

Évaluation des impacts potentiels sur le marché mondial du coton de l'adoption de l'agriculture de précision par les producteurs nord-américains

Jaime Malaga¹
Raghu Kulkarni²
Suwen Pan¹

¹ Texas Tech University
Department of Agricultural and Applied
Economics
Box 42132
79409 Lubbock USA
<jaime.malaga@ttu.edu>
<s.pan@ttu.edu>

² Discover Financial Services
1140 Windbrooke
60089 Buffalo Grove
Illinois
USA
<raghu_kulkarni_ttu@yahoo.com>

Résumé

Le commerce mondial de coton est affecté par différentes variables telles que l'extension des surfaces de production, le cours des cultures alternatives, ou la réglementation de l'Organisation mondiale de commerce (OMC) sur l'utilisation de subventions agricoles. Une autre variable susceptible d'avoir des effets sur les marchés mondiaux est l'adoption à large échelle d'une nouvelle génération de techniques de production. Cet article explore les effets potentiels de celles qui sont dites « d'agriculture de précision » sur les marchés mondiaux du coton en utilisant un modèle d'équilibre partiel au niveau mondial, et en examinant deux scénarios de politique de soutien.

Mots clés : agriculture de précision ; coton ; Etats-Unis ; politique commerciale.

Thèmes : économie et développement rural ; productions végétales ; transformation, commercialisation.

Abstract

Precision agriculture adoption policy: evaluation of potential impacts on world cotton markets

World cotton trade is being affected by variables such as the recent expansion of new production areas, prices of alternative crops, and the impact of WTO rulings on the use of agricultural subsidies. Another variable with potential implications on world trade markets is the likely adoption of a new generation of production technologies. This article explores the potential effects on world cotton markets of "precision agriculture" technologies using a partial equilibrium world model under alternative policy scenarios.

Key words: commercial policies; cotton; precision farming; USA.

Subjects: economy and rural development; processing, marketing; vegetal productions.

La filière coton américaine génère plus de 25 milliards de dollars de revenus bruts annuels et plus de 400 000 emplois locaux. La part des exportations américaines de coton sur le marché mondial est passée de 25 % en 1990 à 37 % en 2007 (USDA-FAS, 2008). Le soutien interne de la production de coton a protégé les agriculteurs des fluctuations de cours du marché mondial, mais si le *round* de Doha conduit à un nouvel accord de l'OMC, il est probable que de nouvelles recommandations imposent une réduction drastique des subventions agricoles dans tous les pays,

y compris aux États-Unis. Une autre variable qui pourrait affecter les flux commerciaux de coton réside dans la diffusion d'innovations dans les techniques de production. Des améliorations technologiques visant l'augmentation des rendements ou la réduction des coûts de production peuvent avoir des impacts importants sur le comportement des marchés. L'une de ces innovations est l'agriculture de précision (AP) qui est une application à l'agriculture du traitement de l'information satellitaire. Décrite également comme une « agriculture à l'échelle de la parcelle », cette technologie

englobe la collecte et l'analyse de l'hétérogénéité spatiale d'un champ, de manière à y adapter ponctuellement les décisions de gestion (Thrikawala *et al.*, 1998).

Il est difficile de mesurer les avantages économiques de l'AP. Les méthodes les plus communes pour évaluer son impact ont été de comparer ses résultats aux rendements obtenus en agriculture conventionnelle (Bronson *et al.*, 2003 ; Yu, 2000 ; et Yu *et al.*, 1999), et d'évaluer les avantages environnementaux potentiels et les bénéfices engendrés par les cultures conduites en AP, la rentabilité finale étant et restant la justification de l'adoption de l'AP. Lowenberg-DeBoer et Swinton (1997), qui ont effectué une revue de l'économie de l'agriculture de précision, constatent que sa rentabilité paraît dépendre de divers facteurs, d'ordres économique, agronomique et environnemental. Une des méthodes utilisées pour montrer la faisabilité économique a été de comparer les changements d'allocation des intrants (azote, phosphore, chaux) entre agriculture conventionnelle et agriculture de précision, et de voir comment ces changements affectaient les rendements et les bénéfices. Thrikawala *et al.*, (1998), Yu *et al.*, (1999) (pour l'intrant azote) et Bongiovanni et Lowenberg-DeBoer (2000) (pour l'intrant chaux) ont employé des modèles d'optimisation pour vérifier le changement dans les modalités d'allocation et les quantités d'intrants utilisées. Ces études ont établi que les pratiques de l'AP génèrent des bénéfices plus élevés avec des rendements plus importants et une utilisation optimale des intrants.

