

Décembre 2014
volume n° 4 / numéro n° 2
www.agronomie.asso.fr

Agronomie

environnement & sociétés



La revue de l'association française d'agronomie

Variétés et systèmes de culture

Quelle co-évolution ? Quelles implications pour l'agronomie et la génétique ?

Association Française
AGRONOMIE

Agronomie, Environnement & Sociétés

Revue éditée par l'Association française d'agronomie (Afa)

Siège : 16 rue Claude Bernard, 75231 Paris Cedex 05.

Secrétariat : 2 place Viala, 34060 Montpellier Cedex 2.

Contact : douhairi@supagro.inra.fr, T : (00-33)4 99 61 26 42, F : (00-33)4 99 61 29 45

Site Internet : <http://www.agronomie.asso.fr>

Objectif

AE&S est une revue en ligne à comité de lecture et en accès libre destinée à alimenter les débats sur des thèmes clefs pour l'agriculture et l'agronomie, qui publie différents types d'articles (scientifiques sur des états des connaissances, des lieux, des études de cas, etc.) mais aussi des contributions plus en prise avec un contexte immédiat (débats, entretiens, témoignages, points de vue, controverses) ainsi que des actualités sur la discipline agronomique.

ISSN 1775-4240

Contenu sous licence Creative commons



Les articles sont publiés sous la *licence Creative Commons 2.0*. La citation ou la reproduction de tout article doit mentionner son titre, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue AE&S et de son URL, ainsi que la date de publication.

Directeur de la publication

Marc BENOÎT, président de l'Afa, Directeur de recherches, Inra

Rédacteur en chef

Olivier RÉCHAUCHÈRE, chargé d'études Direction de l'Expertise, Prospective & Etudes, Inra

Membres du bureau éditorial

Pierre-Yves LE GAL, chercheur Cirad

Hervé SAINT MACARY, directeur adjoint du département Persyst, Cirad

Philippe PRÉVOST, directeur Agreenium Université en ligne

Danielle LANQUETUIT, consultante Triog et webmaster Afa

Comité de rédaction

- Marc BENOÎT, directeur de recherches Inra

- Valentin BEAUVAL, agriculteur

- Jacques CANEILL, directeur de recherches Inra

- Joël COTTART, agriculteur

- Thierry DORÉ, professeur d'agronomie AgroParisTech

- Sarah FEUILLETTE, cheffe du Service Prévision Evaluation et Prospective Agence de l'Eau Seine-Normandie

- Yves FRANCOIS, agriculteur

- Jean-Jacques GAILLETON, inspecteur d'agronomie de l'enseignement technique agricole

- François KOCKMANN, chef du service agriculture-environnement Chambre d'agriculture 71

- Marie-Hélène JEUFFROY, directrice de recherche Inra et agricultrice

- Aude JOMIER, enseignante d'agronomie au lycée agricole de Montpellier

- Jean-Marie LARCHER, responsable du service Agronomie du groupe Axérial

- François LAURENT, chef du service Conduites et Systèmes de Culture à Arvalis-Institut du végétal

- Francis MACARY, ingénieur de recherches Irstea

- Jean-Robert MORONVAL, enseignant d'agronomie au lycée agricole de Chambray, EPLEFPA de l'Eure

- Christine LECLERCQ, professeure d'agronomie Institut Lassalle-Beauvais

- Adeline MICHEL, Ingénieure du service agronomie du Centre d'économie rurale de la Manche

- Philippe POINTEREAU, directeur du pôle agro-environnement à Solagro

- Philippe PRÉVOST, directeur Agreenium Université en Ligne

- Hervé SAINT MACARY, directeur adjoint du Département Persyst, Cirad

Secrétaire de rédaction

Philippe PREVOST

Assistantes éditoriales

Sophie DOUHAIRIE et Danielle LANQUETUIT

Conditions d'abonnement

Les numéros d'AE&S sont principalement diffusés en ligne. La diffusion papier n'est réalisée qu'en direction des adhérents de l'Afa ayant acquitté un supplément (voir conditions à <http://www.agronomie.asso.fr/espace-adherent/devenir-adherent/>)

Périodicité

Semestrielle, numéros paraissant en juin et décembre

Archivage

Tous les numéros sont accessibles à l'adresse <http://www.agronomie.asso.fr/carrefour-inter-professionnel/evenements-de-lafa/revue-en-ligne/>

Soutien à la revue

- En adhérant à l'Afa via le site Internet de l'association (<http://www.agronomie.asso.fr/espace-adherent/devenir-adherent/>). Les adhérents peuvent être invités pour la relecture d'articles.
- En informant votre entourage au sujet de la revue AE&S, en disséminant son URL auprès de vos collègues et étudiants.
- En contactant la bibliothèque de votre institution pour vous assurer que la revue AE&S y est connue.
- Si vous avez produit un texte intéressant traitant de l'agronomie, en le soumettant à la revue. En pensant aussi à la revue AE&S pour la publication d'un numéro spécial suite à une conférence agronomique dans laquelle vous êtes impliqué.

Instructions aux auteurs

Si vous êtes intéressé(e) par la soumission d'un manuscrit à la revue AE&S, les recommandations aux auteurs sont disponibles à l'adresse suivante :

<http://www.agronomie.asso.fr/carrefour-inter-professionnel/evenements-de-lafa/revue-en-ligne/pour-les-auteurs/>

À propos de l'Afa

L'Afa a été créée pour faire en sorte que se constitue en France une véritable communauté scientifique et technique autour de cette discipline, par-delà la diversité des métiers et appartenances professionnelles des agronomes ou personnes s'intéressant à l'agronomie. Pour l'Afa, le terme agronomie désigne une discipline scientifique et technologique dont le champ est bien délimité, comme l'illustre cette définition courante : « *Etude scientifique des relations entre les plantes cultivées, le milieu [envisagé sous ses aspects physiques, chimiques et biologiques] et les techniques agricoles* ». Ainsi considérée, l'agronomie est l'une des disciplines concourant à l'étude des questions en rapport avec l'agriculture (dont l'ensemble correspond à l'agronomie au sens large). Plus qu'une société savante, l'Afa veut être avant tout un carrefour interprofessionnel, lieu d'échanges et de débats. Elle se donne deux finalités principales : (i) développer le recours aux concepts, méthodes et techniques de l'agronomie pour appréhender et résoudre les problèmes d'alimentation, d'environnement et de développement durable, aux différentes échelles où ils se posent, de la parcelle à la planète ; (ii) contribuer à ce que l'agronomie évolue en prenant en compte les nouveaux enjeux sociétaux, en intégrant les acquis scientifiques et technologiques, et en s'adaptant à l'évolution des métiers d'agronomes.

Lisez et faites lire AE&S !

