

# Faciliter l'évaluation des dommages potentiels du génie génétique sur l'environnement

Olivier Sanvido, Jörg Romeis et Franz Bigler, Station de recherche Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, 8046 Zurich  
Renseignements: Olivier Sanvido, e-mail: olivier.sanvido@art.admin.ch, tél. +41 44 377 73 04



Les abeilles sont des pollinisateurs importants et assurent une prestation de l'écosystème essentielle à l'homme. Elles seront sans aucun doute définies comme une communauté de pollinisateurs à protéger. (Photo: ART)

## Introduction

Les répercussions des plantes cultivées génétiquement modifiées (GM) sur l'environnement sont encore l'objet de controverses aujourd'hui. La question de savoir si la culture de plantes GM est néfaste pour l'environnement alimente les débats, non par manque de données scientifiques pour y répondre, mais plutôt par manque de critères pour évaluer les impacts des plantes GM sur la biodiversité. Comme les critères d'évaluation exacts font

défaut, les processus de décision et de régulation ne sont souvent pas transparents et sont difficilement compréhensibles. Les bases légales réglant l'autorisation et l'utilisation des plantes GM en Suisse et dans l'Union européenne prescrivent qu'il incombe aux autorités chargées de l'autorisation de décider quels types d'impacts sont importants et présentent un risque pour l'environnement. Actuellement, on court le risque que de telles décisions paraissent avoir été prises arbitrairement, en l'absence de critères d'évaluation clairs.

## Matériel et méthodes

Le projet VERDI<sup>1</sup> réalisé dans le cadre du programme national de recherche PNR 59 «Utilité et risques de la dissémination des plantes génétiquement modifiées» a pour but de développer des recommandations pour les preneurs de décision et les autorités chargées des autorisations, afin de les aider à améliorer la régulation des plantes GM. Nous avons invité à cet effet les experts de l'industrie, de la recherche et des autorités chargées de l'autorisation des plantes GM de différents pays européens à participer à deux ateliers. Le premier nous a permis d'analyser les approches actuelles et les enjeux des processus de décision relatifs aux plantes GM. Dans le deuxième atelier, nous avons déterminé quels impacts des plantes GM sur la biodiversité devaient être considérés comme des dommages inacceptables. Cette évaluation était basée sur une comparaison éthique et écologique des impacts des plantes GM et de la pratique agricole courante. Les résultats des discussions nous ont servi à établir des recommandations aidant à déterminer les critères écologiques et éthiques pertinents pour évaluer les impacts des plantes GM sur la biodiversité. Le présent article n'aborde que les aspects écologiques.

### Définitions actuelles des dommages

Jusqu'à présent, il n'existe pas de définition univoque du concept de «dommage causé à l'environnement» (Sanvido *et al.* 2011) qui fasse l'unanimité. Cependant, toutes les définitions ont en commun les trois points suivants:

- (1) Le dommage touche une ressource naturelle ou une prestation d'un écosystème,
- (2) le dommage est mesurable et
- (3) le dommage se caractérise par un changement négatif.

Ces trois points communs conduisent à trois questions auxquelles il faut répondre pour pouvoir définir les dommages causés à l'environnement (fig. 1):

- (1) Que faut-il protéger?
- (2) Que faut-il mesurer?
- (3) Qu'est-ce qu'un changement négatif, inopportun?

Nous aborderons successivement chacune de ces trois questions en détail. Nous nous limiterons toutefois à l'analyse des impacts des plantes GM sur la biodiversité. >

