

LOCAL SOYBEAN SUPPLY CHAIN
APPROVISIONNEMENT LOCAL EN SOJA

Analyse multicritère de la production de soja dans des exploitations agricoles contrastées du Sud-Ouest de la France

Pierre Jouffret^{1,*}, Françoise Labalette² et Elie Parachini¹

¹ Terres Inovia, Station agronomique inter-instituts, 6, chemin de Côte Vieille, 31450 Baziège, France

² Terres Univia, 11 rue de Monceau, CS60003, 75378 Paris Cedex 08, France

Reçu le 27 mars 2015 – Accepté le 8 juin 2015

Résumé – L'objectif de l'étude était d'évaluer l'impact de l'insertion du soja dans les systèmes de cultures du Sud-Ouest au niveau économique, environnemental et social. Une analyse multicritère a été effectuée, avec l'outil SYSTERRE[®], à partir d'un échantillon d'exploitations contrastées situées dans le Sud-Ouest de la France : les types de rotations utilisés, la proportion de soja dans l'assolement ainsi que la situation pédoclimatique ont été les principaux éléments pris en compte dans le choix des exploitations. Les résultats ont permis de confirmer et de quantifier deux atouts environnementaux du soja : faible émission de gaz à effet de serre (GES) et utilisation modérée de produits phytosanitaires. D'un point de vue technico-économique, l'étude a bien mis en évidence, dans le contexte de prix 2012, qu'en système irrigué, le maïs était à son avantage par rapport au soja dans les situations sans contrainte d'alimentation en eau alors que cette tendance s'inversait là où l'alimentation en eau était un peu restrictive. Des simulations prenant en compte divers scénarios de prix (prix bas, hausse du prix des intrants, tension mondiale sur le prix des protéines...) montrent que le soja verrait sa compétitivité relative dans l'assolement s'améliorer dans de nombreuses situations. L'ensemble de ces résultats laisse augurer un développement significatif et durable du soja dans les années futures.

Mots clés : Soja / environnement / économie / eau / sud-ouest France

Abstract – **Multi-criteria analysis of soybean production in diversified French south-west farms.** The aim of this study was the assessment of the environmental, economic and social effect of soybean insertion in the French south-west cropping systems. A multi-criteria evaluation was carried out, with the evaluation tool SYSTERRE[®]. Five farms were studied and the choice took into account several criteria: rotation types, introduction rate of soybean on the farm, soil and climate. The results allowed confirming and quantifying two soybean environmental strengths: low greenhouse gas emissions and pesticides moderate use. The economic study showed, in the 2012 price context, that irrigated maize performed better than soybean in situations where water resource was not limited. On the opposite, under hydric constraint situations, soybean was advantaged. Simulations were then made taking into account several price scenario (low price of agriculture commodities, increase of inputs prices, high prices of protein rich commodities...). They showed that, soybean would become economically attractive in many situations. These results lead to expect an increase of the French south-western soybean surfaces in the coming years.

Keywords: Soybean / environment / economy / water / french south-western production

1 Insertion du soja dans les exploitations, un enjeu régional important

Au moment où la diversification des rotations s'avère de plus en plus nécessaire pour permettre la durabilité des exploitations agricoles au sein des territoires, la place des

légumineuses dans les assolements apparaît globalement très réduite en France représentant moins de 2 % à la fin des années 2000 (1,9 % des surfaces en cultures arables en 2013). Cette situation est liée au contexte économique et réglementaire qui a, depuis une vingtaine d'années, conduit à une simplification des rotations et à diminution constante de la présence des légumineuses en général et du soja en particulier ; et ce malgré

* Correspondance : Pierre.jouffret@wanadoo.fr

leur intérêt pour l'environnement dû à l'absence de fertilisation azotée minérale permise par la fixation symbiotique.

Cet état de fait se retrouve aussi dans le sud-ouest de la France, berceau historique du développement du soja aux côtés du bassin Est (Vallée du Rhône jusqu'en Alsace) où le soja a connu une baisse de surface de près de 70 % entre 1990 et 2012, année de référence des travaux présentés. Cette évolution a sans doute favorisé le développement dans certains secteurs de la monoculture de maïs ou en rotation très courte du type blé-tournesol.

Or, en raison d'un contexte global favorable à la relance de la culture de plantes riches en protéines et d'une demande française persistante en soja non OGM tracé à la fois pour l'alimentation humaine et animale, le sud-ouest de la France a clairement des opportunités à saisir pour structurer une filière locale de production de soja. À l'aval, comme l'avait déjà suggéré le diagnostic de filière réalisé par l'ONIDOL et le CETIOM en 2009 (Labalette, 2010), de nombreuses productions animales sous signe de qualité, notamment des volailles, premières consommatrices de tourteaux de soja dans le sud-ouest, constituent un débouché potentiel à mobiliser en complément du marché des soyfoods (aliments à base de soja). À l'amont, le sud-ouest offre des conditions pédo-climatiques variées souvent adaptées au soja et un savoir-faire avéré des agriculteurs et des organismes collecteurs pour la production de graines de soja, qui sont autant d'atouts à même de sécuriser une démarche de relance de la culture. L'ensemble de ces éléments, associé à des préoccupations environnementales ont motivé le choix du soja comme un des leviers du plan Autonomie protéique porté par la région Midi-Pyrénées. Parmi les actions retenues et soutenues dans ce cadre, le projet Soja-Loc coordonné par l'ONIDOL (Interprofession françaises des oléagineux et protéagineux) et par le CETIOM (Centre technique techniques des oléoprotéagineux et du chanvre) s'est fixé comme objectif d'évaluer la faisabilité technico-économique de la mise en place d'une filière de soja local destinée à améliorer l'autonomie protéique des élevages régionaux. Première étape de ce projet, l'analyse des évolutions de surfaces à des mailles spatiales et des périmètres divers (de la région au système) nous a permis de mettre en évidence une modification des équilibres territoriaux. Ainsi, l'on constate une baisse importante de surfaces en soja sur les secteurs à fort potentiel de maïs irrigué et sur le versant Est de la région où les déficits hydriques estivaux ont eu tendance à s'accroître au cours des 20 dernières années (Lelièvre, 2009). En parallèle, ce diagnostic territorial a mis en exergue une nette diminution des surfaces irriguées induisant des changements d'assolement au détriment des cultures d'été comme le maïs et le soja. Enfin, au niveau socio-économique, la rencontre avec plusieurs opérateurs a conforté l'existence d'une perception souvent négative de la compétitivité relative de la culture du soja conventionnelle (non Bio) à l'échelle de l'exploitation. Cette enquête a ainsi conforté la performance économique du soja, déjà mise en évidence lors du diagnostic de filière évoqué plus haut et de la journée Légumineuse à graines de novembre 2012, comme un des enjeux prioritaires d'une relance de la culture (De La Perrière, 2012). C'est pour mieux en comprendre les déterminants que le CETIOM et l'ONIDOL ont entrepris une analyse multicritère de la production de soja conventionnel dans un pa-

nel d'exploitations agricoles de grandes cultures du Sud-Ouest (Haute-Garonne, Gers et Lot-et-Garonne). Plusieurs scénarios d'évolution de prix ont été ensuite testés pour mieux appréhender le potentiel du soja pour le futur. Les objectifs, principes méthodologiques et principaux résultats vous sont exposés ci-après.

