



Les plantes cultivées: source de matières premières renouvelables

Les plantes nourrissent l'homme et les animaux. En outre, on en tire des matériaux à vocation technologique, tels que les fibres textiles, matériaux de construction et ressources énergétiques. Si les réserves pétrolières finissent un jour par s'épuiser, alors on verra l'importance, autrefois très grande, des plantes en tant que ressources industrielles, regagner du terrain.

SATW

Schweizerische Akademie der Technischen Wissenschaften
Académie suisse des sciences techniques
Accademia svizzera delle scienze tecniche
Swiss Academy of Engineering Sciences



Les plantes et leurs multiples utilisations

Les plantes ne sont pas réservées à l'alimentation humaine et animale. Depuis longtemps déjà, elles fournissent des matières premières pour la construction, l'habillement et les médicaments. A l'avenir, cette polyvalence s'intensifiera encore.

Applications anciennes et nouvelles

Ces 50 dernières années, le pétrole n'a pas seulement offert une mobilité bon marché à l'homme, il est aussi devenu une matière première importante pour l'industrie. Mais le pétrole se fera rare à l'avenir, alors que la demande de matières premières ne cesse de croître. Les plantes pourraient combler les manques. Depuis longtemps, les plantes sont cultivées et sélectionnées de façon conventionnelle; à cela s'est ajouté, depuis plus de vingt ans, leur amélioration par les méthodes du génie génétique. Cette dernière technique est englobée dans le concept de «biotechnologie verte»: on peut isoler, dans pratiquement n'importe quel organisme, un seul gène ou plusieurs pour les transférer dans une plante hôte, où ils sont «lus» et «traduits» en protéines. Les plantes ainsi créées sont nommées «plantes transgéniques».

L'utilisation des plantes comme matière première dans l'industrie n'est pas une idée nouvelle. Avant l'époque du pétrole, on utilisait essentiellement des ressources végétales. En 1925, les plantes représentaient encore le 35 % des matières premières de l'industrie américaine. En 1989, leur part était tombée à moins de 15 %. La principale ressource végétale est le bois, qui est utilisé de nombreuses façons. Les sélectionneurs qui appliquent les méthodes de la biologie moléculaire aux arbres travaillent principalement sur des peupliers, des eucalyptus et des saules. En agriculture, la plante la plus importante pour la fourniture de matière première à usage technologique est le cotonnier.

Coton et autres ressources végétales

Le cotonnier (*Gossypium* sp.) est la plante la plus cultivée dans le monde pour un usage non alimentaire. Sa fibre sert à confectionner des vêtements, mais aussi à fabriquer d'autres matériaux: le papier des billets de banque, par exemple. Différentes variétés de *Gossypium* sont cultivées dans des zones climatiques chaudes, en particulier en Chine, en Inde, aux USA et au Pakistan, sur une superficie de près de 35 millions d'hectares pour une production annuelle d'environ 25 millions de tonnes de fibres. Jusqu'ici la culture du coton était celle qui utilisait le plus de pesticides par unité de superficie. Avec les semences transgéniques, utilisées actuellement sur près de la moitié des surfaces de culture, cette quantité de pesticides a été considérablement réduite. Le coton transgénique, qui produit son propre pesticide, est à l'abri des dommages causés par son principal ennemi, le ver des capsules. Les économistes de l'université de Göttingen ont pu prouver que grâce au coton transgénique, le revenu des paysans indiens – petits et grands – avait augmenté.

Le coton n'est pas la seule plante textile à être améliorée par génie génétique, c'est aussi le cas du lin (*Linum usitatissimum*); toutefois cela n'a été réalisé qu'en laboratoire et qu'au cours d'essais en champ. Il n'y a pas encore de culture commerciale. Dans les nouvelles variétés, on a cherché à modifier la teneur en lignine et en autres polymères afin que le traitement technique des fibres soit plus rentable.

Le caoutchouc naturel est une autre matière première végétale industrielle. C'est le latex d'arbres tropicaux de l'espèce *Hevea brasiliensis* qui sert de matière première pour la production du caoutchouc. Depuis plus de 100 ans, les arbres (qui peuvent atteindre 30 ans d'âge) sont cultivés aussi bien dans de grandes plantations que dans de petites exploitations. Le caoutchouc naturel se compose de longues chaînes de molécules d'isoprène. Le procédé de vulcanisation, en reliant ces chaînes entre elles, rend le caoutchouc plus résistant. Les principaux fournisseurs de caoutchouc sont la Thaïlande, l'Indonésie et la Malaisie avec une production annuelle totale de cinq millions de tonnes. Comme source de remplacement du caoutchouc, ou comme complément, la recherche s'intéresse à une espèce de pissenlit (*Taraxacum koksaghyz*) car son latex contient des substances analogues à celles du caoutchouc.