Sommaire

P7// Avant-propos

O. RÉCHAUCHÈRE (Rédacteur en chef) et M. BENOÎT (Président de l'Afa)

P9// Édito

M.H. JEUFFROY, D. BAZILE, V. BEAUVAL, X. PINOCHET et T. DORÉ (coordonnateurs du numéro)

P11// Objectifs de production et variétés

P13- Variétés et itinéraires techniques du blé : une évolution vers la diversification

A. GAUFFRETEAU (Inra), G. CHARMET (Inra), M.H JEUFFROY (Inra), J. LE GOUIS (Inra), J.M. MEYNARD (Inra), B. ROLLAND (Inra)

P23- Variétés et systèmes de culture de tomate : les apports conjoints de la génétique et de l'agronomie

F. LECOMPTE (Inra) et M. CAUSSE (Inra)

P35- Réflexions sur l'évolution des cépages et des modes de conduite de la vigne dans le saumurois

A. HILLAIRE (Vigneron)

P37- L'inscription au catalogue officiel : un outil évolutif au service d'une agriculture durable

F. MASSON (GEVES), C. LECLERC (GEVES)

P47- Etude préliminaire à la caractérisation du comportement des variétés de colza oléagineux d'hiver dans des itinéraires techniques particuliers sur la base du réseau CTPS existant

(Article dont la première publication a été faite dans la revue en ligne Innovations agronomiques, volume 35 / Mai 2014)

P. BAGOT (GEVES), F. SALVI (CETIOM), J. GOMBERT (GEVES)

P55- Quelle place de la génétique dans le futur avec la perspective d'augmenter la production et d'apporter une contribution positive à l'environnement : exemple des céréales

P. GATE (ARVALIS Institut du végétal)

P63// Explorer la relation Génotype x Environnement

P65- Conception d'idéotypes variétaux en réponse aux nouveaux contextes agricoles et environnementaux

P. DEBAEKE (Inra), A. GAUFFRETEAU (Inra), C.E. DUREL (Inra), M.H. JEUFFROY (Inra)

P75- De l'interaction G x E aux interactions G x Y x L x C x R x D x S x A : une approche participative et pluridisciplinaire

D. DESCLAUX (Inra), Y. CHIFFOLEAU (Inra), J.M. NOLOT (Inra)

P85- Effets de la latitude sur l'expression du photopériodisme du mil et du sorgho : validation des cartes d'adaptation variétale au Mali

A. FOUNÉ (Icrisat, Mali), M. SAKO (Cirad), M. VAKSMANN (Université Paris 8), M. KOURESSY (IER, Mali)

P95// Quelles perspectives offre la prise en compte des aspects spatio-temporels de la diversité génétique ?

P97- Variétés et systèmes de culture : élargissement des échelles spatiales, quelques exemples pour les espèces oléagineuses

X. PINOCHET (CETIOM)

P103- Associer des variétés pour la production et maîtriser les maladies

T. VIDAL (Inra), C. GIGOT (AgroParisTech), M. BELHAJ FRAJ (ICBA, Dubaï), M. LECONTE (Inra), L. HUBER (Inra), S. SAINT-JEAN (AgroParisTech), C. DE VLLAVIEILLE-POPE (Inra)

P113- Le mélange de variétés en blé : une pratique devenant plus fréquente

E. DENIS (CIVAM Sarthe)

P115- Impact de la diffusion d'une variété améliorée de sorgho au Mali : interaction avec les variétés locales

M. KOURESSY, S. SISSOKO, N. TÉMÉ, M. DEU, M. VAKSMANN, Y. CAMARA D. BAZILE, A. F.M. SAKO, A. SIDIBÉ

P125// Quel potentiel de modèles alternatifs d'amélioration des plantes ?

P127- Questions induites par la diffusion des variétés de tournesol tolérantes à des herbicides de la famille des inhibiteurs de l'ALS

V. BEAUVAL (Agriculteur)

P135- Les variétés de soja tolérantes aux herbicides, moteur de la spécialisation agricole dans la région pampéenne argentine

C. SALEMBIER (Inra), S. GROSSO (UNL, Argentine), J.M. MEYNARD (Inra)

P143- Inscription d'une variété de sorgho obtenue par sélection participative au Mali dans des projets multi-acteurs

T. LEROY (Cirad), O. COUMARE (AOPP – Mali), M. KOURESSY (IER – Mali), G. TROUCHE (Cirad), A. SIDIBE (IER – Mali), S. SISSOKO (IER – Mali), A. TOURÉ (IER – Mali), T. GUINDO (COAP – Mali), B. SOGOBA (AMEDD – Mali), F. DEMBELÉ (GRAADECOCOM – Mali), B. DAKOUO (UACT – Mali), M. VAKSMANN (Cirad), H. COULIBALY (IER – Mali), D. BAZILE (Cirad), D. DESSAUW (Cirad)

P153- Mise en œuvre de nouvelles stratégies de sélection du sorgho pour les régions marginales et à forte contrainte climatique du Mali

A. BOUBACAR (IER – Mali), A. DAOU (Icrisat – Mali), E. WELTZIEN (Icrisat – Mali), B. DAKOUO (UACT – Mali), B. SOGOBA (AMEDD –

Mali), O. NIANGALY (IPR/IFRA – Mali), S.B. COULIBALY (IER – Mali), H. Moussa MAIGA (USTT – Mali), B. KONÉ (UACT– Mali), H. MAIGA (AMEDD – Mali), G. TROUCHE (Cirad), K. VOM BROCKE (Cirad)

P165- Mobiliser la diversité génétique pour un choix variétal plus large ; blocages et opportunités en agronomie et en génétique
C. BILLOT (Cirad), C. LECLERC (Cirad), S. LOUAFI (Cirad), A. BARNAUD (Ird), X. PERRIER (Cirad)

P169// Annexe

P171- Appel à contribution du numéro

P173// Note de lecture

P175- La palme des controverses – Palmier à huile et enjeux de développement (A. Rival et P. Lelang, Editions QUAE, 2013)

T. DORÉ (AgroParisTech)

P177// Texte hors thématique du numéro

P179- Les « carnets de plainte » des agriculteurs : une source d'information sur l'usage des pesticides à l'échelle de bassins versants

C. SCHOTT (Inra), F. BARATAUD (inra), C. MIGNOLET (Inra)



Les variétés de soja tolérantes aux herbicides, moteur de la spécialisation agricole dans la région pampéenne argentine

The soybean varieties tolerant to herbicides, driving force of the agricultural specialization in the Argentinean Pampa

Chloé SALAMBIER^{1*} - Susana GROSSO²
Jean-Marc MEYNARD³

¹INRA Unité Expérimentale Alénya Roussillon - Domaine du Mas Blanc - 66200 Alénya

²UNL - Faculté de Sciences Agraires - Esperanza (S. Fe) Argentine

³INRA Département Sciences pour l'Action et le Développement (SAD) - Bâtiment EGER - Campus de Grignon - F78850 Thiverval-Grignon

*Auteur correspondant : chloe.salembier@supagro.inra.fr

Résumé

Après une vague de conversion de nombreuses parcelles d'élevage extensif en grande culture au cours du XX^e siècle, la production pampéenne se spécialise sur la culture du soja dans les années 1990. Cette période correspond à la mise sur le marché d'un nouveau type variétal de soja tolérant à un herbicide, le glyphosate : le soja RoundUp Ready. Associée au glyphosate et à la pratique du semis direct, la culture du soja est alors très rentable, techniquement très simple et peu risquée. De nombreuses exploitations l'intègrent ou se spécialisent dans cette production. La multiplication des surfaces en soja n'est pas sans impacts sur l'environnement et bouleverse complètement l'organisation des territoires ruraux argentins. Comprendre cette spécialisation agricole et pouvoir la comparer à celle d'autres régions (ex : la « céréalisation » dans le bassin parisien) implique de réfléchir aux conditions qui ont permis son développement, qui en Argentine, résultent d'une libéralisation de l'économie, d'une absence de réglementation de l'accès au foncier, de la mise en œuvre de politiques publiques propices à la spécialisation agricole et de l'évolution des marchés mondiaux.

Mots-clés

Monoculture, Pampa argentine, semis direct, soja RoundUp Ready, spécialisation agricole.

