
Utilité et risques de la dissémination des plantes génétiquement modifiées

Programme national de recherche PNR 59

Rapport intermédiaire à l'intention
du Conseil fédéral

Berne, le 16 novembre 2009



FONDS NATIONAL SUISSE
DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Déclarations principales

Tous les projets du PNR 59 ont bien débuté et certains sont déjà clos. De premiers résultats finaux et intermédiaires sont disponibles. On peut en déduire les déclarations principales suivantes.

<p>Jugement / évaluation par le public et les intervenants</p>	<ul style="list-style-type: none"> - La majorité de la population suisse juge de manière négative la biotechnologie verte. Cependant, cette attitude négative a tendance à s'affaiblir depuis 2000. Environ un quart des consommateurs achèterait des aliments GM et une grande majorité est favorable à la liberté de choix entre des produits GM et conventionnels. - La majorité des intervenants s'intéressant à la biotechnologie verte sont d'avis que l'introduction de PGM en Suisse est moins une question scientifique que politique. - Les connaissances de la population sur la biotechnologie verte sont médiocres. Elles n'ont cependant que peu d'influence sur l'attitude pour ou contre cette technologie. La confiance en les personnes qui produisent, emploient, contrôlent ou règlent les PGM semble plus importante. - Les agriculteurs ont une attitude attentiste et sceptique envers la biotechnologie verte. Environ un tiers envisagerait de cultiver des PGM. Pour ces personnes, il semble très important de savoir si les entreprises agricoles voisines en cultiveraient également.
<p>Questions légales</p>	<p>Les bases légales en place aujourd'hui ne suffisent probablement pas, à l'avenir, à régler efficacement une coexistence de méthodes de production agricoles avec et sans PGM. Cette situation ne nécessite toutefois pas de nouvelles lois, mais une révision de la loi sur le génie génétique.</p>
<p>Evaluation des risques</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Les essais de dissémination de blé génétiquement modifié démontrent que de tels essais en champ sont nécessaires, car les PGM se comportent parfois différemment en serre qu'à l'extérieur en plein champ. - Les projets de recherche actuellement en cours n'ont pas identifié de nouveaux risques écologiques ou des risques spécifiques à la Suisse, provoqués par les PGM (effets négatifs sur les organismes non cibles, perturbations de la fertilité du sol, transfert de gènes). - Des méthodes développées dans le cadre du PNR 59 mettent à disposition de nouveaux instruments, surtout pour la recherche sur les risques écologiques. - Des applications innovatrices développées au sein du PNR 59 dans le domaine de la biotechnologie végétale présentent des avantages certains par rapport aux applications de la première génération.

Mesures à prendre en matière de politique de la recherche	<ul style="list-style-type: none">- Les compétences professionnelles dans le domaine de la biotechnologie végétale sont nécessaires, aussi à l'avenir, et ceci indépendamment de la question si l'agriculture suisse fera usage ou non de PGM. Car ce savoir est indispensable à la recherche continue sur les risques et à l'observation d'éventuels risques écologiques causés par les PGM.- Une infrastructure pour les essais de dissémination sûre, économique et utilisable à long terme doit être mise en place, afin de sauvegarder les compétences professionnelles et permettre une recherche innovatrice dans le domaine de la biotechnologie végétale.
--	---

Contenu

1.	Introduction	5
1.1	Objectifs du PNR 59	5
1.2	Structure du programme	5
1.3	Déroulement du programme	6
1.4	Mandat rapport intermédiaire	7
1.5	Contenu du rapport intermédiaire	7
2.	Coexistence	8
2.1	Agriculture, économie	8
2.2	Cadre juridique	8
2.2.1	Situation européenne	8
2.2.2	Orientation vers les normes de l'UE sur la coexistence	9
2.2.3	Aucune infraction au droit commercial mondial	9
2.2.4	Coexistence dans le contexte du droit suisse	10
3.	Formation d'opinion, comportement des consommateurs, acceptation	10
3.1	Formation d'opinion	10
3.2	Comportement des consommateurs	11
3.3	Acceptation	12
4.	Etudes faites dans le cadre des essais aux champs	13
4.1	Nécessité	13
4.2	Conditions générales	14
4.2.1	Communication	14
4.2.2	Procédure légale	14
4.2.3	Coûts	15
4.2.4	Bilan	15
5.	Risques à l'environnement	16
6.	Méthodes scientifiques nouvelles	16
7.	Innovation au sein du PNR 59	18
8.	Perspectives	19

1. Introduction

1.1 Objectifs du PNR 59

La modification génétique des plantes offre des possibilités qui vont bien au-delà de la sélection traditionnelle. Pour cette raison, de telles plantes ont déjà été commercialisées dans de nombreux pays. Mais les plantes génétiquement modifiées (PGM) sont aussi controversées – particulièrement en Suisse. De ce fait, les votants ont donné en 2005 leur consentement à un moratoire sur la culture commerciale de plantes génétiquement modifiées. Ce moratoire est encore en vigueur jusqu'en 2010.

D'ici là, la recherche devrait fournir encore plus de connaissances sur l'utilité et les risques des PGM. Même si le savoir à disposition aujourd'hui est considérable, de nombreux aspects restent à être clarifiés: par exemple la question particulièrement pertinente à la Suisse, avec son agriculture limitée à une petite surface, de la coexistence de la culture de plantes avec et sans génie génétique. Il n'est pas non plus clair à quel point une agriculture avec des plantes génétiquement modifiées serait, dans notre pays, économiquement plus rentable, plus écologique ou socialement acceptable, et dans quelle mesure les consommateurs en profiteraient.

C'est pour répondre à ces questions que le Conseil fédéral a chargé le Fonds national suisse de réaliser le Programme national de recherche PNR 59 «Utilité et risques de la dissémination des plantes génétiquement modifiées». Dans le cadre du PNR 59, l'utilité et les risques des plantes génétiquement modifiées sont examinés quant aux conditions écologiques, sociales, économiques, légales et politiques en Suisse.

