

UPOV

COLLOQUE SUR LA SÉLECTION VÉGÉTALE POUR L'AVENIR

21 octobre 2011
Genève, Suisse



Table des matières

Programme	3
Allocution de bienvenue	
<i>M. Francis Gurry, Secrétaire général, UPOV</i>	5
Message du pays hôte de la conférence diplomatique de 1961	6
<i>M. Jean-Marc Bournigal, Directeur de Cabinet au Ministère de l'agriculture, de l'alimentation, de la pêche, de la ruralité et de l'aménagement du territoire (MAAPRAT)</i>	6
Messages des membres fondateurs de l'Union	8
<i>Son Excellence Madame Ilse Aigner Ministre fédérale de l'alimentation, de l'agriculture et de la protection des consommateurs, Allemagne</i>	8
<i>Son Excellence M. H. Bleker Secrétaire d'État, Ministère des affaires économiques, de l'agriculture et de l'innovation, Pays-Bas</i>	10
<i>Lord Taylor of Holbeach, sous-secrétaire parlementaire du Département de l'environnement, de l'alimentation et des affaires rurales, Royaume-Uni</i>	11
Évolution de l'amélioration des plantes et de la protection des variétés végétales	
<i>M. Bernard Le Buanec</i>	12
SESSION 1: La phytologie et l'avenir de la sélection végétale	23
Le rôle de la génomique dans l'amélioration des plantes	
<i>M. Mike Bevan, directeur adjoint chargé des sciences, John Innes Centre (Royaume-Uni)</i>	23
Génie biologique	
<i>M. Konstantin G. Skryabin, directeur du Centre de recherche en génie biologique, Académie russe des sciences (Fédération de Russie)</i>	23
Vigueur hybride (seigle)	
<i>M. Stanislau Hardzei, chef, Laboratoire de génétique et de biotechnologie, Centre de recherche scientifique et appliquée sur les cultures de l'académie biélorusse des sciences (SPCAF)(Biélorus)</i>	25
Sélection des céréales aux fins de la résistance aux virus	
<i>M. Frank Ordon, directeur et professeur, chef de l'Institut de recherche sur la résistance et la tolérance au stress, Julius Kühn-Institute (JKI), Centre de recherche fédéral sur les plantes cultivées (Allemagne)</i>	33
Résistance au stress (maïs)	
<i>Mme Marianne Bänziger, directrice générale adjointe, Recherche et partenariats, International Maize and Wheat Improvement Centre (CIMMYT)</i>	38
Interactions moléculaires entre les virus et les plantes et défense contre les pathogènes (plants tubéreuses)	
<i>M. Jari P.T. Valkonen, professeur de phytopathologie, Université d'Helsinki (Finlande)</i>	40

Les opinions exprimées dans les présentations et les résumés de discussion du colloque sont celles des intervenants ou des participants et ne sont pas nécessairement celles de l'Union internationale pour la protection des obtentions végétales (UPOV).

SESSION 2: Application de la science: enjeux et opportunités	47
Protection des obtentions végétales et transfert de technologie	
<i>M. Peter Button, Secrétaire général adjoint de L'UPOV</i>	47
Caractères des variétés pour l'avenir	
<i>M. David Nevill, chef chargé de la R-D. concernant les plantes céréalières, Syngenta International AG</i>	63
Stratégies concernant les plantes potagères et les plantes de grande culture en Afrique de l'Est	
<i>M. Yashwant Bhargava, directeur du Département R-D., East African Seed Company Ltd.</i>	65
Perspectives de la sélection végétale pour l'horticulture en Asie	
<i>M. Ki-Byung Lim, professeur au Département d'horticulture, Kyungpook National University (République de Corée)</i>	71
Sélection des variétés florales pour le marché mondial	
<i>M. Ulrich Sander, directeur exécutif, Selecta Klemm (Allemagne)</i>	89
Objectifs de la sélection des variétés fruitières pour le XXI ^e siècle	
<i>Mme Wendy Cashmore, directrice chargée des variétés végétales, New Zealand Institute for Plant & Food Research Limited (Nouvelle-Zélande)</i>	94
Discussions (transcriptions)	103
Conclusions	
<i>Mr. Keun-Jin Choi, président, Conseil de l'UPOV</i>	111
Bibliographies	113
Liste des participants	121

Pour votre information les présentations PowerPoint sont disponibles sur le site web de l'UPOV
www.upov.int/meetings/fr/details.jsp?meeting_id=24133

Programme

Vendredi 21 octobre 2011

- 8 h 30 Enregistrement
- 9 h 15 Allocution de bienvenue prononcée par M. Francis Gurry, Secrétaire général de l'UPOV
Message du pays hôte de la Conférence diplomatique de 1961
- 9 h 25 Ministre (France)
Messages des membres fondateurs de l'Union
- 9 h 30 Ministre (Allemagne)
- 9 h 35 Ministre (Pays-Bas)
- 9 h 40 Ministre (Royaume-Uni)
- 9 h 45 Ouverture par M. Keun Jin Choi, président du Conseil de l'UPOV
- 9 h 55 L'évolution des systèmes de sélection végétale et de protection des variétés végétales
M. Bernard Le Buanec
- 10 h 25 Pause café

SESSION 1: La phytologie et l'avenir de la sélection végétale

Présidente: Mme Kitisri Sukhapinda, vice-présidente du Conseil de l'UPOV

- 10 h 55 Le rôle de la génomique dans l'amélioration des plantes
M. Mike Bevan, directeur adjoint chargé des sciences, John Innes Centre (Royaume-Uni)
- 11 h 15 Génie biologique
M. Konstantin G. Skryabin, directeur du Centre de recherche en génie biologique, Académie russe des sciences (Fédération de Russie)
- 11 h 35 Vigueur hybride (seigle)
M. Stanislau Hardzei, chef, Laboratoire de génétique et de biotechnologie, Centre de recherche scientifique et appliquée sur les cultures de l'Académie biélorusse des sciences (Biélarus)
- 11 h 55 Sélection des céréales aux fins de la résistance aux virus
M. Frank Ordon, directeur et professeur, directeur de l'Institut de recherche sur la résistance et la tolérance au stress, Julius Kühn-Institute (JKI), Centre de recherche fédéral sur les plantes cultivées (Allemagne)
- 12 h 15 Pause déjeuner
- 15 h 00 Résistance au stress (maïs)
Mme Marianne Bänziger, directrice générale adjointe, Recherche et partenariats, International Maize and Wheat Improvement Centre (CIMMYT)
- 15 h 20 Interactions moléculaires entre les virus et les plantes et défense contre les pathogènes (plantes tubéreuses)
M. Jari P.T. Valkonen, professeur de phytopathologie, Université d'Helsinki (Finlande)

SESSION 2: Application de la science : enjeux et opportunités

Président: M. Peter Button, Secrétaire général adjoint de l'UPOV

- 15 h 40 Protection des obtentions végétales et transfert de technologie
M. Peter Button, Secrétaire général adjoint de l'UPOV
- 15 h 55 Caractères des variétés pour l'avenir
M. David Nevill, directeur chargé de la R-D. concernant les plantes céréalières, Syngenta International AG
- 16 h 10 Stratégies concernant les plantes potagères et les plantes de grande culture en Afrique de l'Est
M. Yashwant Bhargava, directeur du Département R-D., East African Seed Company Ltd.
- 16 h 25 Perspectives de la sélection végétale pour l'horticulture en Asie
M. Ki-Byung Lim, professeur au Département d'horticulture, Kyungpook National University (République de Corée)
- 16 h 40 Pause café
- 16 h 55 Sélection des variétés florales pour le marché mondial
M. Ulrich Sander, directeur exécutif, Selecta Klemm (Allemagne)
- 17 h 10 Objectifs de la sélection des variétés fruitières pour le XXI^e siècle
Mme Wendy Cashmore, directrice chargée des variétés végétales, New Zealand Institute for Plant & Food Research Limited (Nouvelle-Zélande)
- 17 h 25 Discussion
- 17 h 55 Allocution de clôture de M. Keun-Jin Choi, président du Conseil de l'UPOV
- 18 h 00 Clôture

Allocution de bienvenue

M. Francis Gurry,
Secrétaire général, UPOV

C'est avec grand plaisir que je vous souhaite la bienvenue à ce Colloque sur la sélection végétale pour l'avenir, qui est organisé de manière à coïncider avec le cinquantième anniversaire de la Convention UPOV.

Comme vous le savez, il ne faisait pas de doute pour les pères de cette convention qu'un système efficace de protection des obtentions végétales favoriserait tant des investissements grandement nécessaires dans la sélection végétale que l'innovation dans l'agriculture par la mise au point de nouvelles variétés.

Cinquante ans plus tard, alors que nous célébrons la signature de la Convention UPOV à Paris, en 1961, nous voyons agir un ensemble de facteurs qui soulignent, plus que jamais, la nécessité de l'innovation agricole. Nous assistons, bien sûr, à un accroissement de la population mondiale, qui avoisine actuellement les sept milliards de personnes et devrait atteindre les neuf milliards d'ici 2050. Cette population en constante augmentation et ses besoins alimentaires, auxquels s'ajoutent les besoins en sources d'énergie renouvelables, exercent une pression considérable sur les terres arables, qui deviennent de plus en plus rares. Nous sommes également confrontés au phénomène du changement climatique, qui influe de diverses manières sur la productivité agricole. Il n'a dès lors jamais été aussi pertinent d'innover, notamment dans la création de nouvelles variétés végétales.

L'innovation, en particulier dans l'agriculture, est non seulement un facteur de croissance et de développement économique pour le secteur agricole, mais aussi un important vivier d'emplois. La recherche scientifique et ses applications à la mise au point de variétés sélectionnées sont essentielles à une agriculture dynamique et durable. C'est là le thème même de ce colloque, où nous allons nous intéresser à ce que l'avenir nous réserve dans ces domaines. Que nous dit la science d'aujourd'hui concernant les possibilités de demain en matière de sélection végétale?

Permettez-moi de remercier très chaleureusement l'ensemble des conférenciers et des experts qui vont aujourd'hui nous éclairer sur ce sujet. J'ai l'immense plaisir de vous présenter

Monsieur Jean-Marc Bournigal
Directeur de Cabinet au MAAPRAT
Ministère de l'agriculture et de la pêche

Son Excellence Madame Ilse Aigner
Ministre fédérale de l'alimentation, de l'agriculture et de la protection des consommateurs, Allemagne

Son Excellence Monsieur H. Bleker
Secrétaire d'État
Ministère des affaires économiques, de l'agriculture et de l'innovation
Pays-Bas

Lord Taylor of Holbeach
Sous-secrétaire parlementaire du Département de l'environnement,
de l'alimentation et des affaires rurales, Royaume-Uni

Message du pays hôte de la Conférence diplomatique de 1961

**M. Jean-Marc Bournigal,
Directeur de Cabinet au Ministère de l'agriculture, de l'alimentation, de la pêche,
de la ruralité et de l'aménagement du territoire (MAAPRAT)**

**Monsieur le Président, Monsieur le Secrétaire général,
Monsieur le Secrétaire général adjoint,**

Mesdames, Messieurs les représentants des membres et observateurs de l'UPOV

Il y a cinquante ans, les délégations de six pays se trouvaient à Paris, à l'initiative de la France, avec la volonté de bâtir un modèle original de protection de la propriété intellectuelle en matière végétale. Ce modèle repose sur un juste équilibre entre la protection du propriétaire et l'intérêt de l'utilisateur. Ainsi voyait jour la Convention internationale pour la protection des obtentions végétales, qui a été révisée depuis lors en 1972, 1978 et en 1991.

QUEL ÉTAIT L'ENJEU ?

À l'époque, il s'agissait d'assurer la pérennité de l'effort de recherche en matière agronomique, car sans recherche agronomique il n'y a pas de gain de productivité en agriculture, et la France a eu encore récemment l'occasion de le rappeler à l'occasion du G20 agricole qui a été organisé au mois de juin à Paris. Nous ne pourrions pas répondre à la demande alimentaire mondiale sans un accroissement durable de la production agricole et nous n'y arriverons pas sans le soutien de la recherche agronomique. Ce qui a été vrai au moment de la mise en place de la Convention UPOV 1961 reste encore totalement pertinent aujourd'hui et le défi semble encore plus grand dans les années à venir.

