

# Production de soja aux États-Unis

Une comparaison des trois systèmes durables de production de soja : traditionnel, biotechnologique et biologique







## **L'ONU appelle à une augmentation de la production alimentaire de 50 % d'ici 2030.**

Les cultures de soja à haut rendement permettront-elles de satisfaire le besoin de nourriture des populations affamées de plus en plus nombreuses en restant écologiquement et économiquement durables ?

Afin d'évaluer la viabilité à long terme de la production de soja aux États-Unis, l'United Soybean Board a sollicité une analyse approfondie des travaux publiés auprès du Council for Agricultural Science and Technology [Conseil de la science et de la technologie agricoles]. Cette brochure résume les conclusions essentielles.

# Introduction – Production de soja durable

Les agriculteurs vivent de la terre, et donnent donc une importance capitale à la protection de leur environnement. **La production agricole durable de soja** permet aux agriculteurs américains de répondre aux besoins actuels en améliorant la capacité des générations futures à satisfaire à leurs besoins par :

1. **l'adhésion à des technologies et à des méthodes qui augmentent la productivité dans le but de répondre aux besoins futurs tout en assurant une bonne gestion de l'environnement ;**
2. **l'amélioration de la santé humaine par l'accès à des aliments nutritifs sûrs ;**
3. **la contribution socio-économique des communautés agricoles.**

## Nourrir le monde

Selon les estimations, 800 millions de personnes dans le monde sont victimes de pénuries alimentaires chroniques, et les crises alimentaires actuelles et futures exposent plusieurs millions au risque de famine. Pour répondre à ce besoin, **l'ONU appelle à une augmentation de la production alimentaire de 50 % d'ici 2030.**

Les cultures de soja à haut rendement produisent des protéines de grande qualité qui permettront de nourrir les populations affamées de plus en plus nombreuses. Mais cette production agricole pourra-t-elle nourrir la population mondiale en constante augmentation tout en gardant son caractère durable ?

## Une analyse approfondie

Afin d'évaluer la viabilité à long terme de la production de soja aux États-Unis, notamment en termes écologiques et économiques, l'United Soybean Board a chargé le Council for Agricultural Science and Technology (CAST) de réaliser une analyse approfondie d'études antérieures. Le CAST a publié ce rapport dans le cadre de sa Special Publication 30 rédigée par un groupe de travail sous la direction du Dr. Larry G. Heatherly en avril 2009.

**Cette brochure résume les conclusions essentielles de la Special Publication 30 du CAST, dénommée « rapport CAST ».** Elle inclut également des informations concernant les avantages écologiques et l'adoption mondiale des biotechnologies mises à disposition par le Conservation Technology Information Center (CTIC) [Centre d'information sur les technologies de conservation] et l'International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Applications (ISAAA) [Service international pour l'acquisition des applications agri-biotechnologiques].

## **Principales conclusions concernant la viabilité**

Le rapport CAST constate que plus de 92 % des champs de soja américains comportent des variétés de soja élaborées à partir de biotechnologies agricoles. Ces variétés de soja dérivées de la biotechnologie et actuellement commercialisées présentent des avantages écologiques, en soutenant un labourage de conservation sur plus de champs qu'avant.

Parmi ces avantages, on compte :

- **93 % de réduction de l'érosion des sols**
- **La préservation d'un milliard de tonnes de terre arable**
- **70 % de réduction de l'écoulement des herbicides**
- **148 millions kg de réduction d'émissions de CO<sub>2</sub>**

Le rapport CAST conclut surtout que les trois principaux systèmes de production de soja (traditionnel, biotechnologique et biologique) sont écologiquement durables et génèrent des bénéfices, en partant du principe que des avantages commerciaux appropriés existent pour chaque système.

Cependant, la majeure partie de la production américaine de soja s'appuie aujourd'hui sur des variétés de soja biotechnologique résistantes à un ou plusieurs herbicides, permettant ainsi une lutte durable contre la mauvaise herbe. En conclusion, cette brochure adopte une approche pragmatique de la viabilité des sojas biotechnologiques.

# Nourrir le monde

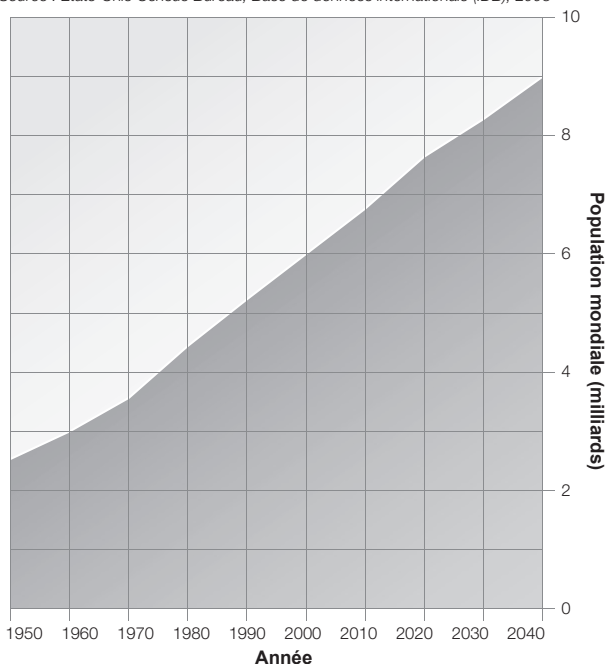
## L'ONU lance un appel pour que la production alimentaire augmente

Le Secrétaire général des Nations unies (ONU) Ban Ki-moon exhorte les nations à saisir « une occasion historique de redynamiser l'agriculture » pour faire face à la crise alimentaire. M. Ban Ki-moon a annoncé lors de la conférence de l'ONU en juin 2008 à Rome que la production alimentaire devrait doubler d'ici 2030 pour pouvoir nourrir toute la population mondiale. La « Food and Agriculture Organization » de l'ONU a mis en garde les pays industrialisés en rappelant que sans l'augmentation de la capacité de production, sans la suppression des barrières commerciales et sans la distribution des aliments vers les régions les plus démunies, une catastrophe mondiale était à prévoir.

Le prix des denrées alimentaires en 2008 pourrait avoir contribué à précipiter 100 millions de personnes dans la famine. Et la constante augmentation de la population mondiale aggrave de plus en plus la pénurie alimentaire. Comptant aujourd'hui 6,7 milliards de personnes, la population mondiale est passée de 3 milliards en 1959 à 6 milliards en 1999, et les prévisions annoncent une augmentation à 9 milliards d'ici 2040.