Peupliers

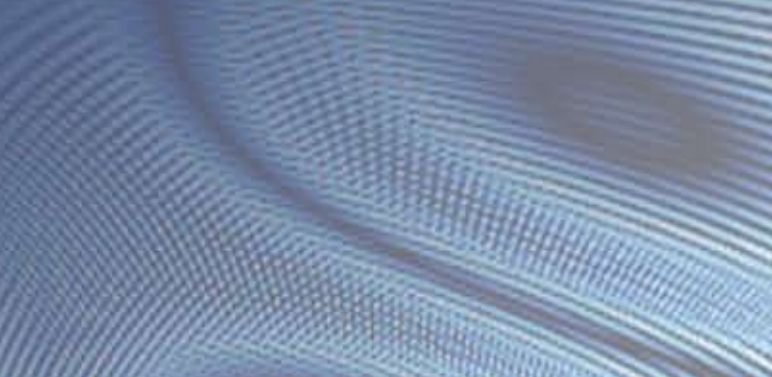
Les peupliers à croissance rapide (genre *Populus*) se prêtent mieux aux méthodes du génie génétique que d'autres essences. Aux Etats-Unis, plusieurs centaines d'essais en champ ont lieu depuis de nombreuses années et, en Europe, les premiers tests viennent de démarrer, en particulier à l'été 2009 en Belgique. L'amélioration de ces plantes poursuit différents objectifs:

Les plantes de tabac peuvent synthétiser des anticorps et autres agents thérapeutiques spécifiques.

Les peupliers peuvent être cultivés pour décontaminer partiellement les sols (phytoremédiation – assainissement des sols). Des expériences en laboratoire montrent qu'un transfert de gènes spécifiques, qui déterminent la structure de certaines protéines membranaires, rendent les racines des plantes capables d'absorber plus de cadmium ou d'organochlorés à partir du milieu. Dans la pratique, on peut imaginer que le matériel végétal sera ensuite récolté et retiré du terrain puis détruit de façon appropriée: les substances organiques seront incinérées et les métaux comme le cadmium pourront être extraits des cendres.

Le bois de peuplier (comme d'ailleurs d'autres bois) peut servir de source d'énergie et produire de la chaleur ou de l'électricité. Aujourd'hui, il s'agit essentiellement de brûler le bois, tandis qu'à l'avenir les biocarburants (l'éthanol, entre autres, produit à partir de déchets de bois et de l'agriculture) occuperont, d'un point de vue actuel, une place intéressante, quoique modeste, dans le choix des énergies.

Alors que les 60 % du bois abattu sont consacrés à la production d'énergie, les 40 % restants servent à part égale à la production de papier et à la construction. En intervenant par génie génétique sur leurs voies métaboliques, on obtient des plantes qui synthétisent moins de lignine et plus de cellulose, ce qui augmente le rendement en bioéthanol ou en fibres de papier; il se forme moins de déchets et l'on peut s'attendre à ce que le processus de production soit plus rentable. D'autres in-



Interventions ciblées peuvent modifier la composition des végétaux et les substances désirées peuvent être isolées dans une « bioraffinerie ». Ce type de modifications du métabolisme pourrait contribuer au développement durable.

Mais il faut que les peupliers soient plantés sur un terrain impropre à la production alimentaire. Les essais en champ doivent permettre de comprendre le comportement des végétaux hors du laboratoire, par exemple en situations

Les plastiques biodégradables à base de végétaux pourraient remplacer le PET des bouteilles de boisson.

météorologiques extrêmes, tels que froid, chaleur, sécheresse ou humidité. Lors des essais en champ, on peut éviter une dissémination indésirable des végétaux transgéniques cultivés, par le pollen ou par les graines, en supprimant les bourgeons floraux, par exemple.

Production de molécules thérapeutiques

Depuis des millénaires, les plantes médicinales fournissent des matières premières pour l'élaboration de médicaments. Actuellement, on cherche à utiliser les plantes transgéniques comme bioréacteurs pour y produire certaines protéines humaines ou animales, que l'on nomme « Plant Made Pharmaceuticals » (PMP). Jusqu'ici, ces substances thérapeutiques étaient synthétisées industriellement dans des réacteurs, par des bactéries ou des champignons. Les substances thérapeutiques produites dans les végétaux ont

l'avantage de ne contenir, à côté de la substance désirée, aucune autre protéine humaine ou animale, ni aucun virus pathogène pour l'homme. Ceci pourrait faciliter la production et la rendre moins coûteuse.