**Résumé** Les débats alimentés par les possibles impacts des plantes cultivées génétiquement modifiées (GM) sur la biodiversité montrent qu'il n'existe actuellement aucun critère d'évaluation des dommages causés à l'environnement qui fasse l'unanimité. La polémique ne vient pas du fait qu'il y a trop peu de données, mais de l'absence de critères permettant d'évaluer les impacts des plantes GM sur la biodiversité. Comme les critères d'évaluation exacts font défaut, les processus de décision et de régulation ne sont souvent pas transparents et sont difficilement compréhensibles. Par conséquent, les décisions concernant les dangers environnementaux des plantes GM risquent davantage d'être prises arbitrairement. Le projet VERDI (Evaluation des effets environnementaux des plantes génétiquement modifiées – critères de décision éthiques et écologiques pour leur régulation) a pour but de développer des recommandations pour les preneurs de décision et les autorités chargées des autorisations, afin de les aider à améliorer la régulation des plantes GM. Les résultats montrent que la description précise des biens à protéger et l'établissement d'une base de comparaison sont deux points essentiels pour définir les dommages. Dans le cadre du projet, nous élaborons des propositions afin d'améliorer ces deux points.

<sup>1</sup> *Valuating environmental impacts of GM crops - ecological and ethical criteria for regulatory decision-making* (Evaluation des effets environnementaux des plantes génétiquement modifiées – critères de décision éthiques et écologiques pour leur régulation).

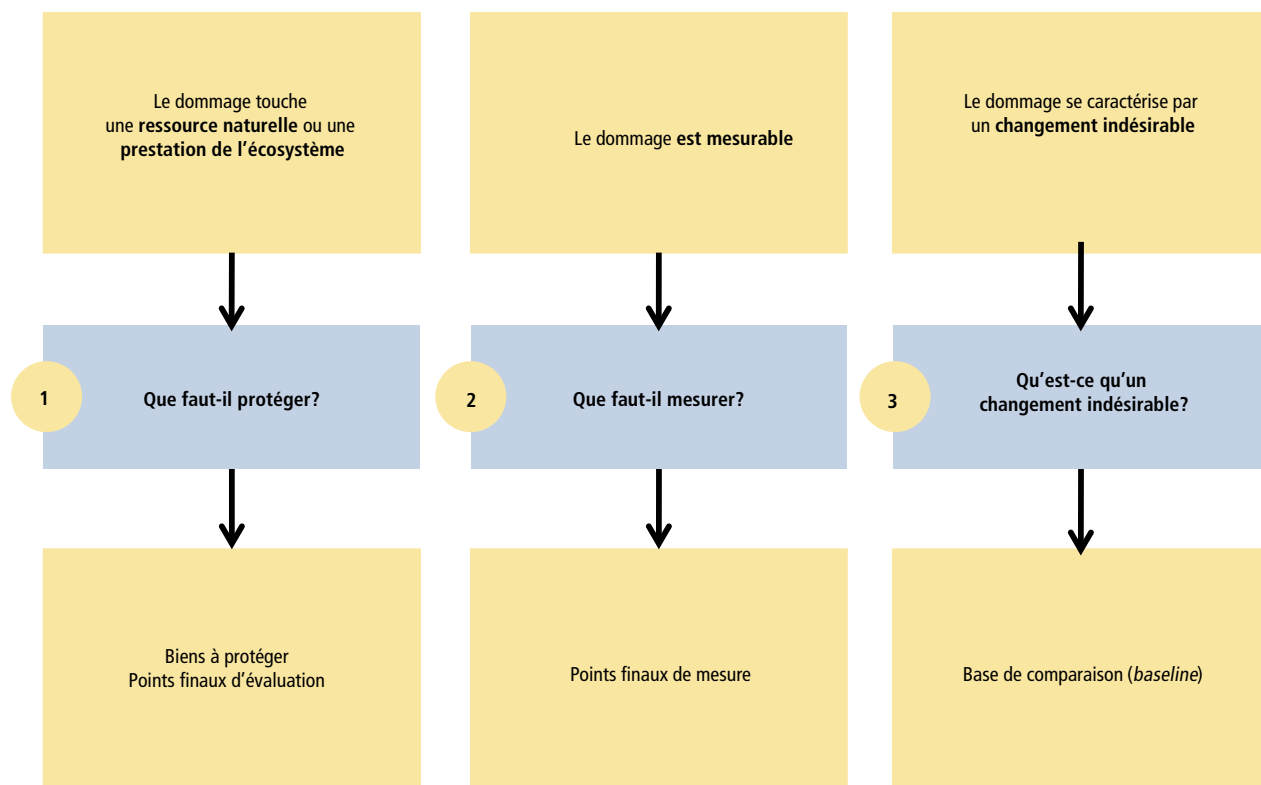


Figure 1 | Toutes les définitions des «dommages causés à l'environnement» ont trois points en commun qui conduisent à trois questions auxquelles il faut répondre pour pouvoir définir le concept.