Comme dans tous les Programmes nationaux de recherche, des projets de recherche poursuivant un but identique sont exécutés dans diverses disciplines et institutions. Ces projets ne peuvent être catégorisés ni exclusivement dans la recherche de base, ni dans la recherche administrative, ni dans celle proche de l'industrie. De plus, il s'agit de projets dont on peut attendre des résultats exploitables dans la pratique en quatre ans.

1.2 Structure du programme

Le PNR 59 se compose de 29 projets de recherche. Neuf de ces projets se sont associés en consortium, réalisant des essais de dissémination avec du blé génétiquement modifié dans deux sites différents.

Les travaux du PNR 59 sont organisés en quatre thèmes principaux:

- Module I** traite des aspects biologiques et écologiques. D'une part sont examinées les influences de l'environnement sur le fonctionnement et les performances des plantes transgéniques, d'autre part sont étudiées les influences des plantes transgéniques sur les écosystèmes. De plus, les possibilités d'utiliser des PGM comme vecteurs de production dans le domaine non alimentaire sont examinées.
- Module II** traite des questions sociales, économiques, éthiques, pédagogiques, légales et politiques qui se posent en rapport avec les PGM en Suisse.

- Module III** traite des problèmes liés à l'évaluation des risques, la gestion des risques et les procédures décisionnelles dans le domaine de la dissémination de PGM.
- Module IV** comprend trois études de synthèse qui réunissent et évaluent les résultats scientifiques publiés en dehors de la Suisse (Europe) et pertinents aux questions centrales du PNR 59.
- Medical issues related to GM plants of relevance for Switzerland
 - Biological issues on GM plants of relevance to Swiss environments
 - Social sciences, agricultural economics, and costs and benefits of coexistence

Pour le choix des projets, les critères suivants ont été décisifs: les qualités scientifiques d'une part, et le caractère novateur de la recherche d'autre part. Pour cette raison, le PNR 59 ne comprend pas de projets qui ont déjà été réalisés à l'étranger. Dans le domaine médecine et santé, aucun des projets soumis n'a répondu aux critères de qualité de l'évaluation. Comme décrit dans le plan d'exécution, ni le cadre financier, ni le cadre temporel d'un PNR ne permettent la réalisation de projets se consacrant aux effets à long terme sur la santé humaine et animale. Les résultats se trouvant dans la littérature internationale seront toutefois inclus dans la synthèse de clôture du programme.

1.3 Déroulement du programme

Les 29 projets de recherche des modules I à III (voir annexe 1) ont débuté au cours de la deuxième moitié de 2007. Les projets durent entre 26 et 48 mois (voir annexe 2). Les premiers rapports scientifiques intermédiaires ont été soumis et évalués au printemps 2009. Au moment de la rédaction de ce rapport intermédiaire, deux projets avaient été clos. Les rapports scientifiques finaux ne sont pas encore disponibles.

19 des 29 projets soumettront un deuxième rapport scientifique intermédiaire mi-février 2010. Ces rapports seront à nouveau évalués par le Comité de direction. Les projets de recherche se termineront en 2011 et les rapports finaux sont attendus en automne 2011 (voir illustration 1).

Les trois études de synthèse exécutées dans le cadre du module IV sont en cours depuis environ 10 mois. L'adaptation des résultats à la situation en Suisse n'est pas encore terminée. Les travaux de ce module forment un processus continu qui durera jusqu'à la fin du PNR. Leurs résultats feront partie intégrale de la synthèse de clôture du programme (voir chapitre 8).

Les deux essais de dissémination du Consortium blé à Pully et Reckenholz se poursuivront en 2010 (la troisième saison à Reckenholz; la deuxième à Pully).

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
29 projets de recherche des modules I, II et III						
Trois études de synthèse et de revue, module IV						
Rapport intermédiaire à l'intention du Conseil fédéral						
Synthèse détaillée du programme						

Illustration 1: Déroulement du PNR 59 (pour le déroulement de chaque projet, voir annexe 2)

1.4 Mandat rapport intermédiaire

Lors du lancement du PNR 59 par le Conseil fédéral, le Fonds national suisse fut chargé de mettre à disposition jusqu'à fin 2009 et sous forme appropriée, les résultats particulièrement pertinents à l'élaboration de la politique (arrêté fédéral du 2 décembre 2005). Le rapport doit servir de base de décision au Conseil fédéral et au parlement pour répondre à la question si le moratoire sur l'utilisation d'organismes génétiquement modifiés dans l'agriculture doit être prolongé ou non. Entre temps, le Conseil fédéral a déjà publié le message correspondant, à l'intention de la discussion parlementaire.

1.5 Contenu du rapport intermédiaire

Ce rapport illustre l'état des travaux du PNR 59 en été 2009. Les résultats des projets ne sont présentés que lorsque leur valeur scientifique est considérée sûre. Dans certains cas, il a dû être renoncé à une présentation détaillée des résultats de la recherche, car cela pourrait être considéré une publication prématurée, ce qui rendrait impossible la publication ultérieure dans un journal scientifique (évaluée par des pairs).

De ce fait, le présent rapport intermédiaire doit inévitablement laisser en suspens certaines questions, auxquelles il ne pourra pas répondre avant la synthèse globale prévu pour la clôture du PNR 59. Ce rapport intermédiaire ne peut donc pas anticiper sur les résultats finaux et la synthèse finale du PNR 59 attendus en 2012.

Le rapport intermédiaire a été rédigé par le Comité de direction du PNR 59 (voir annexe 3) et adopté à l'unanimité. Il a également été approuvé par le Conseil national de la recherche le 13 octobre, et par la présidence de celui-ci le 14 octobre 2009.

2. Coexistence

2.1 Agriculture, économie

Dans le cadre du PNR 59, deux projets (projets 15 et 27, voir annexe 1) examinent les répercussions d'ordre agro-économiques et relatives à la gestion d'entreprise de la culture de plantes génétiquement modifiées. Des résultats définitifs ne sont pas encore disponibles pour ces deux projets.