Cette convention garantit le droit de l'obteneur sur sa création tout en laissant ouverte pour des tiers la faculté d'y avoir recours à des fins de recherche, y compris pour la création de nouvelles variétés. Elle garantit ainsi qu'aucun obstacle ne pourra être mis à la poursuite de l'effort de recherche au service de nos agriculteurs dans un contexte qui voit se multiplier les défis climatiques ou sanitaires sur l'ensemble de la planète. De ce point de vue, nous devons cesser de peser l'intérêt des obtenteurs et celui des agriculteurs, car il n'y a pas d'agriculture forte sans recherche forte. Je rappelle qu'au XX^{ème} siècle la moitié des gains de productivité agricole sont dus aux avancées de la recherche dans le domaine de la génétique, et nous avons besoin de la recherche pour mettre au point des variétés plus résistantes aux aléas climatiques et sanitaires, et plus économes en eau. Je crois que nous en sommes tous convaincus.

Il est également essentiel de mettre en avant qu'il n'y a pas d'agriculture durable sans innovation agronomique. Pour concilier productivité et respect de l'environnement, nous ne pourrions pas nous contenter d'adapter les méthodes classiques, il faut changer de modèle, et c'est l'innovation qui nous permettra de faire le saut qualitatif nécessaire en créant des variétés non consommatrices d'engrais et de pesticides.

Et, enfin, il n'y a pas d'agriculture compétitive sans une recherche performante et donc justement rémunérée. Ces réalités, les pères de la Convention dont nous fêtons aujourd'hui le cinquantenaire, l'avaient très bien compris. Elles démontrent combien le modèle de protection de la propriété intellectuelle promu par l'UPOV est en phase avec les besoins et les attentes de notre agriculture. Dès lors, on ne s'étonnera pas de son succès: en 1961, six états en définissaient les contours, aujourd'hui 70 sont ici à en soutenir la philosophie, et on peut se réjouir également de nombreux pays en voie de développement.

Si on regarde le chemin parcouru depuis, le nombre d'espèces et de variétés protégées n'a cessé de croître en offrant aux producteurs une plus grande diversité génétique; les quantités produites ont progressé même si le G20 a été l'occasion de rappeler qu'il est plus que jamais nécessaire et indispensable de poursuivre l'effort.

Ce succès c'est le vôtre, celui de l'UPOV. L'actualité, la modernité de cette convention doit beaucoup à votre engagement et à votre travail. Mesdames, Messieurs, la France est plus que jamais attachée au modèle porté par l'UPOV. À l'heure où il nous faut réinvestir résolument dans l'agriculture mondiale, elle constitue un juste équilibre entre l'intérêt particulier et collectif, entre intérêt privé et intérêt générale. La recherche c'est l'avenir de l'agriculture, qu'il s'agisse de productivité, de qualité de l'alimentation ou de protection de l'environnement et avec ce modèle nous donnons à notre recherche les moyens de relever les défis du futur et je vous remercie de vous être tous mobilisés autour de ce projet et évidemment je souhaite que cette journée puisse aussi marquer une forme de réjouissance de cinquante ans de travail à ce service.

Je vous remercie

Messages des membres fondateurs de l'Union

**Son Excellence Madame Ilse Aigner,
Ministre fédérale de l'alimentation, de l'agriculture et de la protection des
consommateurs, Allemagne**

**Monsieur le Président,
Monsieur le Secrétaire général,**

Mesdames et Messieurs,

Les 50 ans de l'UPOV, cela veut dire un demi-siècle de coopération internationale au service de la protection des obtentions végétales.

C'est pour moi une joie et un honneur tout particulier de vous adresser mes vœux les meilleurs à l'occasion de ce jubilé.

La signature le 2 décembre 1961 de la Convention UPOV a marqué un tournant dans la promotion d'une protection moderne de la sélection végétale.

L'Allemagne figure parmi les membres fondateurs de l'UPOV.

Et, en ma qualité de représentante du gouvernement fédéral, je me réjouis vivement de l'évolution constructive qu'a connue cette union internationale ces 50 dernières années.

Au cours de cette période, près de 70 États et l'Union européenne ont décidé d'adhérer au système de protection des obtentions végétales de l'UPOV.

Un nombre croissant d'États membres choisissent ainsi de protéger les variétés végétales par la propriété intellectuelle, conformément à l'"Accord sur les ADPIC" de l'OMC, au moyen de droits d'obtenteurs.

Le nombre de titres de protection accordés par l'UPOV pour chaque obtention végétale ne cesse d'augmenter.

La majorité des pays qui pratiquent la sélection végétale ont opté pour le système de protection des obtentions végétales de l'UPOV.

Ce système permet aux obtenteurs de récupérer les investissements considérables consentis dans la sélection de nouvelles variétés.

La protection des obtentions végétales encourage ainsi des progrès essentiels en matière de création variétale. En même temps, elle garantit un juste équilibre entre les intérêts des obtenteurs et ceux des agriculteurs. Ce sont les raisons pour lesquelles la République fédérale d'Allemagne a très tôt opté pour la protection des obtentions végétales selon la Convention UPOV.

Cette protection continue de répondre à l'intérêt des petits et moyens obtenteurs et de l'agriculture rurale.

Contrairement aux droits de brevet, plus restrictifs, les principes de l'UPOV encouragent le transfert de l'innovation: grâce à l'exception en faveur de l'obtenteur, toutes les obtentions végétales protégées peuvent faire l'objet d'améliorations ultérieures. Les tiers jouissent aussi d'un accès illimité aux ressources génétiques utilisées pour obtenir de nouvelles variétés aux fins de recherche et de création variétale.

Cela contribue d'une manière décisive à l'innovation dans le domaine de la sélection végétale, ce qui est particulièrement important à mes yeux.

C'est la raison pour laquelle je me prononce fermement en faveur de la protection des obtentions végétales et contre les brevets sur les obtentions végétales.

Mesdames et Messieurs,

Comme vous le savez, les Ministres de l'agriculture du G20 se sont réunis cette année à Paris pour aborder les questions suivantes, décisives pour l'avenir:

Comment pouvons-nous garantir le droit de chaque être humain à la nourriture?

Comment pouvons-nous garantir un accès à la nourriture à une population mondiale en développement?

Nous sommes tous tombés d'accord sur le fait qu'il était crucial de renforcer l'agriculture.

Les gouvernements du monde entier doivent tout faire, compte tenu des défis mondiaux actuels et futurs, pour garantir une sécurité alimentaire et un développement agricole durable.

Cela passe par la mise au point de variétés végétales à haut rendement, robustes et adaptées aux conditions locales.

Les Ministres de l'agriculture du G20 se sont engagés, dans leur déclaration finale, à favoriser l'innovation dans la sélection variétale avant tout en renforçant les mécanismes juridiques agréés au niveau international concernant les variétés végétales.

La clé pour garantir à la population mondiale l'accès à l'alimentation est une utilisation responsable des ressources génétiques.

Pour pouvoir relever les défis de l'avenir, il convient d'en tenir davantage compte dans nos activités.

Le rendement des plantes de grande culture doit aussi être amélioré au moyen des techniques de sélection modernes.

Le "smart breeding" – ou "sélection intelligente" – en est un exemple.

C'est le seul moyen de parvenir, sur le long terme, à une augmentation de la productivité agricole.

Mesdames et Messieurs,

l'UPOV jouit d'une grande notoriété au niveau mondial.

Les nombreux représentants de l'OMC, de la FAO, de la CDB, de l'ISF et d'autres organisations internationales qui se trouvent aujourd'hui réunis avec les membres de la famille de l'UPOV en témoignent.

Je souhaite à l'UPOV, pour les prochaines décennies, plein succès dans la poursuite de ses travaux de développement de la protection des obtentions végétales.

Car il est particulièrement important à mes yeux de trouver une réponse aux problèmes futurs de l'humanité. C'est uniquement ainsi qu'il sera possible de garantir à une population mondiale en augmentation l'accès à l'alimentation, aux matières premières et à l'énergie.

J'attends avec impatience les résultats de ce colloque spécialisé et je souhaite à tous les participants et à tous les invités des échanges de vues intéressants et constructifs.

Son Excellence M. H. Bleker
Secrétaire d'État, Ministère des affaires économiques,
de l'agriculture et de l'innovation, Pays-Bas

Tout d'abord, permettez-moi de vous féliciter pour le cinquantième anniversaire de la Convention de l'Union internationale pour la protection des obtentions végétales (UPOV).

Les Pays-Bas ainsi que plusieurs autres pays ont participé aux débuts de cette belle aventure. L'UPOV s'est depuis muée en un système mondial auquel participent 69 pays qui œuvrent pour promouvoir la mise au point de nouvelles variétés et pour créer un cadre propice à cet égard.

Le système de l'UPOV encourage également l'innovation et la sélection de variétés végétales en permettant aux producteurs agricoles et aux horticulteurs du monde entier de tirer le meilleur parti de ces variétés. Aujourd'hui plus que jamais, il est indispensable, afin de garantir la sécurité alimentaire, de promouvoir la mise au point de variétés qui permettent de renforcer la productivité tout en demandant moins d'investissements, et qui soient plus résistantes et mieux adaptées aux effets du changement climatique.

Certes, l'enjeu est de taille, mais je vois là une belle opportunité pour les producteurs agricoles des pays en développement d'utiliser le système de protection des obtentions végétales de l'UPOV pour accomplir des progrès supplémentaires.

Le temps passe et il nous faut nous adapter au changement. Nous devons par exemple bien réfléchir à la façon de garantir l'efficacité des droits des obtenteurs à l'égard des brevets sur des inventions portant sur des plantes. Nous devons trouver un nouvel équilibre entre les deux systèmes.

Une chose est sûre, même après cinquante années d'existence de l'UPOV, il reste beaucoup à faire et il serait bon pour l'UPOV que davantage de pays viennent accroître le nombre de ses membres.

Une fois de plus, je vous félicite pour ce cinquantième anniversaire. Je suis absolument convaincu que votre motivation est plus forte que jamais et que votre enthousiasme vous accompagnera tout au long de ces cinquante prochaines années!

Lord Taylor of Holbeach

**Sous-secrétaire parlementaire du Département de l'environnement,
de l'alimentation et des affaires rurales, Royaume-Uni**

La Convention UPOV est l'un des fondements sur lesquels repose l'industrie mondiale de la sélection végétale. Le Royaume-Uni est fier d'avoir été l'un des premiers signataires du texte originel de cet instrument et reste convaincu de l'importance que revêt l'UPOV pour ce qui est d'appuyer et de stimuler ce secteur.

Les retombées de la Convention UPOV et de la législation sur les droits d'obtenteur sont immenses. La possibilité pour les obtenteurs de percevoir des redevances sur leurs obtentions végétales a favorisé un développement rapide de la sélection végétale, entraînant une amélioration considérable du rendement, de la qualité et du choix. L'importance que revêt la sélection végétale est notamment attestée par de récentes études, dont il ressort que plus de 90% des gains de productivité enregistrés depuis 1982 pour les principales plantes cultivées au Royaume-Uni résultent de la sélection de nouvelles variétés. Le travail accompli par l'UPOV et l'industrie de la sélection végétale pour favoriser la mise au point de nouvelles variétés durables bénéficie à l'humanité tout entière en apportant des solutions au défi de la sécurité alimentaire compte tenu de l'accroissement démographique au niveau mondial et du changement climatique.

Mon département œuvre avec l'ensemble de la filière alimentaire à stimuler l'économie verte et à encourager le secteur de l'agriculture et de l'alimentation à accroître sa productivité de manière durable compte dûment tenu de la nécessité de réduire les émissions de gaz à effet de serre et de protéger le milieu naturel. Les nouvelles variétés végétales et le système de protection des obtentions administré par l'UPOV sont essentiels à la réalisation de ces objectifs.

À la deuxième Conférence mondiale sur les semences, il a été souligné que les gouvernements devaient mettre en place et perpétuer un environnement propice à l'innovation dans la sélection végétale et la production de semences. Le Royaume-Uni partage ce point de vue et a ainsi récemment accru ses investissements dans la recherche en matière de sélection végétale tout en procédant à des consultations concernant de possibles incitations fiscales destinées aux entreprises innovantes. Le système de protection des obtentions végétales de l'UPOV est un facteur clé d'encouragement à investir dans la mise au point de nouvelles variétés, qui sont essentielles au renforcement du caractère durable de la production alimentaire dans le monde. L'adhésion à l'UPOV est un indicateur important de l'appui octroyé par les gouvernements aux secteurs nationaux de la sélection végétale, qui leur donne la confiance nécessaire pour investir dans de nouvelles variétés et les mettre sur le marché. Ces 10 prochaines années et au-delà, les obtentions végétales vont jouer un rôle prépondérant dans les efforts déployés pour assurer la sécurité alimentaire dans l'intérêt de l'humanité tout entière.