Naturellement présents dans le lait maternel, la lactoferrine et le lysozyme ont des actions antivirale, antibactérienne et fongicide. Ils protègent les jeunes enfants des maladies gastro-intestinales et des maladies infectieuses tropicales. Pour fournir ces substances aux enfants sevrés, on a développé une variété de riz transgénique contenant ces deux protéines. Un hectare de riz fournit 25'000 doses de lactoferrine et 250'000 doses de lysozyme. En 2007, les Etats-Unis ont délivré une autorisation provisoire pour la culture de cette variété de riz.

Des plantes de tabac qui synthétisent dans leurs chloroplastes un anticorps contre la bactérie Streptococcus mutans sont actuellement testées en champ. Par rapport aux autres végétaux, elles présentent l'avantage de n'être consommées ni par l'homme ni par les animaux, et les hybridations éventuelles avec des plantes non transgéniques ne poseraient donc pas problème. Streptococcus mutans est l'un des responsables de l'apparition des caries. Le projet est en phase II des essais cliniques. Les anticorps peuvent être produits non seulement dans des plantes, mais aussi – jusqu'ici à l'échelon expérimental – dans des cultures de cellules végétales. Le taxol, substance initialement extraite de l'if et utilisée en chimiothérapie contre certains cancers, a été produit dans des cultures de cellules et des plantes de tabac transgéniques. Egaleme

nt produit dans des plantes de tabac, un vaccin contre le lymphome (un type de cancer) a reçu l'autorisation de la FDA (Food and Drug Administration aux Etats-Unis) pour des essais cliniques début 2010.

Autre exemple: l'insuline humaine est produite dans les chloroplastes d'un Carthame des teinturiers transgénique. Dans ce but, le gène humain correspondant a été introduit dans le Carthame des teinturiers. Ce projet est en est aux essais précliniques.

Le domaine des PMP convient particulièrement bien à une collaboration étroite entre les institutions publiques - comme les universités et les organismes de recherche publics - et les sociétés privées, notamment les firmes pharmaceutiques. La collaboration entre les secteurs public et privé doit toutefois profiter financièrement aux deux parties et leur permettre d'exploiter la propriété intellectuelle. Les questions de propriété intellectuelle (brevets) doivent être examinées de cas en cas, de façon loyale, dans un esprit de compréhension mutuelle.

Du plastique à partir des plantes

Les plantes conviennent aussi à la fabrication de matières plastiques biodégradables. Des gènes, qui codent naturellement pour la synthèse de substances de type plastique, sont isolés des bactéries et transférés dans des végétaux pour y induire la formation du polymère correspondant. Ces plastiques sont intéressants comme matériau d'emballage puisqu'on peut les composter ou les utiliser dans les installations de biogaz. Ils sont aussi utiles en médecine, pour les implants résorbables

par exemple. Vu leurs propriétés physico-chimiques, on pourrait en outre espérer que ces polymères puissent remplacer le PET pour les bouteilles de boisson, entre autres. Les associations industrielles concernées comptent sur une forte augmentation de l'importance des bioplastiques, bien que ces matériaux représentent actuellement moins de 0,1 % de l'ensemble des matières plastiques utilisées. La proportion de leur utilisation dépendra fortement à l'avenir de leur prix en relation avec celui du pétrole.

Recommandations

Pour étudier les nombreuses ressources potentielles qu'offrent les plantes dans les procédés industriels et la production d'énergie, il faut augmenter considérablement les investissements dans la recherche et le développement dans ce domaine. Pour la Grande-Bretagne, par exemple, la Royal Society recommande 50 à 100 millions £ d'investissements annuels supplémentaires pour contribuer à rendre la biologie végétale plus attrayante pour les étudiants et les jeunes chercheurs.



Les cultures doivent être profitables

La production de biocarburants de première génération continue de soulever la controverse. On craint que leur production ne conduise à des pénuries dans l'approvisionnement en produits alimentaires. Par ailleurs, on oublie les menaces de conflits probables autour de l'utilisation des ressources en eau.

La décision de cultiver des plantes en tant que matières premières, et d'en assurer l'entretien et la récolte, dépend d'une part des variétés disponibles et des contraintes agronomiques, mais d'autre part essentiellement du contexte économique. Qu'il s'agisse du coton, du blé ou d'une variété de tabac produisant une substance thérapeutique, la culture d'une plante déterminée doit être durable et profitable pour toutes les parties concernées, en particulier pour les paysans. Il faut que les recettes couvrent les dépenses pour les machines, les semences, les engrais et les produits phytosanitaires entre autres, ainsi que pour les salaires et les fermages.