## Population mondiale 1950-2040

Source : États-Unis Census Bureau, Base de données internationale (IDB), 2008



Le recours à des variétés de soja dérivées des biotechnologies permet d'améliorer la lutte contre la mauvaise herbe et de rendre sa gestion plus efficace. Les plantes résistantes aux pesticides et aux maladies, supportant des conditions de croissance difficiles et réduisant les possibilités de détérioration, épargnent chaque année aux agriculteurs la perte de plusieurs milliards de kilos de cultures vivrières importantes.

Faisant écho à ce point, l'ISAAA chiffre les principaux motifs d'adoption massive des cultures biotechnologiques par les agriculteurs à 56 % de réduction des coûts de production, à 44 % d'augmentation de la productivité ainsi qu'à une gestion simple et flexible des cultures.

---

## Évolution de la production de soja aux États-Unis

La production américaine de soja a beaucoup évolué depuis son entrée dans la Corn Belt (zone de culture de maïs) au milieu du 19<sup>e</sup> siècle. Au début, il s'agissait surtout d'une culture fourragère qui bénéficiait de moyens de production très restreints. Plus tard, elle a évolué vers des céréales riches en protéines destinées aux régimes alimentaires des animaux et à l'huile végétale pour la consommation humaine. Normalement, la production de soja occupe environ 22 % des terres cultivées, soit plus de 29 millions d'hectares dans 31 États américains.

La majeure partie de la production américaine de soja provient de trois régions distinctes : le Midwest ou Corn Belt (zone de culture de maïs), le Midsouth ou la région située au sud du Delta du Mississippi, et la région sud-est du pays et la côte atlantique. Les producteurs de ces trois régions appliquent des éléments communs aux méthodes de production durable, mais à des niveaux différents en raison des caractéristiques des sols et des climats.

## Évaluation de la production de soja actuelle

Un rapport récemment publié dans la revue *Field Crops Research* fait un sommaire de la production américaine de soja actuelle à partir de données provenant de l'Iowa, du Nebraska, du Kentucky et de l'Arkansas.

La superficie de culture de soja récoltée a connu une augmentation spectaculaire entre 1972 et 2003.

Pendant cette période de 32 ans, la productivité des zones analysées a augmenté de 79 %.

Cette croissance de productivité a été concomitante à une augmentation de la superficie récoltée.

Des plateaux permanents (c'est-à-dire sans évolution de la productivité depuis 1972) se sont révélés fréquents dans les environnements à faible rendement et haut stress.

Le taux d'augmentation de la productivité a été renforcé grâce à l'irrigation dans les États du Nebraska et de l'Arkansas.

La stagnation des productions de soja et la double culture ont été associées l'une à l'autre.

Les systèmes à haute production ont connu les plus grandes croissances.

L'irrigation pourrait permettre d'augmenter considérablement la productivité des régions les plus sèches.

À l'avenir, les producteurs américains de soja devront non seulement augmenter la production dans les environnements productifs, mais aussi élaborer et appliquer des technologies qui puissent augmenter la productivité dans les environnements plus adverses. Surmonter les difficultés des environnements moins productifs est le défi de la production de soja durable aux États-Unis.



# Définition de l'agriculture durable

Les concepts de viabilité et durabilité en agriculture ne sont pas nouveaux et interviennent dans la création des systèmes agricoles depuis de nombreuses décennies. Les composantes clés de la viabilité ont été synthétisées par le Congrès américain dans le cadre du Farm Bill [projet de loi agricole] de 1990, en un système intégré de pratiques de production végétale et animale à application locale qui, sur le long terme :

- **répondront aux besoins humains en aliments et en fibres ;**
- **amélioreront la qualité de l'environnement et la base de ressources naturelles dont dépend l'économie agricole ;**
- **permettront une utilisation efficace des ressources non renouvelables et des ressources disponibles sur les sites d'exploitation agricole, et intégreront, s'il y a lieu, les cycles et contrôles biologiques naturels ;**
- **maintiendront la viabilité économique des exploitations agricoles ;**
- **amélioreront la qualité de vie des agriculteurs et de la société en général.**

L'agriculture durable implique l'utilisation de méthodes de production qui maintiennent ou apportent une meilleure qualité de l'environnement et de la rentabilité économique. En d'autres termes, un système de production écologiquement valable n'est réellement durable que s'il est rentable pour les producteurs qui l'adoptent et l'utilisent sur le long terme.

# Viabilité des sojas résistants aux herbicides

## Introduction de sojas résistants au glyphosate

Des variétés de soja ont été développées par des techniques traditionnelles d'amélioration génétique depuis environ 1930. Ces variétés ont permis une augmentation progressive de la production de soja grâce à l'amélioration de la productivité, de la qualité et de la résistance aux organismes nuisibles.

Les sojas biotechnologiques ont été introduits pour la première fois au milieu des années 1990, lorsque des variétés résistantes au glyphosate (GR) sont apparues. En 2008, des variétés biotechnologiques (uniquement des variétés tolérant les herbicides) ont été cultivées sur 92 % de la superficie de culture de soja américaine.

## Sojas GR, gestion durable de la mauvaise herbe et qualité de l'eau

**Le développement du soja GR a été considéré comme le plus grand pas vers un système durable de gestion de la mauvaise herbe.** L'usage de glyphosate a remplacé les opérations de labourage et le recours aux herbicides exempts de glyphosate.

Généralement, le devenir de tous les herbicides dans l'environnement est lié à leur rétention, à leur dégradation (durée de persistance) et à leur transportabilité dans l'air, l'eau et le sol. La rétention des herbicides dans le sol varie en fonction de l'adsorption. Le terme adsorption se réfère à la fixation de l'herbicide dans les particules du sol. La portion d'herbicide retenue n'est généralement pas accessible pour le lessivage, la dégradation ou l'absorption végétale. Le glyphosate est retenu hermétiquement et rapidement dans le sol et n'est donc pas facilement accessible pour le lessivage ou les pertes d'écoulement.

Par conséquent, l'écoulement des herbicides dans les systèmes de production de soja GR est largement inférieur à l'écoulement observé dans les systèmes de production de soja traditionnel. L'herbicide utilisé avec les sojas GR biotechnologiques n'enregistre aucune activité dans le sol avec une demi-vie de 47 jours, tandis que les herbicides actifs dans le sol peuvent tenir jusqu'à 90 jours, voire plus. L'adsorption du glyphosate dans le sol élimine le risque de contamination de l'eau.