Forte de ses membres appartenant à tous les continents, l'UPOV est une organisation réellement internationale idéalement placée pour encourager la poursuite de la mise au point de nouvelles variétés végétales. Elle affiche pour ses 50 premières années d'existence un bilan extrêmement positif. L'UPOV reste d'actualité et va s'employer, j'en suis convaincu, à consolider et à améliorer encore ce bilan ces 50 prochaines années.

Évolution de l'amélioration des plantes et de la protection des variétés végétales

M. Bernard Le Buanec

1 - La révolution néolithique et la domestication des plantes

Il y a quelque 10 mille ans a commencé ce que nous appelons aujourd'hui la révolution néolithique, qui a été probablement une longue évolution plutôt qu'une révolution. En même temps, le comportement humain est passé de la chasse et de la cueillette de plantes à une agriculture fondée sur l'agriculture. Comment cela s'est-il produit? Cela a été le résultat de la domestication et, dans le cadre du présent exposé, nous nous limiterons aux seules obtentions végétales. Parmi les nombreuses espèces qui étaient utilisées par les cueilleurs, seules quelques-unes ont été domestiquées. On estime qu'il y a deux cent cinquante mille espèces végétales décrites, dont trente mille sont réputées comestibles et dont sept mille ont été utilisées régulièrement pour l'alimentation¹. Sur ce total seules quelque trois cents ont été domestiquées et utilisées en l'agriculture².

En vérité, la domestication a entraîné une forte diminution de la diversité des plantes cultivées, les humains ne choisissant que les espèces qui pouvaient répondre à leurs besoins. Par exemple, pour les céréales, les cultures les plus importantes pour de nombreuses civilisations, ce que l'on a appelé le syndrome de la domestication s'est traduit par la perte de déhiscence spontanée, une plus grande uniformité de la maturation et de la germination des semences, l'accroissement de la taille des organes reproducteurs, une variation de l'allocation de biomasse et une durée de vie plus courte³. Le plus souvent, ces changements ne dépendaient que de quelques gènes importants.

2 - Sélection continue de cultivars améliorés par les agriculteurs après domestication

La différenciation entre la domestication et la sélection, pour pratique qu'elle soit, reste quelque peu artificielle car, du moins pendant la première phase de développement de l'agriculture, la domestication et la sélection de cultivars améliorés n'ont probablement pas manqué de se chevaucher. La sélection consistait pour les agriculteurs à choisir les meilleures plantes de chaque génération pour les semis de l'année suivante. Ces meilleures plantes étaient le résultat de mutations naturelles et d'hybridations avec des cultures voisines ou des plantes sauvages apparentées. Certains cas d'hybridation facilités par les agriculteurs ont été signalés. Toutefois, même si les progrès étaient évidents, ils ont été extrêmement lents car on ignorait comment accélérer et fixer ces gains génétiques. La révolution agricole, qui s'est produite au XVIII^e siècle, alors que l'agriculture européenne subissait de profonds changements, n'a pas apporté l'augmentation attendue des rendements, principalement en raison du manque d'amélioration des variétés⁴. En fait, la notion de génétique n'était pas connue. On peut dire que durant cette très longue période, les agriculteurs n'ont pas créé de diversité génétique mais au mieux, ont maintenu la diversité qui résultait de l'évolution naturelle. On peut dire également que la sélection des variétés, également connues sous le nom de variétés locales, était un sous-produit d'activités agricoles, et que la récompense pour le "sélectionneur" était une bonne, voire une meilleure récolte l'année suivante.

1 Kingsbury N, p 408.

2 Holden, Peacock et Williams, à Kingsbury N.

3 Harlan 1992.

4 Kingsbury, p 253.

3 - L'émergence de l'amélioration des plantes des sélectionneurs professionnels

Pour simplifier, nous pouvons dire que l'émergence de l'amélioration des plantes est née de deux grandes découvertes: l'existence du sexe dans les végétaux, qui a permis de contrôler les croisements, et les lois génétiques, qui ont permis de comprendre l'hérédité, de choisir les parents pour un croisement en fonction des résultats recherchés et de fixer les résultats du croisement. Ces découvertes avec, comme de coutume, leur part de controverses et de scepticisme, ont eu lieu entre le milieu du XVIII^e siècle et la fin du XIX^e, soit grosso modo durant cent cinquante ans. Aux débuts, ces croisements étaient effectués principalement par des amateurs sur des plantes ornementales et des fruits. Toutefois, les premières entreprises semencières dotées de réels programmes d'amélioration variétale n'ont vu le jour qu'au milieu du XIX^e siècle.

Un autre progrès essentiel a été l'apparition de la biométrie dans la première moitié du XX^e siècle, qui a permis d'éliminer les résultats obtenus au hasard d'une expérience⁵.

La première Conférence internationale sur l'hybridation et les croisements s'est tenue à Londres en 1899, suivie de la deuxième à New York en 1902 et d'une troisième d'où est né le mot de "génétique", en 1906 également à Londres. D'après un orateur, les quatre questions sur lesquelles les obtenteurs se concentraient à l'époque étaient: la résistance à la maladie, la résistance au froid, la résistance à la sécheresse et aux sols alcalins et une plus grande productivité (ces questions sont en fait très semblables à celles d'aujourd'hui). La première association de sélectionneurs, l'American Breeders Association, a été fondée en 1903⁶.

Les obtenteurs ont décidé de former une profession et, à partir de cette période, comme dans toute autre profession, de défendre leurs intérêts, notamment la protection de leurs droits de propriété intellectuelle. En fait, contrairement à la situation précédente, où les nouvelles variétés locales étaient un sous-produit d'activités agricoles et n'exigeaient pas nécessairement de compensation financière, la seule source de revenu des obtenteurs professionnels privés pour leur subsistance et la poursuite de leurs investissements est la vente du matériel de reproduction et de multiplication des variétés qu'ils ont développées.

En 1938 a été créée l'Association Internationale des Sélectionneurs pour la protection des obtentions végétales (ASSINSEL), dont le principal objectif est clairement indiqué par son nom⁷.

4 - La protection des droits des obtenteurs et la Convention de l'UPOV de 1961⁸

Pendant la première moitié du XX^e siècle, plusieurs tentatives ont été faites aux niveaux national et international pour mettre en place un système de protection efficace de la propriété intellectuelle pour les obtenteurs de variétés végétales. À quelques exceptions près, telles que le Plant Patent Act promulgué en 1930 aux États-Unis d'Amérique pour les cultures à multiplication végétative (à l'exception des tubercules), le résultat global est assez maigre. Dans les années 50, les discussions ont repris, et l'ASSINSEL a joué un double rôle déterminant: premièrement, l'Association a obtenu une motion unanime de ses membres lors de son congrès annuel de 1956 demandant l'organisation d'une conférence internationale pour étudier la question de la protection de la propriété intellectuelle dans le domaine de l'amélioration des plantes; deuxièmement, les membres français de l'ASSINSEL ont réussi à convaincre le gouvernement français de convoquer une telle conférence. La première session de la Conférence diplomatique a eu lieu en 1957, et la seconde en 1961, qui a débouché sur l'adoption de la Convention de l'UPOV de 1961.

5 Fisher, 1925, *Statistical Method for Research Workers*.

6 Kinsbury, p 159.

7 Le mot "professionnels" a été abandonné au bout de quelques années, et en 2002, l'ASSINSEL a fusionné avec l'International Seed Trade Association FIS pour former l'International Seed Federation ISF.

8 Pour plus de détails voir Heitz, 1987.

Dans son préambule la Convention dispose que les parties contractantes “sont convaincues de l’importance à accorder à la protection des variétés de plantes, **non seulement pour le développement de l’agriculture sur leurs territoires**⁹ mais aussi pour la sauvegarde des intérêts des obtenteurs”. La convention établit les conditions d’obtention de la protection et, dans son article 5, l’étendue de la protection. L’un des traits essentiels de la Convention est l’exception du sélectionneur, rendue nécessaire par le fait que les progrès dans l’amélioration des plantes sont graduels et que l’accès aux ressources génétiques végétales pour la recherche et l’amélioration est nécessaire, comme le montre, par exemple, la figure 1.

La figure 1a illustre la complexité du pedigree de la variété Sonalika, publié en 1964. La figure 1b donne quelques détails lisibles.

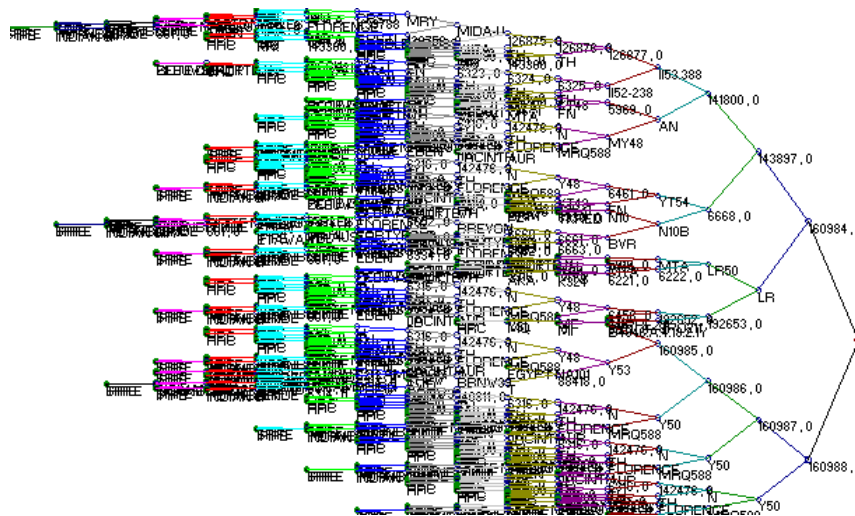


Figure 1a: Pedigree de la variété de blé Sonalika, source CYMMIT

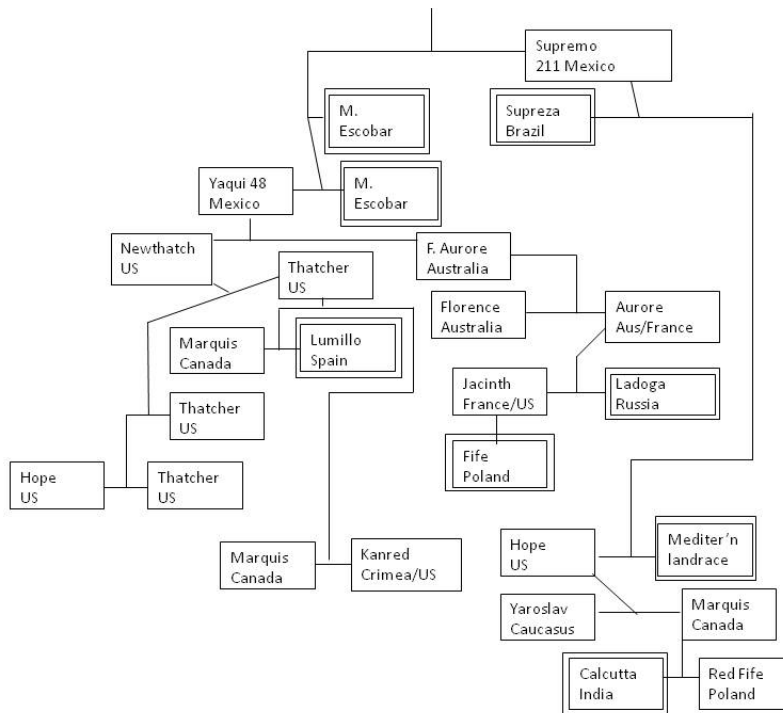


Figure 1b: Petit segment du pedigree du blé panifiable (cv. Sonalika), source CYMMIT

9 Emphase ajoutée par l’auteur.

5 - Quelques résultats de l'amélioration des plantes

5.1 - Amélioration du rendement

Une vue linéaire de l'évolution de l'agriculture et de l'amélioration du rendement du blé en France¹⁰ donne une bonne illustration de l'aspect de l'amélioration des plantes relatif à l'amélioration de leur rendement.