Effets des instruments fiscaux dans les pays industrialisés et dans les pays en voie de développement

Presque tous les Etats industrialisés, dont la Suisse, soutiennent financièrement leurs paysans à coup de prescriptions légales et de mesures d'assistance, limitant la marge de manœuvre de ces derniers. En outre, les prescriptions nationales peuvent aussi avoir des répercussions négatives pour les paysans à l'étranger. Ainsi les instruments fiscaux tels que subventions, aides à l'exportation, soutien des prix et primes aux détenteurs d'animaux etc., aident à tel point l'agriculture des pays industrialisés que dans certaines régions d'Afrique, la culture n'est plus rentable pour le paysan et que par conséquent, on y importe des aliments en provenance du Nord. Cette situation s'oppose diamétralement aux efforts de l'aide au développement (souvent financée par les mêmes Etats). La coopération au développement s'efforce donc depuis longtemps de promouvoir l'agriculture dans les pays du Sud et de créer ainsi des possibilités de revenus sous la devise de «Hilfe zur Selbsthilfe» (aide pour le

développement autonome). Les aides à l'importation de la Suisse et d'autres pays du Nord pour des matières premières, telles que l'huile de jatropha, peuvent soutenir l'agriculture et améliorer le revenu de la paysannerie locale. Ce sont les nombreux facteurs économiques et politiques qui déterminent ensuite si cela profite plutôt aux paysans ou aux filières commerciales.

Si de nouvelles surfaces de production étaient mises en exploitation sur une grande échelle, cela ne serait pas sans conséquences pour la biodiversité. Il faudrait s'attendre à des pertes irréversibles. Les grandes surfaces de monoculture nuisent particulièrement à la biodiversité parce qu'elles subsistent longtemps, appauvrissent irréversiblement les sols et ne permettent pas la rotation des cultures. Comme le montre l'exemple du caoutchouc, l'imagination peut fournir des solutions: si l'on augmente la distance entre les troncs des hévéas, d'autres plantes peuvent se développer dans les espaces libres, des légumes par exemple. Ce type de cultures mixtes, ou des zones refuges reliées à des éléments naturels du paysage, devraient être plus répandues, mises en pratique et contrôlées.

La production agricole de matières premières doit être durable.

Des matières premières oui, mais pas aux dépens de l'alimentation

Ces prochaines décennies, le besoin en produits agricoles, y compris en matières premières industrielles, augmentera encore considérablement: la FAO (Organisation

internationale pour l'alimentation et l'agriculture), affirme que d'ici 2050, le besoin en denrées alimentaires dans le monde augmentera de 70 %: il faudra nourrir une population évaluée à neuf milliards. Cela ne sera possible que par l'intensification des cultures, l'amélioration durable des rendements à l'hectare et l'augmentation des surfaces consacrées à l'agriculture, ainsi que le confirme une étude publiée en 2009 par la British Royal Society.

Lorsque le prix du pétrole brut s'est envolé à plus de 140 USD le baril, au milieu de l'année 2008, les biocarburants, en tant que solution de remplacement, ont partout été au centre des discussions. Aussitôt des voix sceptiques se sont élevées, surtout contre le bioéthanol, qui doit être produit à partir du maïs et d'autres céréales servant essentiellement à l'alimentation humaine et animale. Effectivement, le prix du maïs a aussi beaucoup augmenté en 2008, ce qui a posé problème à beaucoup de personnes dans les pays moins riches. On estime que durant l'été 2008, en Amérique latine, la fabrication de bioéthanol a été responsable pour 20 à 30 % de l'augmentation du prix des produits à base de maïs. Les autres facteurs impliqués ont été des sécheresses et des inondations, ainsi que l'augmentation de la demande mondiale de fourrage pour animaux. Depuis, le prix du pétrole brut comme celui du maïs sont retombés.

Dans la brochure «Biocarburants – Opportunités et limites», l'Académie suisse des sciences techniques (SATW) a déjà formulé des recommandations sur ce thème. Elle a rejeté les biocarburants de la première génération, comme le bioéthanol, produits à partir de plantes cultivées telles que le blé et le maïs pour l'Europe occidentale. Par contre, la production d'agrocarburants à partir de déchets agricoles et sylvicoles, ou de plantes comme le Roseau de Chine pluriannuel (*Miscanthus sinensis*) ou le Panic érigé (*Panicum virgatum* ou switchgrass) n'entre pas en concurrence avec l'alimentation de l'homme et elle est donc à privilégier. Ces plantes sont peu exigeantes et se développent aussi sur des sols qui ne conviennent pas à la production de denrées alimentaires. Le

conflit entre ces deux types d'utilisation ne peut pas être atténué seulement par des mesures agricoles, mais il doit l'être aussi par des prescriptions fiscales.

