

**Diffusion du coton transgénique par intégration technologique
et développement du marché des variétés en Chine**

Michel FOK A.C.¹, Naiyin XU²

¹ CIRAD

UR 102, TA B102/02

Avenue Agropolis

34398 Montpellier Cedex

France

Tel : 0467615606; Fax : 0467615666

michel.fok@cirad.fr

**² Research Institute of Industrial Crops,
Jiangsu Academy of Ag. Sciences, China**

50 Zhongling Street

Xiaolingwei

Nanjing 210014

Chine

Tel : +86 13951945361 ; Fax : +86-2584390366

naiyin@jaas.ac.cn



2èmes journées de recherches en sciences sociales

INRA SFER CIRAD

11 & 12 décembre 2008 – LILLE, France

Résumé

On semble admettre que ce sont les avantages spécifiques du coton-Bt qui sont à la base de la diffusion réussie de ce coton en Chine. L'efficacité de ce coton fluctue cependant beaucoup entre les régions de production dans ce pays. Dans la province du Jiangsu, le long de la Vallée du Fleuve Yangtsé, on n'observe pas de réelle augmentation du rendement, ni de baisse notable dans l'utilisation des insecticides, de sorte qu'il n'y a pas de gain de rentabilité lié à l'utilisation du coton-Bt. L'utilisation du coton-Bt est pourtant presque généralisée dans cette province. Une approche plus globale, sans limiter l'analyse aux effets spécifiques du coton-Bt, permet de comprendre le paradoxe apparent. Dans la province du Jiangsu, la diffusion du coton-Bt a bénéficié de son intégration dans les cultivars hybrides qui sont parfaitement adaptés à la technique rentable de transplantation. L'intégration technologique qui s'est ainsi exprimée a été favorisée par le développement du marché des variétés résultant d'un changement important du cadre institutionnel relatif à la propriété intellectuelle. Le cas chinois indique que l'appréciation de l'utilisation du coton-Bt dans d'autres pays devrait considérer sa compatibilité avec les techniques existantes de production. Par ailleurs, ce cas illustre de nouveau qu'une innovation technique n'est pas indépendante d'une innovation institutionnelle.

Mots clés : Coton, Biotechnologies, Chine, innovation technique, institutions, marché

Abstract.

The idea prevails that the specific advantages of Bt-cotton have permitted the successful diffusion of Genetically Modified Cotton in China. The efficiency of Bt-cotton however fluctuates between cotton production regions. In Jiangsu Province, along the Yangtze River Valley, there is not really yield increase, reduction in insecticide control is of limited extent and, globally, there is no income gain associated specifically to the use of Bt-cotton. The use of Bt-cotton is nevertheless almost general there. A more comprehensive approach, beyond focusing on the Bt-cotton specific effects, helps to explain this apparent paradox. In Jiangsu province, the diffusion of Bt-cotton has benefited from its integration into hybrid cultivars which are perfectly adapted to the profitable transplanting technique. The process of technology integration which has been materializing has benefited from the development of variety market, as a consequence of an important change in the institutional framework related to intellectual property. This Chinese case indicates that the appraisal of Bt-cotton use in other countries should consider the extent to which this use would be compatible (or not) to existing production technologies. This case illustrates again that technical innovation is not independent from institutional innovation.

Keywords: Cotton, Biotechnologies, China, technical innovation, institutions, market development

1. Introduction

En Chine, la commercialisation du coton transgénique a commencé en 1997, avec des variétés intégrant un gène Bt (coton-Bt) pour contrôler l'attaque que de certains ravageurs de coton, en particulier *H. armigera*. Il est estimé que le coton-Bt couvre près de 60 % de la surface cotonnière en Chine (ISAAA, 2005) mais on peut considérer que cette couverture est quasi totale partout où les ravageurs cibles du coton-Bt constituent une réelle menace¹.

Pour beaucoup de chercheurs, rapportant les résultats obtenus essentiellement dans les provinces le long de la Vallée du Fleuve Jaune, cette large diffusion est la conséquence directe de l'efficacité du coton-Bt en termes de gain de rentabilité à partir d'une réduction de l'utilisation des pesticides (Huang, et al., 2004, Huang, et al., 2002a, Huang, et al., 2002b, 2003a, Huang, et al., 2003b, Pray, et al., 2002). Une telle perception témoigne bien de l'approche courante à évaluer le coton transgénique à partir de ses effets spécifiques. Sur le plan méthodologique, cette tendance se révèle dans l'option du budget partiel que beaucoup de chercheurs ont retenue pour évaluer la rentabilité du coton transgénique (Elena, 2001, Gianessi, et al., 2002).

L'attention portée aux effets spécifiques du coton transgénique peut induire en erreur sur l'identification des facteurs de son adoption. Même en Chine, cette approche n'est pas suffisante pour expliquer certains constats. Dans les provinces le long de la Vallée du Fleuve Yangtsé (où la pression de *H. armigera* a toujours été inférieure à ce qui est observé dans la Vallée du Fleuve Jaune), plusieurs articles, publiés en Chine, avaient déjà indiqué le moindre effet du coton-Bt dans la réduction du nombre de traitements chimiques contre *H. armigera*, conduisant à un moindre gain de rentabilité, quand gain il y a (Xu, et al., 2004, Xu and Ji, 2005, Zhang and Zhou, 2003). En dépit de cela, l'utilisation du coton-Bt est quasi généralisée parmi les paysans.

Cette communication vise à expliquer le paradoxe perçu en exploitant les informations disponibles relatives à la Vallée du Fleuve Yangtsé et à sa principale province (Jiangsu). Nous tenterons de montrer que la diffusion du coton-Bt n'a pas résulté seulement des avantages spécifiques de ce coton et qu'elle met en évidence un processus d'intégration technologique qui a été favorisé par le développement du marché des variétés. Dans la section 2, matériels et méthodes, nous préciserons la nature et les sources de données utilisées. Dans la section 3 consacrée aux résultats, nous préciserons la portée et les limites de l'efficacité du coton-Bt. Dans la section 4, les discussions seront articulées pour souligner le phénomène d'intégration technologique et le rôle institutionnel dans le développement du marché des variétés.

2. Matériels et méthodes

Ce papier s'appuie d'abord sur l'information recueillie à partir d'un grand nombre de publications scientifiques en chinois (peu accessibles aux chercheurs étrangers en raison de la barrière linguistique). Il s'agit en particulier des Actes relatifs aux conférences annuelles sur la recherche cotonnière en Chine, ils donnent un état actualisé des problèmes techniques rencontrés et des solutions mises en œuvre. Notre papier exploite ensuite plusieurs séries de données, d'accès plus ou moins public, même en Chine.