2 Objectif de l'étude

Malgré la tendance générale au délaissement de la culture du soja conventionnel entre 1992 et 2013, certains producteurs du sud-ouest l'ont conservé pendant cette période dans leurs exploitations. D'autres, incités par des MAE (mesures agro environnementales) mises en place récemment au titre du deuxième pilier de la PAC¹ ou/et par des prix de graines devenant plus attractifs, l'ont intégré, depuis quelques années, pour diversifier leurs systèmes de culture. Leur expérience est une source précieuse d'informations que le CETIOM et l'ONIDOL ont souhaité mobiliser. L'objectif de l'étude est d'évaluer à partir de tels cas concrets l'impact de l'insertion du soja dans les systèmes de cultures conventionnels du sud-ouest tant au niveau technique que économique et environnemental. La méthode utilisée consiste en une analyse multicritère réalisée en utilisant l'outil SYSTERRE[®], bien adapté pour ce type d'étude.

Les données environnementales acquises ont pour but de mieux chiffrer les atouts environnementaux déjà largement reconnus du soja. L'acquisition de données technico-économiques permet de mieux cerner les situations où le développement de cette culture paraît le plus favorable et d'en mieux comprendre les raisons. Elle est en effet essentielle pour aider les conseillers des organismes de développement et les producteurs eux-mêmes à s'orienter vers la diversification en cultivant le soja dans les situations les mieux appropriées. Ce type d'approche permet aussi, au-delà du constat réalisé avec les conditions économiques actuelles, d'envisager dans des scénarios du futur les performances du soja et son impact dans les exploitations.

3 Un panel qualitatif d'exploitations évaluées

Le diagnostic territorial évoqué plus haut et la connaissance plus fine de l'évolution du positionnement du soja dans le sud-ouest a permis de construire un échantillon qualitatif de cinq exploitations agricoles contrastées (Tab. 1), localisées dans des zones où le soja a pu se maintenir malgré le déclin des surfaces. Pour ce faire, le cahier des charges élaboré pour choisir ces cas d'étude comprenait différents critères : contexte pédoclimatique : localisation géographique (de la Haute-Garonne au Lot et Garonne) et situation pédologique (coteaux argilo-calcaires, boulbènes et sols argileux profonds de vallée) ; surfaces exploitées ; systèmes de culture (exploitation à dominante maïs : vallées et terrasses de Garonne et Sud-Ouest Gers vallée ; exploitation en rotation blé-soja : coteau sud-ouest Gers ; exploitations diversifiées : coteau du Volvestre et Nord Lot et Garonne). Les cinq exploitations étudiées répondant à ces critères couvraient ainsi des zones d'implantation plus ou moins denses du soja situées préférentiellement

¹ Politique agricole commune.

Tableau 1. Caractéristiques sur la base de l'année 2012 des 5 exploitations retenues dans l'étude Sojaloc 2013.

	SAU totale (ha)	Contexte pédologique	Rotations de l'exploitation	Surface des rotations (ha)	% maïs dans assolement	% soja dans assolement	% légumineuses dans assolement					
S-O Gers « Coteau »	204	coteau argilo-calcaire profond	soja sec – blé tendre	76	0 %	50 %	50 %					
			soja irrigué – blé tendre	129								
			argilo-limoneux profond	monoculture de maïs				40				
S-O Gers « Vallée »	143	limons battants	monoculture de maïs	10	60 %	8 %	8 %					
			maïs – maïs – maïs – soja	40								
		coteaux argilo-calcaires	blé tendre – tournesol	26								
			blé tendre – soja	4								
		superficiels	monoculture – blé	23								
			limoneux superficiel « boulbène »	3 années luzerne, maïs				2				
Coteaux Nord Lot-et-Garonne	64	coteau argilo-calcaire moyennement profond	sorgho – blé	2	17%	32%	45%					
			tourneso –1 blé	9								
		coteau argilo-calcaire moyennement profond	blé tendre – tournesol – blé tendre – sorgho	9								
			coteau argilo-calcaire moyennement profond	tournesol – 3 années luzerne – maïs				11				
		limoneux superficiel « boulbène »	soja – soja – blé tendre	7								
		coteau argilo-calcaire moyennement profond	soja – soja – maïs	24								
		Coteaux Volvestre	250	coteau argilo-calcaire moyennement profond				blé dur – soja – blé dur – colza semence – soja – double culture (orge soja)	90	0%	34%	34%
								blé tendre – soja – blé dur – colza semence – tournesol – double culture (orge soja)	48			
coteau argilo-calcaire moyennement profond	blé dur – tournesol – blé tendre – tournesol – blé dur – soja sec			42								
	boulbène superficielle « terre à vigne »			gel – orge soja – gel – soja – blé dur – colza semence	33							
vallée de la Lèze : argileux profond	blé tendre – soja – gel – soja – blé dur – colza semence			37								
Terrasses de Garonne	98			limoneux moyennement profond « boulbène blanche battante »	maïs – maïs – maïs – blé tendre	10	33%	13%	13%			
		maïs – maïs – soja – blé tendre	50									
		colza – blé tendre	18									
		colza – blé tendre – orge	10									
		gel	10									

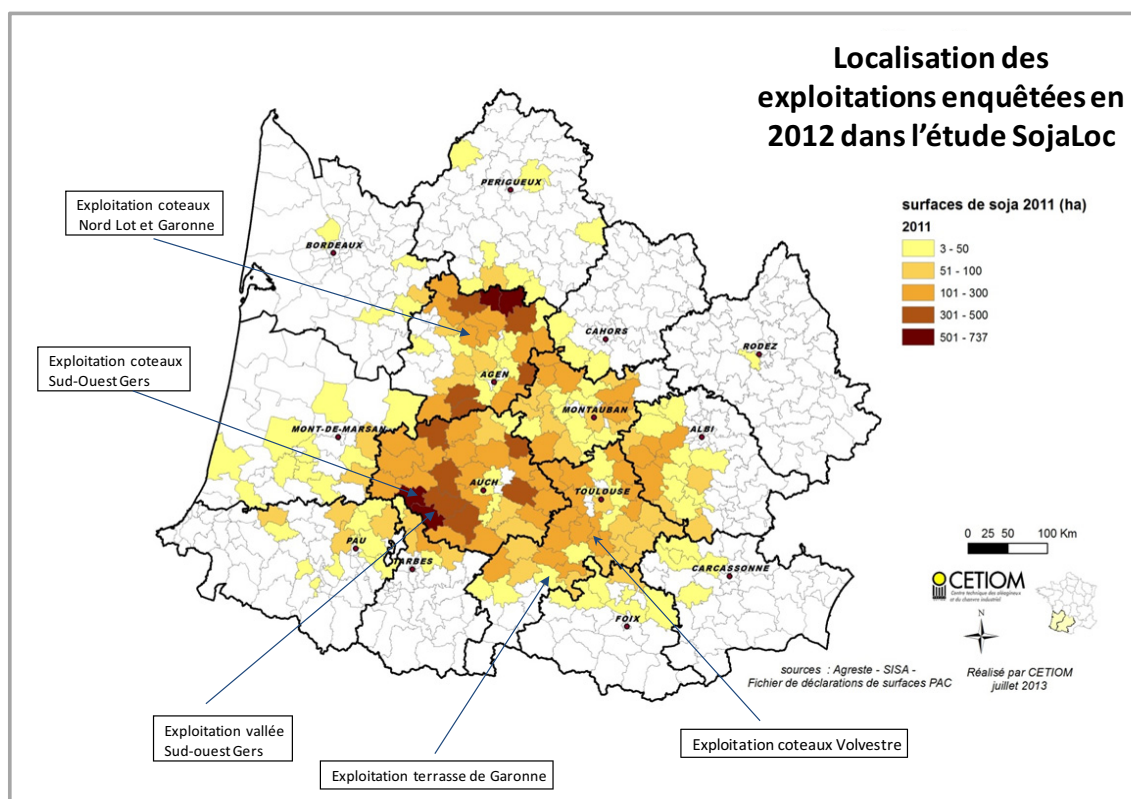


Fig. 1. surfaces cantonale de soja en 2011 et localisation des exploitations agricoles retenues dans l'échantillon de l'étude SojaLoc CETIOM-ONIDOL 2013.

dans le sud et l'ouest de la région où cette culture avait mieux résisté au cours de la dernière décennie (Fig. 1).