## Résultats et discussion

### Que faut-il protéger?

Les biens à protéger prescrits par la loi servent de point de départ aux autorités chargées des autorisations des plantes GM pour la définition des dommages. Cependant la terminologie utilisée dans la loi pour décrire la «biodiversité» est trop vague pour pouvoir être employée et évaluée de manière scientifique. Pour résoudre ce problème, nous proposons une approche qui aidera à définir le concept de «biodiversité». Dans un premier temps, les biens à protéger sont définis de manière plus détaillée. A partir de là, les étapes suivantes consistent à définir des objectifs visés par leur protection qui soient scientifiquement mesurables et aptes à fournir une base à la prise de décision. Les biens à protéger ont été tirés des bases légales en vigueur. En Suisse, il s'agit de la Loi fédérale sur la protection de la nature et du paysage et de l'ordonnance correspondante (LPN, RS 451; OPN, RS 451.1). L'Ordonnance sur la protection de la nature et du paysage sert d'une part de base aux listes rouges, et répertorie d'autre part les milieux naturels dignes de

protection. Depuis peu, il existe également les «objectifs environnementaux pour l'agriculture» définis en commun par l'Office fédéral de l'environnement et l'Office fédéral de l'agriculture sur les bases légales existantes (OFEV/OFAG 2008). Ces objectifs définissent des espèces-cibles et des espèces caractéristiques, typiques des surfaces agricoles ou dépendantes de l'exploitation agricole. Les espèces-cibles sont des espèces locales ou régionales, en danger au niveau national, qui doivent être préservées et protégées et par rapport auxquelles la Suisse a une responsabilité particulière en Europe. Les espèces caractéristiques sont typiques d'une région et représentatives d'un habitat particulier. Elles font office d'indicateurs de la qualité de l'espace vital qu'elles occupent.

### Protection des prestations des écosystèmes

Outre la protection des espèces et des espaces vitaux, le concept de «prestations des écosystèmes» a gagné en importance ces dernières années en relation avec la protection de la biodiversité (Millenium Ecosystem Assessment 2005). Les prestations des écosystèmes regroupent toutes les prestations qu'ils fournissent à la communauté,

par exemple la pollinisation des fleurs ou la lutte biologique contre les ravageurs. Ces prestations sont essentielles pour la vie sur notre planète, car il n'existe pas d'alternatives techniques, ou s'il en existe, elles ne sont que partielles. Nous indiquons quelques prestations des écosystèmes qui doivent être particulièrement protégées du point de vue agricole: pollinisation, lutte biologique contre les ravageurs, décomposition de la matière organique, flux de matières (N, P), structure du sol, régulation et purification des eaux. C'est aux autorités chargées de l'autorisation des plantes GM de déterminer quelles fonctions des écosystèmes doivent être protégées. Les autorités qui s'occupent de l'autorisation des plantes GM doivent fixer de manière générale et sur la base des directives légales quels sont les biens à protéger. Idéalement, il faudrait qu'une telle définition fasse l'objet d'une procédure transparente et qu'elle inclue tous les acteurs impliqués (c.-à-d. les régulateurs, les demandeurs et les experts scientifiques). A l'aide de l'approche proposée ici, les autorités peuvent déterminer les biens à protéger en appliquant un processus systématique, permettant de mesurer les dommages éventuels.