La première série de données correspond à l'enquête que nous avons conduite en 2005

¹ En effet, parmi les trois régions où le coton est produit en Chine, l'utilisation du coton-Bt n'est pas justifiée dans la région du Nord-Ouest, une zone continentale semi-aride où la pression de *H. armigera* est encore très faible.

dans la province du Jiangsu. Cette enquête a couvert un échantillon de 176 producteurs de coton répartis dans quatre districts (LianYunGang, NanTong, YanCheng, TaiZhou), les plus importants en matière de production cotonnière dans la province. Elle a permis d'obtenir des indications sur les tendances d'utilisation du coton transgénique, sans cependant permettre de comparer correctement la rentabilité de l'utilisation du coton transgénique en référence au coton conventionnel : l'adoption rapide et quasi généralisée du coton transgénique ne permet plus d'obtenir un échantillon équilibré à cette fin.

La deuxième série de données correspond aux résultats du réseau multi-local d'expérimentation variétale de la Vallée du Fleuve Yangtsé. Pendant plus de 50 ans, les expérimentations variétales multi-locales ont été réalisées afin d'identifier les variétés autorisées à la commercialisation à une échelle régionale. Ces expérimentations sont coordonnées au sein de réseaux régionalisés. La province du Jiangsu fait partie du réseau de la Vallée du Fleuve Yangtsé qui comprend 23 sites répartis dans huit provinces. L'un des auteurs de ce papier est le coordinateur actuel de ce réseau. Une base de données a été établie pour faciliter l'exploitation des résultats du réseau expérimental, mais seuls les résultats des cinq dernières années (de 2001 à 2005) ont été enregistrés et analysés.

La troisième série de données correspond aux statistiques des surfaces des principales cultures en Chine, dont le coton. Ces statistiques sont relevées tous les ans sous l'égide du Centre national de vulgarisation, dont les agents au niveau des provinces, des districts et des comtés sont chargés de répertorier les superficies en fonction des principales variétés utilisées pour chacune des grandes cultures. Un annuaire statistique est publié tous les ans mais il est diffusé seulement de manière restreinte, au niveau des services d'agriculture. Dans notre travail de recherche, nous avons compilé ces statistiques et identifié la nature des variétés répertoriées. La construction d'une base de données en a facilité ensuite l'exploitation.

La dernière série de données se rapporte aux informations diffusées par l'organisme chargé de l'enregistrement et de la certification des variétés en Chine. Nous nous sommes intéressés en particulier aux données relatives aux variétés soumises pour enregistrement en vue d'une commercialisation au niveau national. Ces données permettent de cerner la nature exacte des variétés, les noms des organismes obtenteurs et les provinces d'origine. Dans la mesure où nous avons accès au réseau internet ouvert aux universités et aux institutions de recherche chinoises, il nous a été possible de télécharger les données correspondantes. La familiarité de l'un des auteurs avec le monde de la sélection du cotonnier a permis de préciser la nature des organismes obtenteurs.

3. Résultats

3.1. Une production cotonnière intensive dans la province du Jiangsu

Dans la province du Jiangsu, la production cotonnière a une histoire de près de 700 ans. C'est une province qui compte tant pour la production que pour la transformation du coton. Au cours de la période 1980-2002, cette province se classait au cinquième rang avec 10 % de la surface cotonnière totale du pays. Le rendement moyen en coton fibre a été de 868 kg/ha, au-dessus de la moyenne nationale. Du point de vue de la transformation du coton par l'industrie textile, cette province a augmenté l'utilisation industrielle de 800 000 t à la fin des années 80 à 1 300 000 t en 2004, soit 1/5 du total national.

L'adhésion des paysans à la production cotonnière décline néanmoins depuis 1995, à

partir notamment d'une réduction de la superficie consacrée (Tableau 1). Une analyse détaillée de ce déclin sort du cadre de cette communication, nous nous limitons à souligner l'influence des grandes fluctuations du prix d'achat du coton graine d'une part et d'autre part l'incidence du soutien du gouvernement pour promouvoir les productions céréalières depuis 2004 (Yu, et al., 2004). En conséquence, la production diminue, mais pas au même rythme que pour la surface en raison d'une progression remarquable du rendement.

Le processus de gain de rendement est mis en œuvre bien avant l'introduction du coton-Bt, grâce à l'application de techniques d'intensification au niveau des paysans. Les producteurs de coton en Chine recourent à divers intrants chimiques. En complément d'un haut niveau de fertilisation à base d'engrais minéraux et du contrôle chimique des ravageurs du cotonnier, les paysans font appel systématiquement aux régulateurs de croissance et fréquemment installent le coton sous mulch plastique. Dans leur approche de maximisation du rendement, les paysans investissent aussi beaucoup en travail : ils éliminent souvent les branches végétatives et, lors de la phase de fructification, ils procèdent à l'écimage des cotonniers pour promouvoir la croissance des capsules. Cette brève description a pour but de souligner la quantité de techniques développées et passées aux paysans : il s'agit d'une situation particulière qui a été rarement évoquée dans les papiers traitant de la diffusion du coton transgénique en Chine.

Tableau 1. Evolution de la production cotonnière dans la Province du Jiangsu

	1981-85	1986-90	1991-95	1996-00	2001-05	Moyenne
Surface, 1000 ha	660	430	560	370	350	491
Surface, % total en Chine	11.4	11.0	9.7	8.9	7.7	10.1
Rendement, kg fibre/ha	884	692	894	1075	1183	868
Production coton fibre, 1000 t	589	378	506	413	411	466
Production, % total Chine	13.7	12.0	11.0	9.6	8.0	11.1

Source: Xu, LiHua & Ji, CunMei, 2005

A titre indicatif, notre enquête a montré que les paysans utilisent le régulateur de croissance en trois temps avec des produits fabriqués localement, pour un coût total d'environ huit dollars par hectare, bien inférieur aux USA. Dans le domaine de la fertilisation, les paysans combinent diversément de nombreux engrais : notre enquête en a recensé neuf types différents, dont certains avec une faible concentration en éléments nutritifs notamment pour les engrais phosphatés. En conséquence, la quantité totale d'engrais commerciaux utilisés est élevée, environ 1250 kg/ha.

3.2. Contrôle chimique encore important des ravageurs

Comme dans la plupart des pays producteurs de coton, le contrôle des ravageurs est nécessaire en Chine. Les paysans ont recours essentiellement aux insecticides pour contrôler les ravageurs. Dans notre enquête, les paysans ont manifesté une bonne connaissance des ravageurs du cotonnier ; ils mentionnent sept ravageurs qu'il faut absolument contrôler pour prévenir les dégâts économiques. Leur connaissance des ravageurs du cotonnier rend crédible leurs sentiments quant à l'évolution du complexe parasitaire dix ans après l'adoption du coton-Bt. Comme on peut le voir dans le Tableau 2, les paysans pensent que la pression des ravageurs de capsule a décru, à l'opposé de la pression observée pour les araignées rouges et les lygus. L'observation des paysans confirme la menace croissante de *Spodoptera litura*, une chenille généralement connue

comme dévoreuse de feuilles et qui s'attaque maintenant aux divers organes fructifères (Guo, et al., 2003, Li, 2004, Qin, et al., 2000). La réduction de la pression venant des chenilles de la capsule était attendue avec l'utilisation du coton-Bt et cela était confirmé lors des premières évaluations d'impact de cette utilisation. Cependant, la menace croissante des ravageurs auparavant considérés comme secondaire était occultée, elle est seulement reconnue récemment (CRICAAS, 2006, Lang, 2006).