4 Une méthode d'analyses multi-critères adaptée aux grandes cultures

L'outil choisi, dénommé SYSTERRE[®], a été mis au point par Arvalis Institut du végétal (Institut technique français des céréales et des fourrages). Celui-ci permet le calcul d'un ensemble d'indicateurs destiné à évaluer les performances techniques, économiques et environnementales des productions végétales dans les exploitations de grandes cultures. L'évaluation peut être réalisée à l'échelle de la parcelle, de chaque culture, du système de culture et de l'exploitation. Cet outil est de plus en plus utilisé dans les études menées par la communauté technique et scientifique. Connecté aux bases de données d'Arvalis : phytosanitaires, variétés, engrais organiques et minéraux, matériel (prix, coût entretien, poids, débit de chantier...), il permet des calculs standardisés et automatisés des indicateurs : temps de travail, charges mécanisation, marges brutes et nettes, IFT², consommation d'énergie, émission de GES³... SYSTERRE[®] a retenu 20 indicateurs issus d'une liste mise au point dans le cadre du travail du RMT⁴ OSPA (observatoire territorial des pratiques agricoles).

² Indice de fréquence de traitement.

³ Gaz à effet de serre.

⁴ Réseau mixte technologique.

Le référentiel est ajustable au contexte de l'utilisateur qui peut soit utiliser ses propres références soit les références des bases de données de SYSTERRE[®].

Cet outil était donc parfaitement adapté à l'étude qui portait sur des exploitations agricoles de grandes cultures, sans élevage. Les prix des intrants et des graines, l'ensemble des itinéraires techniques sont issus des données réelles des exploitations enquêtées. En ce qui concerne le matériel, les types de matériel utilisés sont ceux des exploitations enquêtées mais les valeurs du matériel sont celles indiquées à partir des bases de données de SYSTERRE[®].

Pour chacun des 3 piliers de la durabilité, 3 indicateurs ont été retenus :

- volet économique : charges en intrants totales, marge brute hors aides et marge nette avec aides où :
 $Marge\ Brute = Produit\ Brut - Charges\ opérationnelles$
 $Marge\ Nette = Marge\ Brute - ((Fermage\ sur\ 100\% \ SAU^5) + Charges\ directes)$
 Charges directes : Charges de mécanisation + Charges salariales + MSA⁶ familiale,
- volet social : temps de travail, temps de travail hors entreprise de travaux agricoles, temps de travail estival,
- volet environnemental : émissions de gaz à effet de serre (GES), efficacité énergétique et indice de fréquence de traitement (IFT).

⁵ Surface agricole utile.

⁶ Mutualité sociale agricole (cotisations sociales).

Tableau 2. indicateurs de durabilité retenus dans l'étude multicritères d'exploitations agricoles dans le sud-ouest SojaLoc 2013.

Piliers de la durabilité	Economie		Environnement		Social	
Indicateurs retenus	Marge brute hors aides (€/ha)	Performances technico-économiques	Émissions de Gaz à effet de Serre (GES et t eq CO ₂ /ha)	Contribution au réchauffement climatique	Temps de travail hors ETA (entreprise travaux agricoles) : h/ha	
	Charges en intrants totales (€/ha)	Dépendance aux intrants extérieurs à l'exploitation			Participation à la transition énergétique	Temps de travail estival (h/ha)
	Marge nette avec aides (€/ha)	Viabilité économique traitement	IFT (indice de fréquence de l'utilisation de traitements phytosanitaires)	Impact sur la réduction de (hors ETA)	Nombre de passages	
						Acceptabilité et pénibilité du travail

Chacun de ces indicateurs, comme le montre le Tableau 2, correspond à des objectifs auxquels est confronté le monde agricole. Ainsi, la charge totale en intrants est en lien avec la dépendance aux intrants dans un contexte de volatilité importante des matières premières, l'IFT, même s'il n'est pas un réel indicateur d'impact sur le milieu, est à relier aux objectifs de réduction des produits phytosanitaires dans le cadre des plans Ecophyto en vigueur en France, et, le temps de travail à l'hectare est à prendre en compte dans le contexte actuel d'agrandissement progressif des surfaces des exploitations agricoles.

Quelques points méthodologiques particuliers sont à noter :

- le séchage du maïs est comptabilisé comme un intrant : valeur retenue 19 €/t pour 25% d'humidité en moyenne (expertise Arvalis) ;
- la fertilisation phospho-potassique est répartie au niveau de la rotation au pro-rata des exportations de chaque culture ;
- lorsque l'agriculteur n'a pas pu fournir une donnée de prix d'intrant, les valeurs du site de vente en ligne www.agri-leader.fr ou, en dernier recours, les données médianes de la base d'Arvalis ont été utilisées ;
- les charges fixes d'irrigation ont été estimées, lorsque non disponibles, grâce à la typologie réalisée dans le document « Évolution des systèmes irrigués en Midi-Pyrénées » (CETIOM, ARVALIS, CRAMP, 2005) et au document « Étude des comptabilités de structures d'irrigation collectives des Pyrénées-Atlantiques » (Chambre d'Agriculture 64, 2009) pour le cas de l'exploitation S-O Gers vallée ;
- le prix des semences de ferme est calculé, lorsque non disponible, via la formule de référence utilisée par le GNIS (Groupement National Interprofessionnel des Semenciers) ;
- certaines données économiques ont été volontairement homogénéisées entre les différentes exploitations agricoles de l'échantillonnage afin de comparer les résultats des cinq exploitations sur des critères techniques et non pas sur les talents d'acheteur ou de vendeur de l'agriculteur. C'est ainsi le cas du prix des engrais azotés, phosphatés et potassiques, le prix du fuel et le prix de vente des grains, tous harmonisés sur la base de l'année 2012 ;
- les prix de vente des graines de soja correspondent à un débouché en alimentation animale majoritaire dans notre panel.

Il est à noter que le contexte prix de 2012 se caractérise par des prix de matières premières agricoles élevés réputés favorables aux cultures à haut rendement comme le maïs. Cependant, cet effet est contrebalancé par un rapport de prix maïs/soja de 2,3 plutôt favorable au soja exprimant la fermeté de la demande et du prix de la protéine par rapport à l'énergie au niveau mondial. Ce contexte mitigé est donc à même de mettre en évidence d'autres facteurs spécifiques de compétitivité relatifs à une culture par rapport à une autre, en fonction des conditions de l'exploitation.

5 Résultats obtenus pour l'année d'étude 2012

Le Tableau 3 montre les résultats obtenus dans les 5 exploitations pour les 9 indicateurs de durabilité retenus et pour l'année de référence 2012.

6 Des effets favorables du soja sur les critères environnementaux

6.1 Impacts sur les émissions de GES

Le soja est la culture de printemps la plus sobre en émissions de gaz à effet de serre de notre échantillon (Fig. 2). Le soja irrigué émet en moyenne 5,8 fois moins de gaz à effet de serre que le maïs irrigué, 3,4 fois moins que le sorgho en sec et 2,4 fois moins que le tournesol en sec.