L'objectif de la présente recherche est d'évaluer les effets de l'accroissement des bénéfices agricoles dus à l'adoption de l'AP sur le commerce du coton des États-Unis, à travers deux scénarios alternatifs de soutien interne (les programmes actuels de soutien et le libre échange). Si l'AP mène effectivement à une réduction des coûts ou à une productivité plus élevée, quel serait l'impact net de son adoption sur les agriculteurs ? Que se passerait-il si tous les producteurs procédaient à ces changements technologiques ? De façon plus générale, l'objectif de la présente recherche est d'étudier l'incidence des recherches de nouvelles technologies sur les prix mondiaux ou domestiques et sur les quantités de coton commercialisées.

Il y a une importante littérature disponible relative à l'effet de l'AP sur le rendement de coton et les coûts de production.

Finck (1998) a souligné que l'AP peut augmenter le rendement d'environ 9 % ; Yu (2000), Kulkarni (2006) et Velandia (2007) ont trouvé que son effet positif sur le rendement du coton se situait entre 2,3 et 5 %. Ils ont également suggéré que les effets sur le bénéfice pouvaient être inférieurs à 2 %. Tenant compte de ces résultats, nous avons analysé les effets de l'AP sur le commerce du coton à partir des hypothèses suivantes :

- les pratiques de l'AP mènent à une augmentation de 5 % des rendements ;
- la réduction des coûts totaux est de 3 % ;
- l'ensemble des agriculteurs aux États-Unis adopte ces pratiques.

Un modèle de marché global du coton a été utilisé pour simuler les effets des trois hypothèses ci-dessus pendant les années 2007-2011. La simulation a été faite sous deux scénarios de politique de soutien aux prix domestiques :

- en absence totale de subvention ;
- en application des mesures actuelles de soutien.

Matériel et méthodes

Modèle théorique du commerce international

La relation entre les avancées des techniques culturales et leur impact sur les flux

commerciaux repose sur l'hypothèse que les pratiques de l'AP entraînent des rendements plus élevés et/ou des coûts plus réduits et, par conséquent, procurent des recettes plus élevées, après ajustement du risque.

Les figures 1 et 2 utilisent un diagramme conventionnel à trois panneaux pour représenter les courbes de l'offre et de la demande aux États-Unis (panneau de gauche), le reste du monde (panneau de droite) et le marché mondial (panneau central) dans lequel ES est le surplus à exporter des États-Unis et ED le surplus de la demande du reste du monde. Les prix mondiaux et les quantités échangées sont déterminés dans le panneau central. En l'absence de politiques de soutien interne, si tous les agriculteurs aux États-Unis adoptaient les techniques de l'AP, une augmentation de la productivité et/ou une réduction des coûts unitaires induiraient une variation de la courbe de l'offre globale des États-Unis vers la droite, telle qu'elle est illustrée dans la figure 1 (S1 à S2 dans le panneau de gauche). Une augmentation subséquente de l'offre sur le marché mondial (ES1 à ES2 dans le panneau central), résultant d'une augmentation des exportations des États-Unis, provoque une diminution du prix mondial (PW1 à PW2) et de l'augmentation de la quantité totale commercialisée (Q1 à Q2). Dans la figure 2, l'hypothèse d'absence de subventions internes est abandonnée. Avec PUS comme prix de soutien aux États-Unis, une augmentation de l'offre intérieure (S1 à S2), due aux progrès technologiques, déplace l'excès de l'offre de ES1 à ES2 et la