Tableau 2. Pratiques et impression des paysans sur l'évolution de la faune des ravageurs

	Nombre moyen de contrôles chimiques	% paysans ressentant que la pression du ravageur est			
		stable	décroissante	croissante	fluctuante
<i>Helicoverpa armigera</i>	4.1	4%	69%	9%	17%
<i>Pectinophoa g.</i> (ver rose)	3.0	4%	53%	1%	15%
<i>Spodoptera litura</i>	1.5	3%	1%	57%	25%
Aphis (pucerons)	2.0	41%	7%	23%	22%
<i>Lygus</i> spp.	3.0	2%	2%	45%	40%
Araignée rouge	3.2	35%	2%	35%	24%
Yellow cutworm	1.0	21%	15%	3%	35%
Autres	2.4	0%	0%	13%	0%

Source: notre enquête

3.3. Réduction limitée de l'utilisation des insecticides par le coton-Bt

Notre enquête a permis de relever les nombres de contrôles chimiques que les paysans réalisent pour chacun des ravageurs contre lesquels ils peuvent utiliser des matières actives distinctes (Tableau 2). En moyenne, les paysans de notre enquête ont réalisé un nombre total de 14,4 contrôles chimiques² en 2005. Les nombres moyens de contrôle contre chaque type de ravageurs renseignent sur l'état de la faune des ravageurs³. Ils indiquent que *H. armigera* et le ver rose nécessitent encore quatre et trois contrôles chimiques respectivement. Il ressort aussi que *Spodoptera litura*, un lépidoptère généralement occulté, requiert au moins un contrôle. Les ravageurs qui ne sont pas des lépidoptères, tels les piqueurs-suceurs, requièrent autant de contrôles chimiques que les chenilles, sinon davantage. Les non- lépidoptères acquièrent ainsi une importance relative plus grande dans le contrôle chimique car ils échappent à l'efficacité des variétés de coton-Bt.

En termes de coût, les contrôles chimiques représentent environ 100 \$ par hectare, avec une certaine variation en fonction des types de variétés utilisés par les paysans (Tableau 3). Il y avait peu de paysans à ne pas avoir cultivé du coton-Bt, ils réalisent 2-3 contrôles de plus pour maîtriser *H. armigera*. Parce que le nombre de ces paysans est trop faible, le différentiel de coût des insecticides observés a seulement une valeur indicative. Les paysans utilisateurs de coton-Bt ont dépensés 92 \$ par hectare contre 142 \$ par hectare pour les autres. Dans ce coût total, le contrôle des chenilles compte pour un peu moins de 50 %.

² Qui doit correspondre à un nombre moindre de traitements car plusieurs contrôles peuvent être combiné dans un même épandage

³ Tous les paysans n'appliquent pas les insecticides contre tous les ravageurs. En effet, s'ils traitent tous contre les ravageurs les plus communs comme les chenilles des capsules, les pucerons et les araignées rouges, ce n'est pas le cas pour les ravageurs comme *Spodoptera litura* ou *lygus*. La somme des nombres moyens de contrôles pour chaque ravageur individuel est en conséquence différente du nombre total contrôlent réaliser.

Tableau 3. Coûts de production et revenus en fonction des variétés utilisés

	Non-Hybrid varieties		Hybrid varieties
	GM	non-GM	GM
Coût des semences, US\$/ha	13.7	8.7	92
Régulateur de croissance US\$/ha	7.1	7.1	7.1
Quantité d'engrais, kg/ha	1252	1252	1252
Coût des engrais, US\$/ha	249.0	249.0	249.0
Le nombre de contrôles contre les ravageurs	14.0	16.7	14.0
Coût du contrôle contre les ravageurs, US\$/ha	96.0	142.0	96.0
Le rendement coton-graine, kg/ha	3232	3457	4395
Revenu brut, US\$/ha	1569.0	1678.0	2133.0
Revenu net des dépenses en intrants, US\$/ha	1203.2	1271.2	1688.9

Source: notre enquête

3.4. Gain limité en rendement et en rentabilité par le coton-Bt

Lors de la réalisation de notre enquête, le coton transgénique et les variétés hybrides étaient déjà largement diffusées, près de 10 ans après l'introduction du coton transgénique. Théoriquement, on devrait rencontrer quatre types possibles de cultivars (hybride et coton-Bt, hybride et coton non-Bt, non hybride et coton-Bt, non hybride et non coton-Bt). Notre enquête a confirmé effectivement que ces quatre types de cultivars pouvaient être rencontrés au niveau des paysans, mais leur distribution était très déséquilibrée en faveur des variétés hybrides et de coton-Bt (Tableau 4). Il n'y avait pas encore d'utilisation systématique de variétés hybrides ou de coton-Bt mais la plupart des paysans avaient opté pour des variétés qui étaient à la fois hybrides et transgéniques.

Tableau 4. Répartition des paysans selon les types de variétés

	Variétés hybrides		Variétés transgéniques	
	Oui	Non	Oui	Non
Paysans en utilisant, %	79.0%	21.0%	91.4%	8.6%
Prix des semences, US\$/ha				
Valeur moyenne	92.1	12.4	79.4	32.8
Écart type	25.3	9.5	37.1	37.7

Source: notre enquête

Avec la réserve indiquée ci-dessus relative au faible nombre de paysans n'ayant pas cultivé de coton-Bt, il semble qu'il n'y a pas d'avantage en productivité ou en rentabilité venant du coton transgénique, lorsque les variétés ne sont pas des hybrides. Ce constat est conforme avec les résultats des travaux antérieurs (Xu, et al., 2004). Les résultats de notre enquête ne nous permettent pas de nous prononcer sur le gain de rentabilité spécifique venant du trait Bt quand les variétés sont hybrides. A notre connaissance, il n'y a pas de travaux permettant de statuer sur cet aspect.

3.5. Gain substantiel de rentabilité par le caractère hybride

Le dispositif d'expérimentation variétale de la Vallée du Fleuve Yangtsé offre 1379 rendements à comparer entre différents types de variétés testées. Parmi cet ensemble de résultats, 1099 correspondent aux variétés hybrides (rendement moyen de 3360 kilos par hectare, écart type de 705 kilos par hectare), et 280 correspondent aux variétés non hybrides (rendement moyen de 3225 kilos par hectare, écart type de 675 kilos par hectare). En référence à la caractéristique transgénique, 958 résultats viennent de coton transgénique (rendement moyen de 3330 kilos par hectare, écart type de 690 kilos par

hectare) contre 421 résultats venant de coton non-transgénique (rendement moyen de 3330 kilos par hectare, écart type de 750 kilos par hectare). Une présentation plus détaillée de ses résultats a fait l'objet d'une publication (Fok and Xu, 2007).

Il ressort clairement que, au niveau de l'expérimentation multi-locale avant la commercialisation des variétés, les variétés hybrides et transgéniques prédominent largement. Il apparaît aussi que le trait transgénique n'a pas apporté d'avantage en rendement, à l'opposé de la caractéristique hybride dont l'effet positif sur le rendement a été testé de la manière suivante.