Un autre projet (projet 26) développe un modèle permettant le calcul de contamination de semences génétiquement modifiées avec des semences conventionnelles ou biologiques. Les résultats provisoires indiquent que le modèle est capable d'estimer les mélanges de ce type (voir chapitre 6), mais des résultats concrets ne sont pas encore disponibles.

2.2 Cadre juridique

L'existence côte à côte de méthodes de production agricole conventionnelles et de celles se servant de la technologie génétique est appelée «coexistence». La loi sur le génie génétique (LGG) prescrit que lors de l'utilisation d'OGM, la production sans génie génétique doit être protégée et que le libre choix doit être accordé aux consommateurs.

Un mélange des deux formes de production ou de leurs produits peut résulter de croisements, de repousses ou de machines et d'infrastructures utilisées en commun. Afin de garantir la coexistence, les caractéristiques spécifiques à chaque plante doivent être respectées lors de la culture. Lors du stockage, respectivement lors de la transformation avant et après la production en champ, le flux du matériel génétiquement modifié et celui du matériel conventionnel doivent être strictement séparés. Ceci nécessite des mesures agricoles et logistiques, ainsi que des mesures en matière de technique de production, mais aussi le cadre juridique approprié. Un projet de recherche juridique (projet 24), déjà clos, mais dont le rapport final n'a pas encore été publié, examine à quel point la Constitution suisse et la loi sur le génie génétique suffisent à régler la coexistence. Il doit aussi être tenu compte de la situation internationale.

2.2.1 Situation européenne

L'UE ne connaît pas de directives contractuelles généralisées pour la coexistence, bien que les états membres soient appelés à prendre de telles mesures (Art. 26a de la directive 2001/18/CE, recommandation 2003/556/CE). La recommandation 2003/556/CE pour l'élaboration de stratégies de coexistence nationales tient expressément compte du fait qu'il existe dans les états membres des structures d'entreprise et des procédés de cultures très divers, dus aux conditions économiques et naturelles différentes. Une régulation unitaire de la coexistence pour toute l'UE n'est de ce fait pas sensée; ceci d'autant plus que les mesures de coexistence peuvent varier fortement dans leur efficacité et leur influence sur les prix, selon la région de culture et la situation de production. Basé sur ce cadre juridique, beaucoup d'états membres de l'UE ont introduit une régulation de la coexistence. Cependant,

les règlements spécifiques à chaque pays varient fortement. Certains états de l'UE ne disposent toutefois pas encore d'une régulation de la coexistence ou alors d'une régulation très faible. Pourtant, l'objectif à long terme est d'harmoniser autant que possible la régulation de la coexistence dans les divers états. Dans ce but, l'UE a publié une liste de principes généraux et d'indications pour l'élaboration de stratégies et de procédures appropriées pour chaque pays. Toutefois, des limites sont aujourd'hui déjà imposées aux mesures de coexistence nationales. Un état membre ne peut par exemple ni interdire, ni restreindre ou obstruer de toute autre manière des organismes génétiquement modifiés autorisés (Art. 22 de la directive 2001/18/CE).

2.2.2 Orientation vers les normes de l'UE sur la coexistence

Lors du développement d'une régulation suisse de la coexistence, il doit être tenu compte du milieu européen. Lorsque des aspects pertinents au commerce extérieur sont en jeu – en particulier concernant les valeurs seuils pour les contaminations de parts de GM dans des produits conventionnels – un consensus avec les prescriptions de l'UE est souhaitable. Une collaboration étroite et une coordination avec les commissions de l'UE dans le domaine de la coexistence, particulièrement le COEX-NET (Groupe en réseau pour la coordination et l'échange d'informations concernant la coexistence) est recommandée. Pour mieux tenir compte des aspects particuliers de la coexistence par rapport aux états voisins, une coordination intensifiée est recommandée entre la Suisse et l'Allemagne, l'Autriche, le Liechtenstein, la France et l'Italie.

2.2.3 Aucune infraction au droit commercial mondial

Pour les mesures suisses concernant la coexistence, les obligations et les états de fait exceptionnels de l'accord général sur les tarifs douaniers et le commerce (GATT), de l'accord sur l'application des mesures sanitaires et phytosanitaires (SPS) et de l'accord sur les obstacles techniques au commerce (TBT) sont également significatifs. Les règlements nationaux ne doivent pas conduire à des restrictions dans le commerce, dans la mesure où ils ne sont pas justifiés scientifiquement. Des infractions aux obligations au GATT ne seraient tolérables que lorsqu'il a pu être démontré qu'elles ne servent non pas à une limitation du commerce, mais à la protection de la santé ou de l'environnement. Et même sous ces conditions, ces mesures doivent être adaptées au but poursuivi. Lorsque les mesures de coexistence aspirent à la sauvegarde de la diversité biologique et à l'utilisation durable, il est également indispensable de tenir compte de l'accord SPS. Des mesures sanitaires et phytosanitaires ne sont à prendre que lorsqu'elles sont basées sur des résultats scientifiques et une évaluation de risques, et lorsqu'elles satisfont les normes, directives et recommandations internationales. Il s'avère toutefois que les obligations internationales sont si ouvertes à libre interprétation et parfois indéterminées, que cela offre une marge de manœuvre considérable aux autorités législatives suisses.

2.2.4 Coexistence dans le contexte du droit suisse

En principe, la Constitution suisse permet de régler la coexistence. Mais la loi sur le génie génétique (LGG), en vigueur depuis le 1^{er} janvier 2004, est insuffisante. Un projet dans le domaine de la recherche juridique (projet 23) a démontré que l'article 7, par exemple, est trop peu précis et qu'il n'exprime qu'une norme ciblée.

Art. 7 Protection d'une production exempte d'organismes génétiquement modifiés ainsi que du libre choix des consommateurs

Quiconque utilise des organismes génétiquement modifiés doit veiller à ce que ces organismes, leurs métabolites et leurs déchets ne portent pas atteinte à une production exempte d'organismes génétiquement modifiés ni au libre choix des consommateurs.