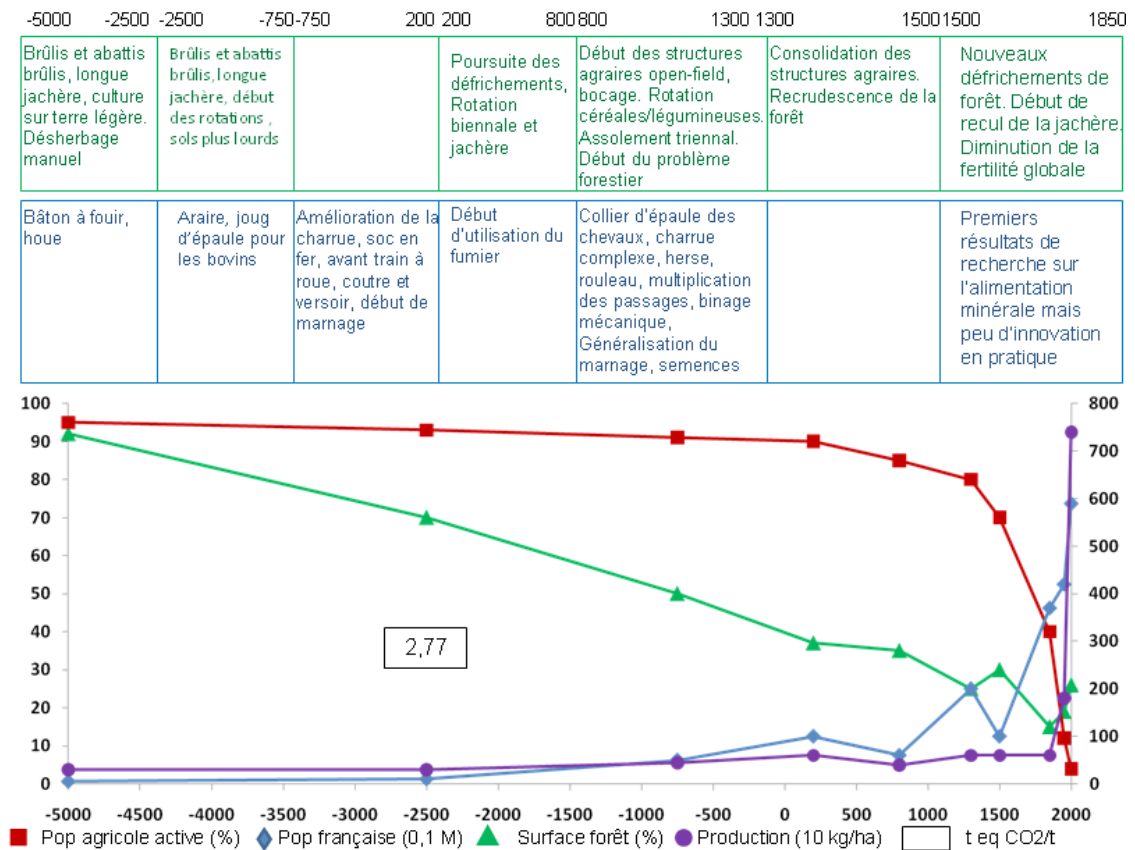


Figure 2a: Évolution de l'agriculture et du rendement du blé en France, de 5000 avant J.-C. à 2000 de l'ère actuelle

10 D'après Gille B.,1978, Boulaine J, 1996 et G. Duby et A. Wallon, 1977

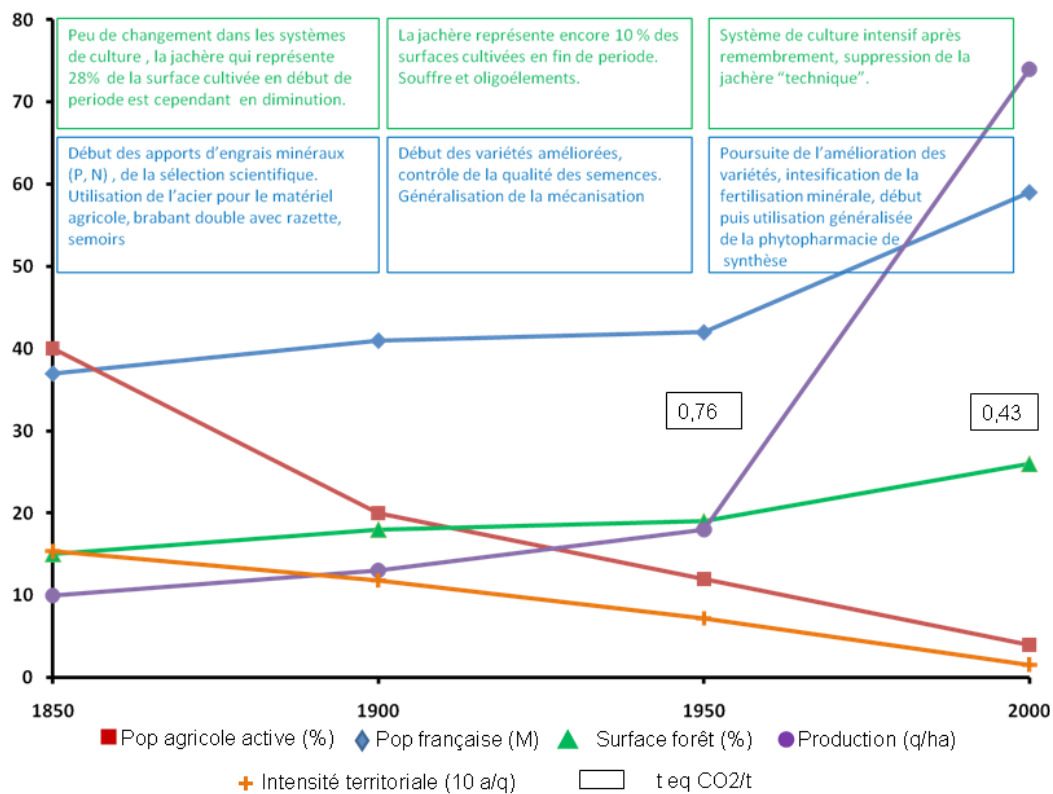


Figure 2b: Détails de 2a, 1850-2000

Les figures 2a et 2b (les détails des 150 dernières années de 2a) représentent divers paramètres: les populations totale et agricole de la France; la superficie couverte de forêts et le rendement du blé à l'hectare. On remarque que le rendement du blé a augmenté extrêmement lentement, passant de 3 à 10 quintaux à l'hectare entre les années -5000 et 1850. Pratiquement, le seul moyen d'accroître la production nationale pour nourrir une population croissante et de plus en plus urbanisée a été d'accroître la superficie cultivée et, par conséquent, de défricher des forêts et d'assécher des terres humides. De 1850 à 1950, le rendement a progressé un peu plus rapidement, passant de 10 à 16 q/ha, mais à un rythme encore insuffisant, malgré la révolution agricole (voir plus haut). Il est généralement considéré que la lenteur des progrès est due au manque de productivité des variétés de blé. Avec la généralisation des variétés à haut rendement, le rendement à l'hectare a progressé de façon spectaculaire, passant de 16 q/ha à 74 q/ha entre 1950 et 2000. L'amélioration génétique compte pour 50% de cet accroissement¹¹. Outre les progrès dans l'intensité d'utilisation des terres (surface nécessaire pour une unité de production), avec l'augmentation du couvert forestier, la tonne d'équivalent CO₂ par tonne de blé produit est tombée de 0,76 en 1950 à 0,43 en 2000¹². Il ya des exemples d'évolutions similaires pour diverses cultures et divers pays¹³.

Il est intéressant de noter que l'amélioration des rendements ne s'est pas faite aux dépens de la robustesse, de la résistance aux maladies et de la qualité technique¹⁴. L'exemple du riz pluvial en Afrique est particulièrement intéressant car sur ce continent, l'avantage des variétés à haut rendement sur les variétés locales est souvent contesté. En Afrique de l'Ouest, on a comparé les variétés locales aux variétés améliorées dans les conditions de cultures traditionnelles, à différents niveaux de productivité. Des résultats interprétables ont été obtenus sur les terres de 198 agriculteurs dans 16 contextes différents (voir figure 3).¹⁵

11 M. Brancourt-Hulmel et al, 2003.

12 A. Riedacker, 2008.

13 B. Le Buanec, 2009 et ISF, 2002.

14 M. Brancourt-Hulmel et al, 2003, ISF, 2002.

15 Jones M.P., Diallo R., 1995.

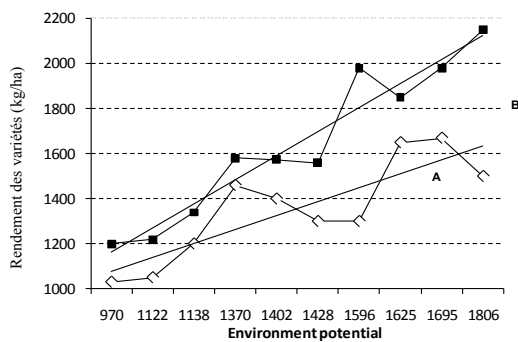


Figure 3: Rendement obtenu avec la variété locale (A) et la variété améliorée (B) selon le potentiel de l'environnement mesuré au rendement moyen de l'essai en chaque endroit

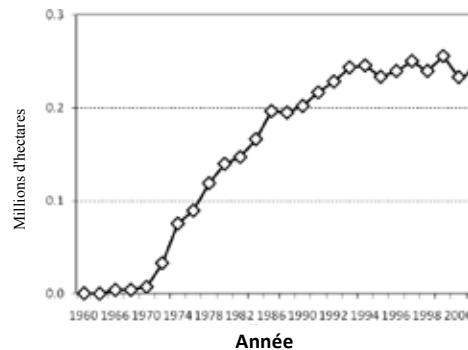


Figure 4: Accroissement de la superficie des terres consacrées à la culture du maïs aux Pays Bas (liste recommandée en 2002).

Sur l'ensemble des environnements soumis à essais, la variété améliorée B est toujours supérieure à la meilleure variété locale choisie par l'exploitant, même lorsque le potentiel de l'environnement est faible. En outre, la variété améliorée répond beaucoup mieux que la variété locale lorsque le potentiel de l'environnement est bon.

5.2 - Adaptation à de nouveaux environnements

Les mouvements de population sur la planète se sont peu à peu accompagnés de l'adaptation de leurs cultures à de nouveaux environnements, mais en général, ces adaptations ont été lentes. Ainsi, il a fallu de nombreux siècles pour adapter le riz aux régions nord du Japon¹⁶. Étant donné les variations climatiques et le déplacement rapide des espèces à travers le monde, il est très probable que les cultures devront s'adapter à l'avenir à de nouveaux environnements. Grâce à l'amélioration des plantes, cette adaptation pourra se faire beaucoup plus vite que par le passé. Trois exemples peuvent illustrer cette évolution..

5.2.1 - Adaptation du maïs à l'Europe du Nord

Le maïs a été introduit en Europe à la fin du XVI^e siècle, après la découverte des Amériques par les Européens. Toutefois, la culture du maïs est restée limitée aux régions situées au sud du quarante-cinquième parallèle, aux étés chauds et assez humides, jusqu'aux années 60. Le développement des hybrides plus précoces et plus robustes (croisements entre les variétés européennes de type « corné » et les variétés nord-américaines de type « denté ») a permis à la culture du maïs de s'étendre vers le nord. La situation aux Pays-Bas illustre cette évolution (figure 4).

5.2.2 - Adaptation du colza en Australie¹⁷

En Australie, la première récolte commerciale de colza a eu lieu en 1969, mais en 1972, la maladie du pied noir due à *Leptosphaeria maculans* a ravagé l'industrie naissante de l'huile de colza. Cette huile étant considérée comme importante pour le pays, des programmes de sélection végétale ont débuté en 1970 dans l'Etat de Victoria et en 1973 en Nouvelle-Galles du Sud et dans l'Australie de l'Ouest. Par ailleurs, le colza avait un problème en Australie en raison du spectre des mauvaises herbes, en particulier des espèces de Brassica telles que le radis sauvage.

16 Kinsbury N., 2009, p 51.

17 Salisbury P., 1999 et communication personnelle, 2011.

La résistance au pied noir a été trouvée principalement dans le matériel végétal de printemps japonais et le matériel végétal d'hiver français. La tolérance à la triazine provient du Canada, où la tolérance à cet herbicide a été introduite, grâce au sauvetage d'embryons, dans l'espèce *Brassica napus* à partir d'une population sauvage de *Brassica rapa*. Les premières variétés résistantes à la maladie du pied noir ont été mises en marché dans les années 80, et la première variété tolérante à la triazine en 1993. En une vingtaine d'années, les problèmes liés à un milieu spécifique, à la forte présence de la maladie du pied noir et de mauvaises herbes spécifiques ont été résolus, ce qui a permis un développement spectaculaire de la culture du colza (voir figure 5). La production australienne d'huile végétale a plus que triplé entre 1993 et 1999, due surtout à la culture du colza et, en 1999, l'Australie est devenue l'un des principaux exportateurs d'huile végétale.