Abstract

After a wave of conversion of many fields from extensive cattle farming to cereals or oleaginous crops, in the 90's, the production of the Pampa got specialized on soybean. This period corresponds to the integration on the market of a new soybean variety resistant to herbicides: the RoundUp Ready soybean. Associated to the use of glyphosate and to the direct sowing practice, soybean production becomes very profitable, technically easy to manage and presents few productive risks (market, climate, pests). Regarding these advantages, a lot

of farms integrate this culture in their production range and some get specialized on soybean production. The increasing development of areas dedicated to this crop has negative impacts on the environment (homogeneity of landscapes, sanitation risks, ground degradation...) and affects the organization of the rural territories. This paper aims to highlight the understanding of the process of

agricultural specialization of the Pampas and compare it to the agricultural specialization happening in other regions (eg: the specialization on cereals in the Paris Basin), presenting some of the conditions that allowed its development. Some of these conditions lie on the Argentinean economical liberalization, the property/renting deregulation, the development of agricultural policies reinforcing the specialization and on the trends of global markets.

Key-words

Monoculture, Argentinean Pampas, direct sowing, RoundUp Ready soybean, agricultural specialization.

Durant les dernières décennies, une profonde révolution agricole a transformé et spécialisé les territoires de la région pampéenne (Albaladejo, 2011). Les systèmes de production mixtes ou basés sur l'élevage extensif ont petit à petit cédé la place à des exploitations en polyculture ou en monoculture de céréales ou oléo-protéagineux. L'évolution des marchés mondiaux, la libéralisation de l'économie, la réglementation argentine actuelle, l'orientation de la R&D agricole et les nouvelles technologies ont permis et renforcé ce qui est aujourd'hui appelé le processus d'*Agriculturalización* de la région pampéenne.

L'*Agriculturalización* de la région pampéenne, définie comme « un usage croissant et continu des surfaces occupées par les grandes cultures au détriment de l'élevage » (Manuel Navarrete et al., 2005), s'accompagne de l'émergence de nouvelles pratiques agricoles, dans lesquelles, dès les années 1980, le semis direct occupe une place croissante. Cette révolution agricole prend un nouveau tournant à partir des années 1990, avec la mise sur le marché de variétés de soja tolérantes au glyphosate : le soja RoundUp Ready (RR). Suite à l'arrivée de cette nouvelle technologie, l'*agriculturalización* se spécialise dans la production de soja, on parle alors de la *sojización* de la région pampéenne. Ce nouveau type variétal, associé dans un « paquet technologique » au glyphosate et au semis direct, a rapidement été adopté par de nombreux producteurs, certains se spécialisant même dans cette production (les figures 1 et 2 illustrent l'ampleur de ce phénomène).

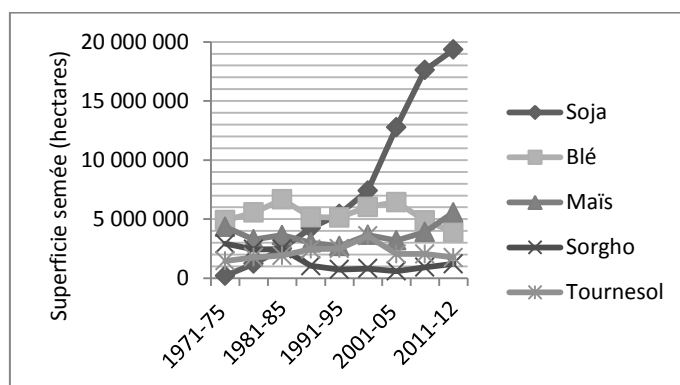


Figure 1 - Évolution des surfaces occupées par les grandes cultures en Argentine de 1971 à 2012 (d'après SAGPyA)

Figure 1: Evolution of the areas dedicated to cereals and oleaginous in Argentina from 1971 to 2012 (from SAGPyA)

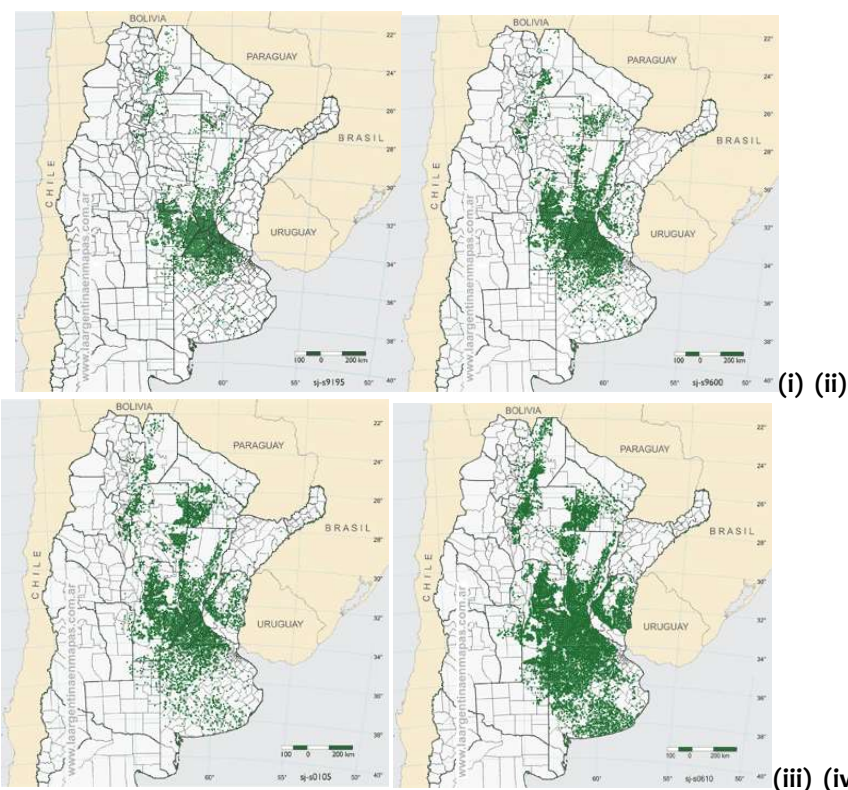


Figure 2 : Évolution des surfaces occupées par la culture du soja de (i) 1991 à 1995, (ii) 1996 à 2000, (iii) 2001 à 2005 et (iv) 2006 à 2010 (<http://www.laargentinaenmapas.com.ar/>, consultation 01/2015 (IMHICIHU-CONICET))

Figure 2 : Evolution of the areas dedicated to soybean from (i) 1991 to 1995, (ii) 1996 to 2000, (iii) 2001 to 2005 and (iv) 2006 to 2010 (<http://www.laargentinaenmapas.com.ar/>, consultation 01/2015 (IMHICIHU-CONICET))

Cet article se propose de présenter la manière dont le développement d'un nouveau type variétal, le soja RoundUp Ready, a contribué à une évolution profonde des systèmes de culture de la région pampéenne et, par ricochet, a participé à un bouleversement économique et social de l'agriculture et des territoires ruraux argentins. Nous concluons en comparant le processus de spécialisation agricole en région pampéenne à la spécialisation agricole à l'œuvre dans le bassin parisien.

La cohérence agronomique et les impacts des systèmes de culture ultra simplifiés à base de soja

Les raisons du succès du paquet technologique « soja RoundUp Ready, glyphosate, semis direct »

Les promoteurs du paquet technologique mettent en avant de nombreux avantages économiques, organisationnels et agronomiques à l'association des trois composantes : soja RoundUp Ready, glyphosate et semis direct.