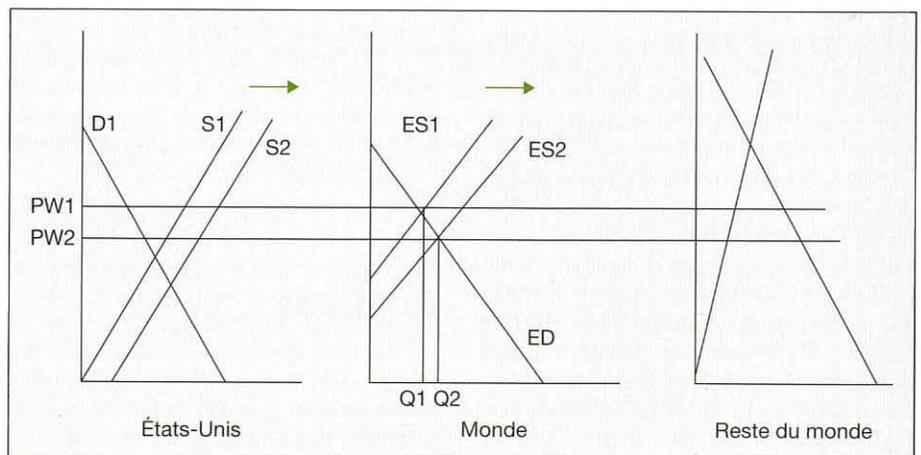


Figure 1. Incidence du marché américain sur le marché mondial : scénario sans subventions.

Figure 1. US and global cotton markets – no subsidies scenario.

PW1 et PW2 : prix mondial (avant et après diminution) ; S1 et S2 : courbe d'offre globale avant et après variation ; ES1 et ES2 : offre sur le marché global avant et après variation ; Q1 et Q2 : quantité totale commercialisée avant et après augmentation ; ED : surplus de la demande au niveau mondial.

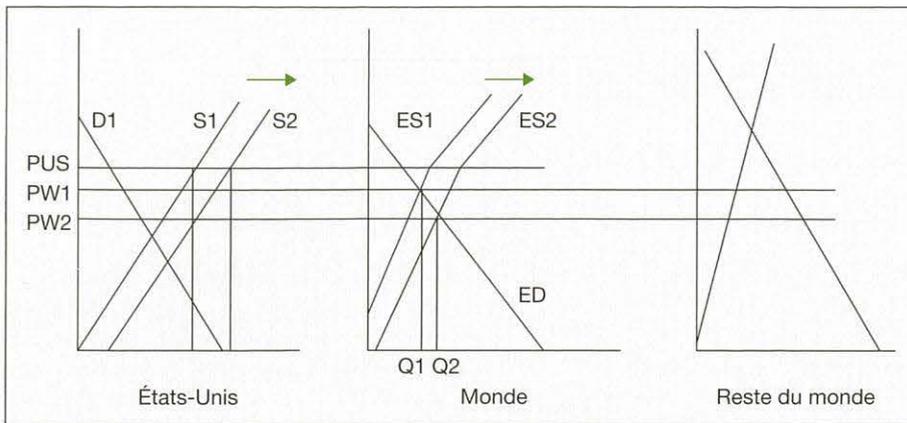


Figure 2. Incidence du marché américain sur le marché mondial : scénario avec subventions.

Figure 2. US and global cotton markets – scenario with subsidies.