L'examen juridique constate plusieurs éléments peu clairs dans cet article. Il s'agit en particulier de l'expression «production exempte d'organismes génétiquement modifiés». Cette expression est formulée différemment dans les diverses versions linguistiques de la LGG. Dans les versions allemande et italienne, il est question de «Produktion von Erzeugnissen ohne gentechnisch veränderte Organismen», dans la version française, il est question d'une «production exempte d'organismes génétiquement modifiés». Au premier plan se trouve donc une fois le produit (version allemande) et une fois le processus (version française). De plus, des prescriptions spécifiques sont absentes dans la LGG. Des restrictions dans l'utilisation devraient par exemple être déterminées, car certains écarts entre les différentes méthodes de culture doivent être respectés. Des règles de coopération entre producteurs voisins sont nécessaires. Le projet en question conclut également que les règles de responsabilité civile de la loi sur le génie génétique doivent être élargies. Une ordonnance sur la coexistence a été élaborée en 2005, mais les chercheurs recommandent, pour des raisons de droit constitutionnel (voir Art.164 CF), de régler la question de la coexistence non pas par une ordonnance, mais par une loi. Cela ne nécessite pas une nouvelle loi, mais un remaniement minutieux de la loi sur le génie génétique est recommandé.

3. Formation d'opinion, comportement des consommateurs, acceptation

3.1 Formation d'opinion

Non seulement les bases scientifiques sont importantes pour l'élaboration de la politique, mais aussi l'acceptation d'une technologie par la société, et les processus menant à une formation d'opinion. Plusieurs projets du PNR 59 se consacrent à ce thème. L'un d'eux (projet 5) fut clos en septembre 2009, les autres sont encore en cours. Bien que le rapport final du projet clos ne soit pas encore disponible, de premières conclusions peuvent déjà être tirées.

- Le thème «biotechnologie verte» est d'intérêt relativement faible pour les organisations concernées. Cette observation résulte d'un sondage en ligne des intervenants (Offices fédéraux, stations de recherche, partis politiques, représentants de l'industrie, organisations non gouvernementales (ONG) et organes de protection des consommateurs). Non seulement moins d'un quart des personnes contactées personnellement par écrit ont réagi au sondage,

mais aussi, les personnes questionnées lors d'entretiens semi directifs n'ont accordé qu'une faible priorité au thème, le caractère brûlant manquant à cause du moratoire.

- La culture de plantes génétiquement modifiées en Suisse n'est pas perçue comme une question scientifique par la plupart des intervenants, mais plutôt comme une question d'ordre politique (commerciale) ou légale. Une minorité attend des résultats révolutionnaires de la science.
- La population est hostile à la biotechnologie verte. Cette attitude est demeurée stable au cours des années, bien qu'une légère tendance à une meilleure acceptation ait été constatée récemment. Ce résultat suisse concorde bien avec l'Eurobaromètre (tous les trois ans depuis 1991, dans la série spéciale „Europeans and Modern Biotechnology“). Dans l'UE, la confiance en la biotechnologie se situait au début des années 90 à un niveau moyen, baissa à la fin des années 90, pour remonter depuis 2000 dans tous les pays. Une hausse semblable a également été constatée lors d'un sondage représentatif effectué au sein du projet 5 dans trois régions de la Suisse: l'acceptation du génie génétique par la population a légèrement augmenté depuis 2002. Pourtant, une majorité claire (60 pour cent) ne mangerait toujours pas d'aliments génétiquement modifiés. Seulement 25 pour cent sont explicitement en faveur de la consommation de produits GM. Une grande majorité (71 pour cent) revendique la liberté de choix entre des aliments génétiquement modifiés et conventionnels. Seuls 26 pour cent sont favorables à une interdiction catégorique de tels produits. 54 pour cent des personnes questionnées sont en faveur d'une prolongation du moratoire; 25 pour cent la rejettent.

3.2 Comportement des consommateurs

Lorsque les consommateurs sont questionnés sur leur comportement potentiel à l'achat, le désavantage est toujours que les réponses ont été récoltées dans une situation test artificielle et que les résultats sont donc hypothétiques. Lors d'une expérience effectuée dans le cadre du PNR 59 (projet 1), trois sortes de pain au maïs furent vendues à des stands de marché dans cinq villes en Suisse allemande et romande: des pains produits avec du maïs biologique, conventionnel ou génétiquement modifié (importé et déclaré conformément au règlement).

Les résultats provisoires sont disponibles:

- Un scepticisme généralisé des Suisses envers les aliments GM n'a pas pu être observé. Seuls 60 des 3250 clients ont réagi négativement à la vente de produits GM.
- Environ 23 pour cent des clients ont acheté du pain GM. Celui issu de l'agriculture conventionnelle s'est vendu à 31 pour cent et le pain au maïs le plus vendu (49 pour cent) était le pain biologique. Lorsque le pain le meilleur marché était le pain au maïs GM, c'était aussi le plus vendu.

3.3 Acceptation

Dans le cadre d'un autre projet (projet 19), actuellement à la mi-temps, un nombre représentatif de riverains habitant autour du site de l'essai en champ à Zurich Reckenholz ont été questionnés. Lors du sondage, le savoir de base en biologie occupait le premier plan. Les personnes interrogées ont également donné des renseignements sur leur vue des effets éventuels de produits GM sur la santé.

Ce sondage a montré que l'ignorance sur le sujet de la technologie génétique est considérable. Ces résultats suisses concordent avec les résultats obtenus dans le cadre de l'Eurobaromètre.

Toutefois, les connaissances dans le domaine ne semblent avoir qu'une faible influence sur la formation d'opinion. La confiance des citoyens envers les parties impliquées dans les processus d'autorisation des essais de dissémination, donc les autorités politiques, l'industrie et la science, semble jouer un rôle plus important. Les risques de la technologie génétique sont jugés autant moins importants que la confiance d'une personne en les instances responsables est grande. Qui se méfie des instances responsables, se méfie aussi de la technologie génétique agricole. Ces résultats peuvent être pertinents pour la politique et les autorités compétentes en matière d'autorisation lors de la communication sur la technologie génétique agricole.