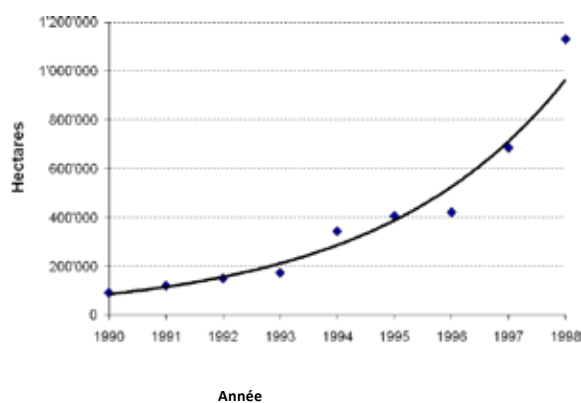


Figure 5: Évolution de la superficie de terres de culture du colza en Australie

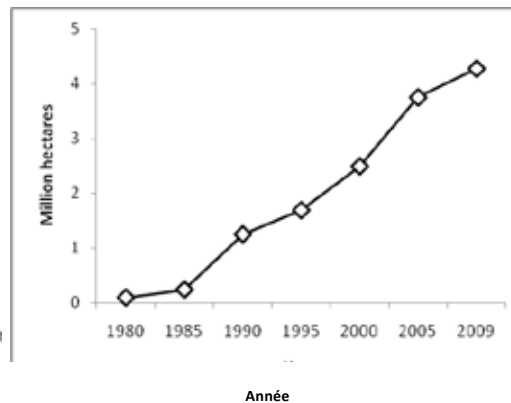


Figure 6: Évolution de la superficie consacrée à la culture du soja au Brésil

5.2.3 - Adaptation du soja dans la zone équatoriale du Brésil¹⁸

Dans les années 60, le soja était une culture mineure au Brésil, cultivée principalement dans l'État du Rio Grande do Sul à environ 30° de latitude sud. Les variétés provenaient du sud des États-Unis d'Amérique, à environ 30° de latitude nord, où les conditions de longueur de jour étaient les mêmes. Dans les années 1970, le soja a pris de l'importance et a commencé à s'étendre vers le nord, notamment dans l'État du Parana, en raison du recul du café, en particulier après le gel de 1975. À partir de là, la culture a continué à progresser vers le nord, et il est à présent possible de cultiver le soja à la latitude de 0° avec la même efficacité qu'à la latitude de 30°.

La caractéristique déterminante qui a été modifiée de manière à permettre cette adaptation à un nouvel environnement a été l'insensibilité à la photopériode. Le travail d'adaptation a commencé dans les années 70 à Campinas et Londrina, avec le développement de populations obtenues par le croisement de variétés américaines avec des génotypes dont la longue période juvénile avait été identifiée dans les variétés existantes. Par la suite, des mutations spontanées affichant divers degrés de juvénilité ont été identifiées, sélectionnées puis utilisées comme parents dans des croisements pour le développement de variétés pour les milieux de faible latitude. Toutefois, l'efficacité a été augmentée lorsque le programme de croisement a été transféré dans l'État du Maranhao, région d'adaptation du germoplasme. Au milieu des années 80, plusieurs variétés adaptées ont été obtenues. Plusieurs caractéristiques ont été également améliorées durant cette même période, en particulier différents téguments capables de résister à des températures élevées. L'accroissement spectaculaire de la culture du soja au Brésil est illustré à la figure 6.

18 Dall'Agnol A. et Sendin P., communications personnelles 2011.

5.2.4 - Conclusion

Ces trois exemples montrent qu'en l'espace de 10 à 20 ans, les techniques modernes d'amélioration ont permis d'adapter les cultures à différents milieux physiques ou biologiques.

5.3 - Développement d'une nouvelle espèce, le Triticale¹⁹

Quelques hybrides naturels, entre le blé et le seigle, pour la plupart stériles, ont été décrits à la fin du XIXe siècle. Leur stérilité était due à des accidents au stade de la mitose dus au nombre impair de chromosomes de l'hybride. La volonté de combiner la qualité du blé à la robustesse et à la résistance au froid du seigle a poussé les sélectionneurs à tenter de résoudre ce problème de stérilité. Cela a été rendu possible par la création de deux techniques: la polyploïdisation par l'emploi de la colchicine pour doubler le nombre de chromosomes, découverte en 1937, et la cytogénétique, améliorée sensiblement dans les années 50, pour la sélection de descendance possédant le nombre correct de chromosomes. Ainsi, en France, un programme de croisements a démarré en 1958; la première variété a été commercialisée en 1979. Les variétés modernes de Triticale ont un rendement potentiel aussi bon que le blé et une robustesse proche de celle du seigle. Le Triticale est également apprécié pour la longueur de sa paille. Le Triticale représente un gain de biodiversité.

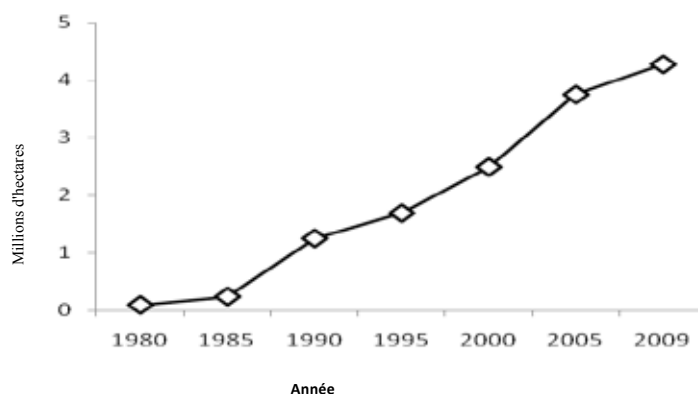


Figure 7: Évolution de la superficie consacrée à la culture du Triticale dans le monde

5.4 - Amélioration de la qualité

La qualité, tant technique que nutritive, des produits s'est améliorée pour de nombreuses cultures. Le colza donne une bonne illustration des progrès réalisés dans ce domaine²⁰.

Trois espèces sont cultivées sous le nom de colza (en anglais, rapeseed ou canola): *Brassica rapa*, *Brassica napus* et *Brassica juncea*. Le colza était cultivé dès le XX^e siècle avant JC en Inde, et a été introduit en Chine et au Japon environ au début de notre ère. Il est cultivé en Europe dès le XIII^e siècle, et son huile est utilisée pour la cuisine et l'éclairage. Avec l'invention de la machine à vapeur, l'huile de colza sert de lubrifiant car on découvre qu'elle reste mélangée à l'eau – ou s'applique aux surfaces métalliques lavées à la vapeur d'eau mieux que les autres lubrifiants. Le colza a été introduit au Canada pour cet usage, et a connu sa période de pointe pendant la Seconde guerre mondiale. Par la suite, son utilisation comme lubrifiant a fortement diminué, et les agriculteurs canadiens ont commencé à envisager d'autres usages pour cette culture et ses produits, principalement comme huile comestible et pour l'alimentation du bétail.

¹⁹ Bastergue et al, 2006.

²⁰ Canola Council of Canada, 2011; Lespinasse Y. et al, 2011.

Toutefois, pour ces utilisations, l'huile de colza présentait deux grandes faiblesses: une forte teneur en acide érucique jugée dès 1956 nuisible à la santé et une forte teneur en glucosinolates dans la farine qui posent des problèmes d'appétence et nutritionnels dans l'alimentation du bétail et de la volaille. Les éleveurs canadiens ont été des pionniers dans la recherche de solutions à ces problèmes. En 1960, en criblant le germoplasme disponible, ils ont découvert un mutant spontané de colza fourragé à faible teneur en acide érucique. En croisant ce cultivar avec des variétés oléagineuses, puis en le retrocroisant, ils ont développé rapidement une variété qui a été diffusée en 1968. Par accélérer le processus, ils ont mis au point une méthode originale permettant de couper en deux la graine de manière qu'une moitié puisse être testée pour la composition de son huile par chromatographie en phase gazeuse et l'autre moitié, après sélection, puisse encore germer.

En 1967, un autre mutant naturel à faible teneur en glucosinolates a été découvert, et l'on a appliqué le même processus que celui pour obtenir une faible teneur en acide érucique. La première variété à faible teneur en acide érucique et en glucosinolates a été mise en marché en 1974. Ce type de variétés est connu sous le nom de colza double zéro. Ces importants changements, qui ont été suivis dans beaucoup d'autres pays, principalement sur la base du germoplasme développé au Canada, ont permis d'accroître sensiblement la production mondiale de colza, et l'huile de colza vient aujourd'hui au troisième rang des huiles pour la consommation humaine.

Plus récemment, d'autres modifications ont été apportées à la composition des acides gras du colza par l'emploi de plusieurs techniques: faible teneur en acide linoléique et forte teneur en acides oléiques par mutation à l'aide de sulfonate d'éthyle méthane et sélection à l'aide de marqueurs moléculaires; forte teneur en acide laurique par génie génétique. Un colza à forte teneur en acide érucique a également été obtenu au Canada par criblage du germoplasme existant, puis croisement et rétrocroisement.

En moins de 50 ans, l'emploi de plusieurs techniques, allant de la sélection de mutations naturelles au croisement et rétrocroisement et à la mutation induite, au génie génétique et à la sélection à l'aide de marqueurs moléculaires, a débouché sur une culture profondément modifiée permettant plusieurs utilisations humaines, animales et industrielles, et aujourd'hui, le colza est cultivé sur 31 millions d'hectares à travers le monde.

5.5 - Conclusions

Ces quelques exemples, parmi de nombreux autres qui auraient pu être décrits, montrent clairement l'intérêt que présente l'amélioration des plantes pour répondre aux défis de l'humanité par l'amélioration des rendements, l'adaptation des cultures à de nouveaux environnements physiques et biologiques, la création de nouvelles espèces et l'amélioration de la qualité. Cela va dans le sens du préambule de l'Acte de 1961 de la Convention UPOV qui dit que les parties contractantes sont *"convaincues de l'importance à accorder à la protection des nouvelles variétés de plantes [...] pour le développement de l'agriculture sur leur territoire"*²¹.

Évolution de l'amélioration des plantes après 1961 et nécessité d'une révision de la Convention

Pendant les années 1970 et 1980, la biotechnologie végétale a fait des progrès considérables qui ont été décrits dans de nombreuses publications et ne seront pas détaillés dans le présent écrit²². En particulier, de nouvelles techniques permettent un rapide accroissement de la création de nouvelles variétés – la création de lignées de conversion par génie génétique, l'utilisation d'une partie quelconque d'une plante comme matériel reproductif – mais présentent toutes le risque de compromettre le droit de l'obtenteur initial.

21 Caractères gras et en italique ajoutés par l'auteur.

22 Les lecteurs intéressés peuvent se reporter à une publication de juin 2011 intitulée : Biotechnologies végétales, environnement, alimentation, santé, ISBN Vuibert 978-2-311-00360-4.

Ces préoccupations ont été évoquées dès 1980 par l'ASSINSEL qui, lors de son Congrès de Cannes (France), a engagé un débat animé sur les lignées sœurs, les lignées issues de conversions, la distinction et la nouveauté et a décidé d'avoir un débat approfondi sur ce sujet à son Congrès de 1981 à Acapulco. Après le Congrès d'Acapulco, l'ASSINSEL a demandé à l'UPOV "de prendre toutes les mesures nécessaires afin d'empêcher que les lignées issues de conversion n'empiètent sur le matériel génétique des obtenteurs et ne le piratent". En 1982, l'ASSINSEL a envoyé une lettre à ses membres déclarant que "le Conseil de l'ASSINSEL, conscient des nouveaux développements dans le domaine de l'amélioration des plantes, notamment en ce qui concerne les applications et les problèmes posés par le Génie génétique, estime que le moment est venu d'étudier de nouveau la question des caractéristiques importantes".

En même temps, le Comité administratif et juridique de l'UPOV, ayant été consulté, a estimé, lors de sa réunion du 28 avril 1983, qu'un "amendement de la Convention n'était pas judicieux pour le moment".

Toutefois, l'évolution générale de l'amélioration des plantes, les débats qui se poursuivaient sur la protection des inventions biotechnologiques aux niveaux national et international, une motion adoptée en 1986 par la section des semences potagères de la FIS dont avait pris acte le conseil de l'UPOV ont amené ce Conseil, lors de sa session de décembre 1986, à charger le Comité administratif et juridique d'étudier les possibilités d'améliorer la Convention UPOV²³.

Lors de sa vingt-troisième session, le Comité administratif et juridique²⁴ a conclu que la révision devrait avoir pour objectifs plus particuliers:

- renforcer le droit de l'obteneur;
- étendre le champ d'application pratique du système de protection des variétés de végétaux;
- clarifier un certain nombre de dispositions sur la base de l'expérience, [...] et de les adapter aux réalisations récentes et en puissance²⁵.

Après quatre ans de travaux intensifs de la part des membres de l'Union, avec la participation d'organisations gouvernementales et non gouvernementales internationales, une Conférence diplomatique a été convoquée en mars 1991 et un nouvel Acte de la Convention a été adopté le 19 mars de la même année.