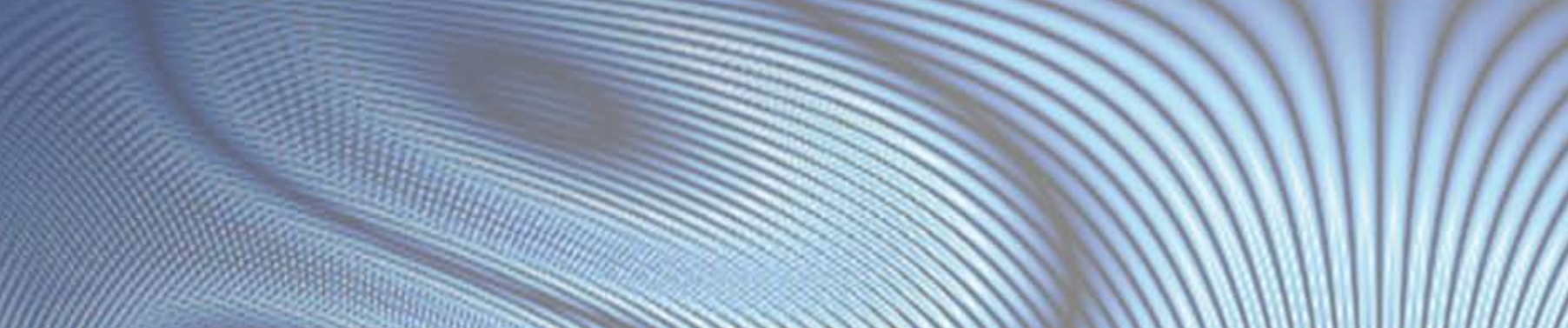
Position particulière du coton

Parmi les plantes qui ne sont pas cultivées pour l'alimentation, le coton occupe une place très particulière. Sa culture n'est généralement pas ressentie comme une concurrence à la production alimentaire. Il y a plusieurs raisons à cela. Pour survivre, l'homme a besoin de se nourrir, mais aussi de s'habiller. Les textiles en coton sont donc très bien acceptés par tous les groupes sociaux. Il ne faut pas non plus oublier que, dans de nombreux pays du Sud, le coton est la source essentielle de revenus agricoles et qu'il joue un rôle décisif dans la survie économique de ces régions.

Recommandations

Dans les pays en voie de développement, la recherche et le développement au profit de l'agriculture doivent être davantage soutenus par des organisations telles que le CGIAR (Consultative Group on International Agricultural Research). Répartis dans le monde entier, ses 15 instituts doivent en premier lieu déterminer et couvrir les besoins locaux, ainsi que former le personnel local pour les missions régionales de recherche et de conseil.

L'aide nationale au développement (comme la DDC) et les organisations non gouvernementales d'aide au développement doivent mettre davantage l'accent sur la formation et le savoir-faire technique des paysans dans les pays pauvres. Ainsi on favorisera une productivité durable et la sécurité alimentaire sera améliorée. La culture et l'exportation de matières premières agricoles par les pays en voie de développement ne doivent pas compromettre l'alimentation de la population locale.



Nouvelles technologies et politique

La plupart du temps, pour qu'une plante puisse fournir une matière première à usage technologique, il faut introduire dans la plante des gènes d'une tout autre espèce, voire de microorganismes. La culture et l'emploi de plantes transgéniques sont essentiels dans l'approvisionnement en matières premières. La perception des plantes transgéniques par le public crée pourtant une pression politique.

Les plantes génétiquement modifiées sont perçues très différemment en Europe et en Amérique du Nord. Notre relatif scepticisme fait face à une position plus pragmatique Outre-Atlantique. Les décisions relatives à leur culture et à leur utilisation doivent reposer sur des connaissances scientifiquement fondées. En Suisse, la loi sur le génie génétique régit le commerce des plantes génétiquement modifiées et les autorisations. Un moratoire frappe la culture commerciale jusqu'en novembre 2013. En effet, sur proposition du Conseil fédéral, le Parlement a voté en mars 2010 une prolongation de 3 ans inscrite dans la loi sur le génie génétique. L'avenir des plantes génétiquement modifiées est donc encore incertain en Suisse pour ce qui concerne leur culture. Il est toutefois probable que les obstacles au commerce ne puissent plus être maintenus longtemps dans ce secteur et que des plantes transgéniques soient aussi cultivées chez nous à grande échelle un jour ou l'autre. Dans le cadre du programme national de recherche PNR 59, on a constaté ces derniers temps une légère amélioration de l'acceptation par le public.