De 1995 à 2006, la proportion d'herbicides sans glyphosate utilisés sur les cultures de soja a connu une baisse de 17,6 millions de kilos, soit 83,5 %, tandis que le nombre total d'hectares de culture de soja a augmenté de 46 % aux États-Unis.

Cette tendance semble venir du large spectre de contrôle de la mauvaise herbe fait par le glyphosate, qui peut se substituer à l'usage de mélanges de deux ou plusieurs mélanges d'herbicides classiques. La diminution de l'application d'herbicides témoigne de la façon dont les agriculteurs américains producteurs de soja ont réduit l'utilisation de matières actives, ce qui se traduit par une plus grande facilité de contrôle et une gestion effective de l'environnement.

## **Le soja GR et la faible utilisation d'insecticides**

**L'usage d'insecticides est peu élevé dans la plupart des régions productrices de soja aux États-Unis, avec moins de 16 % de la superficie nationale de culture de soja traitée à l'aide d'insecticides.** Des recherches biotechnologiques sont actuellement en cours pour élaborer des variétés de soja résistantes aux insectes, avec une attention particulière portée sur la résistance aux scarabées.

Certaines souches de *Bacillus thuringiensis* (Bt) sont déjà bien connues pour tuer les scarabées et, comme les nouvelles techniques biotechnologiques qui utilisent l'interférence ARN se sont également révélées efficaces contre les coléoptères, un insecticide dérivé d'une variété biotechnologique de soja ne sera pas limité au contrôle biologique des mites.

## **De nouvelles variétés émergent des recherches en cours**

Dès le début de l'année 2009, d'autres variétés de soja seront porteuses d'un « gène » différent résistant au « Roundup », connu sous le nom de « Roundup Ready 2 Yield » (société Monsanto), ou porteuses d'un « gène » résistant au glufosinate, la matière active présente dans des herbicides tels que Liberty ou Ignite. Ces dernières variétés sont plus connues sous le nom de « Liberty Link » (société Bayer, Allemagne).

**Lorsqu'ils sont utilisés correctement et conjointement à d'autres herbicides et mécanismes de résistance, les sojas à base de glyphosate et les sojas GR contribuent largement à assurer la viabilité et l'impact écologique de la production de soja aux États-Unis.**

Ces nouvelles graines de soja ont été approuvées par les principaux marchés internationaux et seront disponibles pour plantation dès 2009. À l'avenir, d'autres variétés résistantes au dicamba et au 2,4-D seront produites dès que les autorisations réglementaires auront été obtenues. Elles constitueront l'élément central des stratégies de lutte contre la mauvaise herbe en ce qui concerne la production américaine de soja non biologique, permettant ainsi de faire perdurer l'efficacité du système actuel qui repose principalement sur l'utilisation de glyphosate avec les variétés GR.

Au-delà de la résistance aux herbicides, les prochaines variétés seront dotées d'une valeur ajoutée à cause de la fonctionnalité des produits et de leurs effets bénéfiques sur la santé. Il y aura, entre autres, des huiles de soja aux propriétés oléiques et stéariques plus importantes et des huiles de soja à teneur en graisses saturées réduite qui fourniront aux entreprises alimentaires des huiles fonctionnelles exemptes d'acides gras trans ; une teneur en raffinose et en stachyose plus basse, deux anti-nutriments présents dans les produits alimentaires pour bétail et une faible concentration en phytate, améliorant à la fois l'absorption humaine de fer et de zinc et l'alimentation des animaux, ce qui permettra de réduire la pollution de phosphore et d'améliorer la qualité de l'eau. Ces variétés devront être disponibles sur le marché entre 2010 et 2015.

Il est probable que la plupart des programmes publics d'amélioration génétique du soja continuent à donner la priorité à l'amélioration génétique conventionnelle plutôt qu'à l'usage de matières biotechnologiques. Mais la disponibilité des semences sera de toute façon subordonnée à la demande des marchés nationaux et internationaux. Il est peu probable que les variétés traditionnelles reprennent possession d'une importante superficie de culture de soja aux États-Unis dans un avenir proche, en raison des problèmes de lutte contre la mauvaise herbe et le manque de disponibilité de ces variétés.

# Le progrès des cultures sans labour

Les agriculteurs américains producteurs de soja ont presque totalement éliminé le labour de leurs champs. Bien que la culture sans labour n'ait été possible que sur un nombre limité de types de sols et dans un nombre limité de latitudes sur le sol américain avant l'arrivée des cultures biotechnologiques, l'impact de celles-ci sur l'environnement s'est manifesté par l'adoption massive de l'agriculture sans labour. En réalité, la superficie de culture de soja sans labour aux États-Unis a augmenté de 35 % depuis l'introduction de sojas tolérant les herbicides.

## Avantages durables de la culture sans labour

Aujourd'hui, la culture sans labour est pratiquée sur plus de 65 % des champs de soja américains et produit les résultats suivants :

.....  
93 % de réduction de l'érosion des sols  
.....

.....  
31 % de réduction de l'érosion éolienne  
.....

.....  
70 % de réduction de l'écoulement des pesticides  
.....

.....  
80 % de réduction de la contamination au phosphore des eaux de surface  
.....

.....  
Une réduction de 15 cm de la perte annuelle d'évaporation de l'humidité des sols  
.....

.....  
Plus de 50 % de réduction de la consommation de carburant  
.....

La culture sans labour se révèle ainsi à la fois économiquement et écologiquement durable pour la production américaine de soja.

**Les agriculteurs américains producteurs de soja ont presque totalement éliminé le labour de leurs champs.**

## **Diminution de l'érosion des sols**

Une récente synthèse de l'érosion des sols au niveau mondial corrobore la conclusion selon laquelle les systèmes de culture sans labour utilisés aux États-Unis pour produire du soja peuvent constituer la base d'une production durable de soja, notamment en réduisant les taux d'érosion des sols de 3,94 millimètres/an en conditions de labour traditionnel à 0,12 millimètres/an en conditions de culture sans labour. En outre, les résidus de récolte laissés en culture sans labour améliorent le développement de systèmes racinaires du soja.