PW1 et PW2 : prix mondial (avant et après diminution) ; S1 et S2 : courbe d'offre globale (avant et après variation) ; ES1 et ES2 : offre sur le marché global (avant et après variation) ; Q1 et Q2 : quantité totale commercialisée (avant et après augmentation) ; ED : surplus de la demande au niveau mondial.

quantité commercialisée de Q1 à Q2, de manière similaire à celle du scénario précédent. La forme coudée des courbes de l'excès de l'offre est due au prix du soutien interne. La différence principale entre les deux scénarios se situe au niveau de la réduction du prix mondial et l'augmentation de la quantité échangée dans le monde. Dans le cadre d'une politique de soutien des prix aux États-Unis, la réduction du prix mondial devrait être plus prononcée que dans le scénario d'une politique de libre échange (Pan *et al.*, 2006), mais la question demeure de savoir à quel degré et avec quels effets pour les producteurs.

Le lien entre la production du coton aux États-Unis (pays exportateur net) et les échanges mondiaux résulte de l'hypothèse que l'AP permettrait aux agriculteurs de produire plus en augmentant les rendements et/ou en réduisant les coûts unitaires. L'AP permet l'utilisation des intrants (notamment les engrais minéraux) de manière optimale et accroît la productivité nette. L'étude est réalisée en considérant l'AP comme un facteur d'impact fort sur l'offre aux États-Unis et dans le monde afin de simuler les effets indirects en utilisant le modèle de marché global du coton décrit plus haut. Théoriquement, comme déjà indiqué lors de la présentation des figures 1 et 2, il devrait en résulter une diminution des prix mondiaux et une augmentation des quantités échangées. Dans le scénario incluant « des prix de soutien », ces deux évolutions devraient induire des subventions accrues aux États-Unis pour respecter le prix interne de soutien.

Le modèle du commerce du coton

Cette section détaille les outils utilisés, évoqués dans la section précédente, pour mesurer les variations du flux commercial du coton américain, dues à l'application de l'AP. Le « modèle du marché mondial du coton » de Pan *et al.* (2004), a été employé pour simuler les deux scénarios. Le modèle inclut 24 importateurs et exportateurs de coton parmi les principaux, tels que la Chine, le Pakistan, l'Inde, l'Australie, l'Union européenne (EU), la Turquie, le Mexique, les États-Unis et l'Afrique. Ce modèle a été développé et validé par le département d'économie agricole de l'université du Texas Tech. Il a été utilisé dans plusieurs études publiées dans des journaux reconnus aux États-Unis. Faute d'espace dans cet article, nous renvoyons les lecteurs à la publication originale de Pan *et al.*

Données

Les données historiques et prévisionnelles des variables macroéconomiques proviennent du FAPRI (*Food and Agricultural Policy Research Institute* [Institut de recherche de l'alimentation et de politique agricole]). Les données de production de coton, de consommation, d'importation, d'exportation et de stocks sont tirées de la base de données de production, d'offre

et de demande produite par le Département d'agriculture du gouvernement américain (USDA). La consommation industrielle de coton-fibre et les données sur les fibres synthétiques proviennent de l'enquête sur la consommation mondiale de fibres réalisée par l'Organisation de l'alimentation et de l'agriculture (FAO) pour la période avant 1994, de la *Fiber Organon* après 1994, et de contacts personnels dans différents pays.

Modèle du pays représentatif

Le modèle du pays représentatif inclut l'offre, la demande et l'équilibre du marché pour le coton et les fibres synthétiques (Pan *et al.*, 2004). Dans ce modèle, la filière coton du pays représentatif évolue dans un cadre global de l'offre et de la demande. Les principales composantes du modèle incluent les secteurs de l'offre et de la demande du coton, les équations de liaison entre les prix, la production des fibres synthétiques et la production textile. La superficie semée en coton est modélisée dans un cadre à deux étapes. La première étape détermine la superficie brute cultivable. La seconde étape emploie des variables économiques (recettes nettes prévisionnelles) pour déterminer des modèles d'emblavement (attribution de la superficie) pour le coton et les principales cultures de substitution. Le modèle d'équilibre partiel permet une simulation simultanée utilisant des équations distinctes selon le modèle d'emblavement et de rendement au niveau des pays inclus dans l'étude. Pour inclure les effets de l'agriculture de précision sur le modèle de coton global, nous éliminons les équations de rendement et de coût dans le modèle de Pan *et al.*, et laissons les changements de rendement et de coût comme exogènes, sur la base de l'hypothèse que nous avons formulée plus haut. La consommation de coton est également modélisée en deux étapes : la consommation intérieure totale de fibres et la part du coton dans la consommation de fibres. Dans ce modèle, le prix pondéré des fibres (coton, laine et polyester) et le PIB par habitant déterminent la consommation totale en fibres, et le rapport entre le prix du coton et celui des autres fibres est employé pour déterminer les parts de marché relatives du coton et des fibres synthétiques. Les prix, aussi bien du polyester – représentant des fibres synthétiques – que du coton au niveau mondial (indice A de Cotlook), sont endogènes et déterminés par les