A l'instar de la Suisse, l'Europe est plutôt critique face à ces plantes, ce qui se répercute sur la législation et surtout sur son application, ainsi que le prouve l'exemple de la pomme de terre industrielle «Amflora» de la société BASF. Il y a plus de dix ans, BASF a sollicité une autorisation pour sa culture en Europe. L'industrie s'intéresse à cette pomme de terre à cause de la qualité de son amidon. Comme le gène de l'amylose a été pratiquement désactivé dans la variété Amflora, celle-ci ne contient presque que de l'amylopectine, tandis que les pommes de terre classiques renferment aussi de l'amylose, qui a moins de valeur pour l'industrie. Bien que l'Autorité européenne de sécurité des aliments (European Food Safety Agency, EFSA) ait conclu à plusieurs reprises

que «Amflora» ne présente pas plus de risques pour l'homme, les animaux et l'environnement que les autres pommes de terre, cette variété n'a été autorisée qu'en mars 2010. Depuis peu, on trouve sur le marché une pomme de terre qui a été améliorée par la méthode conventionnelle de mutagenèse et qui contient peu d'amylose. Vu qu'elle n'est pas génétiquement modifiée, elle n'a pas été soumise à la procédure complexe d'autorisation d'Amflora et elle est déjà produite par tonnes. En principe, il a été prouvé que la mutagenèse et le génie génétique ne présentent aucune différence au niveau des processus moléculaires. Des études approfondies ont aussi démontré que les plantes améliorées et sélectionnées conventionnellement offrent souvent plus d'altérations que les plantes génétiquement modifiées.

Aux Etats-Unis, les lois sur les plantes transgéniques reposent sur d'autres principes qu'en Europe: l'accent y est mis sur les propriétés particulières de la plante, et non sur la méthode qui a permis de l'obtenir. Dès 1989, la Société américaine d'écologie est arrivée à la conclusion que les caractéristiques du produit sont déterminantes. Du point de vue scientifique, ces critères américains font davantage sens; ceci explique pourquoi la procédure d'autorisation pour les essais en champ et la mise en culture est plus simple aux Etats-Unis, et pourquoi la culture des plantes transgéniques y est bien plus répandue qu'en Europe. Du fait de son coût et de sa complexité, la procédure d'autorisation européenne est réservée presque exclusivement aux grandes entreprises.

Dans les pays pauvres du Sud, en particulier en Afrique, les problèmes ne sont pas les mêmes que dans les pays industrialisés. La majeure partie de la population y travaille encore dans une agriculture d'autosuffisance et parallèlement un

changement de structure sociopolitique s'opère: des planteurs et de gros propriétaires fonciers, peu ancrés localement, reprennent des petites et moyennes exploitations agricoles. Des pays asiatiques et des investisseurs étrangers se sont déjà assurés, par fermage ou par achat, de grandes surfaces agricoles dans les régions les plus fertiles d'Afrique. Pour que les paysans locaux soient plus novateurs et compétitifs, ces pays doivent améliorer de façon ciblée les infrastructures locales telles que les écoles et services sanitaires, mais surtout offrir une formation spécialisée aux fermiers qui leur permette d'accéder au marché ou au système des petits crédits.

L'opinion publique face aux plantes transgéniques

En principe, la culture des plantes destinées à servir de matières premières pour les processus techniques est moins controversée que celle des plantes destinées à l'alimentation, pour autant que la sécurité alimentaire ne soit pas menacée. Que l'on pense au coton, dont la moitié de la production mondiale est issue de plantes génétiquement modifiées. Il n'existe toutefois pas de sondages d'opinion fiables à ce sujet.

L'évaluation des choix technologiques (TA, pour Technology Assessment) est un ensemble de méthodes d'analyse éprouvées et judicieuses qui détermine l'ampleur des risques éventuels. Il est important que les procédés TA ne tiennent pas seulement compte des aspects techniques et scientifiques, mais aussi des questions économiques et sociales, dans la perspective d'un développement durable. Toutefois aucune analyse des risques aussi minutieuse soit-elle ne peut répondre à toutes les questions actuelles et futures.

De toutes les analyses des risques effectuées selon les normes internationales, aucune n'a démontré d'effet négatif général des plantes transgéniques ni sur l'homme ni sur l'environnement.

La transparence des informations comme base de confiance

Il faut mener la communication de façon franche et transparente avec le grand public, d'une part au sujet des possibilités

et des limites de la biotechnologie verte dans l'obtention de matières premières et d'autre part au sujet des cultures conventionnelles et de l'agriculture biologique. Les informations doivent être présentées de sorte que même les profanes puissent comprendre les principes biologiques de base et évaluer les arguments des partisans et des opposants. La compréhension technique est l'un des éléments importants, voir même le plus important, pour établir la confiance; dans ce but, il est également essentiel que les experts soient indépendants et polyvalents, et qu'ils soient prêts à porter la discussion aussi dans les médias et les milieux politiques. Il est important que les jeunes apprennent à réfléchir dès leur scolarisation aux technologies et à leurs conséquences positives et négatives.