Le soja, une légumineuse particulièrement appréciée pour sa plasticité, s'adapte à des environnements aux disponibilités en eau et nutriments variables (Andrade et Sadras, 2002) et présente peu de problèmes sanitaires susceptibles d'entraîner de fortes chutes de production. Des variétés de soja de précocités et durées de cycle très différentes sont aujourd'hui disponibles et permettent une mise en culture sous différentes latitudes et après différents précédents culturaux. Le soja peut être cultivé (i) en cycle long (culture principale, semée au printemps et récoltée à l'automne) ; (ii) en dérobé (semé juste après un blé, une orge, un colza), le précédent cultural impacte le rendement du soja dérobé

dans la mesure où chaque jour de retard dans la date de semis réduit le rendement potentiel (Monzon et al., 2006), (iii) voire en association avec une céréale (cas du blé ; Caviglia et al., 2004).

L'introgession dans la plante d'un transgène « RoundUp Ready » lui permet d'acquérir une résistance au principe actif du glyphosate (N-fosfometil glicina), un herbicide systémique non sélectif et de large spectre. Le glyphosate remplace le travail du sol ou les « cocktails d'herbicides » pour le contrôle des adventives (Ménard, 2014), ce qui limite les coûts (le travail du sol est coûteux en carburant et main d'œuvre), réduisant la consommation d'énergie fossile et les émissions de gaz à effet de serre, ce qui offre aux promoteurs du paquet technologique un argument de poids, relatif à la réduction des nuisances environnementales.

La pratique du semis direct conduit à diminuer le temps de travail passé à l'implantation d'une culture (Gonzales Montaner, 2002). D'un point de vue agronomique, cette pratique permet (i) le maintien d'une couverture du sol par un mulch de résidus de la culture précédente, limitant l'évaporation, améliorant ainsi le bilan hydrique, essentiel pour une culture d'été comme le soja, (ii) de limiter les phénomènes d'érosion en présence de résidus de culture (en terrains pentus ou présentant une mauvaise structure du sol). Elle permet aussi (iii) de limiter les effets de la dégradation physico-chimique du sol et ainsi de mettre en culture des zones de faible aptitude agricole initialement non cultivées (sols sablonneux ou peu profonds), et (iv) d'augmenter par la présence des résidus la biomasse microbienne et la micro et méso faune du sol (Alvarez et Mulin, 2004).

Dans le contexte pédoclimatique favorable de la région pampéenne (sols riches en matière organique, climat tempéré), combiner ce paquet technologique « soja RR, glyphosate, semis direct » à des apports en intrants visant à éviter stress nutritionnels ou sanitaires, assure régulièrement au producteur l'atteinte de rendements annuels satisfaisants (de 3 à 3,5t/ha pour un soja de cycle long). À court terme, le risque pour le producteur apparaît limité, d'autant que le marché international du soja est en pleine expansion (environ 530\$/ha pour un soja de cycle long à 3,5t/ha - campagne 2010-11).

L'exemple des systèmes de culture spécialisés dans le sud-est de la province de Buenos Aires

Le phénomène de *sojización* est parfois présenté comme un processus de diffusion du paquet technologique qui serait intégré de manière homogène dans les exploitations, mais en réalité cette diffusion fut disparate en Argentine. Dans le nord de la région pampéenne (*zona del núcleo agrícola*), les surfaces initialement occupées par une diversité de céréales et oléagineux ont petit à petit été remplacées par des monocultures de soja dans de nombreuses exploitations. Le sud-est de la province de Buenos Aires, dans laquelle se trouvaient historiquement des systèmes de production plus diversifiés (culture de la pomme de terre, fermes de polyculture-élevage...), a été investi de manière moins radicale par ce processus. Le système de culture le plus fréquent qui occupe aujourd'hui une grande partie des surfaces cultivables (système dit « dominant » dans la suite de l'article), est caractérisé par une rotation de trois cultures sur deux ans : soja de cycle long la première année (de novembre à mai), une céréale la deuxième année (blé ou orge) suivie la même année d'une culture dérobée de soja de cycle court (de fin décembre-début janvier à mai-juin). Ce système de culture est relativement intensif en intrants. Ainsi, chaque semis de soja de cycle long et de blé (ou orge) est précédé d'une « jachère chimique » durant laquelle sont appliqués 3 traitements herbicide (deux glyphosates et un 2,4D) en quelques mois. Cette pratique, largement répandue dans la région pampéenne, a vocation à limiter la pression adventice avant les semis. En cours de cycle de la céréale, une à deux applications d'herbicides sont réalisées, et une application de fongicide systématique (lutte contre la rouille, le piétin, la septoriose...).

La conduite du soja de cycle long comprend une application préventive de leurres hormonaux (contre cloportes et limaces, favorisés par le mulch permanent à la surface du sol), un insecticide (cyperméthrine – lutte contre des chenilles phytophages), et trois applications d'herbicides en cours de cycle (deux applications de glyphosate et une de 2,4DB). Sur le soja de cycle court, seules trois applications de glyphosate sont systématiquement réalisées en cours de cycle. Le soja n'est fertilisé qu'en culture de cycle long, le soja de cycle court bénéficiant des résidus de fertilisation de la céréale qui le précède.

Les producteurs ayant adopté ce système soulignent qu'il leur convient parce qu'il permet de maximiser le retour sur investissement à court terme. Pour maintenir cette performance, la rotation peut le cas échéant être modifiée très rapidement. Le remplacement du blé par l'orge ces der-

nières années, face à la baisse du prix du blé en Argentine, liée aux restrictions d'exportation, révèle bien la souplesse de réajustement de ce système qui évolue au gré des réglementations et du marché.

Dans le sud de la province de Buenos Aires, nous avons rencontré ce système de culture ultra simplifié dans différents types de structures de production : (i) dans des entreprises agricoles dont l'origine du capital investi est extérieure au monde agricole et dans lesquelles l'objectif est de maximiser à court terme le rendement du capital investi pour satisfaire les actionnaires ; (ii) dans les exploitations dont une partie des surfaces est louée et qui doivent assumer la couverture des coûts élevés de location de la terre ; (iii) enfin, dans les exploitations dont les producteurs disposent de peu de temps (doubles actifs pour qui l'activité agricole est secondaire) et choisissent alors ce système pour sa simplicité de mise en œuvre.

Les impacts environnementaux de ces systèmes de culture

Bien que ces systèmes de culture ultra simplifiés présentent des atouts économiques et organisationnels (moindre temps de travail et technicité requise) indéniables au niveau des producteurs, on trouve aujourd'hui dans la littérature et les discours de nombreux acteurs de la filière agricole argentine une remise en question de la « durabilité » de ces systèmes à l'échelle du territoire, tant sur le plan environnemental que social.

Le développement des monocultures ou quasi-monocultures engendre une homogénéisation des mosaïques paysagères, et ainsi une diminution de la diversité de la faune et de la flore locales et des services écosystémiques par disparition des variabilités d'habitats (Benton et al., 2003 ; Carreño et Viglizzo, 2010) : le soja, moteur du front pionnier « grande culture », a remplacé des zones préalablement couvertes de prairies permanentes ou pluriannuelles, et parfois de forêts (Viglizzo et al., 2010). La conversion d'espaces naturels ou semi-naturels en champs de céréales et oléagineux, associé à des itinéraires techniques intensifs en intrants, favorise les émissions de gaz à effets de serre (Carreño et al., 2010).