En prenant le rendement en coton-graine comme une variable dépendante, on peut considérer qu'il est sous l'influence de plusieurs facteurs, notamment les années, les provinces, les caractéristiques hybrides et transgéniques des variétés. Les résultats du modèle sont reproduits dans le Tableau 5. De manière très nette, l'influence des différents facteurs que nous avons identifiés est statistiquement significative sauf pour le trait transgénique des variétés. Ce résultat confirme que, au moins dans la Vallée du Fleuve Yangtsé, il n'y a pas d'avantage en rendement découlant du trait transgénique (en réalité la caractéristique Bt) des variétés alors que l'effet positif de la caractéristique hybride est très significatif. En d'autres termes, il apparaît difficile de dissocier la diffusion des variétés transgéniques de l'adoption des variétés hybrides.

Tableau 5. Les facteurs d'influence du rendement en coton-graine dans le dispositif d'expérimentation multilocale

	Unstandardized coefficient		Stdzed coeff. Beta	t	Sig. level
	B	Std error			
Constante	284.059	7.607		37.343	.000
Facteur Bt	-4.601	2.941	-.045	-1.565	.118
Facteur hybride	-13.687	3.162	-.117	-4.329	.000
Facteur Province	-3.619	.651	-.146	-5.560	.000
Facteur année	-6.714	.953	-.202	-7.044	.000

Source: dispositif multi-local d'expérimentation variétale de la Vallée du fleuve Yangtsé

4. Discussion : adoption du coton-Bt par intégration technologique

L'adoption du coton transgénique dans la province du Jiangsu n'est pas seulement influencée par l'efficacité spécifique des cultivars transgéniques. Cette observation s'oppose à ce qui est considéré implicitement dans la plupart des évaluations de l'utilisation du coton transgénique dans le monde. Le long de la Vallée du Fleuve Yangtsé, et notamment dans la province du Jiangsu, l'efficacité spécifique du coton transgénique est de portée limitée. D'autres facteurs ont contribué à l'adoption du coton transgénique, plus précisément il s'agit de la compatibilité avec les techniques préexistantes de production d'une part, et d'autre part de l'évolution du marché des variétés qui a favorisé l'intégration du coton transgénique dans les techniques préexistantes de production.

4.1. Un contexte favorable d'intensification de la culture

Depuis l'établissement de la "Chine Nouvelle" en 1949, on peut distinguer trois phases dans la politique cotonnière (Dong and Qing, 1994). La première phase correspond à l'agriculture collectiviste entre 1949 et 1977 au cours de laquelle les paysans étaient de simples ouvriers agricoles. La réforme de l'agriculture a débuté avec la deuxième phase entre 1978 et 1999, elle était marquée par un fort soutien à la production. Cette phase

s'est achevée peu avant l'entrée de la Chine dans l'OMC (en décembre 2001). Depuis cette date, la phase actuelle est caractérisée par la situation où les paysans sont laissés seuls face au marché.

Ce fut la deuxième phase de la politique cotonnière qui contribua au niveau élevé de productivité. L'intensification de la production cotonnière était soutenue à travers des subventions à l'utilisation des intrants et la garantie du prix. Dans le domaine de l'utilisation des engrais, les subventions étaient fournies aux divers échelons administratifs, national, provincial, voire à des niveaux inférieurs. (Wang, et al., 1994). Le carburant pour le fonctionnement des tracteurs étaient généralement subventionnés au niveau local. Le service de vulgarisation était très actif pour diffuser des messages techniques et des connaissances qui demeurent, même si ce service s'est fortement réduit depuis une dizaine d'années. Il est important de rappeler que les semences étaient distribuées gratuitement par les organisations gouvernementales au niveau de chaque province. Il y avait ainsi un dispositif très intégré de production de semences que les paysans n'appréciaient pas tant. Ils avaient des doutes sur la qualité des semences qui leur étaient fournies ainsi que sur l'adaptation des variétés correspondantes.

Le soutien à l'intensification de la production était d'autant plus attractif pour les paysans qu'il pouvait bénéficier de prix garantis. Ce fut le cas en Chine où la production cotonnière était celle qui a bénéficié de cette garantie pendant une durée la plus longue, jusqu'à 1999. Au cours de la période 1978-1999, le prix à la commercialisation du coton a été augmenté 12 fois, avec des ajustements pour tenir compte des différentiels de productivité avec les principales productions céréalières (blé et maïs) afin de maintenir l'attrait du coton pour les paysans (Fok, et al., 2004). Lorsque la commercialisation des céréales était libéralisée, au début des années 90, l'attrait relatif du coton était encore plus important.

Depuis 1999 et ce jusqu'à 2007, les paysans ne bénéficient plus de soutien à l'intensification ni de prix garantis⁴. Les fluctuations du prix qui ont prévalu ces dernières années les ont poussés à ajuster les surfaces emblavées en coton mais pas encore à ajuster le niveau d'intensification.

4.2. Avancée technique de la transplantation du cotonnier

En Chine, la recherche sur la technique de transplantation du cotonnier a démarré dans la province du Jiangsu. Le gouvernement chinois avait le souci de subvenir aux besoins en céréales et en fibre de coton pour une population croissante (20 % de la population mondiale avec seulement 7 % de la terre arable). La réalisation de la double culture était le leitmotiv, sous la contrainte de la possibilité de gelées précoces. Le défi technique était alors de pouvoir installer la culture du coton immédiatement après la récolte du blé ou de l'orge afin d'assurer que les capsules de coton puissent s'ouvrir avant les gelées. La solution envisagée était la production de plants de cotonnier en pépinière pour les transplanter immédiatement après la récolte des céréales. Les travaux de recherche débutèrent en 1954, mais sans application au niveau des paysans (Zhu, et al., 1991). Le système collectiviste devait être l'une des raisons majeures car il n'intégrait pas de récompense à la réalisation d'un travail plus dur. La technique elle-même n'était pas parfaitement maîtrisée, le taux de germination en pépinière était insuffisant et la vigueur des plantules transplantées était faible.

⁴ En 2007, une nouvelle politique de subvention est mise en place pour encourager les paysans à utiliser les semences de qualité.

L'adoption de la technique de transplantation du cotonnier eut lieu au cours des années 80. En 2000, on indiquait que la technique était appliquée par plus de 90 % des producteurs de coton (Li, et al., 2000) et aujourd'hui il est bien difficile de trouver le moindre producteur de coton qui n'applique pas cette technique dans la province du Jiangsu. Cette adoption procède fondamentalement des avantages en termes de rendement plus élevé (Tableau 6). La technique de transplantation est également appliquée de manière fréquente dans d'autres provinces de la Vallée du Fleuve Yangtsé ainsi que dans certaines provinces de la Vallée du Fleuve Jaune (Zhu, et al., 1991).