Tableau 1. Équations de comportement du modèle (d'après Pan *et al.*, 2004).

Table 1. Standard specifications of behavioral equations (Pan *et al.*, 2004).

Équation	Variable	Équation de comportement
1	Consommation de fibre <i>per capita</i>	$PC_f = \alpha_0 + \alpha_1 P_f + \alpha_2 I$
2	Part du coton dans la consommation totale de fibres textiles	$DS_c = \beta_0 + \beta_1 (P_c/P_s)$
3	Part des fibres artificielles dans la consommation de fibres textiles	$DS_m = \beta_0^m + \beta_1^m (P_c/P_s)$
4	Offre du coton	$S_{c,t} = \kappa_0 + \kappa_1 (P_{c,t-1}/P_{o,t-1})$
5	Offre de fibres artificielles	$S_{m,t} = \kappa_0^m + \sum_{k=1}^5 \kappa_1^m (P_{m,t-k}) + \sum_{k=1}^5 \kappa_2^m (P_{g,t-k})$
6	Importation de coton	$I_c = \varphi_0 + \varphi_1 (P_c/WP_c(1+T))$
7	Exportation de coton	$E_c = \varphi_{e0} + \varphi_{e1} (P_c/WP_c(1-\tau))$
8	Stocks de coton	$K_{c,t} = \rho_0 + \rho_1 (S_{c,t}) + \rho_2 (P_c) + \rho_3 K_{c,t-1}$
9	Liaison du prix du coton	$P_c = \gamma_0 + \gamma_1 WP_c$
10	Liaison du prix du polyester	$P_m = \gamma_0 + \gamma_1 WP_m$
11	Solution du marché du coton	$\sum_n I_c = \sum_n E_c$
12	Solution de marché des fibres artificielles	$\sum_n (S_{m,t}^e + S_{m,t}^i) = \sum_n (DS_m * PC_f * PO)$

quantités importées et exportées. Le prix intérieur du coton est également déterminé par la production, la consommation, les quantités importées et exportées ainsi que l'état des stocks intérieurs. Le modèle prend en compte très spécifiquement les politiques américaines actuelles de subventions aux producteurs du coton. Les méthodes d'estimation du modèle et de simulation des impacts ont utilisé les procédures économétriques « Proc Model » du programme statistique SAS. Une description des équations principales par pays dans le modèle utilisé est présentée dans le *tableau 1*. Le *tableau 2* décrit les élasticités de demande utilisées par le modèle de simulation.

Résultats des simulations

La synthèse des résultats des simulations est présentée dans les *tableaux 3, 4 et 5*. Le repère des projections suppose que tous les pays maintiennent les mêmes politiques pratiquées en 2006. Le modèle est influencé par un ensemble de variables macroéconomiques telles que le produit intérieur brut (PIB) réel, l'indice des prix à la consommation (CPI), les taux de change et la population. Des projections pour ces variables ont été obtenues à partir de la prospective agricole 2006 au niveau mondial et au niveau des États-

Unis, éditée par le FAPRI. Les projections d'autres variables telles que la superficie cultivée, le rendement, les prix des cultures concurrentes et des prix du pétrole brut ont été rassemblées à partir des différentes sources citées précédemment.