## **Réduction des émissions de CO<sub>2</sub> et du réchauffement climatique**

Les agriculteurs ayant participé à l'étude ont effectué 1,8 trajets de moins à travers leur champ en pratiquant la culture sans labour. La réduction du nombre d'opérations de labour et du nombre de trajets à travers les champs se traduit par une diminution de la consommation de carburant et des émissions de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) produites par le matériel agricole motorisé. Plus précisément, les émissions de CO<sub>2</sub> connaîtront une réduction de 137 millions de kilos pour les exploitations agricoles utilisant des sojas GR cultivés dans un sol non labouré par rapport aux autres sojas cultivés dans un système de labour traditionnel. Par conséquent, le réchauffement climatique peut être ralenti grâce à l'adoption simultanée des sojas GR et des pratiques agricoles sans labour. La diminution des émissions de CO<sub>2</sub> induites par l'agriculture sans labour en 2008 est équivalente à l'élimination de 125 750 voitures des routes chaque année.

Une analyse du risque de réchauffement climatique généré par les gaz à effet de serre issus de l'agriculture intensive a démontré que le risque de réchauffement climatique généré par les pratiques de labour traditionnelles est 8,14 fois plus élevé que le risque généré par la culture sans labour. Cette réduction considérable du risque de réchauffement climatique produite par les systèmes sans labour est attribuée à l'augmentation du stockage de dioxyde de carbone dans les sols non labourés et aux réductions de consommation de carburant en conditions de culture sans labour. Les systèmes sans labour accumulent 259 kilos nets de carbone/demi-hectare de plus que les systèmes de labour traditionnels. À l'inverse, une perte de CO<sub>2</sub> dans le sol cinq fois plus importante a été enregistrée pour un seul passage de charrue à versoir par rapport aux parcelles non labourées.

À l'avenir, environ 21,6 millions de tonnes de terre arable pourraient être préservées avec les cultures de sojas biotechnologiques tolérants aux herbicides dans des systèmes sans labour. La réduction du labour permet d'économiser près de 17,7 litres de carburant par demi-hectare, ce qui se traduira par une réduction de 3,3 millions de tonnes de CO<sub>2</sub> pénétrant dans l'atmosphère d'ici 2020.

**La réduction des émissions de CO2 générée par l'agriculture sans labour en 2008 équivaut à l'élimination de 125 750 véhicules des routes chaque année.**

## **Développement de la biodiversité grâce aux sojas sans labour**

La biodiversité est également préservée dans les champs de soja non labourés. Les microbes qui se trouvent dans le sol, les insectes et les vers de terre sont les témoins de la plus grande diversité dans les champs de soja cultivés sans labour par rapport aux champs labourés.

Le nombre de vers de terre a été multiplié par 3,5 à 6,3 en 17 ans de culture sans labour par rapport aux cultures traditionnelles avec labour. Les jeunes colins de Virginie ont obtenu leur dose quotidienne d'insectes en seulement 4,2 heures dans les champs de soja non labourés. Par contre, pour le même résultat, il leur a fallu 22 heures dans les champs de soja traditionnels labourés.

---

## **Progrès de la gestion du sol et de l'eau**

Les essais réalisés sur les sols sont le meilleur moyen d'évaluer avec précision les carences nutritives et de prévenir la fertilisation excessive susceptible d'entraîner la contamination de l'environnement. Il est possible de recourir aux technologies à taux variable pour utiliser du phosphore localement en fonction des besoins afin d'augmenter les bénéfices et de réduire la perte de nutriments.

À petite échelle, les cultures de protection offrent des avantages écologiques, notamment la réduction des pertes de nutriments lors du lessivage, la réduction de l'écoulement de l'eau et des herbicides et l'amélioration du contrôle de l'érosion hivernale, lorsqu'elles sont utilisées dans le cadre d'un système de production de soja ou de soja-maïs. Bien que les cultures de protection ne soient pas souvent viables du point de vue économique, les agriculteurs continuent à les utiliser sur près de 10 % de la superficie de culture de soja dans la zone du « Corn Belt ».

## Avantages de la rotation de cultures

La rotation de cultures offre des avantages productifs et écologiques tant pour les sojas que pour la rotation de cultures dans la plupart des systèmes. Les semis de céréales génèrent plus de matière sèche et de résidus végétaux que les cultures de soja. Ainsi, la rotation d'un semis de céréales avec des sojas cultivés sans labour permet de réduire le risque d'érosion.

Il est possible de réduire de 18 à 36 kilos/demi-hectare la quantité d'engrais azoté utilisée sur un semis de céréales après une culture de soja, par rapport à la quantité utilisée sur le même semis de céréales. Les rapports énergie produite/énergie consommée favorisent une rotation soja-maïs tous les deux ans dans la zone du « Corn Belt ». En comparant les systèmes de culture pratiqués au Nebraska, le rapport énergie produite/énergie consommée était compris entre 4,1 pour un système de culture continue de maïs ou de sorgho et 11,6 pour une rotation entre le soja, le maïs et le sorgho réalisée à l'aide d'un système de labour traditionnel.

La rotation de soja avec une culture non hôte des parasites de type nématode (SCN) et le recours à une rotation de variétés de soja résistantes sont efficaces pour atténuer les dégâts causés par ces organismes nuisibles sur les cultures de soja, ainsi que pour ralentir ou prévenir l'adaptation des SCN. Cependant, la rotation semestrielle du soja-maïs n'est pas une mesure de lutte contre les organismes nuisibles garantie sur le long terme.

## Monoculture et double culture

La prépondérance des données indique que la rotation annuelle de soja et de céréale à petits grains (double culture) est une pratique écologique durable, mais pas toujours viable. Dans la plupart des cas, les cultures de soja à rotation semestrielle avec une autre culture estivale aident à la promotion économique et écologique d'une production durable.

La majeure partie de la production de soja dans la région sud des États-Unis est en forme de monoculture. Les quelques recherches menées sur le long terme ne permettent pas d'évaluer les effets de la double culture dans cette région. Selon les estimations, les recettes financières totales issues d'un système à double culture soja-blé sont similaires à celles générées par un système à monoculture de soja. Le recours à l'irrigation pour limiter la perte de rendement du soja due aux tensions causées par la sécheresse est le facteur le plus important de maintien de la double culture dans la région du Midsouth.