Tableau 6. Avantages comparatif ds coton transplant

	Hauteur Plant cm	Branches fructifères No./plant	Organes fructifères No./plant	Capsules No./plant	Taux capsulaison %	Poids capsules g	rendement coton- graine Kg/ha
Transplantation	103.4	17.1	52.2	15.7	30.2	3.59	2726
semis	93.2	13.5	43.8	11.8	26.9	2.95	2025

Source: Huang 1998

La technique de transplantation est néanmoins très exigeante en travail. La préparation du sol et la confection des blocs nutritifs avant le semis en pépinière demandent un travail harassant, même pour les hommes. L'investissement en travail est proportionnel à la densité de peuplement. En l'absence de solution mécanique, plus faible est la densité, moins important est le travail à engager, et mieux appréciée sera la technique. L'offre de variétés hybrides, avec des plantes plus vigoureuses, contribua à répondre à la demande implicite des paysans.

4.3. Investissement durable dans le développement des variétés hybrides

Dès 1956, la Chine s'intéressa à la création de variétés hybrides de coton, à travers d'abord les hybrides inter-spécifiques. L'orientation en faveur des hybrides intra-spécifiques fut adoptée à la fin des années 1970 dont les premières variétés furent proposées au début des années 1990. Ces variétés hybrides furent développées en fonction des critères de productivité, de qualité de la fibre et de la résistance aux maladies. Elles furent peu diffusées car peu adaptées aux techniques de production d'alors. Les pratiques des paysans en termes de densité de peuplement et de réalisation tardive du semis (après la récolte du blé de l'orge) apparurent comme peu compatibles avec les caractéristiques de croissance et de développement des plantes hybrides (Liu, et al., 2005). Cette situation changea seulement quand la promotion des variétés hybrides était ciblée sur les provinces où le coton était transplanté.

Les cultivars hybrides furent proposés pendant de longues années mais le marché des semences hybrides ne se développa pas avant 1998, juste après la commercialisation du coton transgénique. Cette commercialisation induisit un changement important du marché des semences de coton. Avant 1998, les semences hybrides qui furent commercialisées étaient surtout des semences F2 parce que le prix des semences F1 était considéré comme trop élevé au regard des moyens des paysans. En effet, la productivité dans la production de semences F1 était très faible, environ 0,3 kilos de semences par homme-jour, d'où un prix élevé des semences. Néanmoins, la stratégie de commercialiser des semences F2 enchâssait ses propres limites dans la mesure où ces semences ne pouvaient exprimer de réelle supériorité de productivité en comparaison des variétés population (Li and Liu, 2005). Il en découle que les paysans furent peu demandeurs de ces semences.

Le marché des semences hybrides se développa enfin grâce à la réduction du coût de production, du fait des progrès réalisés dans la production de semences hybrides⁵, et grâce à l'introgression du gène Bt pour rendre les hybrides plus attractifs.

4.4. Coton-Bt : catalyseur d'intégration technologique

C'est l'adjonction d'une caractéristique nouvelle qui contribua le plus à l'expansion de l'utilisation des variétés hybrides. Quand la résistance des ravageurs aux insecticides s'exprima, d'abord dans la Vallée du Fleuve Jaune en 1992-1993, puis en 1998 dans la Vallée du Fleuve Yangtsé, il devenait évident que la résistance génétique aux ravageurs devait être ajoutée aux variétés hybrides. Cela donna lieu à la deuxième génération d'hybrides intra-spécifiques, avec l'introgression du gène Bt, largement adoptés par les paysans.

Les variétés hybrides sont aujourd'hui couramment utilisées. Au niveau national, la surface de coton en variétés hybrides est passée de 130 000 ha en 1998 à 530 000 ha en 2004 (Li and Liu, 2005), soit environ 10 % de la superficie totale. Dans certaines régions comme la province du Henan (vallée du Fleuve Jaune), les hybrides représentent 65 % de la superficie totale en coton (Ma and Zhang, 2005, Zhang, et al., 2005).

Rendre les variétés hybrides génétiquement résistant aux ravageurs a fortement contribué à leur diffusion. De manière globale, il est estimé que les hybrides transgéniques représentent environ 80 % des surfaces cotonnières cultivées en variétés hybrides (Xing, 2004). L'utilisation de coton hybride transgénique a d'abord débuté dans le district de YanCheng, Province du Jiangsu, avant de s'étendre aux province du Hubei, Hunan, Jiangxi et Anhui le long de la vallée du Yangtsé.

4.5. Intégration technologique portée par le développement du marché des variétés

Un changement radical dans la stratégie de commercialisation des semences a aussi beaucoup compté dans le développement du marché des semences de coton. La commercialisation à grande échelle du coton-Bt, d'abord avec les variétés d'origine américaine, impliqua la renommée société semencière Delta & Pineland Company. Elle induisit une réelle modernisation du marché des semences. La fourniture de semences était révolutionnée par la distribution de semences délintées dans des emballages attractifs, avec des doses ajustées à la faible taille des parcelles cotonnières des paysans et avec la garantie du taux de germination des semences.

La combinaison des caractéristiques hybride et transgénique semble être devenue la stratégie générale de commercialisation de tous les distributeurs de semences. C'est une approche qui les protège contre la tentation des paysans à utiliser les semences de leur production, préservant ainsi la demande du marché. Une telle stratégie semble être à l'origine de la réduction du taux d'utilisation de semences paysannes au cours de la période 2001-2004 en passant de 30,4 % à 16,1 % au niveau national (Lu, et al., 2006). Cette orientation de marketing n'est pas spécifique à la province du Jiangsu ni de la Chine. Cette stratégie paraît rentable pour les distributeurs de semences en Chine. De 1995 à 2005, le coût du travail agricole est passé de 1,20 \$ à 2,22 \$/jour (ou 10 Yuan à

⁵ À la fin des années 1970, l'hybridation était réalisée sur des fleurs choisies au niveau de plantes choisies. Depuis le fin des années 1980, l'hybridation est réalisée sur l'ensemble de la plante, pour chaque fleur de la plante, cela a permis d'augmenter la productivité à 0,8 kilos de semences par ouvrier-jour. C'est encore le mode prédominant dans la production de semences hybrides aujourd'hui en Chine, nécessitant environ 2000 hommes-jour/ha, pour une production de 1000 kilos de semences, signifiant qu'il faut mobiliser 45-60 personnes pour réaliser le travail à temps. La production par stérilité mâle vient seulement de débiter.

18 Yuan/jour). En conséquence, le coût de production manuelle de semences hybrides a augmenté de 2,90 \$ à 3,95 \$/kg (ou 24 Yuan à 32 Yuan/kg) (Xu, et al., 1999, Yan, et al., 2006), alors qu'en même temps le prix des semences hybrides sur le marché a augmenté de 12,08 \$ à 31,00 \$/kg (ou 100 à 251.4 Yuan/kg) (Anon., 2004).

4.6. Développement du marché des variétés porté par le changement institutionnel

Bien que la libéralisation de l'économie agricole en Chine fût lancée en 1978, pendant très longtemps, cela a consisté essentiellement au passage d'une agriculture collective à une agriculture individuelle. Le soutien aux paysans a persisté très longtemps après. Pour le coton, comme cela a été mentionné plus haut, le soutien s'est exprimé à travers la subvention aux intrants et la garantie du prix d'achat jusqu'à la veille de l'entrée de la Chine à l'OMC. Dans le domaine de la fourniture des semences de qualité et de variétés adaptées, le processus de libéralisation a mis toute la décennie des années 1990 pour se mettre en place, avec l'application de la Loi sur les semences et la Loi de protection de la propriété des variétés.