Les sondages Eurobaromètre indiquent également que le savoir (ou le manque de savoir) demeure relativement stable dans toute l'UE depuis des années.

Les médias jouent un rôle décisif dans le processus de formation de l'opinion publique, et c'est pour cette raison que, dans le cadre d'un projet (projet 5), une analyse médiatique a également été effectuée (500 articles des derniers cinq ans dans les hebdomadaires suisses les plus importants). 58 pour cent étaient plutôt dirigés contre la biotechnologie verte. L'argument principal était que les agriculteurs suisses ont plus de chances sur le marché international avec une production sans génie génétique. Un autre argument met en doute la réalisation pratique de la coexistence de formes de production avec et sans technologie génétique.

Les défenseurs du génie génétique, pour leur part, ont surtout avancé l'argument que la biotechnologie verte est nécessaire à une place économique forte et une recherche compétitive. Cet argument a cependant perdu en importance au cours des dernières années. La peur fondamentale des risques écologiques et des risques au niveau de la santé semblent également disparaître du débat public. Dans l'ensemble, la biotechnologie verte est avant tout un thème de discussion dans un contexte politique – surtout en rapport avec le moratoire. La science et la recherche ne sont un thème principal que dans 14 pour cent des reportages.

Un projet qui se penche spécifiquement sur le comportement des agriculteurs face à la technologie génétique (projet 27) ne dispose jusqu'ici que de résultats intermédiaires encore trop peu assurés. Mais il semblerait que les agriculteurs suisses se prononcent pour ou contre la culture de plantes génétiquement modifiées en raison de critères très semblables à ceux qui se rencontrent dans d'autres pays. Le critère spécifique le plus important pour la Suisse est sa petite surface de culture. Mais pour les agriculteurs en Suisse comme ailleurs, certains facteurs non économiques jouent

un rôle important en plus des critères économiques. Des interviews réalisées en 2008 montrent qu'environ un tiers des agriculteurs questionnés envisagerait l'utilisation de la technologie génétique, alors que deux tiers sont plutôt hostiles à cette technologie. La compatibilité des PGM avec l'environnement et la question de savoir si les entreprises agricoles voisines seraient également prêtes à cultiver des PGM sont des facteurs qui jouent un rôle important dans la prise de décision.

4. Etudes faites dans le cadre des essais aux champs

Zurich Reckenholz et Pully sont sites de deux essais en champ avec du blé génétiquement modifié présentant une résistance améliorée à l'oïdium. Ces plantes sont examinées quant à leurs utilité et risques écologiques dans huit projets individuels coordonnés. A Reckenholz, deux périodes de culture sont déjà terminées, à Pully seulement une pour raison de délais causés par des recours. Dans les deux sites, les moissons 2009 ont été faites, mais les données récoltées n'ont pas encore été exploitées. Celles récoltées pendant la première année à Reckenholz ont été partiellement exploitées, elles doivent toutefois encore être vérifiées et ne sont par conséquent pas encore prêtes à la publication. Toutefois, les conclusions suivantes peuvent déjà être tirées de ces essais en champ.

4.1 Nécessité

Il s'avère que les essais aux champs en plein air avec PGM sont très importants. Les plantes de blé génétiquement modifiées portant un gène de résistance spécifique à l'oïdium ont exprimé une résistance variable à l'oïdium, selon la lignée. Ceci avait été attendu suite aux expériences en serre. Mais en même temps, le transfert de gènes a déclenché, sous les conditions environnementales naturelles, certains effets secondaires dans trois des sept lignées transgéniques testées, qui n'avaient pas été observés en serre: changement de la couleur des feuilles, changements dans la forme des épis, diminution dans le nombre de grains, croissance plus faible. Ces effets étaient plus prononcés la première que la deuxième année à Reckenholz, la comparaison avec Pully n'a pas encore été faite.

Probablement que ces effets sont d'origine génétique (on parle d'effets pléiotropiques). L'interprétation provisoire de ces observations est que la résistance requiert une grande dépense d'énergie, et que la plante est de ce fait certes résistante à l'oïdium, mais qu'elle dispose en même temps d'une moins bonne forme générale.

De telles lignées inadéquates ne sont toutefois pas un problème spécifique à la technologie génétique. Elles se rencontrent également régulièrement au cours de la sélection conventionnelle.

Un deuxième résultat provisoire des essais en champ est que le succès de la modification génétique dépend fortement du type de gène qui a été transféré. Par exemple, lors du transfert des allèles du gène de résistance spécifique à l'oïdium (Pm3), la résistance souhaitée a été obtenue. Mais en même temps, certains des effets se-

condaires indésirables mentionnés plus tôt ont été observés. Par contre, le transfert de gènes de résistance moins spécifiques et améliorant les défenses de manière plus large (chitinase, glucanase) n'a pas montré d'effet. Mais en même temps, il n'est pas non plus survenu d'effet indésirable.

Un résultat provisoire des deux premières années de culture est que les essais en champ sont absolument nécessaires dans la biotechnologie végétale moderne; ceci non seulement afin de reconnaître les effets recherchés, mais aussi les effets indésirables qui n'auraient pas été découverts au cours d'expériences en serre.

4.2 Conditions générales

Les essais en champ sont réalisés par un consortium d'onze groupes de recherche travaillant dans diverses institutions. Il s'avère que ce «Consortium blé» est la seule forme possible permettant de conduire les expériences. Ceci non seulement parce que la réalisation du projet lui-même, mais aussi le processus légal d'autorisation, les installations de sécurité et la communication sont extrêmement compliqués. Pour des raisons de temps et de finances, l'effort serait trop grand pour un groupe de recherche isolé. De plus, des aspects légaux ainsi que des aspects touchant à la sécurité ont dû être traités, ce qui n'aurait pas été possible sans soutien professionnel.