Recommandations

La SATW encourage une législation qui soutienne une recherche et un développement novateurs dans le domaine des plantes à usage technologique. L'accent doit être mis ici sur le développement durable. L'aide apportée à la recherche fondamentale en biologie végétale doit être nettement intensifiée. La recherche appliquée dans ce domaine doit être soutenue aussi bien dans les pays industrialisés que dans les pays du Sud.

Pour assurer une relève qualifiée de la recherche, il faut rendre le secteur de la biotechnologie verte plus attrayant aux yeux des étudiants et des jeunes chercheurs.

La recherche en laboratoire et sur le terrain doit s'accompagner d'une évaluation des conséquences de la technique qui tienne également compte des aspects éthiques et sociaux. Une communication transparente et documentée favorise la compréhension technique, et contribue à établir et à consolider la confiance entre les différents acteurs sociaux.



Amélioration végétale sûre et durable

Pour nourrir de plus en plus de monde et en outre produire des matières premières, il faut augmenter le rendement des plantes. Dans ce but, il faut, en plus des méthodes de culture meilleures, des nouvelles technologies d'amélioration végétale. Les tests de sécurité garantissent que les nouvelles variétés végétales ne présentent pas de risques imprévus pour l'homme, l'animal et l'environnement.

Nos ancêtres étaient de simples chasseurs cueilleurs. Ce n'est qu'avec la révolution néolithique, il y a quelque 10'000 ans, qu'a démarré la production agricole qui permit à des populations de plus en plus nombreuses de se nourrir. L'agriculture est toujours une intrusion dans la nature. Pourtant des mesures agricoles appropriées stabilisent le sol du point de vue physique et biologique, et favorisent l'utilisation de l'ensemble des ressources, de sorte que la production agricole et la nature trouvent un équilibre durable.

Test de sécurité et de performance pour les nouvelles variétés végétales

Les nouvelles variétés végétales nécessitent généralement un test de sécurité qui confirme qu'elles ne sont pas dangereuses à la consommation pour l'homme ou l'animal et qu'elles ne présentent aucune menace pour l'environnement. La nécessité ou non du test ne devrait pas dépendre de la méthode d'amélioration employée. Il serait difficile de fournir des arguments scientifiques qui démontrent pourquoi l'une ou l'autre des méthodes d'amélioration présenterait davantage de risques. Dans tous les

L'agriculture est toujours une intrusion dans la nature.

types d'amélioration, une réorganisation des gènes au niveau moléculaire a lieu, suite à des phénomènes de mutation et de recombinaison. Dans le cas de l'amélioration traditionnelle (croisements), de nombreux gènes propres aux deux variétés sont réorganisés. Dans le cas du génie génétique, seuls quelques gènes définis, le plus souvent d'une espèce différente, sont transférés. En réalité, la législation suisse ne prévoit un test complet

des dangers possibles pour l'environnement que dans le cas des OGM. S'il s'agit d'une amélioration conventionnelle, la nouvelle variété n'est soumise, dans le cadre du test des variétés et de l'octroi de l'autorisation, qu'à un examen empirique de ses propriétés essentiellement agronomiques.

Ce qui est arrivé à une nouvelle variété de pommes de terre montre que le test de sécurité serait aussi raisonnable dans le cas des cultures conventionnelles: en Allemagne, au moment où une variété de pommes de terre allait être mise sur le marché, des tests des semenciers ont fait apparaître que ses tubercules étaient toxiques. La solanine, un alcaloïde toxique, était accumulée dans les tubercules de cette variété en quantités supérieures à la normale. Le développement de cette nouvelle variété a bien sûr été arrêté.

Hybridation et retour à l'état sauvage

La possibilité d'une hybridation et d'un retour à l'état sauvage fait partie des problèmes écologiques communs à toutes les plantes cultivées. Pour les PMP, le problème est minime, puisque très peu de matériel végétal suffit à produire les quantités souhaitées du principe actif. Dans ce cas, la culture contrôlée en serre est idéale. Il est facile de contrôler l'air vicié, les eaux usées et les sols, de sorte que tout au plus quelques traces de PMP peuvent se

La plupart des plantes cultivées abandonnées à elles-mêmes n'ont aucun avantage sélectif par rapport aux plantes sauvages.

retrouver à l'extérieur, et qu'aucune dissémination significative ne peut se produire. A ce propos, il faut souligner que la plupart des plantes cultivées abandonnées à elles-mêmes ne présentent aucun avantage sélectif par rapport aux plantes sauvages.

Il en va autrement pour les plantes cultivées sur de grandes surfaces comme le maïs: pour limiter le risque d'hybridation avec des variétés des champs voisins, des distances

Pour favoriser la biodiversité, les surfaces de culture intensive doivent être compensées par d'autres, laissées proches de leur état naturel.

minimales entre les champs sont prescrites, de cas en cas, en fonction des propriétés biologiques de l'espèce végétale, la façon de se disperser du pollen par exemple. Les sélectionneurs ont

développé depuis de nombreuses décennies des méthodes qui garantissent la pureté des variétés à près de 99 %.