La première version de la Loi sur les semences a été publiée en décembre 1989, le décret d'application est diffusé en 1991. Les règles dans le domaine de la production et de distribution des semences ont été fortement révisées dans la version amendée de cette Loi au 1^{er} décembre 2000. Ce sont ces règles qui guident jusqu'à aujourd'hui la régulation des marchés des variétés et des semences car la révision du 28 août 2004 apporta peu de modifications. Pendant ce temps, la Loi sur la protection de la propriété des variétés a été publiée pour la première fois au 1^{er} octobre 1997, avec un décret d'application publiée en juin 1999. Ce décret a été récemment révisé en septembre 2007, avec effet en janvier 2008, mais sans changement majeur. Nous avons amorcé l'analyse détaillée du nouveau cadre institutionnel dans une récente communication (Xu and Fok, 2008), nous nous limitons ici à souligner quelques faits majeurs des lois mentionnées et qui font aussi l'originalité du cadre législatif chinois relatif aux variétés et aux semences.

L'article 6 de la Loi de protection de la propriété des variétés interdit formellement la commercialisation de variétés dont la propriété n'a pas été dûment allouée. Selon l'Article 10 de cette loi, les sélectionneurs n'ont pas besoin de l'accord du propriétaire d'une variété donnée, ni de lui payer quelque compensation financière, pour utiliser cette variété dans leurs programmes de sélection. Cette mesure est indiquée sans distinction de la nature des nouvelles variétés à créer, qu'elles soient transgéniques ou pas. Il est à noter que cette mesure est conforme aux règles de l'UPOV version 1978, mais en contradiction avec les restrictions introduites depuis avec la version 1991 de la Convention de cet organisme. En pratique, cette mesure permet aux sélectionneurs d'utiliser une variété existante de coton-Bt et de la croiser avec une autre variété pour créer une variété hybride qui comporte automatiquement la caractéristique transgénique avec le gène Bt. C'est là la spécificité légale qui contribua grandement au développement et à la fourniture de nouvelles variétés de coton transgénique, de surcroît de nature hybride.

Il est à noter que le même Article 10 précise que les paysans peuvent utiliser les semences qu'ils ont obtenues de leur production la saison précédente sans payer de compensation financière au propriétaire de la variété. Les paysans peuvent non seulement utiliser les semences pour eux-mêmes, mais ils peuvent aussi les échanger ou les vendre à d'autres paysans. En d'autres termes, en Chine, le privilège des semences paysannes, tel que spécifié dans les conventions de l'UPOV jusqu'à la version de 1978, reste préservé. La loi chinoise manifeste le souci de la protection de l'intérêt économique des paysans, cependant, si les variétés utilisées ne sont pas hybrides, la mesure concernée contribue à restreindre le développement du marché de toute nouvelle variété tant que les paysans ne sont pas obligés de renouveler annuellement leurs semences. Cette disposition pousse tous les sélectionneurs à développer des variétés hybrides pour obliger les paysans à renouveler annuellement leur semence.

La Loi sur les semences fixe les règles dans le domaine de la production et de la distribution des semences ainsi que l'enregistrement et la certification des variétés au niveau local et national.

L'article 6 indique que les provinces, régions ou municipalités autonomes (Beijing, Shanghai, Tianjin, and Chongqing) sont responsables de l'application de la Loi à travers l'établissement de fonds spécifiques pour promouvoir la production et la distribution de semences et des variétés de qualité. L'article 12 mentionne clairement que le droit de propriété des obtenteurs doit être récompensé financièrement lorsque leurs variétés sont commercialisées, introduisant ainsi une incitation qui tranche avec la situation antérieure. L'article 14 est spécifique aux variétés transgéniques dont l'enregistrement et la certification doivent se conformer aux règles spécifiques de biosécurité. L'enregistrement d'une variété nouvelle peut être obtenu au niveau national ou provincial (Article 15), ce qui fixe aussi le niveau géographique auquel la commercialisation est autorisée. L'enregistrement d'une variété pour une commercialisation au niveau national est défini par des règles spécifiques, plus contraignantes (Article 16).

L'instauration du nouveau cadre légal en Chine, à partir du début des années 1990 a certainement attiré l'entrée de Monsanto pour commercialiser ses variétés de coton-Bt, contribuant ainsi à la large adoption de ce type de coton dans les pays. Elle induisit aussi un fort développement du marché des variétés et de semences de coton.

L'exploitation des statistiques de surface cotonnière en fonction des variétés utilisées (Tableau 7/ Tableau 3) montre que la Chine avait l'habitude de proposer un grand nombre de variétés aux producteurs de coton pour l'adaptation aux conditions physiques et climatiques d'un pays étendu. Pour la période avant la mise en œuvre de la Loi de protection de la propriété des variétés, les statistiques ont concerné 190 variétés différentes dans l'ensemble du pays. Pour la période après cette application, on enregistre 372 variétés différentes utilisées sur une période plus courte de sept ans dont 72 seulement étaient déjà utilisées dans la période précédente. Ces chiffres indiquent qu'il y avait presque 300 variétés nouvelles commercialisées et utilisées au cours des sept années qui suivirent l'application de la Loi. Il apparaît de manière manifeste que les sélectionneurs ont répondu rapidement et fortement aux incitations pour proposer de plus en plus de variétés nouvelles.

Tableau 7. Évolution du nombre de variétés utilisées par les paysans sur des superficies supérieures au seuil retenu pour enregistrement

	a	b	c	d	e
	Nbre de variétés avec superficie enregistrée	Nbre de variétés avec superficie supérieure à 6667 ha	Total des superficies * (ha)	Superficie moyenne. Toutes les variétés pendant la période considérée * (ha)	Superficie moyenne */an (ha)
1990-1999	199	199	44 423 680	223 235	22 323
2000-2006	372	203	28 854 401	77 566	11 080

* les seuils de superficie pour enregistrer les variétés utilisées par les paysans ont fluctué entre 667 ha et 6667 ha (ou 10 000 à 100 000 mu)

La réponse au nouveau cadre institutionnel pour le développement des marchés de variétés et de semences est venue d'un ensemble très large d'organismes de sélection variétale. La recherche cotonnière est en effet disséminée dans toutes les zones de production en Chine et elle est exécutée par les organismes d'enseignement (facultés et universités), des instituts de recherche et des services agricoles locaux. L'analyse des données relatives aux variétés soumises à l'enregistrement au niveau national au cours de la période 1999-2007, nous permet d'indiquer que 156 organismes distincts furent concernés (Tableau 8). Ainsi pouvons-nous dire qu'il y avait au moins 156 organismes actifs dans la création variétale de coton. Ils relèvent essentiellement des niveaux administratifs de province et de district, bien que les organismes opérant au niveau

administratif plus bas des comtés jouent également un rôle notable, plus important que celui des organismes à intervention nationale. Les instituts de recherche occupent la première place mais le groupe des entreprises privées, établies seulement depuis 2000, progresse rapidement et devrait constituer le groupe principal dans un proche avenir.