Les tâches suivantes ont demandé un effort particulièrement grand:

4.2.1 Communication

La communication est une mesure d'accompagnement des essais, expressément exigée dans l'autorisation délivrée par l'Office fédéral de l'environnement (OFEV). Le „Consortium blé“ a créé à cet effet un poste à temps partiel. Il ne s'agissait non pas d'encourager l'acceptation des PGM en général, mais d'améliorer l'acceptation des expériences, entre autres aussi afin que ces essais puissent être réalisés sous les conditions les plus sûres possibles. Surtout au début du projet, les travaux de communication étaient très importants, dû à l'intérêt des médias.

En plus des informations destinées aux médias, diverses activités et du matériel pour la communication avec le grand public ont été développés. Toutefois, le thème ne semble plus avoir une grande priorité, comme le montre le public peu nombreux participant aux manifestations informatives.

4.2.2 Procédure légale

L'établissement d'un dossier de requête auprès de l'OFEV était particulièrement compliqué (aussi en comparaison avec la situation internationale). L'OFEV autorise certes une expérience durant trois ans, promulgue toutefois chaque année de nouveaux décrets qui comprennent un grand nombre de conditions détaillées à remplir. Ceci résulte en un réseau de règles rigides pour la préparation, la réalisation et le contrôle subséquent des essais. Cela signifie aussi que les chercheurs dépendent d'un soutien juridique pour se procurer une autorisation de dissémination.

4.2.3 Coûts

Les coûts pour les **dispositifs de sécurité** servant à la protection des champs d'essais se montent à environ 500'000 francs par site et année. Sous conditions normales, cette somme est exorbitante pour la recherche publique. En guise de comparaison: le Fonds national suisse attribue normalement des crédits de projet entre 400'000 et maximum 900'000 francs pour trois ans. Les essais en champ avec des plantes génétiquement modifiées coûtent 6 à 10 fois plus que des projets à but scientifique comparable se servant de plantes non transgéniques.

L'**action légale** déclenchée par des plaintes a coûté jusqu'ici 147'000 francs. Un groupe de recherche n'est normalement pas en état de faire une telle dépense.

D'autres frais sont occasionnés par la **surveillance** des surfaces d'essais, prescrite dans l'autorisation de dissémination. Cette surveillance durera encore jusqu'en 2013, donc bien au-delà de la durée des essais eux-mêmes et du PNR 59. Ces frais ne sont pas couverts par les crédits octroyés aux projets, mais par Agroscope, dont les terrains sont site des essais.

4.2.4 Bilan

Sous les conditions dictées par la loi sur le génie génétique et l'ordonnance sur la dissémination dans l'environnement actuellement en vigueur, il faut partir du principe qu'après clôture du PNR 59, plus d'essais en champ avec des PGM ne seront effectués en Suisse dans le cadre de la recherche publique. Si la nécessité de telle recherche est reconnue par la politique et la société, des modifications dans la réglementation et la pratique sont toutefois indispensables.

Par exemple:

- **Processus d'autorisation:** les décrets ne peuvent formuler que des prescriptions générales; des détails tels que la conception des essais seraient réglés en discussion avec les groupes accompagnateurs. Au lieu de promulguer un nouveau décret pour chaque année, un décret unique pourrait couvrir la durée entière de l'essai.
- **Possibilités de recours:** il est à discuter s'il est sensé que des projets de recherche scientifique puissent être retardés de plusieurs années par des plaintes, et qu'ils deviennent par conséquence considérablement plus chers.
- **Cahier de charges:** vu l'intérêt faible du public, il se pose la question si l'envergure de la communication exigée par la loi est adéquate.
- **Protection:** la LGG n'offre que peu de protection contre les actes de vandalisme. Elle ne contient pas de points de départ pénétrants qui permettraient de demander des comptes à des groupes idéels qui encouragent des actions perturbatrices ou des actes de vandalismes. La LGG ne prévoit pas non plus de dispositions pénales pour la prévention d'actes de vandalisme ou d'autres actions nuisant à l'innovation.
- **Création de sites sûrs:** Dans divers pays, la détermination de sites spéciaux et la mise à disposition de groupes de recherche spécialisés, permettant une exécution sûre des essais de dissémination avec PGM, sont en discussion.

5. Risques à l'environnement

Sur les 29 projets du PNR 59, 11 examinent les risques éventuels de plantes génétiquement modifiées à l'environnement (Projets 4, 6, 7, 8, 14, 16, 17, 19, 21, 28 et 29). A cet effet, 3.2 millions de francs sont prévus, ce qui équivaut à environ 30 pour cent du budget calculé pour les projets de recherche du PNR 59. Les thèmes suivants sont étudiés:

- Répercussions du blé génétiquement modifié sur les champignons racinaires vivant en symbiose (mycorhizes), sur les graminées sauvages (*Aegilops* sp.), les organismes non cibles et les microorganismes du sol, sur les processus de décomposition dans le sol et sur les plantes avoisinantes;
- Transfert de gènes entre les fraises génétiquement modifiées et leurs parentes sauvages;
- Répercussions du maïs génétiquement modifié sur les organismes utiles vivant dans le sol, ainsi que sur la fertilité du sol.

Les essais sont faits soit dans des phytotrons, soit en serre ou en champ libre. Après 2008 et 2009, les expériences seront poursuivies pendant une troisième période de végétation; par conséquent, les premières clôtures de projet sont à attendre au plus tôt en juin 2010. Des résultats scientifiquement assurés ne sont encore disponibles pour aucun des projets.

On peut toutefois dire, de manière provisoire, qu'aucun risque nouveau ou spécifique à la situation environnementale en Suisse n'a été découvert jusqu'ici.

6. Méthodes scientifiques nouvelles

Au sein de divers projets, de nouvelles méthodes scientifiques ont été développées. Ceci n'est non seulement d'intérêt académique, mais sert aussi de manière tout à fait pratique à la garantie des compétences professionnelles en Suisse. Celles-ci sont indispensables, aussi à l'avenir, afin de permettre l'évaluation des risques éventuels des PGM, respectivement d'en assurer la surveillance (monitoring).