Les listes de biens environnementaux à protéger fournissent un point de départ pour déterminer ce qu'il faut protéger. Les biens qui y sont répertoriés ont cependant l'inconvénient d'être en général difficiles à évaluer, car ils ne peuvent pas être mesurés clairement à un niveau scientifique (Marti *et al.* 2000). C'est pourquoi une deuxième étape devrait permettre de spécifier ce qu'on appelle les points finaux d'évaluation à l'aide de critères précis. Un point final d'évaluation (anglais: *assessment endpoint*) est défini comme une entité écologique clairement spécifiée, qu'il convient de protéger conformément aux bases légales (Suter 2000). Il est important de noter qu'un point final d'évaluation n'est pas un indicateur, c'est-à-dire qu'il n'a pas de valeur indicative et ne fournit pas d'informations sur telle ou telle condition environnementale.

### Points finaux d'évaluation

Avant de définir les points finaux d'évaluation, il s'agit d'abord de préciser les entités écologiques à protéger sur la base des biens à protéger fixés au préalable. Dans le contexte de la culture de plantes GM, les groupes d'espèces à protéger sont surtout les mammifères, les oiseaux, les amphibiens, les insectes et les plantes. Pour la protection des prestations des écosystèmes, il faut également déterminer une entité écologique caractéristique de chaque prestation. Pour la pollinisation, ce sont par exemple les insectes pollinisateurs, tandis que pour la décomposition de la matière organique, ce sont les organismes vivant dans le sol.

La description des points finaux d'évaluation se caractérise également par la définition précise de cinq facteurs mesurables, qui permettent une vérification scientifique du statut de protection des entités écologiques définies:

- (1) **Propriété ou entité à protéger:** la protection de la biodiversité consiste en général à préserver la densité de population d'une espèce protégée, tandis que la protection des prestations des écosystèmes consiste à maintenir leur fonction écologique.
- (2) **Éléments à protéger:** il s'agit de décider si la protection concerne l'individu, la population ou la communauté d'organismes. Il peut par exemple être important de protéger de gros mammifères comme les chevreuils en tant qu'individus tandis que d'autres espèces doivent être protégées à l'échelle de la population (LGG, RS 814.91).
- (3) **Définition des espaces dans lesquels les unités écologiques doivent être protégées:** la protection peut porter sur la parcelle où sont cultivées les plantes GM, ou sur d'autres surfaces agricoles, mais aussi sur des surfaces non agricoles. Les surfaces agricoles comptent en général peu de plantes-hôtes servant de base alimentaire aux larves de papillons diurnes. Pour ces derniers, la protection pourrait donc être explicitement limitée aux surfaces non-agricoles.
- (4) **Unité temporelle à protéger:** il faut déterminer combien de temps les unités écologiques définies doivent être protégées. Bien que la loi sur le génie génétique exige par exemple un maintien durable de la diversité biologique et de la fertilité du sol, la durabilité n'est pas une unité temporelle scientifiquement mesurable. Nous proposons donc de limiter la protection à une unité temporelle clairement définie comme la saison culturale actuelle ou la suivante. Si cette période s'avérait trop courte, la protection pourrait être étendue à dix ans, ce qui correspond à la durée d'autorisation d'une plante GM aujourd'hui (ODAIGM, RS 817.022.51).
- (5) **Définir l'effet néfaste:** pour la protection de la biodiversité, une baisse «significative» de la densité de population est généralement considérée comme un dommage, tandis que pour la protection des prestations des écosystèmes, le dommage vient d'une perturbation «significative» de la fonction écologique. C'est aux autorités chargées des autorisations de définir ce qu'on entend par baisse «significative» de la densité de population ou perturbation de la fonction écologique des écosystèmes.

### Que doit-on mesurer?

Après la définition des points finaux d'évaluation, la prochaine étape consiste à établir les points finaux de

mesure. Les points finaux de mesure (*measurement endpoints*) sont des critères biologiques mesurables qui peuvent être mis en rapport avec un point final d'évaluation déterminé (Suter 2000). Ils permettent de décider s'il y a eu ou non un impact sur les entités écologiques à protéger, préalablement définies. Comme il est impossible de déterminer l'état de tel ou tel bien à protéger (p. ex. la diversité des espèces de papillons diurnes) dans son ensemble, il faut dans un premier temps définir des indicateurs appropriés. Dans ce but, on choisit en général des espèces particulièrement représentatives d'un groupe d'espèces donné (Reid *et al.* 1993). Il faut ensuite déterminer des paramètres qui permettent d'appréhender les changements inopportuns de l'indicateur choisi.