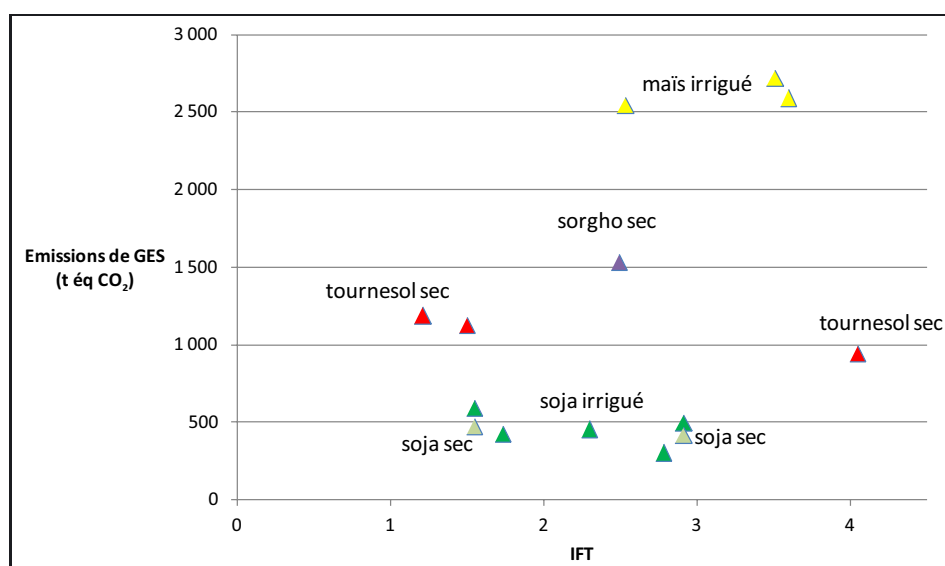
Assez logiquement, le soja sec s'avère encore plus sobre en émissions de GES que le soja irrigué : 20 % et 16% de moins chez les deux agriculteurs cultivant du soja en sec.

L'écart important avec le maïs grain, culture prédominante dans les systèmes de grandes cultures irrigués du Sud-Ouest, est dû à la fertilisation (surtout les engrais azotés) qui représentent entre 82 et 89 % des émissions totales de GES de cette culture. Les émissions directes (au champ) représentent de 55 à 62 % des émissions de GES liées aux fertilisants. La tendance est identique mais moins accentuée en sorgho où la part des fertilisants est de 78 % dans les émissions de GES totales alors qu'elle est comprise entre 65 et 76 % pour le tournesol.

En soja, le poste d'émission principal est le carburant (majoritairement dépensé lors des opérations de travail du sol) qui

Tableau 3. Valeur des indicateurs de durabilité dans la situation réelle actuelle des cinq exploitations étudiées (étude sojaloc 2013); ETA : entreprise de travaux agricoles – IFT : indice de fréquence de traitement.

Exploitation enquêtée	Pôle social			Pôle environnemental			Pôle économique			
	Temps de travail hors ETA (h/ha)	Temps de travail estival hors ETA (h/ha)	Nombre de passages mécanisés	IFT total	Émissions GES (t éq CO ₂ /ha)	Production énergie/Consommation énergie	Marge brute hors aides (€/ha)	Charges intrants total (€/ha)	Marge nette avec aides (€/ha)	Marge nette hors aides directes (€/ha)
S-O Gers « Coteau »	3,16	0,92	11,57	3,23	1394	5,94	988	412	595	595
S-O Gers « Vallée »	4,72	2,22	11,41	3,65	2092	5,91	969	785	443	409
Coteau Nord Lot-et-Garonne	5,12	1,11	9,62	1,86	1323	5,98	1070	394	356	340
Coteau Volvestre	6,51	2,93	14,42	3,71	1953	3,76	1051	579	472	472
Terrasses de Garonne	6,95	3,74	13,98	3,25	2069	4,72	1246	543	582	539

**Fig. 2.** émissions de GES et IFT des cultures de printemps dans les cinq exploitations du sud-ouest de la France de l'étude CETIOM- ONIDOL SojaLoc 2013.

représente entre 58 et 69 % des émissions totales de GES en irrigué et entre 65 et 79 % en soja sec.

6.2 Impact de la proportion de légumineuses dans l'assolement sur les émissions de GES et la marge nette

À l'échelle de l'exploitation agricole, on observe (Fig. 3) que les émissions de gaz à effet de serre diminuent de manière linéaire (coefficient de corrélation $R^2 = 0.83$) lorsque la proportion de légumineuses dans l'assolement augmente.

Ces résultats sont bien sûr à relier à la faible émission de GES des légumineuses par rapport aux autres cultures montrée plus haut.

Il n'existe par contre pas de corrélation entre le taux de légumineuses et la marge nette hors aides.

Ces résultats globaux montrent qu'aujourd'hui, la culture de légumineuses (soja irrigué, soja sec, luzerne) peut tout à la fois permettre de diminuer les émissions de GES des systèmes de culture orientés en grandes cultures tout en maintenant des résultats économiques satisfaisants pour l'exploitation agricole.

6.3 Impact sur l'IFT

Le soja est, parmi les cultures de printemps, la plus économe l'échantillon (en moyenne 2,20 en sec et 2,26 en irrigué) avec le tournesol (2,25) devant le sorgho (2,49) et le maïs (3,22) (Fig. 2). Les cultures d'hiver tels les blés (IFT moyen 3.5) voire colza semences (IFT proche de 9) à cycle plus long ont en moyenne des IFT plus forts. La forte variabilité affectant ces valeurs est à relier aux problématiques spécifiques à

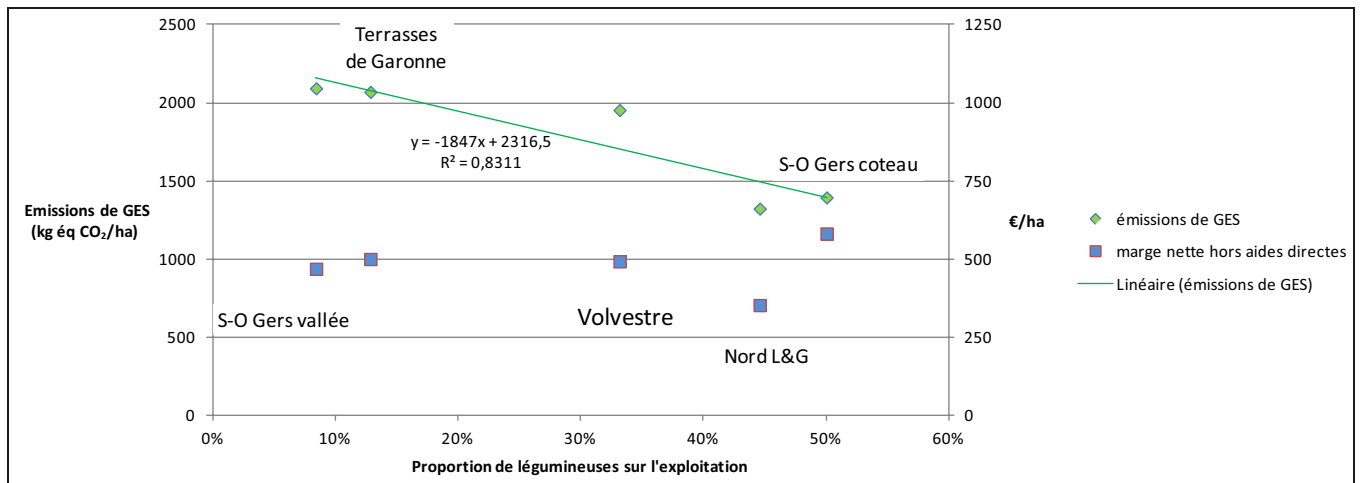


Fig. 3. Émissions de GES et marge nette hors aides directes des cinq exploitations en fonction de leur pourcentage de légumineuses en 2012 – Étude CETIOM-ONIDOL SojaLoc 2013.

chaque exploitation (gestion des adventices vivaces type lison pour le maïs, traitements anti-taupin et anti-limace pour le tournesol). On peut constater ainsi que l'IFT tournesol peut varier de 1,5 à 3,9, le maïs de 2,5 à 3,5 et le soja de 1,5 à 2,9.