Parmi les principales modifications, on peut noter une définition plus détaillée du terme "variété", l'extension de la protection à tous les genres et espèces de végétaux, l'extension de la protection, y compris, sous certaines conditions, la protection du matériel récolté de la variété protégée, la clarification de l'utilisation de semences de ferme, l'introduction du concept de dérivation essentielle et de dépendance à l'égard de la variété initiale. Ces changements, compte tenu des progrès technologiques et scientifiques enregistrés depuis 1961, ont renforcé le droit de l'obteneur. Ils encouragent les obtenteurs de variétés végétales à continuer à investir dans la recherche de l'innovation végétale sur un nombre croissant d'espèces. Le budget de la recherche privée en innovation variétale a été estimé en 2011 à 4,5 millions de dollars É.-U. Le nombre d'espèces ayant des variétés protégées a augmenté de façon spectaculaire, passant de 80 en 1981²⁶, à 350 en 1988²⁷ et à 3045 en 2011²⁸. Cette montée en flèche observée entre 1988 et 2011 est due à la généralisation de la protection de tous les genres et espèces et à l'accroissement du nombre de membres de l'UPOV, qui est passé de 17 à 70.

23 Document C/XX/13, 2 décembre 1986.

24 Document CAJ/XXIII/2, July 13, 1988.

25 Caractères gras ajoutés par l'auteur.

26 Mast H., 1981.

27 Doc UPOV C/XXII/8.

28 Base de données GENIE, 2011.

6 - Conclusion

La sélection des variétés locales et la création ultérieure de nouvelles variétés ont constamment évolué avec le développement des pratiques culturales et des découvertes scientifiques. Pour encourager l'amélioration des plantes, la protection des variétés végétales a été adaptée au XX^e siècle pour accompagner cette évolution. Puisque, comme nous l'avons vu, l'amélioration des plantes est un moyen important d'aider la société à répondre aux nombreux défis qui se posent pour l'humanité, il sera essentiel, pour continuer de promouvoir les investissements dans ce domaine, de veiller à ce que la protection de la propriété intellectuelle continue d'être adaptée aux besoins, afin de rester forte et efficace, tout en favorisant l'accès à la variabilité génétique pour l'amélioration vitale du germoplasme.

SESSION 1: la phytologie et l'avenir de la sélection végétale

Le rôle de la génomique dans l'amélioration des plantes

M. Mike Bevan,
Directeur adjoint chargé des sciences, John Innes Centre (Royaume-Uni)

Depuis de nombreuses années, la création de nouvelles variétés végétales par le biais de la sélection phénotypique de certaines caractéristiques recherchées apporte des contributions remarquables au maintien d'accroissements réguliers des rendements, à l'utilisation des nutriments et à la lutte contre les pathogènes. L'introgression de chromosomes étrangers et la sélection de segments chromosomiques spécifiques ont été utilisées pour introduire des caractères particuliers depuis des sources génétiquement plus distantes, mais d'une façon générale, le croisement de lignes génétiquement et phénotypiquement diverses n'a pas été d'un usage pratique en raison de la grande quantité de variation phénotypique non désirée et inattendue. De ce fait, la production de nouvelles variétés de cultures peut prendre de nombreuses années et produire des résultats inattendus. Compte tenu de l'accroissement inexorable de la population humaine et de l'évolution de ses habitudes alimentaires, il nous faut produire des aliments à un rythme sans précédent. En outre, il nous faut relever ce défi tout en réduisant la quantité d'intrants utilisés, tels qu'engrais, en combattant de nouvelles épidémies et en maintenant des rendements élevés dans un climat incertain.

Pour faire face à des difficultés, les chercheurs en phytologie élaborent de nouvelles approches de l'amélioration des cultures, telles que la transgénèse et la génomique. L'impact du génie génétique depuis son introduction commerciale en 1995, mesuré aux hectares ainsi cultivés, a été substantiel. La génomique est une technologie relativement nouvelle d'amélioration des variétés, et dans mon exposé, je traiterai de son potentiel de transformation irréversible de la sélection végétale. Si elle est utilisée avec succès dans ce que l'on appelle la génétique moléculaire, le champ de cette génétique se trouvera élargi au point que le germoplasme jusque-là sous-exploité pourra être utilisé et le processus accéléré. Ce progrès technologique va en outre de pair avec l'accroissement constant de la connaissance en biologie végétale. C'est cette compréhension plus profonde qui pourrait à terme aboutir à une sélection végétale prévisible, où certains caractères spécifiques pourraient être assemblés sur un ordinateur et transmis aux généticiens pour la réalisation de croisements et la sélection de la descendance.

Génie biologique

M. Konstantin G. Skryabin,
Directeur du Centre de recherche en génie biologique, Académie russe des sciences (Fédération de Russie)

Plus de 70% du territoire de la Russie est situé dans une région d'agriculture à haut risque. Dans la majeure partie du pays, la saison de croissance des végétaux est de deux à trois mois, contre huit à neuf mois en Europe et aux États-Unis d'Amérique. L'écart maximal de température entre l'été et l'hiver russes est de 116,6 °C, le plus large du monde. En même temps, la Russie possède 10% des terres cultivables de la planète. Par conséquent, la création de nouvelles variétés de cultures résistantes aux mauvaises herbes, aux ennemis des cultures, aux virus et autres stress biotiques et abiotiques est le principal espoir pour l'agriculture russe [1].

Lors du développement de nouvelles variétés améliorées, nous nous efforçons d'utiliser toutes les dernières techniques à notre portée, y compris la bio-ingénierie et les approches génomiques. L'ordre de priorité pour les cultures associées à ce processus découle de l'importance de ces cultures pour l'économie agricole et des conditions et exigences propres à leur exploitation. Par exemple, pour le blé (production totale; près de 62 millions de tonnes en 2009), les principales caractéristiques recher-

chées sont la résistance à la sécheresse et aux herbicides [2]. Pour la pomme de terre (production totale: 31 millions de tonnes en 2009), c'est la résistance aux ennemis des cultures et aux infections bactériennes, et pour la betterave sucrière (production totale: 25 millions de tonnes en 2009), c'est la résistance aux infections virales.

L'application de la bio-ingénierie de la production végétale est la toute dernière méthode employée pour développer de nouvelles variétés de plantes possédant les propriétés recherchées. Au cours des 15 dernières années, l'utilisation de cette approche a permis de créer plusieurs variétés nouvelles en Russie, notamment: des pommes de terre résistantes au virus X (PVX), au phytophthora et au doryphore; des choux et des tournesols résistants à l'herbicide phosphinotricine; et des betteraves sucrières résistantes à l'herbicide phosphinotricine et aux virus BYV et BNYVV [3, 4, 5]. D'après des données préliminaires, l'application du gène MF3 (peptidyl-prolyl cis-trans isomérase de la fluorescence *Pseudomonas*) pour la création d'une betterave sucrière et d'une pomme de terre résistantes à un vaste ensemble de pathogènes fongiques et bactériens (*Puccinia graminis*, *Septoria nodorum*, *Erwinia carotovora*, etc.) est très prometteuse.

L'utilisation pratique de plantes d'origine biotechnique repose sur le principe de l'enregistrement par l'État de toutes les nouvelles variétés agricoles. D'après la législation russe en vigueur, qui est harmonisée à l'échelle internationale, y compris avec l'Union internationale pour la protection des obtentions végétales (UPOV), l'organisme gouvernemental chargé du processus d'enregistrement des nouvelles variétés est la Commission d'État du Ministère de l'Agriculture. L'enregistrement de nouvelles plantes d'origine biotechnique est régi par un règlement particulier parce que l'un des principaux arguments avancés contre le développement et la mise en œuvre pratique d'organismes génétiquement modifiés (OGM) est le risque de perturbation de la structure génétique de l'ADN de la plante réceptrice sur les sites d'insertion de l'ADN étranger [6]. Toutefois, aujourd'hui, ce problème peut être résolu.

Par exemple, notre participation au projet de Consortium international sur le séquençage du génome de la pomme de terre [7] a permis d'effectuer une analyse précise des régions génomiques voisines des inserts transgéniques. Cette analyse a montré que, dans les pommes de terre d'origine biotechnique russe, "Elizaveta Plus" et "Logovskoi Plus", les inserts transgéniques étaient situés dans des régions transcriptionnellement non actives. Elle a permis de conclure que le risque d'effets pervers de l'intervention de la bio-ingénierie était minime dans les deux cas.

Le cinquantième anniversaire de la Convention internationale pour la protection des obtentions végétales a sans aucun doute coïncidé avec les progrès révolutionnaires de la bio-ingénierie des obtentions végétales.

Bibliographie

1. K. Skryabin. (2010) Do Russia and Eastern Europe need GM plants? *New Biotechnology*, Vol. 27, No. 5, 593-5
2. Agriculture in Russia. Statistical digest. 2009. Moscou, Ministère de l'agriculture
3. Gribova, T.N. et al. (2006) Optimization of the protocol for constructing transgenic plants of the cabbage *Brassica oleracea* var. *capitata*. *Appl. Biochem. Microbiol.* 42, 519–524
4. Neskorođov, Y.B. et al. (2010) Developing phosphinotricin-resistant transgenic sunflower (*Helianthus annuus* L.) plants. *Plant Cell Tissue Organ Cult.* 100, 65–71
5. Mishutkina, Y.V. et al. (2010). The creation of sugar beet transgenic plants expressing bar gene. *Appl. Biochem. Microbiol.* 46, 80–86
6. Zadorin A., et. al. (2008) The analysis of genomic flanking regions of transgenic inserts in modified potato and cabbage plants. *Biotechnology (in Russian)*, Vol. 6. p. 15-23
7. Xu X., et al. Genome sequence and analysis of the tuber crop potato. *Nature*, Vol. 475, PP. 189–195, 14 July 2011, DOI: doi:10.1038/nature10158

Vigueur hybride (seigle)

M. Stanislau Hardzei,

Chef, Laboratoire de génétique et de biotechnologie, Centre de recherche scientifique et appliquée sur les cultures de l'Académie biélorusse des sciences (SPCAF)(Biélorus)

L'effet hétérosis est le mécanisme génétique qui permet aux plantes et aux animaux d'augmenter leur potentiel de productivité.

Le phénomène de "puissance hybride" a été remarqué au XIXe siècle. Il a été décrit pour la première fois par Charles Darwin. Le terme "hétérosis" a été introduit par Shell. À ce jour l'effet hétérosis sur hybrides F1 a été développé pour la plupart des végétaux cultivés. De plus, en règle générale, les cultures produites par pollinisation ouverte, y compris le seigle, se caractérisent par un niveau plus élevé d'effet hétérosis. Cette caractéristique est peut-être conditionnée sur les cultures à pollinisation ouverte par la vaste réserve de variabilité génétique.

La recherche sur la génétique et le développement de l'effet hétérosis sur les seigles hybrides se concentre principalement en Europe, car ce continent compte pour environ 87% de la superficie mondiale consacrée à la culture du seigle. La plupart des résultats obtenus proviennent d'Allemagne. Actuellement, les variétés hybrides occupent environ 60% de la superficie totale cultivée en Allemagne. Plusieurs seigles hybrides F1 allemands ont été enregistrés au Biélorus: "Picasso"; "Askari"; "Fugato"; et "Amato".

Des travaux ont été également effectués en Pologne sur le seigle hybride. Les seigles hybrides F1 à fort effet hétérosis sont développés depuis plusieurs décennies. Néanmoins, le seigle hybride n'occupe pas plus de 5 à 7% de la superficie cultivée en Pologne.

Des travaux de recherche sur l'effet hétérosis du seigle sont également effectués au Biélorus, en Fédération de Russie, en Suède et en Ukraine.

En dehors de l'Europe, de tels travaux sont effectués par des chercheurs de l'Université de Sydney en Australie.

Le succès du développement et de l'introduction dans la production agricole de variétés de seigle hybride est dû à la découverte de solutions à certains problèmes jugés insurmontables d'incompatibilité entre espèces utilisées pour une fécondation croisée.

Les principaux objectifs de la production d'hybrides F1 de seigle hivernal sont les suivants:

- développement de collections de variétés pures à forte aptitude à la combinaison (GCA et SCA) et à faible dépression innée introduite au fil des générations;
- identification des facteurs de maintien de la stérilité et de restauration de la fertilité;
- développement d'un système de stérilité mâle cytoplasmique [cytoplasmic male sterility (CMS)] (facteur de maintien de la stérilité + analogue stérile mâle d'un facteur de maintien de la stérilité /♀/, facteur de restauration de la fertilité /♂/);
- développement d'une technique efficace de production de variétés hybrides à partir de composants femelles (MS) et mâles;
- conception d'un programme économiquement viable de production de semences hybrides et d'un système de culture de semences de variétés hybrides (Hardzei, 2002).