**La rotation des cultures offre des avantages productifs et écologiques positifs pour la culture en rotation du soja et pour la plupart des systèmes.**



**Les systèmes de culture de soja irriguée sont les plus productifs aux États-Unis, avec une productivité en moyenne 48 % plus élevée que celle des systèmes de culture sur terres arides.**

## **Maîtriser la sécheresse**

La sécheresse est le facteur de tension abiotique (non vivante) le plus néfaste pour les cultures de soja. L'un des principaux défis à relever en matière de production de soja consiste à élaborer des technologies permettant de réduire le risque de perte de rendement due aux tensions causées par la sécheresse dans les zones de production soumises à la sécheresse. Les entreprises productrices de technologies d'ensemencement évaluent actuellement le plasma germinatif du soja doté de caractéristiques de tolérance à la sécheresse. On espère sa commercialisation dans les trois à cinq prochaines années.

Trois progrès récents en matière de gestion de la production et d'amélioration génétique du soja offrent la possibilité de limiter partiellement les effets de la sécheresse :

- 1. Le « Early Soybean Production System » pour la région du Midsouth, qui a eu recours à la plantation de variétés à maturation précoce afin d'éviter la période la plus exposée à la sécheresse de la saison de croissance**
- 2. La mise en production de deux modèles d'amélioration génétique qui maintiennent un taux élevé de fixation de l'azote pendant les périodes de sécheresse**
- 3. L'identification de deux introductions de variétés de soja à flétrissement lent**

Ces développements offrent plusieurs options de gestion ainsi qu'un potentiel génétique qui sert à réduire la perte de rendement du soja résultant des effets des tensions légères à modérées causées par la sécheresse.

Les systèmes de culture de soja irriguée sont les plus productifs aux États-Unis, avec un rendement en moyenne 48 % plus élevé que celui des systèmes de culture sur terres arides. Surmonter le problème de la sécheresse est un facteur essentiel au maintien du niveau maximal de production de soja. Et pourtant, seulement 8 % des cultures américaines de soja sont irriguées. La capacité à poursuivre l'utilisation de l'irrigation dépendra du maintien de la quantité et de la qualité des ressources des sols et des eaux de surface. L'augmentation de la productivité des cultures de soja à un taux faible d'humidité limitée par l'amélioration génétique végétale et la biotechnologie représente une approche plus durable pour maîtriser la sécheresse.

# Solutions durables de lutte contre les organismes nuisibles et la mauvaise herbe

Les problèmes économiques importants liés aux cultures de soja sont surtout dus à la présence de mauvaises herbes, d'insectes, de champignons, de nématodes et de virus. La mauvaise herbe est considérée comme le plus grand problème pour tous les principaux pays producteurs de soja. Les organismes nuisibles (germes phytopathogènes, nématodes et insectes) causent des problèmes généralisés et étendus de gestion dans tous les systèmes de production de soja des États-Unis. Dans le nord des États-Unis, les pertes annuelles de productivité de soja attribuées à des maladies et à des nématodes ont atteint les 294 millions de boisseaux entre 1999 et 2005. Dans la région du Midwest, la plupart des insectes nuisibles sont la proie de prédateurs naturels ou d'agents de contrôle biologique, ne générant ainsi que très peu de problèmes récurrents. Dans le sud-est des États-Unis, selon les estimations, les insectes ont été à l'origine de quelques 51,4 millions de boisseaux de pertes annuelles entre 1999 et 2005.

## Techniques de lutte durable contre les organismes nuisibles

La stratégie de lutte contre les agents pathogènes du soja la plus efficace et la plus largement déployée est la résistance aux plantes hôtes. En ce qui concerne les maladies causées par des champignons dont la résistance aux hôtes n'a pas été identifiée ou est difficile à intégrer, il existe aujourd'hui de nombreux fongicides prescrits pour le soja. Pour lutter contre la rouille du soja, des fongicides ont été utilisés sur moins d'1 % des champs de soja américains en 1995. En 2006, ils ont été utilisés sur seulement 4 % des champs.

La lutte contre le SCN peut être menée efficacement en associant la plantation de variétés résistantes, la rotation des variétés avec d'autres sources de résistance et la rotation avec des cultures non hôtes.

La lutte intégrée contre les organismes nuisibles a été promue et utilisée pour lutter contre les insectes sur les cultures de soja américaines. Elle a conduit à d'importantes réductions des coûts avec un impact limité sur l'environnement. La surveillance des champs pour déterminer la pression exercée par les insectes est une méthode largement et efficacement utilisée pour éviter l'utilisation non justifiée d'insecticides. La technique de plantation précoce est utilisée dans la région du Midsouth pour éviter les dégradations causées par les défoliateurs de fin de saison.

En cas d'invasion d'insectes nuisibles, des insecticides chimiques sont disponibles et utiles pour mener une lutte régulière et efficace. Néanmoins, les insecticides synthétiques ont été utilisés sur seulement 16 % des champs de soja américains en 2006.

## **Lutte durable contre la mauvaise herbe**

La mauvaise herbe est généralement à l'origine de plus de pertes de production de soja que les insectes ou les maladies et, selon les estimations, peut entraîner jusqu'à 37 % de perte de rendement global lorsqu'elle n'est pas contrôlée. La viabilité de la lutte contre la mauvaise herbe dans un système de production traditionnel (non biotechnologique) est limitée par l'action de plusieurs facteurs.

1. Peu de nouveaux herbicides chimiques susceptibles de lutter contre la mauvaise herbe ou de résoudre sa résistance s'annoncent.
2. Les produits chimiques disponibles risquent de disparaître à cause des préoccupations écologiques et de l'absence de marché.
3. Peu de variétés non biotechnologiques sont actuellement en développement à cause de la demande des producteurs orientée davantage vers le soja GR.
4. Un retour au labour pour faciliter la lutte contre la mauvaise herbe dans les cultures traditionnelles de soja est peu probable en raison des problèmes d'érosion, des contraintes de main d'œuvre et de la taille des exploitations agricoles.

**La mauvaise herbe est considérée comme le principal problème auquel sont confrontés tous les grands producteurs de soja.**

# Le système biologique

En 2005, on comptait 49 500 hectares de soja biologique certifiés aux États-Unis, ce qui représentait 0,17 % du total des champs de soja. Près de la moitié de ces cultures organiques étaient localisées dans les États de l'Iowa, du Michigan et du Minnesota.