Au niveau du sol, les résidus de soja n'assurent pas un apport en matière organique conséquent et des études révèlent qu'à moyen terme en monoculture ou dès lors que le soja est très présent dans la rotation, les taux d'humus du sol diminuent, malgré la pratique du semis direct (Studdert et Echeverria, 2000 ; Studdert et al., 2009). Selon certains experts (chercheurs, conseillers, agriculteurs), la pratique répétée du semis direct sans recours au travail du sol peut engendrer, sur les sols les plus fragiles, des phénomènes de compaction qui ont des répercussions, à terme, sur les rendements. Et les observateurs soulignent que l'érosion n'est pas supprimée : le mulch n'est souvent pas suffisamment épais et réparti de manière homogène pour protéger efficacement les sols contre les départs de terre sous l'effet de pluies parfois violentes.

La pollution des sols et eaux souterraines par les pesticides ne fait pas l'objet d'un débat sociétal aussi vif en Argentine qu'en France, mais commence à être mise en évidence par la recherche (Viglizzo et Frank, 2010). L'usage répété (quatre

fois par an en moyenne dans le système dominant) du glyphosate engendre le développement de résistances chez certaines adventices (comme par exemple *Amaranthum sp.*, *Avena fatua*, *Lolium sp.* ou encore *Sorghum Halepense sp ...*, <http://www.aapresid.org.ar/rem>). Ces adventices résistantes, qui deviennent impossibles à contrôler par le glyphosate malgré des augmentations de doses, amènent le producteur à recourir à l'usage d'herbicides complémentaires (Caviglia et al., 2004) - comme le 2,4D ou l'atrazine par exemple. Les figures 3 et 4, comparent ce système dominant avec des systèmes plus diversifiés de la même région, mais qui restent très minoritaires (Salembier et Meynard, 2013). Ces figures illustrent bien les limites d'un système basé sur une rotation ultra-simplifiée dans laquelle sont utilisées à répétition les mêmes matières actives : plus la fréquence de soja est importante dans la rotation de culture, plus l'usage de glyphosate est important et plus le risque de développement d'adventices résistantes croît.

Sur les figures 3 et 4, les points en forme de cercle, triangle ou losange sont des moyennes (ou une médiane dans le cas de la donnée qualitative « adventices résistantes ») pour plusieurs systèmes de culture ayant des logiques agronomiques très proches. Le point en croix représente le système de culture dominant du sud-est de la province de Buenos Aires. Les points en forme de cercle sont des systèmes présentant des rotations longues, de grande culture principalement (colza, blé, orge, tournesol, maïs, cultures fourragères annuelles, pomme de terre) ; le point en losange, des systèmes proches du système dominant, un peu plus diversifiés (maïs, tournesol), mais ayant néanmoins un recours intensif en intrants chimiques et le point en triangle, des systèmes de culture intégrant à la fois des cultures de diversification et une période de prairie pluriannuelle.

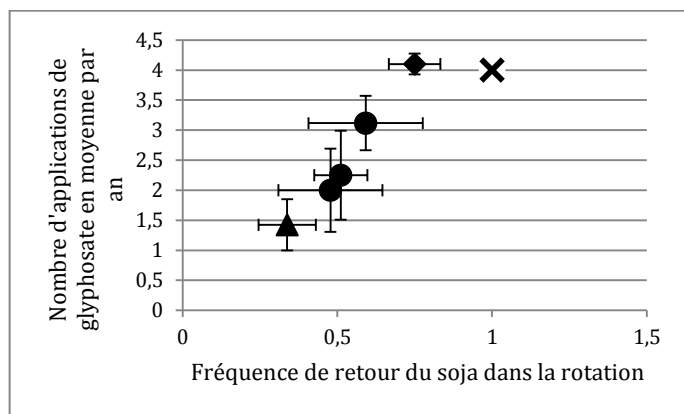


Figure 3: Répercussions sur l'usage de glyphosate de l'intégration fréquente de soja dans les rotations (d'après Salembier et Meynard, 2013)
 Figure 3: Consequence of a frequent integration of soybean in rotations on glyphosate use (from Salembier and Meynard, 2013)

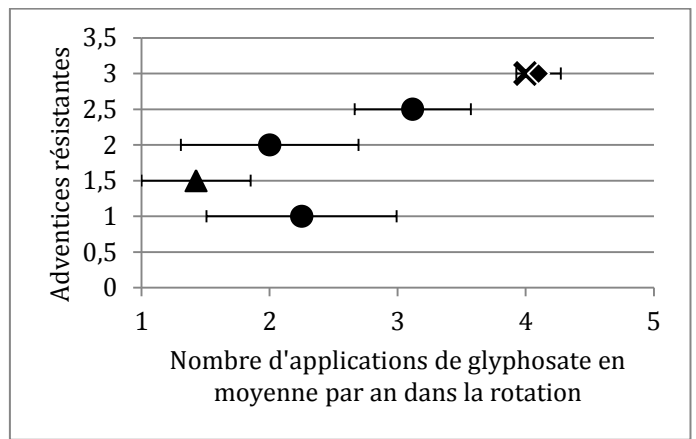


Figure 4: Impacts du nombre moyen d'applications de glyphosate par an sur le développement d'adventices résistantes au glyphosate (d'après Salembier et Meynard, 2013). En ordonnée sur le graphique, la présence d'adventices résistantes est un indicateur qualitatif. Il est noté sur une échelle de 1 à 3 et exprime le degré de gravité du développement des résistances (1= aucune présence d'adventice résistante au glyphosate relevée par le producteur ; 2= présence d'adventices résistantes n'ayant pas impliqué de changement du programme de désherbage sur la parcelle ; 3= présence d'adventices résistantes et recours à l'usage d'herbicides complémentaires)

Figure 4: Impacts of glyphosate use on the development of weeds resistant to glyphosate (from Salembier and Meynard, 2013). On ordinate on the graphic, the presence of resistant weeds is a qualitative indicator. It is marked from 1 to 3 and express how grave is the development of resistant weeds (1= without any presence of weeds resistant to glyphosate noticed by the producer, 2= presence of resistant weeds that doesn't implicate any change on the weed management program, 3= presence of weeds resistant to glyphosate and use of additional herbicides to control them)

À l'échelle du territoire, l'homogénéisation des mosaïques paysagères est propice à une propagation rapide de pathogènes et ravageurs et augmente les risques sanitaires à grande échelle. Pour se prémunir contre ces problèmes, de nombreux producteurs optent pour des solutions chimiques préventives et systématiques contre les principaux bio-agresseurs du soja. À l'échelle de la parcelle, le maintien d'un mulch sur le sol peut favoriser le développement de maladies et de ravageurs dont les plus nuisibles aujourd'hui sont le cloporte (*Armadillidium vulgare*, Latreille 1804) et la limace (*Arion hortensis*, Férussac 1819) (Garavano et al., 2011 ; Saluso et al., 2005).

Face aux risques sanitaires croissants, une partie de la R&D agricole continue ses investigations pour trouver des solutions, mais qui restent centrées sur des logiques de substitution, plus que de re-conception. L'une des dernières biotechnologies de Monsanto en est un bon exemple. L'entreprise a récemment mis sur le marché une nouvelle variété de soja « doublement-résistante », le soja INTACTA RR2 PRO, contenant les transgènes RoundUp Ready et *Bacillus thuringiensis* (Cry1AC). Cette variété est promue comme plus productive que le soja RoundUp Ready, et, en plus d'être tolérante au glyphosate, elle est aussi résistante aux attaques de différentes chenilles défoliatrices (*Anticarsia gemmatilis*, *Rachiplusia nu*, *Crociosema aporema...*).