À l'échelle de l'exploitation, l'exploitation agricole Coteau Nord Lot et Garonne cultivant de la luzerne, la plus diversifiée par ailleurs (6 cultures présentes) possède l'IFT le plus faible : 1,86 alors que toutes les autres exploitations possèdent un IFT moyen supérieur à 3,2. À l'opposé, l'exploitation pratiquant la monoculture (maïs et blé) S-O Gers « vallée » et l'exploitation cultivant du colza semence Volvestre ont les IFT les plus élevés : respectivement 3,65 et 3,71. L'insertion du soja, culture à IFT faible, a donc tendance mécaniquement à faire baisser l'IFT mais l'IFT de l'exploitation reste avant tout lié aux autres cultures présentes sur l'exploitation.

6.4 Impact sur l'efficacité énergétique

Le soja est peu performant en terme d'efficacité énergétique « E » (rapport de la production d'énergie sous forme des produits récoltés sur la quantité d'énergie primaire non renouvelable consommée au cours du processus de production de la culture) en comparaison aux autres cultures de printemps : en irrigué : $E_{soja} = 3,66 < 5,31 = E_{maïs}$ et en sec : $E_{soja} = 5,8 < 6,4 = E_{tourneol} < 6,65 = E_{sorgho}$. Sorgho et tournesol ont les meilleures efficacités, et, en conséquence l'exploitation qui cultive la proportion la plus importante de ces deux cultures (exploitation des coteaux Lot et Garonne) est celle qui présente la meilleure efficacité énergétique.

7 Des Impacts sociaux variables selon les systèmes où le soja est introduit

L'exploitation SO Gers « coteau » apparaît comme la plus économe en temps de travail (3,16 h/ha) : il s'agit d'une exploitation où limiter le temps de travail est un objectif majeur affiché de l'agriculteur. Pour cette raison, il est en mode de travail simplifié, il sème à écartement étroit pour limiter-par un

effet couverture rapide de l'inter-rang- le développement des adventices, technique qui élimine en revanche la possibilité de biner, opération considérée comme trop gourmande en temps. Il sème avec un semoir à céréales car estime que le semis au semoir pneumatique de précision est trop long à un moment où les créneaux de bonnes conditions semis sont étroits. Enfin, son assolement est très simplifié : essentiellement deux cultures (soja et blé), le maïs ayant été exclu car trop exigeant en temps (en particulier en raison de gros volumes à récolter, à transporter, stocker et sécher).

À l'inverse, l'exploitation agricole (coteau Volvestre) la plus diversifiée, pratiquant la production de semences (colza semences en particulier) et la double culture orge-soja nécessite un temps de travail plus élevé (6,51 h/ha) et le nombre de passages mécanisés le plus élevé (14,42/ha) malgré une proportion de surface en soja supérieure à 30 %.

8 Les performances technico-économiques des exploitations liées à l'introduction du soja dans les systèmes de culture

8.1 Le soja en irrigué : une performance qui dépend du contexte hydrique de l'exploitation.

Le soja, au cours de ces 25 dernières années, a globalement largement régressé voire complètement disparu des secteurs où le maïs est la culture dominante. L'analyse (Tab. 4 et Fig. 4) de deux exploitations contrastées cultivant à la fois des surfaces de soja mais aussi du maïs montre clairement que la compétitivité du soja avec le maïs grain en irrigué dépend fortement du contexte hydrique de l'exploitation.

Dans l'exploitation Terrasses de Garonne, le rendement en maïs grain irrigué est très élevé (128 q/ha) et le rapport de rendements entre le maïs et le soja est élevé en faveur du maïs : 3,56 ce qui est supérieur à la moyenne Sud-Ouest de 3,24 (CETIOM, 2012). En conséquence, dans le contexte de prix de 2012, le soja obtient des marges brutes et marges nettes inférieures au maïs grain. Le soja devient par contre compétitif – marge nette supérieure – grâce à l'apport d'une mesure agro-environnementale territorialisée (MAET IRRLEG)

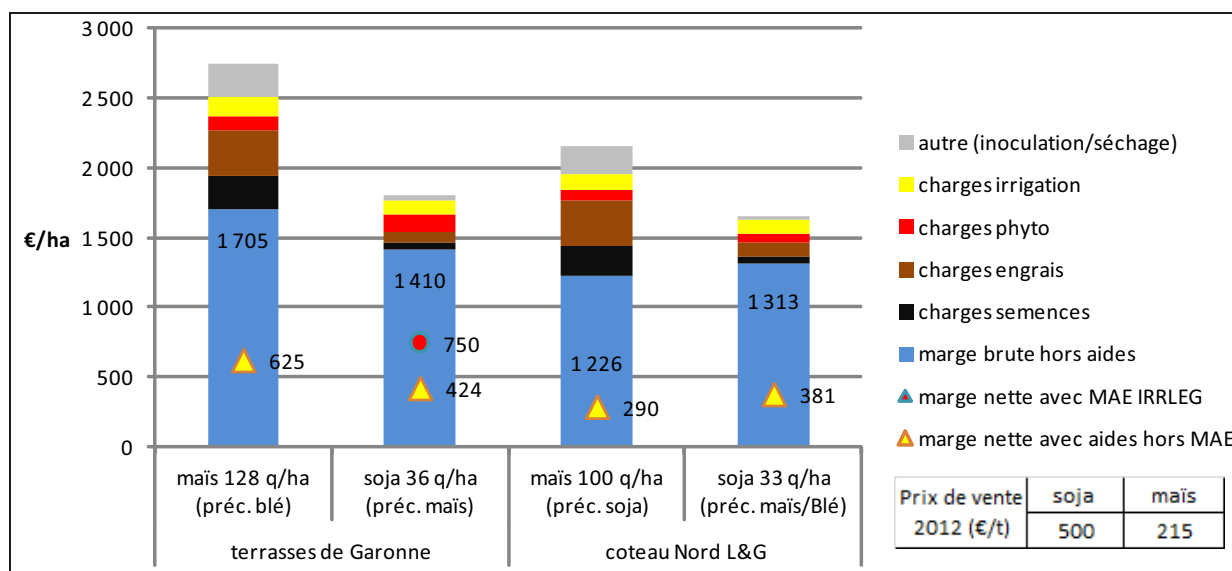


Fig. 4. Compétitivité maïs/soja dans deux exploitations agricoles contrastées de par leur disponibilité en eau – Étude SojaLoc 2013.

Tableau 4. Caractéristiques des deux exploitations contrastées (irrigation, rendement et prix de vente des graines) – Étude CETIOM-ONIDOL SojaLoc 2013.

	Terrasses de Garonne			Coteau Nord Lot et Garonne		
	Irrigation mm	Rendement q/ha	Prix de vente €/q	Irrigation mm	Rendement q/ha	Prix de vente €/q
Maïs	190	128	215	100	100	215
Soja	150	36	500	75	33	500
Ratio cultures	soja/maïs 0,79	maïs/soja 3,56	soja/maïs 2,33	soja/maïs 0,75	maïs/soja 3,03	soja/maïs 2,33

visant à promouvoir les légumineuses dans les systèmes irrigués (aide est de 81€/ha/an pour les ha engagés et avec l’insertion d’un soja sur 5 ans de rotation, si tous les ha sont engagés alors pour chaque ha de soja semé, l’agriculteur touche $5 \times 81 = 405$ €/ha. Pour 80 % des ha engagés (cas de cette exploitation) pour un ha de soja semé, il touche 80 % de 405 euros soit 326 €/ha de soja).

Dans l’exploitation Coteau Nord Lot-et-Garonne, le rendement en maïs grain est plus faible que celui obtenu en Terrasses de Garonne (100 q/ha) et le rapport de rendement avec le soja est également plus faible : 3,03 (inférieur à la moyenne Sud-Ouest 3,24). Ainsi toujours dans la situation de prix de 2012, le soja obtient de meilleures marge brute et marge nette que la culture du maïs grain.