Ces paramètres peuvent varier suivant l'environnement de test. Les paramètres utilisés pour les analyses en laboratoires couvrent généralement les impacts létaux (p. ex. mort) ou sub-létaux (p. ex. perte ou baisse de la capacité reproductive), tandis que les paramètres comme la densité de population ou la diversité sont caractéristiques des études de terrain (Duelli 1997; Romeis *et al.* 2011).

#### Qu'est-ce qu'un changement inopportun?

La base de comparaison indique quels changements sont inopportuns et par conséquent, représentent un dommage. Comme la base de comparaison n'est souvent pas claire, il est nécessaire de la caractériser plus précisément. D'un point de vue légal, l'évaluation des dommages causés par les plantes GM ne devrait théoriquement prendre en compte que ce qui est déjà considéré actuellement comme dommage en rapport avec d'autres technologies. De notre point de vue, il ne serait pas cohérent que la culture de plantes GM soit soumise à des exigences de protection plus strictes que les autres technologies de l'agriculture conventionnelle.

Dans le cas des plantes GM commercialisées aujourd'hui, le problème se pose néanmoins. En effet, contrairement aux pesticides par exemple, leur application est réglée de manière différente dans la loi. C'est souvent l'argument qu'utilisent les autorités chargées des autorisations pour expliquer qu'il est impossible de comparer directement les systèmes de culture GM avec la pratique culturale courante. Pourtant, une telle comparaison devrait être possible. L'effet intentionnel d'un produit phytosanitaire sur des ravageurs donnés est l'objectif de l'application. Comme tel, il est expressément exclu de ce que l'on considère comme dommage, même si la régulation restrictive de l'organisme ravageur a des répercussions sur les auxiliaires qui dépendent spécifiquement de lui. En revanche, les répercussions non intentionnelles sur des organismes non-cibles

sont considérées comme inopportunes lorsqu'elles dépassent une certaine mesure et ne sont pas réversibles (Candolfi *et al.* 2000; European Commission 2002). On ne comprend pas pourquoi ce principe ne sert pas lui aussi de base à l'évaluation des impacts environnementaux causés par les plantes GM. L'application d'un seul et même principe permettrait de pouvoir comparer les deux procédés.

## Conclusions

Les réflexions présentées ici peuvent contribuer à mieux comprendre le concept de dommage et à trouver des critères d'évaluation qui fassent l'unanimité. Elles peuvent également aider à mieux comprendre et à rendre plus transparentes les décisions des autorités sur les risques environnementaux occasionnés par des plantes cultivées génétiquement modifiées, afin d'éviter de donner l'impression que ces décisions aient été prises de manière arbitraire. Cela permettrait d'assurer que toutes les technologies qui représentent un risque potentiel pour l'environnement soient évaluées selon les mêmes critères légaux. ■

**Riassunto****Modalità di valutare i potenziali danni ambientali dell'ingegneria genetica**

Il dibattito sui possibili effetti delle colture geneticamente modificate (OGM) sulla biodiversità mostra che finora non è stato raggiunto un consenso su criteri di valutazione dei danni ambientali generalmente accettati. Se il dibattito è ancora in corso, non è a causa di una carenza di dati, bensì dell'assenza di criteri per la valutazione delle conseguenze delle piante OGM sulla biodiversità. Mancando precisi criteri di valutazione, i processi regolatori e decisionali spesso non sono trasparenti e nemmeno facilmente comprensibili. Ciò accresce il pericolo che le decisioni in materia di rischi ambientali correlati alle piante OGM vengano prese in maniera arbitraria. Il progetto VERDI (Valutazione degli effetti ambientali delle piante geneticamente modificate – criteri decisionali ecologici ed etici per la loro regolamentazione) è finalizzato a mettere a punto raccomandazioni per gli organi decisori e le autorità preposte all'omologazione, attraverso le quali è possibile migliorare la regolamentazione delle piante OGM. Dai risultati emerge che la chiara descrizione dei beni da proteggere e la determinazione della base di confronto costituiscono due punti essenziali quando si tratta di definire danni. Nel quadro del progetto si elaborano proposte per perfezionare questi due aspetti.