Dans l'agriculture moderne d'aujourd'hui, le mélange de divers types de semences ne peut pratiquement plus être exclu. Mais l'envergure de ce mélange n'est pas connue, car les estimations courantes se basent exclusivement sur des modèles mathématiques et non pas sur des mesures exactes. Pour diverses raisons, il n'est pas réaliste de vouloir étudier ce mélange dans des cultures de PGM sur grande surface; d'autant plus que les méthodes analytiques sont très coûteuses. La nouvelle méthode développée (projet 26) simule du maïs GM à l'aide d'une variété de maïs à grains bleus. De cette manière, les grains bleus peuvent facilement être comptés lors de la récolte. Et il est donc possible de tirer des conclusions sur le maïs GM basées sur un essai en champ suffisamment grand, et ceci sans devoir employer de plantes généti-

quement modifiées. Les données de ce projet pourront remplir une lacune importante dans les modèles servant à estimer l'exposition en Europe.

Une autre méthode remplit des lacunes dans les données à disposition pour l'évaluation de l'exposition à la protéine Bt insecticide. En effet, il n'est pas encore absolument clair à quel point et sous quelles conditions la protéine Bt adhère aux particules du sol. Dans la microbalance à quartz (projet 22), la fréquence de résonance des quartzs varie selon la quantité de protéine Bt déposée sur la surface. Le nouvel appareil, dont la précision de mesure se situe à moins de 2 nanogrammes (10^{-9} grammes) par centimètre carré, sera à l'avenir employé dans la surveillance des plantes Bt.

Puisque les plantes réagissent de manière très sensible à leur environnement, elles peuvent être utilisées comme plantes sonde. De telles „plantes phytomètres“ (projet 21) sont cultivées en serre, ensuite transférées dans divers environnements et suivies dans leur développement individuel. De cette manière, l'on peut par exemple tester si le blé génétiquement modifié est plus compétitif que le blé non modifié. Grâce à cette méthode, des études environnementales autrement très complexes peuvent être effectuées avec un petit nombre de plantes GM.

Des plantes de culture rendues résistantes à un champignon nuisible par technologie génétique pourraient aussi avoir des effets secondaires sur les champignons racinaires utiles vivant en symbiose avec elles. Jusqu'ici, le nombre de ces champignons „mycorhizes“ présents sur une plante ne pouvait être quantifié qu'au moyen d'examens très compliqués et difficiles à reproduire. Une nouvelle méthode (projet 4) travaille avec des sondes d'ADN spécifiques, permettant de visualiser les mycorhizes. Cette technique rend possible une quantification rapide et reproductible des ces champignons racinaires utiles.

Lors d'une infestation par des ravageurs, les plantes émettent certaines substances olfactives qui attirent les ennemis naturels de ces ravageurs. Dans le but d'examiner si ce mécanisme de défense est perturbé dans le maïs transgénique Bt, un outil de recherche (olfactomètre) fut développé (projet 29), permettant de prouver l'effet de ces substances messagères sur les nématodes (sensés venir au secours de la plante infestée) directement dans le sol. L'expérience permet de faire la comparaison entre la lutte contre les parasites avec le maïs Bt et celle se servant de méthodes biologiques.

Pour toutes ces méthodes nouvellement développées, l'on peut dire jusqu'ici qu'elles fonctionnent, mais que l'exploitation quantitative des expériences n'est pas encore disponible.

7. Innovation au sein du PNR 59

Trois projets se consacrent à de nouvelles applications de la biotechnologie végétale, qui se différencient fondamentalement des développements connus jusqu'ici.

Un projet (projet 9) cherche à éliminer un désavantage ayant beaucoup contribué au refus auquel se heurtent les développements de biotechnologie végétale auprès d'une grande partie de la population. Pour distinguer, après le processus de transfert d'un gène, entre les cellules dans lesquelles le transfert du gène désiré a eu lieu et celles où le transfert n'a pas réussi, on utilisait jusqu'ici un gène dit de sélection. Il s'agissait le plus souvent de gènes fournissant une résistance à un antibiotique donné.

La loi suisse sur le génie génétique interdit à l'avenir la dissémination d'OGM portant de tels gènes de résistance aux antibiotiques (LGG Art. 6, ODE Art. 7). Le projet mentionné veut rendre des pommes résistantes au champignon nuisible appelé tavelure du pommier, en n'employant que des gènes provenant d'autres variétés de pommes (et non pas d'autres plantes ou bactéries). De plus, la nouvelle plante ne porte pas de gènes de résistance aux antibiotiques. Après deux ans, l'entreprise semble avoir réussi. Les résultats détaillés ne sont toutefois pas encore prêts à être publiés.

Le deuxième projet (projet 10) vise à produire un vaccin oral pour poissons au moyen d'algues vertes génétiquement modifiées. La pisciculture est une alternative durable à la pêche des populations sauvages. Toutefois, la place dans les viviers étant réduite, les poissons y sont sensibles à des infections bactériennes qui sont traditionnellement combattues par des antibiotiques. Mais ceci a plusieurs conséquences négatives: acquisition de résistances par les bactéries aquatiques, transfert de résistances à des agents pathogènes de l'homme et présence de résidus d'antibiotiques dans les poissons destinés à la consommation. C'est pourquoi on essaye aujourd'hui de plus en plus de vacciner les poissons contre les maladies. L'utilisation de tels vaccins est toutefois contraignante et coûteuse. La technologie génétique offre une alternative aux vaccins produits de manière conventionnelle. Ce projet a pour but de modifier génétiquement l'algue verte *Chlamydomonas* de telle sorte qu'elle puisse être utilisée chez les truites arc-en-ciel pour la vaccination contre la furonculose, une maladie bactérienne. Le projet est dans les temps et progresse comme prévu.

Le troisième projet (projet 13) veut produire une plante présentant trois avantages par rapport aux plantes utilisées aujourd'hui. Son matériel héréditaire génétiquement modifié ne peut ni se répartir par le biais du pollen, ni parvenir dans la chaîne des denrées alimentaires. Et la plante présente un avantage direct pour les humains, car elle produit une protéine d'utilité médicale. Il est prévu de faire produire dans certains organes (chloroplastes) de la plante de tabac des protéines servant à mettre au point un vaccin contre l'hépatite C. Ces protéines ne sont non seulement produites en grandes quantités dans les chloroplastes. Elles en sont également efficacement extraites. Ce projet est aussi dans les temps et progresse comme prévu.