Pour pouvoir vendre du soja biologique certifié, les producteurs doivent être certifiés par l'U.S. Department of Agriculture-Agricultural Marketing Services National Organic Program [Ministère Américain de l'Agriculture - Programme Biologique National du Service de Commercialisation Agricole]. Les conditions préalables à la certification en tant que producteur de soja biologique sont les suivantes :

- 1. Aucune utilisation d'engrais ni de pesticide synthétique pour les 3 années précédentes.**
- 2. Une séquence de cultures approuvée et planifiée dans chacun des champs identifiés.**
- 3. Utilisation de semences issues de l'agriculture biologique.**
- 4. Archives complètes des moyens de production et des opérations.**

Les producteurs biologiques ne sont pas autorisés à utiliser les biotechnologies. La lutte contre les maladies et les organismes nuisibles est menée en fonction de la résistance des variétés et la rotation des cultures. Le labour est utilisé pour la gestion des cultures et la lutte contre la mauvaise herbe, ce qui peut augmenter le risque d'érosion. Lorsque la lutte contre la mauvaise herbe n'est pas efficace, le désherbage manuel est requis. La rotation de cultures et sa séquence sont essentielles à la lutte contre la mauvaise herbe, les insectes et les maladies et à la fertilité, ainsi que l'usage de déjections animales et de cultures de légumineuses de protection comme sources d'engrais.

Une enquête approfondie réalisée auprès d'agriculteurs producteurs de soja destiné au commerce dans la région du Midwest des Etats-Unis a établi une comparaison des données économiques et des pratiques de production traditionnelle et biologique de soja. Les points clés suivants se rapportent à la production de soja biologique aux États-Unis :

1. Les sojas biologiques sont produits par des exploitations agricoles plus petites (193 hectares en moyenne) que les exploitations productrices de soja non biologique (303 hectares en moyenne).
2. D'importantes contraintes de main d'œuvre associées à la production de soja biologique rendent la production biologique plus difficile sur les grandes exploitations agricoles (coût de la main d'œuvre à 16,89 \$/demi-hectare pour la production non biologique contre 54,33 \$/demi-hectare pour la production biologique).
3. Les exploitations de soja biologique remplacent le travail des champs par des produits chimiques et subissent des frais de carburant, de réparation et de main d'œuvre plus élevés.
4. Les producteurs de soja biologique obtiennent un rendement moyen de 31 boisseaux/demi-hectare contre 47 boisseaux/demi-hectare pour les producteurs traditionnels.
5. La prime de marché pour les sojas biologiques est de \$9 boisseaux par rapport aux autres systèmes de production.

**Les producteurs biologiques ne sont pas autorisés à utiliser les biotechnologies. La lutte contre les maladies et les organismes nuisibles compte sur la résistance des variétés et la rotation des cultures. Le labour est utilisé pour la gestion des cultures de protection et la lutte contre la mauvaise herbe.**

# Le rôle de l'économie dans la viabilité

**Les communautés agricoles doivent être profitables afin de poursuivre leurs activités agricoles** et de transmettre les exploitations familiales d'une génération à l'autre. Par conséquent, l'identification de la viabilité d'un système de production passe, entre autres, par la rentabilité de ce système.

La plupart des États établissent un budget uniquement pour les variétés GR ; les États qui établissent des budgets séparés destinés aux systèmes traditionnels (variétés non GR) et biotechnologiques (variétés GR) enregistrent des coûts par demi-hectare quasiment identiques pour chaque système. Le coût réduit des semences de variétés traditionnelles comparé à celui des variétés GR et biotechnologiques, principalement associé au coût des technologies, est compensé par le coût plus élevé des herbicides du système traditionnel par rapport à celui du système biotechnologique.

## Comparaison dans la « Corn Belt » - zone de culture de maïs

Dans la zone de culture de maïs (Corn Belt), le seuil de rentabilité des sojas non biologiques est, selon les estimations, compris entre 5,88 \$ et 6,18 \$/boisseau (avec faible utilisation d'engrais) et 8,22 \$/boisseau (avec utilisation normale d'engrais). Dans la région du Midsouth, le seuil de rentabilité sur le marché des sojas non biologiques et non irrigués est, selon les estimations, compris entre 7,10 \$/boisseau (Early Soybean Production System, avec une production de 40 boisseaux/demi-hectare) et 10,60 \$/boisseau (production de 25 boisseaux/demi-hectare).

Dans l'Iowa, le seuil de rentabilité estimé à 8,22 \$/boisseau pour les sojas non organiques est considérablement plus bas que le seuil de rentabilité estimé entre 11,45 \$/boisseau (production de 40 boisseaux/demi-hectare) et 14,77 \$/boisseau (production de 31 boisseaux/demi-hectare) pour les sojas biologiques. Les coûts supplémentaires estimés pour la production de sojas biologiques par rapport aux sojas non biologiques atteignent un total de 6,55 \$/boisseau. La rentabilité des sojas produits par rotation biologique dépend d'une prime élevée, qui a été en moyenne de plus de 9 \$/boisseau en 2006 pour les sojas biologiques.

# Conclusions concernant la viabilité des systèmes de production de soja aux États-Unis

L'analyse approfondie des conclusions du rapport CAST fait conclure que les systèmes de production de soja traditionnels, biotechnologiques et organiques sont tous écologiquement viables et peuvent être profitables avec les motivations commerciales appropriées lorsque les méthodes et les technologies adéquates sont utilisées.

Les pratiques de production évoluent d'une manière qui permet d'assurer la viabilité continue de la production américaine de soja. Ces innovations comprennent : l'amélioration des pratiques de production et de gestion, des progrès en matière génétique et d'élaboration de variétés, et la création ou le perfectionnement de matériels et de méthodologies de lutte contre les maladies, les nématodes, les insectes et les mauvaises herbes.

Cependant, les systèmes traditionnels, biotechnologiques et biologiques ne sont pas équitablement viables pour répondre aux besoins actuels et futurs.

## Évolution de la définition de l'agriculture traditionnelle

Le « système de production de soja traditionnel » original (défini ici comme un système utilisant des variétés de soja non biotechnologiques) représente aujourd'hui moins de 8 % de la totalité des cultures américaines de soja ; et il est probable qu'il reste à ce niveau, voire passe au-dessous.

Cet « ancien » système traditionnel sera utilisé par les cultivateurs uniquement pour produire du soja non biotechnologique destiné à un marché de niche payant un prix élevé, par les cultivateurs biologiques et par les cultivateurs qui refusent de planter des variétés biotechnologiques en raison de leur prix ou des restrictions imposées par le secteur sur l'utilisation de semences biotechnologiques.