Dans le cadre des programmes actuels de soutien, les résultats de simulation (*tableau 3*) indiquent que l'adoption généralisée de l'AP dans la production du coton peut induire une réduction moyenne de 2,39 % du prix mondial du coton (indice A) et une diminution de 5,51 % du prix domestique de coton aux États-Unis, les effets étant les plus élevés en première année. À compter de 2007-2008, les changements des prix et des

Tableau 2. Élasticité-revenu de la consommation en fibres textiles et élasticité-prix de la demande en coton et polyester de l'industrie textile des principaux pays.

Table 2. Income elasticities of textile consumption and price elasticities of cotton mill use for major countries.

Pays	Élasticité au revenu		Élasticité au prix	
	Toutes fibres	Coton	Polyester	
États-Unis	0,15	-0,24	0,07	
Australie	0,13	-0,05	0,00	
Corée du Sud	0,11	-0,57	0,24	
Taiwan	0,11	-0,50	0,35	
Japon	0,14	-0,57	0,37	
Union européenne	0,12	-0,39	0,15	
Mexique	0,58	-0,27	0,10	
Brésil	0,53	-0,15	0,12	
Chine	0,69	-0,57	0,16	
Inde	0,56	-0,44	0,10	
Pakistan	0,52	-0,28	0,18	
Afrique	0,55	-0,74	0,24	
Monde	0,30	-0,28	0,15	

Source: Pan *et al.* (2006).

Tableau 3. Effets potentiels de l'agriculture de précision sur les prix agricoles aux États-Unis et au niveau mondial.

Table 3. Potential effects of precision agriculture to prices in the USA and in the world.

	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010	2010-2011	Moyenne
A-Index						
Avec subventions	-4,50%	-3,54 %	-1,90 %	-1,32 %	-0,68 %	-2,39 %
Sans subventions	-4,01%	-1,65 %	-1,64 %	-1,22 %	-1,05 %	-1,91 %
Prix agricoles aux États-Unis						
Avec subventions	-7,16%	-6,95 %	-5,01 %	-4,77 %	-3,64 %	-5,51 %
sans subventions	-6,63%	-4,59 %	-4,29 %	-4,19 %	-3,37 %	-4,61 %

quantités connaissent un déclin relativement lent.

Dans le cadre d'une politique commerciale libérale (élimination de toutes les

subventions telles que le programme de crédit pour le coton, les paiements contractuels et autres), bien que les effets de l'AP sur les prix de coton soient de même

nature que dans le cas précédent, ils sont de moindre ampleur, avec respectivement des réductions moyennes de 1,91 % (indice A) et de 4,61 % (prix domestique aux États-Unis).

Dans le cadre des politiques actuelles, la production et les exportations augmentent en moyenne de respectivement 2,45 % et 3,08 % (tableau 4). Tandis que les revenus des producteurs diminuent (tableau 5), les revenus d'exportation augmentent et les dépenses de subventions du gouvernement augmentent de plus de 9 %. Dans les scénarios sans subventions, les effets sont relativement moins prononcés. Dans le cadre d'une politique de subventions, les producteurs américains de coton qui choisissent de participer aux programmes de soutien du gouvernement reçoivent des avantages qui assurent un prix objectif du coton de 72 cents par livre. Dans un environnement de libre échange (aucune subvention), les producteurs américains de coton seront confrontés à des prix inférieurs. On peut s'attendre à ce que cette diminution du prix du coton reçu par les producteurs américains affecte la production américaine du coton, ce qui réduira les quantités disponibles à l'exportation. L'élimination de la mesure « Step 2 » (mesure de soutien à la consommation du coton américain aux États-Unis et à l'exportation) devrait accentuer la baisse des exportations. Ces effets prévus sont confirmés dans les résultats du modèle (voir tableau 4). Les effets sur les exportations américaines du coton sont en effet positifs, mais ils sont de 0,36 % inférieurs dans le scénario de non-subvention par rapport au scénario de la politique actuelle. Les résultats de simulation confirment le sens de variation que l'on pouvait déduire du modèle théorique (Pan *et al.*, 2006), mais il n'était pas possible de cerner le degré de variation du prix et des quantités exportées. Notre étude montre que l'ampleur des variations sur les prix et les revenus ne

Tableau 4. Effets potentiels de l'agriculture de précision sur la production et les exportations américaines de coton.