Du point de vue génétique, les trois premiers objectifs suscitent le plus vif intérêt, tandis que les deux derniers ne posent que des problèmes de méthode et d'organisation.

Développement de lignées pures

Nombre de chercheurs travaillant sur le seigle hivernal ont essayé d'utiliser des lignées à autopolli-nisation ou autofécondées pour la création d'un hybride F1. On a réussi à surmonter la dépression innée en utilisant les sources d'autofertilité trouvées dans certaines populations de seigle. À partir de ces sources, on a pu développer des collections de lignées à haut niveau d'autocompatibilité et à faible niveau de dépression innée. À l'Institut de génétique et de cytologie (Minsk), on a également trouvé une source d'autocompatibilité contrôlée par un petit nombre de gènes.

Actuellement, un certain nombre de gènes d'autocompatibilité est déjà localisé: Sf1 (1R); Sf2 (2R); Sf3 (4R); Sf5 (5R); Sf4 (6R). Trois mutations définissant l'autocompatibilité dans les loci S, Z et S5 ont été cartographiées respectivement sur les chromosomes 1R, 2R et 5R. Une protéine et trois marqueurs ADN ont été définis pour ces loci. Il est certain que ces recherches facilitent le processus de développement de lignées endogames.

La stérilité mâle cytoplasmique dans le seigle

L'utilisation pratique de l'effet hétérosis sur le seigle a commencé après la découverte de la stérilité mâle cytoplasmique. Les premières plantes mâles stériles ont été découvertes par Putt en 1954. Par la suite, différents types de stérilité mâle avec différentes formes de contrôle cytoplasmique et nucléaire ont été décrits. D'après les travaux de recherche de Kobyljanskij, la stérilité mâle est contrôlée par un gène "rf" récessif, par l'état homozygote (rf,rf), et la fertilité par l'état hétérozygote (Rrf) ou l'état homozygote (Rrf) dominant. Ce type a été nommé type R parce qu'il a été étudié sur le seigle russe "Wiatka".

La CMS de type P ("Pampa") qui a été découverte en Allemagne parmi les plantes de la variété de seigle argentin "Pampa" est la plus étudiée du point de vue génétique. L'analyse de la CMS de type P a été effectuée par L. Madej, qui a déterminé que ce type de stérilité mâle est le produit de l'interaction de cytoplasme stérile et de deux gènes nucléaires. Rubenbauer a présenté un modèle plus complexe de ce type en 1984. Il a constaté que ce type de CMS est contrôlé par un cytoplasme stérile et par au moins quatre gènes nucléaires de stérilité mâle, désignés par les sigles ms1; ms2; ms3; et ms4. À l'état dominant, ces gènes restaurent la fertilité. D'après les résultats de travaux de recherche moléculaire, la CMS de type P est contrôlée par deux des gènes nucléaires de base "ms" localisés sur les chromosomes 1R et 4R et par trois gènes "ms" ayant un effet moins prononcé localisés sur les chromosomes 3R, 5R et 6R. On ne dispose pas de données concernant la corrélation entre les gènes "ms" et les gènes "rf" précités. Il est probable que la différence n'existe que dans le nom.

Parallèlement aux travaux de recherche génétique fondés sur les types R et P de CMS, des travaux ont été également entrepris en 1985 sur la CMS de type G, à l'initiative d'Adolf et de Winkel sur la variété "Schlagler". Les résultats de ces recherches permettent de conclure que pratiquement toutes les lignées de seigle peuvent recouvrer leur fertilité. Toutefois, cela peut conduire à une perte de stérilité incontrôlée. Pour la CMS de type G, le gène nucléaire de restauration de la fertilité ms1 (rf) est localisé sur un chromosome 4RL; les gènes modificateurs sur chromosomes 3R (ms2), 6R (ms3) sont également décrits. Il a été également établi que le gène situé sur le chromosome 5R (dw6) n'est pas relié à un gène ms1.

Des CMS des types A, C, S et V ont également été découvertes dans des populations de différents groupes écologiques. Des études comparatives de divers types de CMS ont montré que seule la CMS de type P se caractérise par la facilité de maintien de la stérilité et par la faible fréquence des gènes de restauration de la fertilité. Pour les autres types connus de CMS – R, G, A, C, S, V – il est difficile de trouver des gènes non-restaurateurs, et les gènes restaurateurs ne posent pas de problèmes. L'ample utilisation dans la recherche de CMS de type P est due à la fréquence élevée des gènes de maintien de la stérilité dans les populations, car on ne risque pas de perdre les formes stériles avec la succession des générations. Actuellement, presque toutes les variétés hybrides commerciales de seigle hivernal sont développées sur la base de la CMS de type P.

La CMS de type G fait exception à cette règle. En 2000 en Allemagne, une première lignée d'hybride F1 de seigle "Novus", développée génétiquement à partir de la CMS de type G (ms-line "Gülzower-1") et de la variété "Valet" [9] a été enregistrée (Melz Gi., et al., 2001). Par la suite, plusieurs variétés de seigle hybride ont été enregistrées en Allemagne: "Hellvus", "Helltop" (données non publiées – "Dieckmann Seeds").

En raison de la forte fréquence de gènes de restauration présents dans ces populations, toute variété peut être utilisée comme restauratrice, quel que soit son génotype.

Les résultats de l'étude des hybrides allemands F1 au Bélarus, produits sur la base de G-ЦMC, présentent une faible résistance à l'hiver (figure 1).



Figure 1: Résistance à l'hiver des variétés de seigle allemandes et biélorussiennes (Zhodino, 10.04.2003)

L'analyse de la fertilité du pollen a montré que tous les hybrides se caractérisaient par un indice de restauration de la fertilité élevé: 89,8 – 100%.

Il a été établi que l'obstacle majeur pour les hybrides de seigle fondés sur un développement G-ЦMC est la faible fréquence des gènes de maintien de la stérilité dans les populations de seigle. Le croisement de spécimens Ms de type G avec 350 lignées endogames d'origine biélorussienne n'a révélé que deux facteurs de maintien de la stérilité. Les autres lignées étaient des restauratrices avec des indices de restauration de 72,5 à 100%. Par conséquent, lors de la reproduction de composants stériles mâles, on risque de perdre les formes ms.

Contrôle génétique de la CMS

Les méthodes de recherche de la génétique moléculaire ont révélé des différences entre l'ADN mitochondrial (m-ADN) des plantes mâles stériles et celui des plantes normales. Il a été établi que la CMS du seigle était liée à la réorganisation du génome mitochondrial, ce qui entraînait la formation de gènes "chimériques" (ou de nouvelles transcriptions polycistroniques), trouvés dans pratiquement toutes les formes de cms étudiées. Dans certains cas, il était même possible d'établir l'origine de tous les fragments de gènes chimériques; mais le plus souvent, l'origine de certaines séquences reste inconnue. Il a également été établi que les gènes mitochondriaux mutants sont corrigés par les gènes

nucléaires Ms (Rf) – restaurateurs de fertilité. Cette correction peut se produire à différents stades: depuis la réplication de l'ADN jusqu'à l'interaction avec les protéines liées à la CMS (Danilenko N.G., Dawydenko O.G., 2003). Jusqu'ici, on ne voit pas clairement quels mécanismes peuvent expliquer l'interaction entre le génome mitochondrial mutant et les gènes nucléaires ms (rf), ni l'ensemble du système génétique CMS et du système d'autofertilité.

Méthodes de développement de variétés de seigle hybride

D'abord, on effectue une évaluation de l'aptitude à la combinaison du matériel initial (lignée endogame, populations). Après la sélection des formes à GCA et SCA élevées, on isole des paires de composants femelles et mâles à spécimens Ms. Selon la fertilité du pollen de la descendance F1, les lignées endogames de ces croisements sont divisées en restauratrices et non-restauratrices (facteurs de maintien).

Les modèles les plus simples et les plus clairs ont été développés par H.H.Geiger et T.Miedaner (Geiger H.H., Miedaner T. 1999; Geiger H.H.,2007) (figures 2 et 3).

Pour créer un analogue stérile d'un non-restaurateur, on effectue au moins quatre croisements avec le spécimen Ms. En même temps, le restaurateur est multiplié. Les semences hybrides F1 peuvent être produites selon deux méthodes: 1) croisement top-cross, où les composants mâle et femelle sont disposés séparément dans le champ; ou 2) mélange de semences, où l'on mélange les semences d'un composant ms femelle avec le parent mâle fertile avant l'ensemencement dans une proportion de 95% et 5% respectivement (figure 3); cette méthode est économiquement préférable.

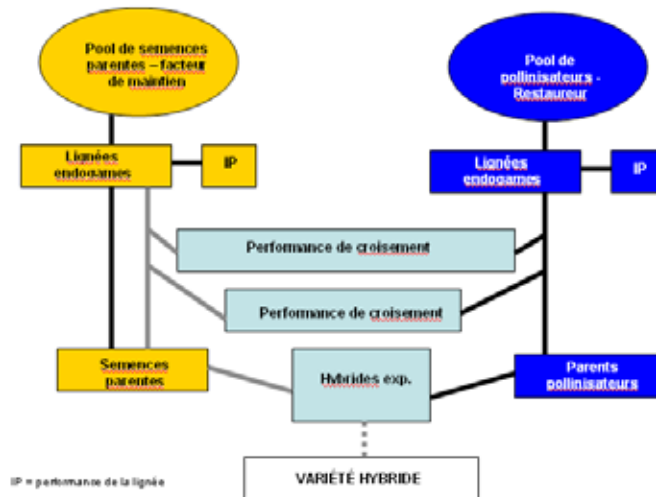


Figure 2: Développement d'hybride hétérotique de seigle hivernal F1 (Geiger, 2007)

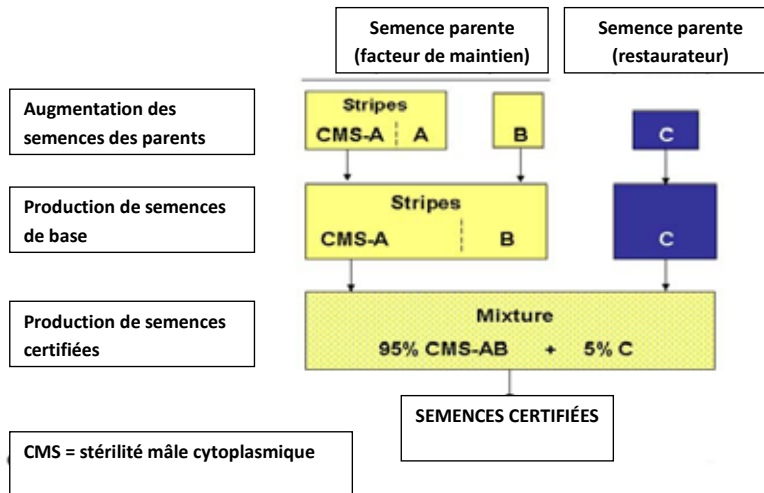


Figure 3: Production de semences de seigle hybride (Geiger, Miedaner, 1999)

On augmente l'efficacité de production d'hybrides en utilisant des hybrides interlinéaires doubles et triples. À présent, les obtenteurs développent des variétés hybrides pour lesquelles des hybrides stériles interlinéaires F1 sont utilisés comme composante femelle et un restaurateur synthétique consistant en plusieurs lignées endogames est utilisé comme parent mâle. Une telle formule hybride offre un niveau stable et élevé d'hétérose. En outre, la phase de floraison du restaurateur synthétique est plus longue que celle des lignées, ce qui permet une floraison synchrone des composantes mâle et femelle.

Diversité génétique des composantes parentales des hybrides F1

On sait que le niveau d'effet hétérosis des hybrides F1 est en grande partie déterminé par le degré de diversité génétique des composantes du croisement. L'observation à long terme a montré qu'en règle générale, un faible degré de diversité génétique des composantes du croisement rend insignifiant l'effet de l'hétérosis et que l'utilisation de composantes génétiquement très divergentes peut aboutir à un héritage intermédiaire. À cet égard, il convient de définir la distance génétique optimale des composantes de croisements pour la "gestion" de l'effet hétérosis, en appliquant des méthodes efficaces. Le développement de la technologie des marqueurs moléculaires permet de définir avec précision la distance génétique entre des formes croisées, ce qui devrait permettre de sélectionner les composantes parentales des hybrides F1 sans tester leur descendance.