**Summary****Facilitating the evaluation of possible environmental harm from genetic engineering**

The debate on the possible impact of genetically modified (GM) crops on biodiversity shows that so far there is no consensus on generally accepted assessment criteria for environmental harm. This debate stems primarily not from a shortage of data, but rather from the absence of criteria for assessing the effects of GM plants on biodiversity. Since there are no exact assessment criteria, regulatory decision-making processes are often not transparent and can be difficult to understand. This increases the danger that decisions on environmental risks from GM plants may appear arbitrary. The aim of the VERDI Project (Valuating environmental effects of genetically modified crops – ecological and ethical criteria for regulatory decision-making) is to develop recommendations for decision makers and licensing authorities, thus helping to improve the regulation of GM plants. The results show that both the unambiguous description of protection goals and the establishment of a basis of comparison are two essential criteria when defining harm. In the project we are working on suggestions for improving these two criteria.

**Key words:** environmental harm, regulatory decision-making, biodiversity, protection goals, genetically modified crops.

**Bibliographie**

- Candolfi M., Bigler F., Campbell P., Heimbach U., Schmuck R., Angeli G., Bakker F., Brown K., Carli G., Dinter A., Forti D., Forster R., Gathmann A., Hassan S., Mead-Briggs M., Melandri M., Neumann P., Pasqualini E., Powell W., Reboulet J. N., Romijn K., Sechser B., Thieme T., Ufer A., Vergnet C. & Vogt H., 2000. Principles for regulatory testing and interpretation of semi-field and field studies with non-target arthropods. *Anzeiger für Schädlingskunde - Journal of Pest Science* **73** (6), 141–147.
- Duelli P., 1997. Biodiversity evaluation in agricultural landscapes: an approach at two different scales. *Agriculture, Ecosystems and Environment* **62**, 81–91.
- European Commission, 2002. Guidance document on terrestrial ecotoxicology under Council Directive 91/414/EEC, Directorate E - Food Safety: plant health, animal health and welfare, international questions, Brussels. 39 p.
- Marti F., Maurer R. & Stapfer A., 2000. Erfolgskontrollen von Naturschutzmassnahmen. In: Erfolgskontrolle von Umweltmassnahmen – Perspektiven für ein integratives Umweltmanagement (Ed. R.W. Scholz), Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York. 65–91.
- Millennium Ecosystem Assessment, 2005. Ecosystems and human well-being: Synthesis. Island Press, Washington DC. 137 p.
- OFEV/OFAG, 2008. Umweltziele Landwirtschaft – hergeleitet aus bestehenden rechtlichen Grundlagen, Umwelt-Wissen **0820**, 221 p.
- Reid W. V., Mc Neely J. A., Tunstall D. B., Bryant D. A. & Winograd M., 1993. Biodiversity indicators for policy-makers. World Resources Institute, New York. 42 p.
- Romeis J., Hellmich R.L., Candolfi M.P., Carstens K.D.S., Gatehouse A. M. R., Herman R. A., Huesing J. E., McLean M.A., Raybould A., Shelton A. M. & Waggoner A., 2011. Recommendations for the design of laboratory studies on non-target arthropods for risk assessment of genetically engineered plants. *Transgenic Research* **20**, 1–22.
- Sanvido O., Romeis J. & Bigler F., 2011. Environmental change challenges decision-making during post-market environmental monitoring of transgenic crops. *Transgenic Research*, DOI 10.1007/s11248–011–9524–8.
- Suter G.W., 2000. Generic assessment endpoints are needed for ecological risk assessment. *Risk Analysis* **20** (2), 173–178.