Table 4. Potential effects of precision agriculture on USA cotton production and exportation.

		2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010	2010-2011	Moyenne
Production	Avec subventions	2,90 %	2,67 %	2,29 %	2,38 %	2,03 %	2,45 %
	Sans subventions	2,85 %	2,31 %	2,04 %	2,02 %	1,99 %	2,24 %
Exportation	Avec subventions	3,39 %	3,46 %	3,04 %	2,95 %	2,56 %	3,08 %
	Sans subventions	3,31 %	2,67 %	2,62 %	2,50 %	2,49 %	2,72 %

Tableau 5. Effets potentiels de l'agriculture de précision sur les revenus des agriculteurs et le budget de soutien du gouvernement.

Table 5. Potential effects of precision agriculture on growers' income and governmental support.

	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010	2010-2011	Moyenne
Revenu du producteur						
Avec subventions	-4,47 %	-4,15 %	-2,83 %	-2,51 %	-1,69 %	-3,13 %
Sans subventions	-3,92 %	-2,65 %	-2,34 %	-2,26 %	-1,96 %	-2,62 %
Revenu à l'exportation						
Avec subventions	-1,26 %	-0,21 %	1,09 %	1,59 %	1,86 %	0,61 %
Sans subventions	-0,83 %	0,48 %	0,94 %	1,26 %	1,41 %	0,65 %
Soutien du gouvernement						
Avec subventions	13,82 %	11,67 %	8,36 %	6,68 %	6,10 %	9,33 %
Sans subventions	0	0	0	0	0	0

serait pas négligeable. Pendant les négociations de l'OMC à Hong Kong en 2005, les États-Unis ont fait une nouvelle proposition (USDA-FAS, 2005), qui réduit de manière significative le soutien interne, augmente l'accès au marché, et élimine les subventions à l'exportation. Étant donné cette position des États-Unis et la forte pression internationale pour réduire les subventions agricoles, notre étude montre que les tendances futures des prix et des revenus du coton peuvent ne pas être prometteuses pour les producteurs américains. Plus que jamais, il faudrait une forte coordination pour construire de manière cohérente les politiques cotonnières des États-Unis, en termes de progrès technologique, de soutien domestique et de promotion des exportations, afin de réunir les conditions nécessaires à la promotion d'un secteur efficace et compétitif de production cotonnière.

Conclusions

Cette étude montre que les investissements dans l'AP, bien qu'ils permettent l'amélioration des rendements du coton et la réduction des coûts de production, peuvent avoir des effets indirects qui, même s'ils paraissent minces, ne sont pas négligeables sur le marché international du coton. Dans le cadre des programmes agricoles américains existants, ces améliorations peuvent faire augmenter les dépenses publiques de soutien à la filière. En même temps, les producteurs américains de coton peuvent souffrir de pertes importantes en l'absence de tels programmes. Ces résultats indi-

quent que les progrès technologiques tels que l'AP peuvent avoir deux effets secondaires : d'un côté, l'adoption de ces technologies peut augmenter le bien-être social total ; de l'autre côté, les agriculteurs pourraient être peu disposés à adopter ces technologies, si leur impact net impliquait des pertes liées à la baisse des prix et des revenus : perte de revenus due à l'augmentation de l'offre, perte de soutiens du gouvernement due aux changements du programme agricole, etc.