Les transformations des structures de production et leurs impacts à l'échelle du territoire

Le processus de *sojización* a engendré non seulement une évolution des espèces cultivées et des pratiques agricoles, mais aussi une reconfiguration des organisations socio-

productives des exploitations, et une évolution des acteurs du secteur agricole : de nouveaux acteurs prennent part à l'activité productive alors que d'autres sont évincés.

Une transformation des modes de production et l'apparition de nouveaux acteurs dans la production agricole argentine

L'attractivité économique de ces systèmes de culture et la libéralisation économique en Argentine ont favorisé l'apparition de nouveaux acteurs dans le secteur agricole. Les « pools de culture » (Grosso, 2009 ; Guilbert *et al.*, 2011) sont les nouvelles figures emblématiques de ce phénomène, ce sont des fonds d'investissement nationaux ou étrangers regroupant les capitaux nécessaires à la mise en culture du soja sur une campagne agricole. Inscrits dans une logique productive de rentabilité économique à court terme, certains répartissent les risques productifs (liés au climat) en investissant leurs capitaux dans différentes zones géographiques de la région pampéenne. Ces nouvelles entités mobilisent tous les avantages de ces nouveaux systèmes de production dans la situation politico-économique à l'œuvre : (i) ils louent des surfaces de plusieurs milliers d'hectares à des rentiers sur une ou deux campagnes pour y cultiver des grandes cultures, où le soja est majoritaire ; (ii) ils s'assurent les services de prestataires pour réaliser les tâches agricoles et n'emploient qu'un administrateur de champ réalisant le conseil et l'expertise technique de la production. Le nombre de ces prestataires de service (les *contratistas*) a crû avec le développement de ces nouveaux systèmes de production. Ces entrepreneurs possèdent en général l'ensemble du parc de machines nécessaires à la réalisation des tâches agricoles, ce sont souvent d'anciens producteurs ou fils de producteurs ayant délaissé l'activité agricole pour se concentrer sur la prestation de services, ou des producteurs possédant leurs machines et ayant une capacité opérative disponible.

Le foncier, facteur clé du développement de ces systèmes de culture

La gestion du foncier en Argentine est un facteur déterminant de l'expansion des systèmes de culture ultra simplifiés de la région pampéenne. Les baux de location peuvent être très courts, la réglementation offre la possibilité à un propriétaire de louer ses terres, pour une campagne agricole, à tout individu, issu ou non du secteur agricole. De grandes entreprises (dont les pools de culture) ayant des capitaux rapidement disponibles et en recherche d'extension peuvent ainsi cultiver de très grandes surfaces (d'au moins 10 000 ha) sur une ou deux campagnes. Cette concentration des terres agricoles a eu des impacts directs sur les prix du foncier dans la région pampéenne, multipliés par 2 à 6 selon les zones de 1990 à 2011 (Márgenes Agropecuarios, 2011). Cette précarité des contrats arrange les pools de culture, qui visent essentiellement le résultat à court terme, et n'ont pas de projet de gestion de la fertilité des sols (ni au plan physico-chimique, ni au plan sanitaire) à long terme. Ces baux très courts favorisent la rotation annuelle ou bisannuelle des locataires sur la parcelle et ainsi l'impossibilité de la construction d'une cohérence agronomique durable des rotations de culture. Dans certains cas, l'historique de la parcelle n'est pas pris en considération et l'administrateur de champ

se prémunit contre tout risque sanitaire en utilisant des intrants chimiques en préventif.

Certains propriétaires terriens, extérieurs au monde agricole, participent à l'amplification de ce phénomène en cherchant à maximiser la rente dégagée par le loyer, au détriment du maintien de la qualité de leurs sols (Qüesta, 2011). Ils proposent ainsi des loyers équivalents pour toutes les cultures (il existait initialement une distinction de loyer selon la rentabilité de l'espèce mise en culture) et incitent donc au semis du soja, culture la plus rentable, chaque année.

Les répercussions sociales de la spécialisation des territoires agricoles

Lors du processus d'*agriculturalización*, la mécanisation, la simplification des tâches agricoles et le recul ou l'intensification des activités d'élevage ont engendré une vague de licenciement des travailleurs ruraux dans la région pampéenne. Les campagnes argentines se sont, petit à petit, désertifiées : migration vers les villes des ruraux sans emploi ; départ, suite à la mise en location de leurs terres, des propriétaires qui résidaient encore sur place. Le peu d'investissements publics dans les infrastructures dans ces zones (coût d'électrification très élevé, routes endommagées,...) et la privatisation des transports ferroviaires (dont les voies sont aujourd'hui surtout utilisées par de grandes entreprises pour le transport de grains) renforce ce phénomène et rend de moins en moins attractive la vie en zone rurale. Les populations se concentrent aujourd'hui dans des « agrovilles », où se trouvent toutes les commodités et services agricoles (banques, écoles, service technique, commerces,...) (Albaladejo, 2011).

Ces systèmes de production très compétitifs et simples à mettre en œuvre à grande échelle ont évincé une frange de petits producteurs ; d'une part, les petites surfaces ne permettent ni de renouveler un parc de machines agricoles devenu obsolète, ni d'assumer une dépendance à des prestataires de service qui priorisent les grandes exploitations. D'autre part, face à la flambée des prix du foncier, de nombreux petits propriétaires ont abandonné l'activité agricole, au profit du faire-valoir indirect.

Avec cette frange de producteurs disparaissent de nombreux savoirs non écrits du monde agricole. De nombreuses exploitations perdent l'identité, les valeurs - le capital culturel et symbolique - des campagnes pampéennes au profit d'une culture « agroproductiviste » (Hernandez *et al.*, 2007). Face au développement croissant des statuts entrepreneuriaux de types « pools de culture », l'agriculture argentine est parfois qualifiée « d'agriculture sans agriculteurs » (Hernandez, 2009) : une agriculture dans laquelle le capital, la force de travail et la prise de décision sur le champ sont complètement dissociés et éclatés aux mains d'acteurs très différents.

Les conditions sociopolitiques de développement de la *sojización*

La diffusion du paquet technologique coordonnée par différents acteurs du secteur agricole

La diffusion à grande échelle du paquet technologique « soja RR-glyphosate-semis direct » s'effectue au travers de la

coordination des acteurs publics et privés, du monde associatif, institutionnel, entrepreneurial et politique. Les entreprises d'agrofourmiture apparaissent comme des acteurs centraux de cette révolution, en endossant de multiples rôles : (i) pourvoi de produits phytosanitaires et semences, (ii) conseil technique sur les nouvelles pratiques liées au semis-direct et (iii) octroi de crédits commerciaux favorisant l'accès à tous les éléments du paquet technologique. Au-delà des services proposés, ces entreprises ont développé une démarche de propagation verticale en infiltrant les réseaux sociaux, associations et institutions étatiques, pour diffuser le matériel pédagogique nécessaire à l'adoption de ce paquet technologique (Goulet, Hernandez, 2011). L'Association de producteurs AAPRESID¹, créée dans les années 1980, est instrumentalisée par ces entreprises en vue de promouvoir le semis direct et ses vertus en termes de respect de l'environnement (fertilité du sol, limitation de l'érosion...) (Goulet, Hernandez, 2011). Cette promotion par les producteurs eux-mêmes, confortée par les experts et la recherche agricole (notamment l'INTA²), constitue un contre-feu à la contestation, pour des raisons environnementales, de l'usage de semences transgéniques, intimement liées à l'emploi des pesticides.