Ces différences de compétitivité peuvent en partie s’expliquer par des stratégies d’irrigation différentes : Terrasses de Garonne n’est pas limité en eau et conduit une irrigation avec pour but d’obtenir un rendement très élevé : le maïs (128 q/ha) reçoit en moyenne 7 tours d’eau de 25 mm, le soja (36 q/ha) 6 tours d’eau. À l’inverse, l’exploitation Coteau Nord du Lot-et-Garonne est limitée en main d’œuvre (exploitation diversifiée avec de l’arboriculture) et apporte un nombre de tours d’eau limité : 3 tours d’eau de 30 mm sur maïs (100 q/ha) et 2 sur soja (33 q/ha) sans rechercher un rendement très élevé.

Ces résultats sont cohérents avec les simulations réalisées avec LORA (Logiciel d’Optimisation et de Recherche d’Assolement – INRA-ARVALIS Institut du végétal) dans le cadre du projet CASDAR Eau de Midi-Pyrénées (Deumier *et al.*, 2010).

Les exploitations agricoles étudiées dans ce projet – à orientation maïs grain – au sein de 3 collectifs d’irrigants de Midi-Pyrénées, sous l’effet d’une contrainte hydrique croissante, diminuent leur sole maïs qui est toujours irriguée à l’optimum. Ils incorporent des cultures de diversification comme le soja (de 20 à 25 %) qui valorise mieux une irrigation contrainte.

8.2 Le soja en sec : une culture performante économiquement dans des contextes bien précis

Près d’un quart des surfaces des surfaces de soja est cultivée actuellement sans irrigation dans le Sud-Ouest (Lieven, 2013), et, nombreux sont les producteurs s’interrogeant sur la pertinence d’une telle pratique.

Dans l’échantillon d’agriculteurs, plusieurs cultivent le soja en sec de manière régulière. Deux exemples sont choisis de par leur contraste) : coteau Volvestre (C.V) obtient un rendement moyen en soja sec de 17,5 q/ha (très variable d’une année à l’autre) et le soja sec n’est pas compétitif ni avec le tournesol sec ni avec le soja irrigué (Fig. 5). À l’inverse, S-O Gers coteau (C.G) obtient un rendement en soja sec de 25 q/ha et ce mode de conduite obtient une marge brute nettement inférieure au soja irrigué (-27 %) mais une marge nette proche (-9 %) (Fig. 5).

Les deux facteurs principaux pouvant impacter ces résultats différenciant ces deux exploitations agricoles sont le type de sol (coteau argilo-calcaire très profond pour C.G et coteau

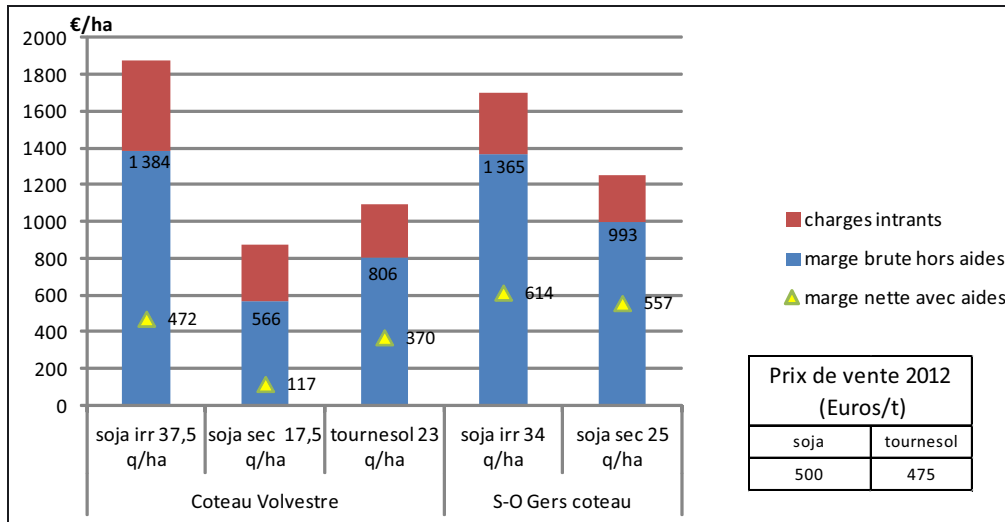


Fig. 5. Compétitivité du soja en sec avec ses cultures concurrentes dans deux exploitations (récolte 2012) de l'échantillon de l'étude CETIOM-ONIDOL SojaLoc 2013.

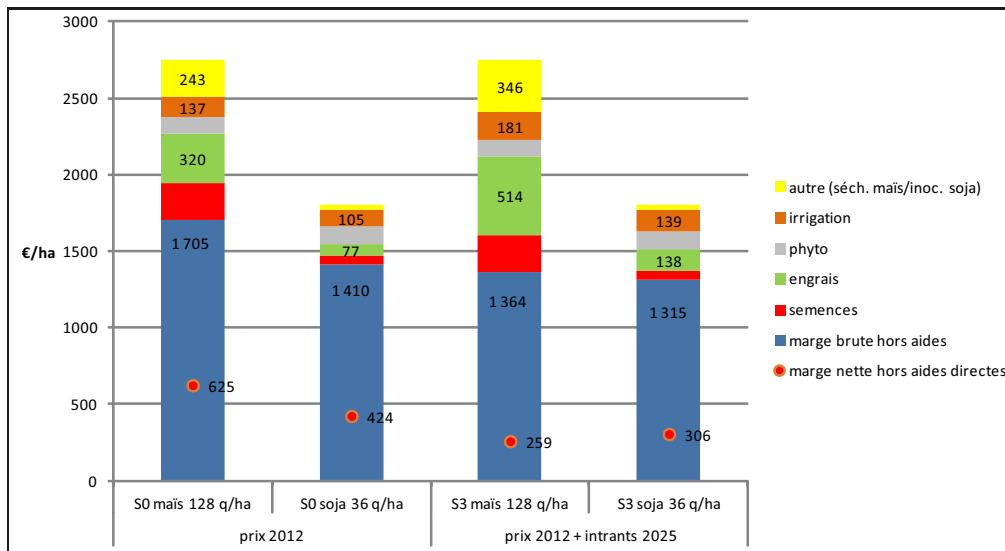


Fig. 6. Évolution de la compétitivité maïs/soja dans l'exploitation à dominante maïs irrigué de Terrasses de Garonne dans un scénario « hausse des intrants » - Étude CETIOM-ONIDOL SojaLoc 2013.

argilo-calcaire moyennement profond pour C.V) et la pluviométrie estivale (109 mm pour C.V contre 187 mm pour C.G en moyenne).

Ces résultats montrent que la culture du soja en sec peut être intéressante d'un point de vue économique dans des situations à disponibilité en eau (sol et climat) globalement peu restrictives et qui mériteraient d'être affinées localement.

9 Résultats de simulations économiques basés sur trois scénarios prix

L'outil SYSTERRE® permet de faire des simulations pour balayer divers scénarios permettant de mieux appréhender l'avenir. Trois sont présentés : deux scénarios, scénario « hausse des intrants » et scénario « tension protéines » ont

été simulés sur l'exploitation « terrasses de Garonne » qui est le contexte où dans les conditions de 2012 les résultats économiques du soja (hors aides) étaient nettement inférieurs à ceux du maïs. Ce positionnement volontaire dans un contexte d'exploitation peu favorable au soja aujourd'hui a pour objectif de tester si des modifications de l'environnement macro-économiques peuvent avoir un effet sur la compétitivité du soja par rapport aux autres cultures de l'assolement. Une dernière simulation, le scénario « prix bas », a été effectuée sur l'ensemble des cinq exploitations de l'étude.