Dans le cadre des politiques actuelles des États-Unis, bien que l'adoption de l'AP puisse mener à une augmentation de la production et réduire les prix internationaux du coton, le revenu net des producteurs américains peut en réalité augmenter. Cependant, les producteurs souffriraient de pertes si les programmes agricoles de soutien tels que le prix objectif, le taux de prêt de commercialisation et les paiements contracycliques disparaissaient. Le fait que les producteurs adoptent ou non les nouvelles technologies dépendrait du niveau de l'augmentation de leurs revenus nets, grâce à des rendements plus élevés et/ou des coûts réduits qui peuvent compenser, ou pas, les pertes dues aux prix faibles du marché. Nos résultats doivent être affinés à l'avenir en intégrant dans notre analyse la nature progressive de l'adoption de la technologie et le facteur crédit.

Les résultats de l'étude suggèrent, néanmoins, que tout changement au niveau de la politique ou au niveau des améliorations technologiques dans le secteur de l'agriculture, devrait prendre en considération, en termes de bilan, les changements du bien-être des agriculteurs. Tout changement envisagé seulement sous ses

aspects positifs – améliorations des rendements et réductions des coûts –, sans qu'on en prenne en compte les impacts potentiels indirects – prix et revenus plus faibles –, peut ne pas fournir au secteur du coton les avantages escomptés à long terme. ■

Références

Bongiovanni R, Lowenberg-DeBoer J. *Management in Corn using Site-Specific Crop Response Estimates from a Spatial Regression Mode*. 5th International Precision Agriculture conference. Minneapolis, MN, July 2000.

Bronson KF, Keeling JW, Booker JD *et al*. Influence of Landscape Position, Soil Series, and Phosphorus Fertilizer on Cotton Lint Yield. *Agronomy Journal* 2003; 95 : 949-57 <http://agron.scijournal.org/cgi/content/full/95/4/949>.

Finck C. Precision can pay its way. *Farm Journal* 1998 ; 11 : 439-46.

Kulkarni R. *Economic Optimality of Phosphorus Use in Cotton Production*. Dissertation. Lubbock (Texas) : Department of Agricultural and Applied Economics (Texas Tech University), 2006.

Lowenberg-DeBoer J, Swinton M. Economics of Site-Specific Management in Agronomic Crops. In : Pierce FJ, Sadler EJ, eds. *The State of Site-Specific Management for Agricultural Systems*. ASA-CSSA-SSSA Madison WI, 1997.

Pan S, Mohanty S, Ethridge D, Fadiga M. *Structural Models of the United States and the Rest-of-the-world Natural Fiber Market*. CER # 04-03. Lubbock (Texas) : Cotton Economics Research Institute (Texas Tech University), 2004.

Pan S, Fadiga M, Mohanty M, Welch M. Cotton in a Free Trade World. *Economic Inquiry* 2006 ; 45 : 188-97.

Thrikawala S, Weersink A, Kachanoski G. Management Unit Size and Efficiency Gains from Nitrogen Fertilizer Application. *Agricultural Systems* 1998 ; 56 : 513-31.

USDA-FAS. *The World Trade Organization & the U.S. Proposal for Global Agricultural Trade Reform*. 2005. <http://www.fas.usda.gov/itp/wto/default.asp>.

USDA-FAS. *The World Trade Organization & the U.S. Proposal for Global Agricultural Trade Reform*. 2008. <http://www.fas.usda.gov/itp/wto/default.asp>.

USDA-FAS. *Cotton World Markets and Trade*. 1996-2008. <http://www.fas.usda.gov/psdonline/psdgetreport.asp>.

Velandia M. *An Economic Analysis of a Spatial Statistics Approach to Management Zone Delineation in Precision Agriculture: The Case of Texas Cotton*. Dissertation. Lubbock (Texas) : Department of Agricultural and Applied Economics (Texas Tech University), 2007.

Yu M. *Economic and Environmental Evaluation of Precision Farming Practices in Irrigated Cotton Production*. Dissertation. Lubbock (Texas) : Department of Agricultural and Applied Economics, Texas Tech University, 2000.

Yu M, Segarra E, Nesmith D. Spatial Utilization of Phosphorus. In: *Implications for Precision Agriculture Practices*. Proceedings of Belt-wide Cotton Conferences. Orlando, 1999.