L'association AAPRESID diffuse à grande échelle, au travers de divers médias (journaux, radios), l'image du nouveau producteur modèle, au statut plus « d'entrepreneur » que « d'agriculteur ». Dans ce contexte, le terme « d'entrepreneur innovant » caractérise les individus dont le succès provient de l'adoption de nouvelles technologies (Hernandez, 2009). L'orientation du conseil agricole privé a suivi et renforcé ce mouvement, en s'adaptant à la demande des producteurs en quête de rentabilité et d'un conseil « efficace », laissant de moins en moins place aux diagnostics agronomiques basés sur l'hybridation des savoirs empiriques des agriculteurs et technico-scientifiques des conseillers, au profit de logiques rapides et sûres basées sur l'usage de pesticides (Grosso et Albaladejo, 2013). De nouveaux profils de conseil émergent, intimement connectés à la vente d'intrants chimiques, c'est le cas « des conseillers en vente » ; les indicateurs de réussite de leur travail ne priorisent plus la satisfaction du producteur, mais se focalisent sur le succès de leurs ventes (Grosso et Albaladejo, 2013).

Des politiques agricoles publiques renforçant le phénomène de *sojización*

Les politiques agricoles argentines ont fait l'objet de plusieurs remaniements ces dernières décennies. Le gouvernement a mis en place en 2006 une politique de restriction aux exportations, suivie en 2012 de restrictions aux importations qui visaient à maintenir la souveraineté alimentaire du pays, relancer l'industrie nationale et équilibrer la balance commerciale. Les restrictions quantitatives à l'exportation, régies par les ROE³ vert et rouge, s'appliquent à plusieurs productions : (i) les exportations de blé sont limitées, pour être commercialisées localement aux moulins et ainsi maintenir bas le prix du pain pour la population argentine ; (ii) les restrictions aux exportations de viande sont menées dans la même optique pour maintenir des prix bas pour la consom-

mation locale ; (iii) dans l'optique de développer les filières avicole et porcine, les exportations de maïs sont aussi limitées pour favoriser une utilisation locale. Ces évolutions politiques placent le producteur dans une position précaire dans laquelle sa perspective à long terme est obérée par une incapacité d'anticipation sécurisée pour mettre en place des cultures de diversification, ce qui oriente la production nationale vers la culture la plus sécurisée : le soja. Le gouvernement argentin n'est pas neutre dans la spécialisation des systèmes de culture et tire profit de l'expansion du soja, dont les produits exportés sont taxés à environ 35%, recettes qui couvrent aujourd'hui une part importante des dépenses de la politique publique argentine.

Conclusion

L'exemple du processus de *sojización* de la région pampeenne illustre les impacts multiples que peut avoir l'adoption massive d'une nouvelle technologie, ici les variétés de soja RoundUp Ready, à l'échelle d'un territoire. Cet exemple peut rappeler des processus à l'œuvre dans certaines parties du bassin parisien, où s'est aussi opérée, depuis les années 1970, une spécialisation vers la « céréalisation », un raccourcissement des rotations (avec des retours de plus en plus fréquents du blé et du colza ; Schott et al., 2010) et un développement de l'utilisation de pesticides.

Comme dans le cas argentin, cette spécialisation résulte d'une combinaison de facteurs propres au contexte agricole français : (i) soutien direct puis indirect du prix des céréales via la Politique Agricole Commune, (ii) recherche d'un accroissement de la productivité du travail par la spécialisation, (iii) concentration géographique de l'appareil agro-industriel, (iv) évolution du conseil technique attaché à la vente d'intrants, priorisant les solutions chimiques, accompagné (v) d'une spécialisation des chercheurs, la céréaliculture et l'élevage spécialisé faisant l'objet de beaucoup plus de travaux que la polyculture élevage (Meynard, 2012).

Cette évolution a elle aussi eu des répercussions négatives à différentes échelles : perte d'autonomie des exploitations et sensibilité accrue aux fluctuations du marché, gaspillage de ressources non renouvelables (peu de recyclage de N, P, K...), pollutions des eaux par les pesticides et nitrates, réduction de l'hétérogénéité des mosaïques paysagères,... Comme en Argentine, l'évolution de l'offre variétale est cohérente avec ces changements de systèmes de culture : la sélection se concentre sur les espèces majeures (blé dur, blé tendre, colza, maïs, pour les grandes cultures en France), qui assurent aux sélectionneurs privés un meilleur retour sur investissement. En parallèle, les variétés multi-résistantes aux maladies, qui permettraient de réduire notablement l'usage des pesticides (Meynard et al., 2009) restent un marché minoritaire. La recherche publique s'investit sur la sélection de variétés de blé multi-résistantes, mais abandonne au début des années 2000 la sélection de nombreuses espèces de diversification. Cette convergence suggère que ce n'est pas tant le caractère transgénique des variétés de soja (ni même un rôle de « *deus ex machina* » de Monsanto) qui a poussé la *sojización* de la Pampa, que la cohérence entre la disponibilité de variétés tolérantes au glyphosate et les dynamiques sociotechniques à l'œuvre dans le pays.

¹ Association Argentine de Producteurs en Semis Direct

² Institut national argentin de recherche agronomique

³ Registro de Declaraciones Juradas de Ventas al Exterior de productos agrícolas.

Cependant, des différences importantes existent entre les deux pays, qui empêchent encore l'agriculture du Bassin Parisien de rejoindre la région pampéenne dans certaines évolutions radicales. Dans le contexte argentin, l'absence de réglementations concernant l'accès au foncier et la libéralisation de l'économie ont permis à de nouveaux acteurs extérieurs au monde agricole (les pools de culture) de spéculer sur l'activité agricole, non plus au travers des marchés financiers, mais en contrôlant directement la production. En France, cette évolution est aujourd'hui encore freinée par le maintien de réglementations restreignant l'accès au foncier, limitant ainsi le développement de logiques productivistes à court terme (signature d'un bail agricole pour une durée d'au moins 9 ans - sauf dérogation -, et imposition de différentes démarches administratives pour être autorisé à exploiter la terre). Les producteurs restent des agriculteurs de métier, qui, en majorité, connaissent les risques liés aux rotations très courtes et aux monocultures ainsi que les effets des stratégies de désherbage basées sur une seule molécule sur l'apparition de populations d'adventices résistantes. Dans le cas du bassin parisien, les politiques publiques ont joué un rôle incontestable dans la spécialisation des productions, en focalisant les aides sur certaines cultures de rente et en soutenant certaines filières (par exemple, colza et blé pour les biocarburants). Cependant, on assiste depuis quelques années à un infléchissement des politiques publiques et la société française, qui finance directement une partie de l'activité agricole par les aides, revendique le développement de pratiques plus durables. En Argentine, encore peu d'études sont réalisées sur les impacts environnementaux de l'agriculture, les notions « d'agriculture intégrée », « d'agriculture biologique » ou encore de « pratiques économes en intrants » restent encore marginales. À l'inverse de son homologue français, le producteur argentin ne reçoit pas d'aides et est taxé sur les produits qu'il exporte, cette source de financement contribuant directement à la mise en œuvre de la politique sociale du gouvernement, et limite ainsi la légitimité de la société argentine à revendiquer l'évolution des pratiques.