Tableau 8. Répartition des organismes de sélection variétale ayant soumis des variétés pour enregistrement au niveau national

Niveau administratif	Firmes	Facultés/Universités	Instituts Recherche	Services agricoles	Total
Comté	9	1	11	1	22
District	35	1	31	1	68
Province	17	11	26	3	57
Central	2	1	6		9
Total	63	14	74	5	156

Ces mêmes données permettent de constater qu'au cours de la période 1999-2007, 634 variétés furent soumises pour obtenir l'autorisation de la commercialisation au niveau national. La tendance à proposer essentiellement des variétés transgéniques est très nette : en 2007, c'est le cas de plus de 85 % des variétés proposées. La part des variétés hybrides est également substantielle et croissante : en 2007 elle représente près de 60 % des variétés proposées (Tableau 9). Ces derniers chiffres témoignent du phénomène d'intégration technologique que nous avons abordée dans notre communication.

Tableau 9. Évolution des nombres de variétés soumises pour enregistrement national en fonction des types de variétés

	Nombre de variétés soumises	Part des variétés soumises	
		Variétés hybrides	Variétés Bt
1999	9	33.3%	0.0%
2000	27	44.4%	44.4%
2004	73	32.9%	71.2%
2007	113	58.4%	85.8%
Total	634	45.7%	68.8%

5. Conclusion

Plusieurs papiers, publiés sur une courte période, ont contribué à asseoir l'idée de la diffusion réussie de coton transgénique en Chine et à mettre l'accent sur les avantages spécifiques de coton-Bt (en réduisant l'utilisation des insecticides) dans ce succès. Ce résultat était obtenu dans les provinces le long de la Vallée du Fleuve Jaune où la résistance des ravageurs aux insecticides était la plus sévère. Ce succès a été récemment discuté au vu de l'augmentation du prix de semences et de la nécessité à contrôler davantage les ravageurs qui étaient auparavant secondaires (CRICAAS, 2006, Lang, 2006). Des résultats moins favorables étaient pourtant rapportés déjà dans certaines provinces le long de la Vallée du Fleuve Yangtsé, mais ils furent occultés probablement du fait qu'ils étaient publiés en chinois et donc peu accessibles à la communauté internationale. La recherche que nous avons menée récemment confirme que, dans la province du Jiangsu, l'utilisation du coton-Bt n'induisait pas de gain de rendement et que le contrôle chimique contre *Helicoverpa armigera* était seulement réduit de 2-3 traitements. Globalement, il n'y avait pas de gain de revenu associé spécifiquement à l'utilisation du coton-Bt. L'utilisation de ce coton néanmoins n'a pas provoqué de perte de rendement comme cela a été rapporté en Inde (Anon., 2006, Qayum and Sakhari, 2005).

En dépit d'un faible gain lié spécifiquement à la caractéristique Bt des variétés, leur utilisation est presque généralisée.

Ce résultat paradoxal interpelle en fait la tendance générale à évaluer l'adoption du coton transgénique à travers les avantages spécifiques qu'il peut apporter. Certainement, du point de vue des partisans du coton transgénique, cette tendance est favorable pour présenter le coton transgénique comme un produit miracle. De manière plus objective, l'approche est discutable car elle tend à dissocier la nouvelle technologie des techniques existantes qui peuvent rendre le coton transgénique plus ou moins intéressant. Une approche plus globale dans l'évaluation du coton transgénique nous paraît donc plus justifiée.

La Chine offre un cas d'illustration très intéressant. La production de coton a bénéficié d'une série de réalisations techniques remarquables bien avant l'introduction du coton transgénique. Dans la province du Jiangsu, l'évaluation de l'adoption du coton transgénique ne peut pas être dissociée de l'adoption quasi généralisée de la technique de transplantation et de l'utilisation de variétés hybrides. L'efficacité spécifique du coton transgénique peut être plutôt limitée, mais l'efficacité globale de l'ensemble des techniques intégrant le coton transgénique pour être bien plus attractive. Le cas de la province analysée indique que les études prospectives de l'utilisation du coton transgénique dans d'autres pays gagneraient à prendre en compte le degré de compatibilité du coton transgénique avec les techniques existantes de production dans ces pays.

Dans la province du Jiangsu, la diffusion du coton transgénique n'est pas due seulement aux avantages spécifiques de la caractéristique Bt mais plutôt à l'intégration de cette caractéristique dans les cultivars hybrides qui sont parfaitement adaptés et rentables pour la technique de transplantation. On peut ainsi évoquer un cas de synergie entre coton transgénique et variété hybride. L'introduction de variétés génétiquement résistantes aux ravageurs a contribué à moderniser le système de distribution de semences et à ouvrir des opportunités commerciales pour les variétés hybrides. En même temps, le développement préexistant de ces variétés hybrides et la démonstration de leur adaptation à la technique de transplantation ont favorisé la diffusion du coton transgénique.

Le cas chinois étudié montre aussi que le processus d'intégration technologique a bénéficié d'un changement de contexte institutionnel ou d'un nouvel arrangement institutionnel, illustrant de nouveau la nécessité d'une combinaison d'innovation technique et d'innovation institutionnelle (Fok, 2002).

References

- Anon., (2004), *Benefit of growing hybrid cotton*. publié par Site <http://www.ts.heagri.gov.cn/tangs/asp/detail.jsp?id=32713&typeid=142>
- Anon., (2006), *Monsanto to develop 20 new cotton seed hybrids in India*. publié par Checkbiotech.org, University of Basel. Site http://www.checkbiotech.org/root/index.cfm?fuseaction=news&doc_id=12229&start=1&control=207&page_start=1&page_nr=101&pg=1
- CRICAAS, (2006), *Outcome from a sino-american research on Bt-cotton in China: long term effectiveness is not positive*. publié par Chinese cotton Science and Technology Website. Site <http://www.cricaas.com.cn/research/sgene/050917.htm>