9.1 Le scénario « hausse des intrants »

Le scénario « hausse des intrants » (Fig. 6) correspond à une hausse tendancielle du prix des intrants agricoles (indices

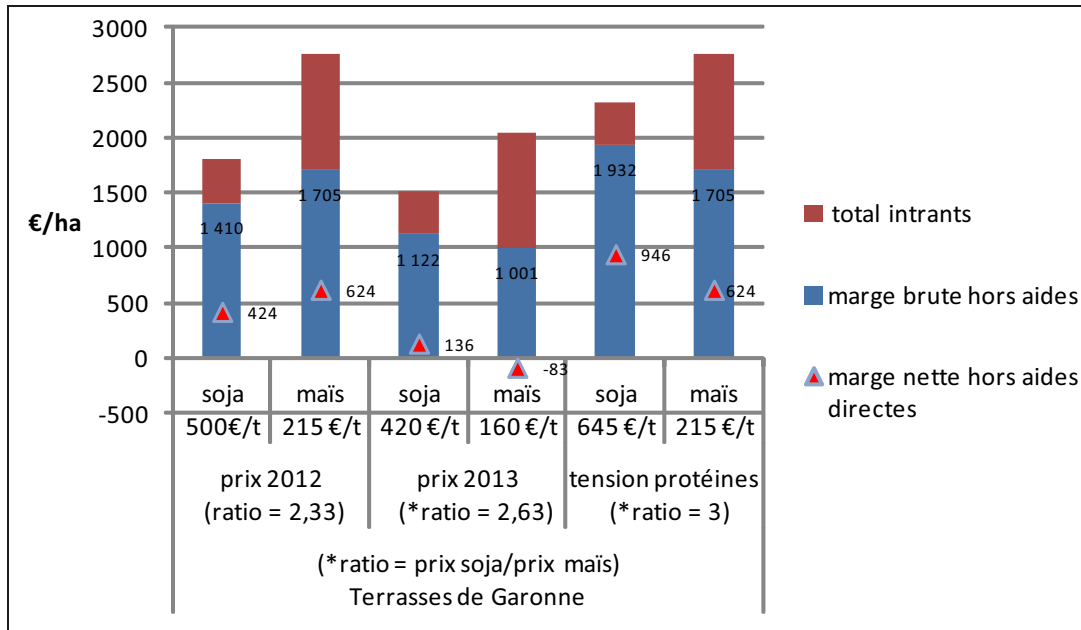


Fig. 7. Évolution de la compétitivité maïs/soja dans l’exploitation à dominante maïs irrigué de Terrasses de Garonne dans un scénario de prix « tension protéines » et dans un scénario « récent » 2013.

IPAMPA⁷ de l’INSEE⁸ pour le fioul, électricité, engrais azotés) jusqu’à 2025, les prix de vente des graines restant fixes.

On observe que la compétitivité du maïs vs soja évolue en faveur du soja entre 2012 (maïs culture la plus rentable) et 2025 (marge brute du soja légèrement inférieure, marge nette supérieure). Cela s’explique par le fait que le maïs est plus pénalisé sur les postes engrais et irrigation. De plus, le maïs est impacté par l’augmentation du coût du séchage.

Dans cette exploitation où le maïs se comporte bien (rapport de rendement maïs/soja de 3,56 contre 3,24 en moyenne dans le Sud-Ouest) et dans un contexte de prix haut plutôt favorable au maïs, on voit qu’une hausse tendancielle du prix des intrants pourrait rendre le soja attractif à moyen terme. Cette approche, assez grossière (prise en compte de l’évolution des charges mais prix de vente fixes et, pas de prise en compte du progrès génétique) permet de quantifier l’impact de la tendance lourde de la hausse du prix des intrants agricoles. Celle-ci sera favorable aux cultures et modes de conduite économes en intrants, notamment ceux intégrant des légumineuses.

9.2 Le scénario « tension protéines »

Le scénario « tension protéines » (Fig. 7) correspond à une hausse tendancielle du prix des graines riches en protéines, scénario considéré comme probable dans l’avenir en raison de la forte croissance de la demande asiatique en protéines. Au contexte 2012 (ratio de prix soja/maïs = 2,3), a été comparée une situation du futur avec un ratio prix soja/maïs de 3 et un prix du maïs au niveau de celui de 2012. Une autre simulation

⁷ Indice des prix d’achat des moyens de production agricole (IPAMPA) - <http://www.bdm.insee.fr/>

⁸ Institut national de la statistique et des études économiques.

a été aussi effectuée en prenant en compte les prix 2013. Le contexte 2013 se différencie de 2012 par des prix de vente nettement en baisse pour le maïs et un peu en retrait pour le soja et surtout par un ratio de prix soja/maïs plus élevé s’établissant à 2,62).

On observe que la compétitivité maïs/soja évolue en faveur du soja entre 2012 (maïs culture la plus rentable) et les deux situations simulées : dans tous les cas, le soja devient économiquement plus intéressant que le maïs dans cette exploitation agricole à dominante maïs.

Cette approche, assez grossière (prise en compte de prix maïs avec des prix d’intrants fixes, et, sans prendre en compte de futurs progrès génétiques) permet de quantifier l’impact de la tendance considérée comme probable d’une augmentation supérieure du prix des graines riches en protéines par rapport aux autres graines et d’un ratio prix soja/maïs tendant en conséquence aussi à augmenter. On constate ainsi que dans ce contexte le soja devient tout à fait compétitif même dans des systèmes – situations irriguées sans contrainte en eau – où il l’est difficilement actuellement.

9.3 Le scénario « prix bas »

Le scénario « prix bas » des graines (Fig. 8) utilise les données du scénario « prix bas » de l’observatoire de prix d’ARVALIS de 2002–2008 (source pôle Ecos) tout en gardant le niveau de coût des intrants 2012 observé dans les exploitations de l’étude Sojaloc. Même s’il est peu probable, compte tenu de la demande protéique mondiale, que l’on atteigne dans le futur un tel niveau des prix des graines, ce scénario est intéressant à observer. On constate ainsi clairement que les prix bas des graines favorisent le soja qui a des charges faibles. *Contrairement*, la contraction des prix est plus défavorable aux cultures générant, comme le maïs, un grand produit brut (à mettre en

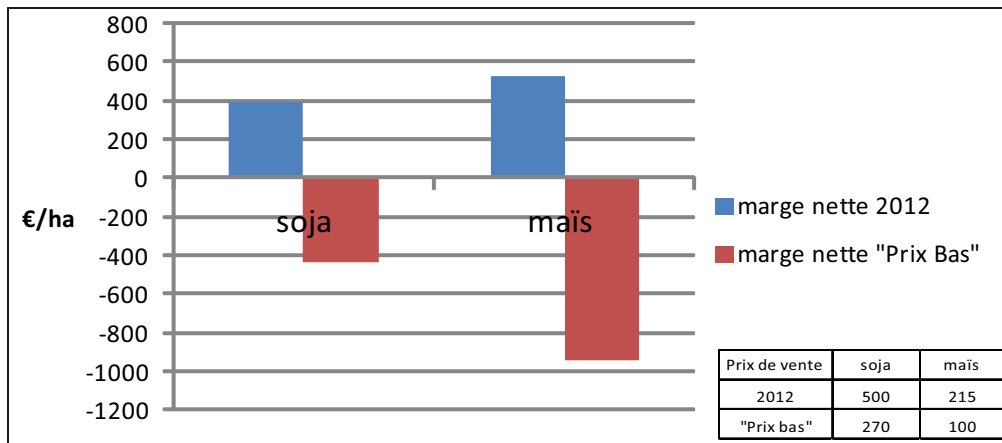


Fig. 8. Évolution de marge nette du soja et du maïs entre le scénario 2012 et le scénario « prix bas » - Moyenne des 5 exploitations de l'étude CETIOM-ONIDOL SojaLoc 2013.

relation avec un haut niveau de rendement en graines) avec des charges élevées. Ainsi, sur la moyenne des 5 exploitations de l'étude Sojaloc, la marge nette du soja (Fig. 7) est nettement affectée dans le scénario « prix bas » mais résiste beaucoup mieux que la marge nette du maïs.