**Les systèmes de production de soja traditionnels, biotechnologiques et organiques sont tous écologiquement durables et génèrent des bénéfices avec les motivations commerciales appropriées si les méthodes et les technologies adéquates sont utilisées.**

## **Conclusions concernant la production de soja biologique**

La production de soja biologique représente actuellement moins de 0,2 % de la superficie de culture américaine de soja (environ 49 500 hectares), et continuera probablement d'occuper une très petite proportion de cette superficie aux États-Unis.

Les motifs de cette distribution sont les suivants : (1) les exploitants individuels seront uniquement capables d'assurer la gestion de petites superficies de culture en raison de la main d'œuvre et de l'engrais animal requis ; (2) les strictes conditions préalables pour la mise en place d'une telle exploitation et les réglementations relatives à la gestion d'un système de culture biologique impliquent un engagement que de nombreux producteurs ne veulent pas ou bien ne sont pas à la hauteur de prendre ; (3) les coûts de production sont plus élevés et la capacité de production est plus réduite que dans un système de culture de soja non biologique, ce qui rend la culture biologique plus dépendante des prix élevés pour assurer sa rentabilité ; et (4) la production excédentaire de soja biologique fera rapidement tomber son prix élevé, condition nécessaire à la rentabilité continue du système.

La petite superficie de culture de soja biologique actuelle et future aux États-Unis n'ira pas contribuer à la viabilité à long terme de la production américaine de soja en général, mais sera rentable pour les producteurs de petites superficies tant que les consommateurs veulent payer une prime comprise entre 7 \$ et 10 \$. Le système biologique jouera un rôle important dans l'approvisionnement des marchés de niche qui n'autorisent pas la commercialisation de semences biotechnologiques.



## **Rôle de la biotechnologie comme système prédominant**

Les conclusions du rapport CAST indiquent que la production américaine de soja dispose aujourd'hui d'un « nouveau » système traditionnel basé sur le recours aux biotechnologies. Plus de 92 % des 30,6 millions d'hectares de soja américain contiennent des variétés de soja élaborées à partir de biotechnologies agricoles.

Comme indiqué en haut, le rapport CAST constate que ce système biotechnologique de culture sans labourage a déjà donné les résultats suivants :

- **93 % de réduction de l'érosion des sols**
- **Préservation d'un milliard de tonnes de terre arable**
- **70 % de réduction de l'écoulement des herbicides**
- **148 millions kg/s de réduction d'émissions de CO<sub>2</sub>**

En plus de l'agriculture sans labourage, les sojas biotechnologiques ont permis de réduire la nécessité de recourir aux applications de pesticides grâce à des méthodes ciblées de lutte contre les organismes nuisibles. De nouvelles caractéristiques viendront améliorer la qualité de l'eau par la réduction des dépôts de résidus de phosphore issus des aliments pour le bétail.

Le Secrétaire général des Nations Unies a indiqué que la production alimentaire mondiale devrait doubler d'ici 2030 pour répondre à la demande. La biotechnologie agricole est un outil clé pour répondre aux besoins d'une population mondiale croissante au cours des deux prochaines décennies. Les sojas dérivés des biotechnologies, cultivés sur plus de 66,5 millions d'hectares partout dans le monde, ont permis d'augmenter la production mondiale de 32 millions de tonnes métriques en 2007. Le développement continu et l'adoption des caractéristiques biotechnologiques joueront un rôle capital pour atteindre l'objectif fixé : nourrir les plus démunis tout en assurant la viabilité écologique par le renforcement de la préservation des sols et de l'eau et l'amélioration de la qualité de l'eau et de l'air.

**Plus de 92 % des 30,6 millions d'hectares de soja américains contiennent des variétés de soja élaborées à partir de biotechnologies agricoles.**