En maintenant la biodiversité qui lui est indispensable, on peut favoriser un développement durable si, à côté des surfaces de culture intensive, on laisse de larges étendues en friche, donc proches de leur état naturel. Plus ces friches sont grandes, plus la faune et la flore peuvent s'épanouir.

Recommandations

Les propriétés mesurables des nouvelles variétés végétales doivent être contrôlées. Il faut prouver que les nouvelles plantes présentent des propriétés utiles supplémentaires par rapport aux méthodes traditionnelles et qu'elles ne nuisent ni à l'homme ni aux animaux ni à l'environnement.

Glossaire

Amélioration conventionnelle (ou traditionnelle)

L'amélioration conventionnelle comprend différentes méthodes – la sélection et l'hybridation – améliorant les variétés végétales existantes. On peut augmenter le taux de mutations naturelles par des mesures techniques telles que l'irradiation.

Coton Bt

Variétés de coton génétiquement modifiées contenant des gènes de la bactérie du sol *Bacillus thuringiensis*. Ces gènes codent une protéine, la toxine Bt, qui protège le cotonnier contre son principal ennemi, le ver des capsules.

Biotechnologie verte

L'expression «biotechnologie verte» comprend toutes les applications du génie génétique dans le domaine de la culture des plantes.

Codage

Le patrimoine génétique ancré dans l'ADN des noyaux cellulaires détermine les propriétés des protéines.

PMP (plant-made pharmaceuticals)

Des gènes de protéines humaines sont intégrés dans des plantes pour que ces dernières produisent les protéines correspondantes (par exemple: des hormones ou des vaccins),

Pureté des variétés

La pureté des variétés garantit la conservation des propriétés recherchées d'une variété. Par exemple, le maïs doux servant à l'alimentation humaine ne doit pas s'hybrider avec le maïs de fourrage.

Transgénique

Une plante transgénique est une plante dans laquelle on a introduit un ou plusieurs gènes d'une autre espèce, des gènes de bactéries de bactéries, par exemple. Ceci se fait en laboratoire par les méthodes du génie génétique. Ces gènes codent des protéines, soit qui sont utiles à l'homme (exemple: les substances thérapeutiques), soit qui protègent les plantes des insectes phytophages (toxine Bt).

Pour en savoir plus

Ammann, K: divers articles sur la biotechnologie verte: www.efb-central.org/index.php/forums/viewforum/26/

Deutsche Akademien Acatech, Berlin-Brandenburgische und Leopoldina, 2009: Für eine neue Politik in der Grünen Gentechnik, 4 pages

Deutsche Forschungsgemeinschaft DFG, 2010: Grüne Gentechnik, Wiley-VCH, 102 pages

FAO World agriculture: towards 2030/2050, Interim report, Global Perspective Studies Unit, 2006, www.fao.org/ES/esd/AT2050web.pdf

Ganser, D. et Reinhardt, E.: Pénurie de pétrole et mobilité en Suisse, cahier SATW n° 40, 2008, www.satw.ch

Ronald, P.C. & R.W.Adamchak, 2008: Tomorrows' Table: Organic Farming, Genetics and the Future of Food, Oxford University Press. Env. 50.- CHF.

Royal Society, 2009: Reaping the benefits: science and the sustainable intensification of global agriculture, 70 pages

SATW: Biocarburants – Opportunités et limites, mai 2009, www.satw.ch

Résumé

Depuis des millénaires, l'homme cultive des plantes comme le blé, le maïs ou le riz pour se nourrir et nourrir ses animaux de rente. A côté de cela, de nombreuses plantes ont servi et servent encore de matières premières, telles que les fibres textiles, matériaux de construction, produits pour les industries pharmaceutique et chimique ou ressources énergétiques. Le jour où les réserves pétrolières facilement accessibles seront épuisées, les plantes reprendront de l'importance en tant que ressources industrielles. Il est probable que l'intérêt pour le bois, le lin, la paille, le rotin et d'autres produits végétaux comme matières premières renaîtra. Il faut que la recherche et le développement visent à optimiser les techniques de production et leur faisabilité, ainsi que l'utilisation des produits finis. La recherche doit aussi se concentrer sur le domaine récent des plantes transgéniques, qui peuvent dans certains cas fournir des produits spécifiques de qualité. Il faut penser «bioraffineries» au lieu de «raffineries de pétrole». Il est capital d'améliorer la perception dans le public de ces technologies et de tenir compte des conséquences sociales de leur introduction, sans perdre de vue la sécurité alimentaire mondiale non seulement dans les pays industrialisés mais aussi dans les pays du Sud.