10 Conclusion

10.1 Compétitivité économique et eau, au cœur des enjeux de durabilité

L'analyse multicritère menée dans cinq exploitations contrastées du Sud-Ouest, à partir des données de la campagne 2012, a permis de quantifier les atouts environnementaux de la culture du soja. Elle conforte en particulier sa sobriété en émissions de gaz à effet de serre et en utilisation de produits phytosanitaires. Ces caractéristiques entraînent logiquement, avec l'insertion du soja dans les assolements, une amélioration sur ces critères au niveau de l'exploitation entière.

Dans le contexte de prix 2012, moyennement favorable au soja (prix hauts maïs et ratio intéressant soja/maïs de 2,3), les résultats économiques observés montrent qu'en contexte irrigué, les situations où le soja est le plus compétitif par rapport à la culture dominante, le maïs grain, sont celles où le rendement du maïs est limité par une alimentation en eau contrainte (ressource en eau limitée, situation pédoclimatique où l'irrigation est difficile à mener de manière optimale : coteaux, secteurs très ventés...). *A contrario*, dans les situations où l'eau est utilisée de façon non limitante, le soja est moins performant que le maïs ce qui explique qu'il est peu cultivé à ce jour dans ces secteurs sauf sur quelques exploitations où la souscription à des mesures de type MAE a clairement joué un rôle incitatif. L'étude a montré aussi que le soja en sec pouvait, dans certaines situations particulières – là où l'alimentation estivale en eau n'est pas trop restrictive – permettre des résultats technico-économiques intéressants.

Deux scénarios du futur « hausse des intrants » et « tension sur le prix des protéines » ont été étudiés sur une exploitation où le soja n'était pas économiquement compétitif par rapport au maïs en 2012 du fait, en particulier, d'une alimentation en

eau des cultures sans contrainte. Les simulations montrent que, dans ces deux scénarios, le soja devient autant, voire souvent davantage, compétitif que le maïs. Enfin, un scénario « prix bas », même si une forte baisse des prix des graines apparaît peu probable, a été étudié sur l'ensemble des exploitations : il montre que le soja serait moins affecté par ce scénario qu'une culture à produit brut important et à charges élevées comme le maïs. Ces simulations même si elles ont leurs limites – elles ne prennent pas en compte, par exemple, l'évolution du progrès génétique – laissent penser que le soja devrait devenir de plus en plus attractif à l'avenir dans les assolements du Sud-Ouest. En effet, la hausse des intrants et l'augmentation de la demande en protéines sont des scénarios considérés par de nombreux experts comme très probables.

10.2 Investir en filière pour « booster » un futur favorable au soja

Ces résultats apparaissent très favorables au développement du soja et donc à une diversification des cultures, à base de légumineuses dans les rotations. Néanmoins, pour viser un développement durable de la filière ces éléments favorables devront être accompagnés :

- D'un renforcement du soutien à la recherche variétale pour que cette production dispose de moyens de sélection permettant d'avancer au rythme des autres grandes cultures. L'appui apporté par le CETIOM et l'ONIDOL au GIE des sélectionneurs de soja, le fléchage de fonds interprofessionnels dédiés au secteur semences ainsi que le financement accordé par le Conseil régional de Midi-Pyrénées à un sélectionneur majeur du sud-ouest sont l'expression d'un engagement collectif sur ce maillon.
- D'études en agrophysiologie afin d'apporter un appui à la fois aux sélectionneurs pour les aider dans leurs critères de sélection mais aussi aux agronomes pour mieux comprendre l'impact des techniques culturales. Les travaux engagés depuis 2012 par le groupe agrophysiologie (UMR INP-ENSAT/INRA AGIR, RAGT, Euralis-Semences, CETIOM, ONIDOL INP-EI Purpan) du pôle toulousain sur la

recherche de stratégies agronomiques et de sélection pour un soja économe en eau et de qualité vont dans ce sens et sont à pérenniser (cf. article de Maury *et al.* dans le présent dossier).

- D'études et d'expérimentations agronomiques permettant d'améliorer la compétitivité de la culture : l'adaptation du peuplement aux conditions d'alimentation hydrique de la culture, l'optimisation de l'inoculation et l'évaluation du potentiel de la culture dans les situations non irriguées constituent, par exemple, trois sujets porteurs de progrès.
- D'un accompagnement technique et économique par les organismes en charge de conseils (organismes économiques, chambres d'agriculture, instituts techniques, organismes de conseils en gestion...).
- De mesures incitatives pour encourager à court terme les producteurs au changement. Les aides type : mesures agro environnementales, aides régionales, aides couplées... apparaissent ainsi judicieuses et l'étude a montré que ces dispositifs incitatifs avaient dans certains cas déjà joué un rôle de catalyseur.
- D'une organisation des producteurs et de leurs organismes privilégiant le cadre de productions contractualisées.
- De la création d'outils régionaux de transformation permettant à la fois une réduction des frais de logistique mais aussi une valorisation des produits d'élevage nourris à partir de soja produit localement ; ceci dans l'objectif de valoriser au mieux la spécificité du soja français et de pérenniser ces filières sur notre territoire (cf. article de Quinsac *et al.* du présent dossier).

Remerciements. Cette étude a associé deux partenaires CETIOM et ONIDOL, elle fait partie d'un projet plus large SojaLoc qui a bénéficié d'un soutien financier de la région Midi-Pyrénées dans le cadre de son plan « Autonomie protéique ».

Références

- De la Perrière, Compétitivité des protéagineux et du soja dans les assolements Le cas du soja, Présentations du Colloque « Légumineuses à graines » 21 novembre 2012 à Paris, available from : <http://www.unip.fr/lunip/evenements.html>
- Deumier JM, *et al.* 2010. Connaissance, adaptation et amélioration de la gestion quantitative de l'eau avec des collectifs d'irrigants de Midi-Pyrénées par le développement et l'utilisation de méthodes et d'outils adaptés. Rapport technique Casdar eau Midi-Pyrénées dans le cadre du projet de recherche de l'UMT eau (Arvalis-Cetiom-Inra) « Outils et méthodes pour la gestion quantitative de l'eau : du bloc d'irrigation au collectif d'irrigants ».
- Jouy L. 2011. Fiche Outil Systerre, nov. 2011, available from : www.plage.evaluation.fr/webplabe/images/stories/pdf/fichesysterre.pdf plateforme d'évaluation Agri-environnementale (last consult : 23/03/2015).
- Labalette F, Bourrel C, Jouffret P, Lecomte V, Quinsac A, Ledoux S. 2010. Panorama et futur de la filière du soja français. *OCL* 17
- Lelièvre F, Sala F et Volaire F. 2011. Évolution climatique du Sud de la France 1950–2009. Projet CLIMFOUREL PSDR-3, Régions L-R, M-P,R-A. Série Les Focus PSDR3.
- Lieven J, Wagner D. 2013. Enquête sur les conduites de soja conventionnel 2012 – synthèse nationale. Document interne CETIOM.

Cite this article as: Pierre Jouffret, Françoise Labalette, Elie Parachini. Analyse multicritère de la production de soja dans des exploitations agricoles contrastées du Sud-Ouest de la France. *OCL* 2015, 22(5) D505.