en adoptant diverses hypothèses sur le temps de transformation des investissements en connaissances d'une part, et sur la durée des effets de ces dépenses d'autre part (Encadré 2).

Si on calcule un TRI moyen sur l'ensemble de la période, ce taux décroît fortement avec le temps que l'investissement en recherche met à se transformer en connaissances. Ce taux est très élevé pour un retard de 5 ans puisqu'il atteint 130 % ; il passe à 57 % pour un retard de 10 ans, à 39 % pour un retard de 15 ans et à 26 % pour un retard de 20 ans. Dans la dernière situation qui correspond aux durées de transformation des recherches en innovations telles qu'observées dans le cadre du projet ASIRPA (Colinet *et al.*, 2014), on aboutit à un TRI moyen proche de celui de l'analyse économétrique.

Cette approche permet d'appréhender l'évolution dans le temps du TRI. Pour ce faire, on a posé quelques hypothèses sur le temps de transformation des dépenses de recherche en connaissances disponibles (n) et la durée de leurs effets (m). Le TRI est très élevé en début de période et approche les 40 % lorsque les effets de retard et de durée sont tous deux de 15 ans (Graphique 3). Il s'établit autour de 20 à 30 % en milieu de période et il diminue en fin de période, concomitamment avec l'essoufflement des gains de productivité et la baisse de la valeur de la production agricole, pour se rapprocher des 10-15 %. Les hypothèses de retards importants sont alors plutôt favorables au maintien de la valeur du TRI dans la mesure où les faibles surplus ou les surplus négatifs de fin de période pèsent moins dans le calcul de l'actualisation.

Graphique 3 - Evolution du TRI des dépenses publiques françaises en recherche dédiées à l'agriculture selon différentes hypothèses relatives aux retards (n) et à la durée des effets de la recherche (m)
(TRI de la dernière année de calcul, taux lissés sur trois ans).



Conclusion

Rejoignant nombre des travaux menés dans d'autres contextes, le TRI de la recherche agronomique française, estimé ici à partir du cumul interannuel des dépenses publiques en recherche agricole, s'approche des 30 %. Cette valeur, qui peut paraître élevée, est à comparer avec la médiane à 42 % qu'Alston (2010) met en évidence au travers du dépouillement des 1 128 estimations repérées dans les 292 études menées de par le monde sur cette question. Cependant, compte tenu des effets retards, c'est-à-dire du temps qu'il faut au cumul des dépenses de recherche pour se transformer en connaissances et innovations disponibles pour la production, le TRI évalué par l'approche économétrique renseigne surtout sur les effets produits par les investissements anciens, comme ceux réalisés pendant la grande période de la modernisation de l'agriculture française, des progrès génétiques végétal et animal ainsi que dans

l'utilisation des engrais de synthèse, des concentrés pour l'alimentation du bétail, etc. En dépit de la stabilité dans le temps des élasticités, l'évolution de ce TRI, analysée par le recours à l'approche comptable, interroge sur une possible baisse du TRI agricole au fil du temps : le TRI passerait ainsi de près de 40 % en début de période à moins de 15 % pour les années les plus récentes.

Cette baisse tendancielle du taux de rentabilité des investissements en recherche agricole est attribuable à plusieurs causes dont les effets peuvent se combiner. Elle converge tout d'abord avec les débats actuels qui animent les économistes sur les freins à la croissance dans les pays industrialisés, parmi lesquels le faible développement d'innovations de rupture dans la sphère de la production serait un facteur-clé. En écho à ces débats macro-économiques, la baisse de la rentabilité de la recherche agronomique peut être mise en regard de la stagnation des rendements en grandes cultures que les agronomes observent en France et n'attribuent pas à un ralentissement du progrès génétique mais essentiellement à l'effet du changement climatique, et, pour une moindre part, à une baisse des intrants de synthèse (Brisson *et al.*, 2010). La stagnation des rendements se double d'une stagnation de la productivité partielle des consommations intermédiaires, ce qui pose la question de l'existence d'une rupture dans le progrès technique.

Par ailleurs, l'approche retenue ne tient pas compte de l'évolution des objectifs assignés à la recherche agronomique publique qui ont subi une double évolution. D'une part, l'internationalisation de la recherche agricole française s'est traduite par un enjeu de genericité des résultats plus marqué qu'auparavant, accroissant le temps de transformation en connaissances disponibles. D'autre part, les objectifs finalisés se sont élargis pour passer de la sphère des gains de productivité aux enjeux environnementaux et sanitaires de l'activité agricole. La prise en compte de ces objectifs complémentaires nécessiterait soit d'intégrer dans l'analyse des indicateurs d'impacts sur les dimensions non marchandes omises dans les calculs de productivité agricole, soit de mieux séparer la part des investissements en recherche dédiés à des objectifs non marchands. Enfin, le champ couvert par les dépenses en R&D prises en compte dans cette analyse mériterait d'être également étendu aux volets recherche privée et développement, notamment agricole, de la R&D.

Jean-Pierre Butault INRA, UMR 356 LEF, F-54000 Nancy, France.

Stéphane Lemarié INRA, UMR 1215 GAEL, F-38000 Grenoble, France.

Antonio Musolesi Université de Ferrare, Italie.

Frédéric Huard INRA, US 1116 AgroClim, F-84000 Avignon, France.

Michel Simioni INRA, UMR 1291 GREMAQ, F-31000 Toulouse, France.

Bertrand Schmitt (auteur de correspondance) INRA, DEPE, F-75000 Paris, France.

Pour en savoir plus

Alphandéry P., Bitoun P, Dupont Y., Foulhouze I., Harel M., (1989). *L'Etat, la société de croissance et la politique agricole en France*. INRA Paris.

Alston, (2010). *The Benefits from Agricultural Research and Development, Innovation and Productivity Growth*. OECD Food, Agriculture and Fisheries Papers, n° 31, 502 p.

Brisson N., Gate P, Gouache D., Charmet G., Oury F-X, Huard F., (2010). Why are wheat yields stagnating in Europe? A comprehensive data analysis for France. *Field Crops Research*, 119(1): 201-212.

Butault J.-P., S. Lemarié, A. Musolesi, F. Huard, M. Simioni, B. Schmitt (2014). *Impact de la recherche agronomique sur la productivité agricole française : une approche par le taux de rentabilité interne de la recherche publique*. Rapport d'étude pour le Collège de direction INRA, Paris : INRA-DEPE, 48 p.

Colinet L., Joly P.-B., Gaunand A., Matt M., Larédo P., Lemarié S., (2014). *ASIRPA – Analyse des Impacts de la Recherche Publique Agronomique*. Rapport final. Rapport préparé pour l'Inra. Paris, France

Griliches Z., (1957). Hybrid Corn: An Exploration in the Economics of Technological Change. *Econometrica*, 25: 501-522.