# Références bibliographiques

- Baum, J. A., T. Boaert, W. Clinton, G. R. Heck, P. Feldmann, O. Hagan, S. Johnson, G. Plaetinck, T. Munyikwa, M. Pleau, T. Vaughn et J. Roberts. 2007. Control of coleopteran insect pests through RNA interference. *Nat Biotech* 25:1322–1326.
- Carpenter, J., A. Felsot, T. Goode, M. Hammig, D. Onstad et S. Sankula. 2002. Comparative environmental impacts of biotechnology-derived and traditional soybean, corn, and cotton crops. Council for Agricultural Science and Technology [Conseil de la science et de la technologie agricoles]. Ames, IA. [www.cast-science.org](http://www.cast-science.org). Sous l'égide de l'United Soybean Board. [www.unitedsoybean.org](http://www.unitedsoybean.org).
- Egji, D. B. 2008. Soybean yield trends from 1972 to 2003 in mid-western USA. *Field Crops Res*, 106:53–59.
- Fawcett, R., D. Towery. 2003. Conservation Tillage and Plant Biotechnology: How New Technologies Can Improve the Environment by Reducing the Need to Plow. Conservation Technology Information Center [Centre d'information sur les technologies de conservation], West Lafayette, IN.
- Food, Agriculture, Conservation, and Trade Act of 1990 (FACTA) [Loi de 1990 régissant les denrées alimentaires, l'agriculture, la conservation et le commerce], Droit public 101-624, Titre XVI, Sous-titre A, Section 1603 (Government Printing Office, Washington, DC, 1990) NAL Call # KF1692.A31 1990.
- Gold, M. V. 2007. Sustainable agriculture: definitions and terms. Alternative farming systems information center [AFSIC - Centre d'information sur les systèmes d'agriculture alternative]. USA Department of Agriculture–National Agricultural Library (USDA–NAL) [Ministère américain de l'agriculture - Bibliothèque nationale agricole], Washington, D.C. <http://www.nal.usda.gov/afsic/pubs/terms/srb9902.shtml>.
- Gold, M. V. 2008. Sustainable agriculture: Information access tools. Alternative farming systems information center [AFSIC - Centre d'information sur les systèmes d'agriculture alternative]. USDA–NAL, Washington, D.C., <http://www.nal.usda.gov/afsic/pubs/agnic/susag.shtml>.
- Heatherly, L., A. Dorrance, R. Hoeft, D. Onstad, J. Orf, P. Porter, S. Spurlock et B. Young. 2009. Sustainability of U.S. Soybean Production: Conventional, Transgenic, and Organic Production Systems. Spéc. Publ. 30. Council for Agricultural Science and Technology [Conseil de la science et de la technologie agricoles], Ames, IA. [www.cast-science.org](http://www.cast-science.org). Sous l'égide de l'United Soybean Board. [www.unitedsoybean.org](http://www.unitedsoybean.org).
- James, C. 2008. État mondial des plantes biotechnologiques/GM commercialisées : 2008. Brief ISAAA 39. ISAAA, Ithaca NY, <http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/39/executivesummary/default.html>.
- Kelley, K. W. 2005. Grain sorghum and soybean cropping sequence affect yield and fertilizer N requirement. *Crop Mgmt* 22 septembre, <http://www.plantmanagementnetwork.org/sub/cm/research/2005/sequence/cropping.pdf> (uniquement sur Internet, accès limité).
- McBride, W. D. et C. Greene. 2008. The profitability of organic soybean production. Essai n° 6449. Réunion annuelle de l'Agricultural and Applied Economics Assoc [Association pour l'agriculture et l'économie appliquée] à Orlando, Floride, du 27 au 29 juillet, <http://pur1.umn.edu/6449>.
- Montgomery, D. R. 2007. Soil erosion and agricultural sustainability. *Proc Nat Acad Sci* 14:13268–13272, <http://www.pnas.org/content/104/33/13268.full.pdf>.
- Onstad, D. W. 2008. *Insect Resistance Management: Biology, Economics and Prediction*. Academic Press, Burlington, Massachusetts.
- Singer, J. W. 2008. Corn belt assessment of cover crop management and preferences. *Agron J* 100:1670–1672.
- Stanger, T. F., J. G. Lauer et J. P. Chavas. 2008. La rentabilité et le risque à long terme des systèmes de cultures dotées de différents taux de rotation et d'azote. *Agron J* 100:105–113.
- Agence d'information UN. Secrétaire général des nations Unies Ban Ki-moon, Rome (Italie), discours à la Conférence au sommet sur la sécurité des produits alimentaires Nations Unies [http://www.un.org/apps/news/infocus/sgspeeches/statments\\_full.asp?statID=255](http://www.un.org/apps/news/infocus/sgspeeches/statments_full.asp?statID=255) (accédé au site le 4 octobre 2008).
- USA Department of Agriculture–Agricultural Marketing Service (USDA–AMS) [Ministère américain de l'agriculture - Service de commercialisation agricole]. 2008. National Organic Program [Programme biologique national]. USDA–AMS, Washington, D.C., <http://www.ams.usda.gov/nop/indexE.htm>.
- USA Department of Agriculture—National Agricultural Statistics Service (USDA–NASS) [Ministère américain de l'agriculture - Service national des statistiques agricoles]. 1996. Agricultural Chemical Use: 1996 Field Crops Summary. USDA–NASS, Washington, D.C. <http://usda.mannlib.cornell.edu/MannUsda/viewDocumentInfo.do?documentID=1560>.
- USA Department of Agriculture—National Agricultural Statistics Service (USDA–NASS) [Ministère américain de l'agriculture - Service national des statistiques agricoles]. 2007. Agricultural Chemical Use: 2007 Field Crops Summary. USDA–NASS, Washington, D.C. <http://usda.mannlib.cornell.edu/MannUsda/viewDocumentInfo.do?documentID=1560>.
- USA Department of Agriculture—National Agricultural Statistics Service (USDA) [Ministère américain de l'agriculture - Service national des statistiques agricoles]. 2008. Superficie cultivée. USDA–NASS, Washington, D.C. <http://usda.mannlib.cornell.edu/usda/current/Acre/Acre-06-30-2998.pdf>.



**Larry G. Heatherly, Titulaire d'un doctorat**, est l'auteur principal du Special Report 30 publié par le Council for Agricultural Science and Technology et consacré à la viabilité de la production de soja aux États-Unis. Le Dr. Heatherly a consacré près de 30 ans de service à l'U.S. Department of Agriculture's Agricultural Research Service (USDA-

ARS) [Service de recherche agricole du Ministère américain de l'agriculture], en qualité d'agronome-investigateur à Stoneville, dans l'État du Mississippi. Il est reconnu comme spécialiste de la gestion de l'irrigation, des technologies pour lits de semence obsolètes, des systèmes de culture et de l'« Early Soybean Production System ». Le Dr. Heatherly a rédigé et présenté de nombreux travaux tout au long de sa carrière au sein de l'USDA-ARS. Il est également professeur adjoint de sciences végétales de l'Université du Tennessee. En 1975, le Dr. Heatherly a obtenu son doctorat en agronomie par l'Université du Missouri à Columbia.



Les informations ayant servi à établir ce rapport proviennent principalement de la « Special Publication 30 Sustainability of U.S. Soybean Production: Organic, Traditional, and Transgenic Production Systems » rédigée par le Council for Agricultural Science and Technology (CAST). Le CAST est une organisation à but non lucratif constituée par 36 sociétés scientifiques membres et de nombreux membres individuels, ayant pour mission de réunir, d'interpréter et de communiquer des informations scientifiques plausibles auprès des législateurs, des autorités réglementaires, des responsables politiques, des médias, du secteur privé et du public à l'échelle régionale, nationale et internationale.

Les points clés supplémentaires mentionnés dans ce rapport proviennent d'un rapport publié par le « Conservation Technology Information Center (CTIC) intitulé *Conservation Tillage and Plant Biotechnology: How New Technologies Can Improve the Environment by Reducing the Need to Plow* ». Le CTIC est une organisation à but non lucratif qui a comme mission de proposer des solutions fiables et rentables pour développer la relation entre agriculture et environnement. Il se compose de membres du secteur agricole, de publications agricoles, d'associations agricoles, d'organismes de préservation et de producteurs, et bénéficie du soutien de l'U.S. Environmental Protection Agency, du Natural Resources Conservation Service et d'autres organes publics.

L'United Soybean Board (USB) est un organisme dirigé par des agriculteurs et composé de 68 administrateurs agriculteurs qui supervisent les investissements de tous les producteurs de soja des États-Unis. Les producteurs de soja sont unis par l'engagement de produire des aliments sains et nutritifs et de contribuer à soutenir et à nourrir une population toujours croissante. Et les producteurs de soja sont fiers de produire l'une des cultures vivrières les plus saines dans le monde. L'USB a investi des millions de dollars dans la recherche de la santé et la nutrition en ce qui concerne la culture et la consommation du soja.

Pour plus d'informations, rendez-vous sur [www.soyconnection.com](http://www.soyconnection.com).