8. Perspectives

Tous les projets du PNR 59 ont bien débuté, certains sont déjà clos. De premiers résultats finaux et intermédiaires sont disponibles. Le Comité de direction est confiant que les activités de recherche pourront aussi se poursuivre avec succès pendant la deuxième moitié du programme.

Les études de synthèse résumant les résultats de la recherche et les connaissances récoltés en-dehors de la Suisse (en particulier en Europe) ont bien progressé. Au cours de la suite du PNR 59, les conclusions tirées de ces études seront appliquées aux conditions spécifiques présentes en Suisse. Ces études de revue sont continuellement actualisées avec les résultats les plus nouveaux des projets de recherche effectués dans l'UE, et ensuite mises en relation avec les résultats intermédiaires du Programme national de recherche.

Au cours de la deuxième moitié du programme, le PNR 59 contactera de manière ciblée les groupes d'intervenants appropriés, afin de les intégrer dans le travail de synthèse du programme. De cette manière, les résultats de la recherche pourront être traités dans un processus itératif, dans le but d'adapter au mieux les produits finaux du programme de recherche aux besoins des destinataires. Ceci permet d'assurer que les résultats récoltés au cours de la recherche soient le plus profitable possible à la pratique.

Les projets de recherche se termineront au plus tard fin 2011. La synthèse finale du programme sera disponible dans la deuxième moitié de 2012. Son contenu se concentrera sur les questions fondamentales du programme, respectivement sur ses quatre modules (voir chapitre 1.2).



Annexe 1: Vue d'ensemble des projets (Situation au 21 septembre 2009)

N°	Directeur du projet	Institution	Titre du projet
1	Aerni Philipp	ETH Zürich	Revealed preferences of genetically modified food in direct marketing experiments in Switzerland: Does it matter who sells it?
2	Ammann Daniel	daniel ammann consulting dacon	Basic principles for protection targets in handling GM plants
3	Bigler Franz	Agroscope Reckenholz-Tänikon ART	Valuating environmental impacts of GM crops - ecological and ethical criteria for regulatory decision-making (VERDI)
4	Boller Thomas	Universität Basel	Interplay of arbuscular mycorrhizal fungi with transgenic and non-transgenic wheat
5	Bonfadelli Heinz	Universität Zürich	Green biotechnology in the public sphere
6	Erhardt Andreas	Universität Basel	Transgenic strawberries and their wild relatives - a potential model for extinction by hybridisation?
7	Felber François	Université de Neuchâtel	Genetic and ecological consequences of introgression of transgenic wheat in a wild relative, <i>Aegilops cylindrica</i> : an open field experiment
8	Felber François (auparavant Guadagnuolo)	Université de Neuchâtel	Potential for transgene flow from wheat to its wild relatives <i>Aegilops</i> sp.
9	Gessler Cesare	ETH Zürich	Genetically modified apples resistant to scab containing only apple own DNA
10	Goldschmidt-Clermont Michel	Université de Genève	Fish vaccination with chloroplast transformants of <i>Chlamydomonas</i> expressing bacterial antigens
11	Keller Beat	Universität Zürich	Field work and logistics
12	Keller Beat	Universität Zürich	Analysis of Pm3 resistance gene function in transgenic wheat

13	Kessler Felix (auparavent Rehmann-Suter)	Université de Neuchâtel	Genetically modified crops for Switzerland: defining the politically and socially acceptable GM plant
14	Mäder Paul	Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL), Frick	Impact of transgenic crops on fertility of soils with different management history
15	Mann Stefan	Agroscope Reckenholz-Tänikon ART	COEXIST: Analysis of costs for GMO co-existence for Swiss arable farms
16	Maurhofer Monika	ETH Zürich	Impact of genetically modified wheat on soil fertility sustained by plant-beneficial bacteria
17	Nentwig Wolfgang	Universität Bern	Effects of GM wheat cultivation on the decomposition of GM biomass by soil arthropods and annelids
18	Oser Fritz / Aerni Philipp	Universität Freiburg	Swiss education policy and agricultural biotechnology: the challenges of enabling students to make their own moral judgments
19	Romeis Jörg	Agroscope Reckenholz-Tänikon ART	Transgenic wheat and non-target impacts on insect herbivores and food webs
20	Sautter Christof	ETH Zürich	Powdery mildew resistance, field performance and molecular analysis of GM wheat expressing barley chitinase and glucanase
21	Schmid Bernhard	Universität Zürich	Influence of abiotic and biotic environment on the ecological performance of GM and non-GM wheat
22	Schwarzenbach René P.	ETH Zürich	Adhesion of transgenic cry proteins to mineral and organic soil surfaces: implications for the fate and bioactivity of transgenic products in the environment
23	Schweizer Rainer J.	Universität St. Gallen	Concepts on the implementation of public information in line with the GTL: Harmonising political or ethical concerns, requirements of the law and scientific findings (CIPHERS)
24	Schweizer Rainer J.	Universität St. Gallen	Coexistence of plant production with and without genetic engineering - options for legislative regulation and practical implementation

25	Siegrist Michael	ETH Zürich	Fairness, affect, trust and acceptance of GM plants (FATAG)
26	Stamp Peter	ETH Zürich	Seed purity in maize as one of the keys to define appropriate threshold limits for a peaceful coexistence
27	Tamm Lucius	Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL), Frick	Comparative sustainability assessment of the impact of GM plants in Swiss conventional, integrated and organic farming systems
28	Wiemken Andres	Universität Basel	Population dynamics of arbuscular mycorrhizal fungi under transgenic strawberries and their wild relatives
29	Zwahlen Claudia	Université de Neuchâtel	Multitrophic interactions of transgenic <i>Bacillus thuringiensis</i> (Bt) maize with the soil ecosystem