Bibliographie

Albaladejo C., 2011. Les transformations de l'espace rural pampéen face à la mondialisation. *Annales de Géographie*, Juillet-Août 2012, 387-409

Alvarez C., Mulin E. 2004. *El gran libro de la siembra directa*, Buenos Aires, Clarín Rural

Andrade F., Sadras V. 2002. *Bases para el manejo del maíz, el girasol y la soja*, Balcarce, EEA INTA

Benton T.G., Vickery J.A., Wilson J.D. 2003. Farmland biodiversity: is habitat heterogeneity the key? *Trends in Ecology and Evolution*, Avril 2003, 18-188

Carreño L.V., Pereyra H., Ricard M.F. 2010. Captura y emisión de gases de efecto invernadero, in: Viglizzo E.F., Jobbágy E.G. (Eds.), *Expansión de la Frontera Agropecuaria en Argentina y su Impacto Ecológico-Ambiental*, Buenos Aires, INTA, 31-36

Carreño L.V., Viglizzo E.F., 2010. Efecto de la agricultura sobre la provisión de servicios eco-sistémico, in: Viglizzo E.F., Jobbágy E.G. (Eds.), *Expansión de la Frontera Agropecuaria*

en Argentina y su Impacto Ecológico-Ambiental, Buenos Aires, INTA, 47-52

Caviglia O.P., Sadras V.O., Andrade F.H. 2004. Intensification of agriculture in the south-eastern Pampas I. Capture and efficiency in the use of water and radiation in double-cropped wheat-soybean. *Field Crop Research*, Janvier 2004, 117-129

Garavano M.E., Manetti P.L., Lopez A.N., Clemente N.L., Salvio C., Faberi A.J. 2013. Cebos molusquicidas y molusquicidas líquidos para el control de *Deroceras Reticulatum* (Pulmonata: Stylomatophora), plaga en el cultivo de colza. *RIA*, Avril 2013, 60-66

González Montaner J., 2002. Cambios en el razonamiento en siembra directa: la visión sistémica aplicada a la nutrición y sus consecuencias sobre el balance de carbono, in: *Jornada de actualización técnica para profesionales "fertilidad 2002"*, Buenos Aires, 12-18

Grosso, S. 2009. Les pools de culture: diversité des combinaisons financières et productives, in: *DEMETER 2010 : Economie et stratégies agricoles*, Paris, 223-254

Grosso, S., Albaladejo, C. 2013. Essor du conseil privé et nouveaux profils professionnels des ingénieurs agronomes en Argentine. *Economie Rurale*, Septembre-Octobre 2013, 29-39

Goulet F., Hernandez V. 2011. Vers un modèle de développement et d'identités professionnelles agricoles globalisées ? *Tiers Monde*, Juillet-Septembre 2011, 115-132

Guibert, M., Sili, M., Arbeletche, P., Piñeiro, D., Grosso, S. 2011. Les nouvelles formes d'agriculture entrepreneuriale en Argentina et en Uruguay. *Economies et Sociétés*, Octobre 2011, 1807-1825

Hernandez V. 2009. Ruralidad y el paradigma de los agronegocios en las pampas gringas, in Gras C.

Hernandez V. (Eds.), *La Argentina rural. De la agricultura familiar a los agronegocios*, Buenos Aires, Biblos, 18p

Hernandez V., Ould-ahmed P., Papail J., Phélinas P. 2007. Entrepreneurs "sans terre" et "pasteurs de la connaissance": une nouvelle bourgeoisie rurale? In : Hernandez V. (Ed.), *Turbulences monétaires et sociales. L'Amérique latine dans une perspective comparée*, Paris, l'Harmattan, 209-258

Manuel Navarrete D., Gallopin G.C., Blanco M., Diaz Zorita M., Ferraro D.O., Herzer H., Láttera P., Morello J., Murmis M.R., Pengue W., Piñeiro M., Podestà G.P., Satorre E.H., Torrent M., Torres F., Viglizzo E., Caputo M.G., Celis A.. 2005. *Análisis sistémico de la agriculturización en la pampa húmeda argentina y sus consecuencias en regiones extra-pampeanas: sostenibilidad, brechas de conocimiento e integración de políticas*. Serie Medio Ambiente y Desarrollo N° 118, CEPAL, Santiago de Chile

Márgenes Agropecuarios. 2011. Año 26 N° 308, Febrero 2011

Ménard, M. 2014. Semences transgéniques, glyphosate et Cie: le bilan après 15 ans. *Grandes cultures*, Janvier 2014, 12-19

Meynard J.M., Dedieu B., Bos A.P. 2012. Re-design and co-design of farming systems, in: Darnhofer I., Gibon D., Dedieu B. (Eds.), *An overview of methods and practices. Farming*

Systems Research into the 21th century: The new dynamic, Berlin, Springer, 407-432

Meynard J.M., Rolland B., Loyce C., Félix I., Lonnet P. 2009. Quelles combinaisons variétés / conduites pour améliorer les performances économiques et environnementales de la culture de blé tendre ? *Innovations Agronomiques*, Novembre 2009, 29-47

Monzon J.P., Sadras V.O., Abbate P.A., Caviglia O.P. 2006. Modelling management strategies for wheat-soybean double crops in the south-eastern Pampas. *Field Crops Res.*, Février 2007, 44-52

Qüesta, L. 2001. *Los propietarios rentistas y el uso del suelo. Estudio realizado en el Distrito Gálvez (pcia de Santa Fe, Argentine)*. Mémoire de fin d'études. FCA - UNL

Salembier C., Meynard J.M., 2013. Evaluation de systèmes de culture innovants conçus par des agriculteurs: un exemple dans la Pampa Argentine. *Innovations Agronomiques*, Octobre 2013, 27-44

Saluso A., De Carli R., Zaccagnini M.E., Bernardos J., Decarre J., Caceres C. 2005. *Guía práctica para el control químico de artrópodos plaga en soja considerando el riesgo de toxicidad aguda para las aves*. Proyecto monitoreo ecotoxicológico de biodiversidad en agroecosistemas pampeanos, INTA, Entre Rios

Schott, C. Mignolet C., Meynard J.M. 2010 Les oléoprotéagineux dans les systèmes de culture : évolution des assolements et des successions culturales depuis les années 1970 dans le bassin de la Seine. *OCL*, Septembre-Octobre 2010, 276-291

Studdert G., Dominguez G., Agostini M., 2009. *Labranzas y rotaciones para un uso sustentable de los suelos del sudeste de la provincia de buenos aires, Argentina*. Simposio "Efectos de la Agricultura, la lechería y la ganadería en el recurso natural suelo: impactos y propuestas, Montevideo, Uruguay

Studdert G., Echeverria H. 2000. Crop rotations and nitrogen fertilization to manage soil organic carbon dynamics. *Soil Sciences Society of America Journal*, Juillet 2000, 1496-1503

Viglizzo E.F., Carreño L.V., Pereyra H., Ricard F., Clatt J., Pincén D. 2010. Dinámica de la frontera agropecuaria y cambio tecnológico, in: Viglizzo E.F., Jobbágy E.G. (eds.), *Expansión de la Frontera Agropecuaria en Argentina y su Impacto Ecológico-Ambiental*, Buenos Aires, INTA, 9-16

Viglizzo E.F., Frank F.C. 2010. Erosión del suelo y contaminación del ambiente, in: Viglizzo, E.F., Jobbágy E.G. (eds.), *Expansión de la Frontera Agropecuaria en Argentina y su Impacto Ecológico-Ambiental*, Buenos Aires, INTA, 37-42