- Dong, Y. and Qing, J. H., (1994), *Historical observation on China's cotton Chinese rural economy*, 6, pp. 28-35.
- Elena, G. M., (2001), *Economic advantage of transgenic cotton in Argentina*. Communication presented to Conference 'Beltwide Cotton Conferences', 1066-1068 p.
- Fok, A. C. M., (2002), *Cotton future in Western and Central Africa: the challenge of combining technical and institutional innovations* OCL 9, 2-3, pp. 115-122.
- Fok, A. C. M., Liang, W., Wang, Z. L. and Wu, Y., (2004), *Differentiated management of GM diffusion in China: Further hampering the self-sufficiency in cereal production?* Communication presented to Conference 'AIEA2 International Symposium', University Laval, Quebec City, Canada, 18 p.
- Fok, A. C. M. and Xu, N., (2007), *Technology integration and seed market organization: The case of GM Cotton diffusion in Jiangsu Province (China)* Life Sciences International Journal 1, 1, pp. 59-72.
- Gianessi, L. P., Silvers, C. S., Sankula, S. and Carpenter, J. E., (2002), *Plant biotechnology: Current and potential impact for improving pest management in U.S. agriculture. An analysis of 40 case studies. Insect Resistant cotton*. National Center for Food and Agricultural Policy, June 2002, 20 p.
- Guo, J., Dong, L. and Wan, F., (2003), *Influence of Bt transgenic cotton on larval survival of common cutworm Spodoptera litura* Chinese Journal of Biological control 19, 4, pp. 145-148.
- file://D:%5CAA_A_Documentation%5CAvant_2004_11%5Cbtcotton_spodoptera_cn.pdf
- Huang, J., Hu, R., Pray, C. E. and Rozelle, S., (2004), *Plant biotechnology in China: public investments and impacts on farmers*. Communication presented to Conference '4th International Crop Science Congress', Brisbane, Australia, 10 p.
- Huang, J., Hu, R., Rozelle, S., Qiao, F. and Pray, C. E., (2002a), *Transgenic varieties and productivity of smallholder cotton farmers in China* The Australian Journal of Agricultural and Resource Economics 46, 3, pp. 367-387.
- Huang, J., Hu, R., van Meijl, H. and van Tongeren, F., (2002b), *Biotechnology boost to crop productivity in China: trade and welfare implications*. Centre for Chinese Agricultural Policy, Chinese Academy of Science, Beijing, 28 p.
- Huang, J., Hu, R., van Meijl, H. and van Tongeren, F., (2003a), *Economic impacts of genetically modified crops in China*. Communication presented to Conference '25th International Conference of Agricultural Economists', Durban, South Africa, 1075-1083 p.
- Huang, J., Pray, C. E. and Rozelle, S., (2003b), *Bt cotton benefits, costs and impacts in China* AgBioForum 5, 4, pp. 153-166.
- ISAAA, (2005), *Bt cotton Highlights*. publié par Site <http://www.isaaa.org/kc/Global%20Status/crop/gmcotton/highlights>
- Lang, S., (2006), *Seven-Year glitch: Cornell warns that Chinese GM cotton farmers are losing money due to secondary pests*. publié par Cornell University Chronicleonline. Site <http://www.news.cornell.edu/stories/July06/Bt.cotton.China.ssl.html>
- Li, F., (2004), *Prodenia litura (Fabricius): factors of its outbreak and how to control it (in Chinese)* Anhui Agriculture 7, 20.

Li, G. and Liu, J., (2005), *Situation and prospects of the production of cotton hybrid seeds in China (Wuo Guo Za Jiao Mian Shen Can Gai Kuang Yu Zhan Wang)*. Communication presented to Conference 'Chinese Cotton Research Conference', Anyang, Henan, 376-379 p.

Li, S., Ji, C., Chen, X., Jin, J., He, X. and Shou, L., (2000), *Technique to reach 100 kg/mu of cotton lint by transplanting in Jiangsu Province* China Cotton 27, 6, pp. 6-8.

Liu, G., Han, C., Li, F., Ma, D., Zhu, X. and Wu, B., (2005), *Obstacles and measures to develop the use of Cotton hybrids*. Communication presented to Conference 'Chinese Cotton Research Conference', AnYang, Henan, 35-36 p.

Lu, S., Tian, X. and Zhang, R., (2006), *Need to further address the issue of cotton quality (in Chinese)*. Communication presented to Conference 'Chinese Cotton Research Conference', Baoding, Hebei, 56-58 p.

Ma, W. and Zhang, X., (2005), *Advanced production technologies to solve the cotton production decrease in ZhouHou County, Henan*. Communication presented to Conference 'Chinese Cotton Research Conference', AnYang, Henan, 353-354 p.

Pray, C. E., Huang, J., Hu, R. and Rozelle, S., (2002), *Five years of Bt cotton in China - the benefits continue* The Plant Journal 31, 4, pp. 423-430.
file://D:%5CAAADocumentation%5Cdoc_0206%5CPray_et_al_bt cotton.pdf

Qayum, A. and Sakhari, K., (2005), *Bt cotton in Andhra Pradesh. A Three-year assessment. The first ever sustained independent scientific study on Bt cotton in India*. Deccan Development society, Zaheerabad, April 12, 2005, 55 p.

Qin, H., Ye, Z., Huang, S. and Li, H., (2000), *Study on the impact of Spodoptera litura and its control on cotton crop (in Chinese)* China Cotton 27, 4, pp. 24-25.

Wang, R., Guo, J., Xiang, S., Zhang, X., Zeng, X., Xia, J., Wang, Z., Wang, S., Xie, F., Li, J. et al. Zhang, L., (1994), *An outlook and study of China cotton production for the next decade*. Cotton Research Institute, AnYang (China), 89 p.

Xing, C., (2004), *General situation and development direction of cotton hybrids in China*. Communication presented to Conference 'Chinese Cotton Research Conference', YiChang, Hubei, 27-31 p.

Xu, J., You, Z., Wang, W. and Yang, Y., (2004), *Economic analysis of Bt cotton Planting in Jiangsu (in Chinese)* Journal of Yangzhou University (Agricultural and Life Science Edition) 25, 3, pp. 65-69.
file://D:%5CAAADocumentation%5Cav_1205_OGM%5CCGM_hybr_Jiangsu_cn.pdf

Xu, L. and Ji, C., (2005), *The circumstance and prospect of the technologies for cotton production in Jinagsu Province*. Communication presented to Conference 'Chinese Cotton Research Conference', AnYang, Henan, 37-40 p.

Xu, N., Qian, D. and Zhang, M., (1999), *Study on the time of the hybrid cotton producing seed and it's efficiency* Jiangxi cottons, 1, pp. 17-19.

Xu, N. y. and Fok, A. C. M., (2008), *State and market interaction: cotton variety and seed market development in China*. Communication presented to Conference 'ISSCRI International conference "Rationales and evolutions of cotton policies"', Montpellier, France, p.

Yan, Y., Wang, D., Yang, Z., Cao, Y., Hua, X. and Zhu, B., (2006), *Situation and development of the use of cotton hybrids in Xingjiang* China seed industry, 4, pp. 14-15.
file://D:%5CAAADocumentation%5Cdoc_1106%5CXinjiang_cot_hybrid

Yu, H.,Zhu, X.,Liu, R. and Liu, X., (2004), *To see through cotton markets and seek countermeasures*. Communication presented to Conference 'Chinese Cotton Research Conference', YiChang, Hubei, 359-360 p.

Zhang, H.,Wang, G. and Liu, D., (2005), *Prospects of the development of cotton hybrid in ZhouHou County, Henan*. Communication presented to Conference 'Chinese Cotton Research Conference', AnYang, Henan, 351-352 p.

Zhang, T. and Zhou, S., (2003),*The economic and social impact of GMOs in China* China Perspectives, 47, pp. 50-57.

Zhu, Y.,Ni, J.,Xin, D. and Yuan, Z., (1991), *Studies on the cotton seedling starting and transplanting nutritive blocks*. Communication presented to Conference 'Cotton Symposium', AnYang, Henan Province, 433-442 p.