Melchinger A. E., sur la base de ses données et des résultats de travaux de recherche d'autres auteurs, a tenté d'établir un lien entre la distance génétique (basée sur les marqueurs ADN) et l'effet hétérosis (Melchinger, A. E., 1999). Il a toutefois conclu qu'il n'est pas possible de prédire avec précision l'effet hétérosis sur la base de la distance génétique entre les formes de croisements fondée sur les marqueurs ADN. Le problème est que la définition des marqueurs est nécessaire pour certains traits quantitatifs concrets mais pas pour l'ensemble de la diversité génétique. L'étude de la descendance reste la méthode la plus exacte pour évaluer l'aptitude à la combinaison. Autrement dit, l'influence du degré de diversité génétique sur l'effet hétérosis et, en particulier, la détermination de la distance entre les composantes restent ouvertes.

Restauration de la fertilité chez les hybrides F1 du seigle

L'élément important dans la production de seigle hybride avec utilisation de CMS de type P est la pleine restauration de la fertilité du pollen des hybrides F1. Voici un certain nombre des difficultés: la fréquence des gènes de restauration de la fertilité dans les populations de seigle est faible et la fertilité des hybrides F1 du seigle dépend à égalité des composantes mâle et femelle (tableau 1). En revanche, les raisons génétiques de l'interaction entre la forme Ms et le restaurateur ne sont pas définies avec précision.

Tableau 1 - Restauration du niveau de fertilité du pollen (%) sur les hybrides F1 du seigle.

Lignée MS, ♀	Restaurateur, ♂				Moyenne
	4-1	25-1	17-3	'Kalinka'	
MC-7	97,0±1,2	96,3±1,3	81,5±2,5	91,0±1,8	91,5
MC-2	90,2±1,8	87,5±2,3	75,7±3,5	30,6±2,5	71,0
MC-13	76,2±2,7	65,5±2,8	62,6±4,4	68,6±2,7	68,2
MC-24	69,7±3,0	60,7±2,6	63,7±3,5	57,5±2,4	62,9
MC-5	22,4±2,8	24,3±2,3	18,6±2,7	1,5±0,5	16,7
Moyenne	71,1	66,9	60,4	49,8	62,1

Il convient également de noter qu'en règle générale, pour le développement de variétés hybrides, les chercheurs utilisent des lignées qui se caractérisent par une forte productivité plutôt que par une grande aptitude à la restauration (P-CMS). De ce fait, les variétés hybrides possèdent un niveau insuffisant de fertilité de leur pollen, et en saison des pluies, lors de la floraison, cela crée une sensibilité des hybrides aux ergots. Pour résoudre ce problème, il faut ajouter environ 10% de semences d'une variété d'une population aux semences hybrides (figure 4).



Figure 4: Variété hybride avec 10% d'une variété de population

Il y a différentes données concernant la structure de l'effet hétérosis. Geiger et Miedaner ont déterminé que l'effet hétérosis était surtout conditionnée par un plus grand nombre de grains et plus de poids par épi et par un poids de 1000 grains, tandis que la densité de la tige présente un effet hétérosis faible, voire négatif. Les travaux de recherche de V.D. Kobyljansky ont montré que dans la plupart des cas, l'effet hétérosis était conditionnée par le nombre de tiges productives au m² (54%) et à un moindre degré par le nombre de grains par épi (24%) et le poids de 1000 grains (22%). Il est probable que les auteurs ont utilisé un matériel provenant de différents groupes écologiques, de différents types de CMS (P et R respectivement), qui ont des caractéristiques de contrôle différentes. D'où les différences de structure possibles de l'effet hétérosis.

Résultats pratiques du développement du seigle hybride

La recherche conjointe entre SPCAF (Biélorus) et KWS LOCHOW (Allemagne) a débouché sur le développement des premiers hybrides F1 de seigle hivernal: LoBel-103, LoBel-203, LoBel-303, qui ont dépassé la norme de 8,0-14,4 T/ha (tableau 2).

Tableau 2 - Caractéristiques de l'effet hétérosis chez les hybrides F1 du seigle (Zhodino, 2004-2005)

Traits	'Radzima – st.'	'LoBel-103'	'LoBel -203'	'LoBel -303'
Rendement, T/ha	67,8	80,8	75,8	82,2
Hauteur, m.	1,35	1,19	1,17	1,18
Résistance à la verse, échelle (1-9)	7,0	8,0	8,0	8,0
Densité des tiges, tiges/m ²	445	575	589	554
Poids des grains par épi, g	1,56	1,43	1,39	1,53
Semence, %	75	82	84	79
Résistance à l'hiver, %	96,0	90,5	90,3	94,0

Les résultats de l'étude de l'État sur les hybrides F1 ont également montré des rendements plus élevés par comparaison avec la variété standard (tableau 3).

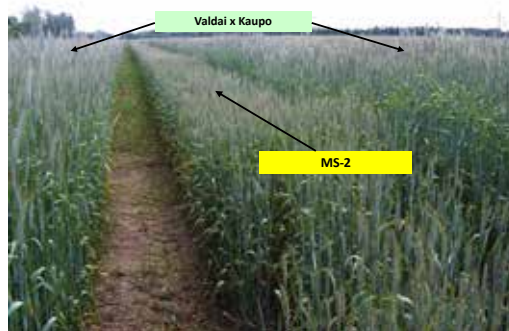
Tableau 3 - Étude du rendement des hybrides F1 en différents endroits de l'État, 2004-2005 r

Lieu de l'étude	Rendement, T/ha						
	'Radzima – st.'	'LoBel-103'		'LoBel -203'		'LoBel -303'	
		T/ha	± to st, T/ha	T/ha	± to st, T/ha	ц/ра	± to st, T/ha
'Kobrin'	76,0	84,6	+8,5	86,1	+10,1	85,8	+9,8
'Oktyabr'	62,8	70,0	+7,2	69,9	+7,1	73,0	+10,2
'Zhirovichi'	69,3	76,1	+6,8	75,9	+6,6	75,0	+5,7
'Molodechno'	83,8	107,8	+24,0	106,2	+22,5	104,4	+20,6
'Gorki'	66,5	79,9	+13,0	78,7	+12,2	75,0	+8,5

L'hybride F1 "LoBel-103" est inclus depuis 2006 dans le registre des variétés de l'État et est utilisé comme norme pour le seigle hybride. Depuis 2007, l'hybride F1 "LoBel-103" figure également sur le registre de l'État sous le nom de "Halinka".

Le premier seigle hybride F1 biélorussien nommé "Plisa" a été développé en 2007. Pendant trois ans, l'étude effectuée par l'État sur cette variété a montré un rendement plus élevé que l'hybride standard "LoBel-103" (tableau 4).

"Plisa" est une variété hybride d'une lignée. Il a été développé à l'aide d'une lignée ms de type G (production № – MS-2) et d'une population hybride ("Valdai" x "Kaupo") comme restaurateur (figure 5). Comme on l'a indiqué précédemment, toute population de seigle à CMS G se caractérise par un indice élevé de restauration; par conséquent, cette variété n'est pas sensible aux ergots même sans l'addition d'une autre variété de population.

**Figure 5: Production de semences hybrides de la variété hybride "Plisa"****Tableau 4 - Rendement de la variété hybride F1 "Plisa" en différents endroits dans l'étude de l'État, 2007-2009**

Lieu de l'étude	Rendement, T/ha		
	'LoBel-103 – st. '	'Plisa	
		T/ha	± to st, T/ha
'Kamenets'	79,6	78,5	-1,1
'Lepel'	86,5	92,0	+ 5,5
'Oktyabr'	50,4	53,5	+ 3,1
'Molodechno'	90,9	94,8	+ 3,9
'Gorki'	88,1	88,3	+ 0,2

Le seigle hybride dans la production agricole

On sait que le principal avantage des variétés hybrides de seigle réside dans leur plus haut rendement en grains par rapport aux autres variétés. Toutefois, il importe de tenir compte de certaines restrictions dans l'utilisation de seigle hybride dans la production agricole.

Premièrement, les variétés hybrides nécessitent des sols plus fertiles et une technologie de culture précise. Sur des sols sableux, les hybrides ne peuvent pas afficher l'effet hétérosis: les variétés hybrides

du seigle doivent présenter au moins 10% d'effet hétérosis pour couvrir les semences plus coûteuses des hybrides F1 comparées à celles des autres variétés. Les agriculteurs ou d'autres organismes agricoles doivent acheter chaque année les semences d'hybrides F1. La culture de la descendance F2 n'est pas efficace en raison de la réduction du niveau d'effet hétérosis.

Au Bélarus, en moyenne, 44,5% (soit environ deux millions d'hectares) de terres cultivées sont constituées de sols sableux et de terreau sableux à couche inférieure de sable, qui se caractérisent par une faible fertilité naturelle, un régime hydrique extrêmement instable et une plus forte acidité. Ces sols ne se prêtent pas à la culture de blé, de triticale et de seigle hybride. Seules les variétés de seigle diploïde peuvent être cultivées sur ces sols. On a calculé que la superficie qui sera consacrée dans le proche avenir à la culture du seigle hybride au Bélarus ne pourra pas dépasser 10 à 14% de la superficie totale consacrée au seigle hivernal.

On ne dispose pas de données officielles sur la superficie consacrée à la culture des quatre variétés hybrides allemandes ("Picasso", "Askari", "Fugato", "Amato") enregistrées au Bélarus.

Références

- Adolf K, Winkel A. 1985. A new source of spontaneous sterility in winter rye. Preliminary results. In proc. Int. Symp. on rye breed. and gen. EUCARPIA, 1985, Svalov, Suède: 293-307.
- Danilenko N.G., Dawydenko O.G. 2003. The worlds of genomes of cytoplasm., Minsk, Bélarus. 780.
- Geiger H.H. 2007. Strategies of hybrid rye breeding. Vorträge für Pflanzenzüchtung. In proc. Int. Symp. on rye breed. and gen. EUCARPIA, 28-30 juin 2006, Gross Lüsewitz, Allemagne, Vol.71: 1-5
- Geiger H.H., Miedaner T. 1999. Hybrid rye and Heterosis. In: Coors, J.G. and S. Pandey (eds.). Genetics and Exploitation of Heterosis in Crops. . Hrsg., Madison, Wisconsin, USA. 439-450.
- Hardzei S.I. 2002. Breeding and genetic aspects of heterosis exploitation on rye (*Secale cereale* L.). Messenger of Belorussian NAS, Minsk, 2002, № 1: 103-108
- Melchinger, A. E., 1999. Genetic diversity and heterosis, In: Coors, J.G. and S. Pandey (eds.). Genetics and Exploitation of Heterosis in Crops. . Hrsg., Madison, Wisconsin, USA. 99-118
- Melz Gi., Melz Gu. Hartmann F. 2001. Genetics of a male-sterile rye of "G-type" with results of the first F1 hybrids. In proc. Int. Symp. on rye breed. and gen. EUCARPIA, Radzikow, 2001: 43 – 50.

Sélection des céréales aux fins de la résistance aux virus

M. Frank Ordon,

Directeur et professeur, chef de l'Institut de recherche sur la résistance et la tolérance au stress, Julius Kühn-Institute (JKI), Centre de recherche fédéral sur les plantes cultivées (Allemagne)

Introduction

Les céréales, en particulier le blé et l'orge, sont de la plus haute importance pour nourrir une population mondiale de plus en plus nombreuse. Par-delà les maladies fongiques et les insectes, les virus causent de graves pertes de rendements sur les céréales à travers le monde. Les causes sont des virus d'origine tellurique, tels que le virus de la mosaïque jaune de l'orge (BaYMV) et le virus de la mosaïque modérée de l'orge (BaMMV) pour l'orge, ou le virus d'origine tellurique de la mosaïque des céréales (SBCMV) et le virus de la mosaïque striée en fuseaux du blé (WSSMV) pour le blé, qui sont tous transmis par les plasmodiophorides *Polymyxa graminis*. Par ailleurs, les virus transmis par les insectes, tels que le virus nain jaune de l'orge (BYDV) transmis par les aphides, le virus nain du blé (WDV) transmis par les cigales ou le virus de la mosaïque striée du blé (WSMV) transmis par les mites sont d'importants pathogènes des céréales (voir Ordon et al. 2009). Le réchauffement de la planète se traduisant dans beaucoup de régions du monde par de plus longues périodes de températures élevées en automne et en hiver et par une plus intense activité de vol et de survie à l'hiver des insectes vecteurs, on peut s'attendre à ce que les virus transmis par les insectes prennent encore plus d'importance à l'avenir.

En raison de la transmission de ces virus par les plasmodiophorides *Polymyxa graminis*, connus pour être infectieux jusqu'à une profondeur de sol d'environ 70 cm, les pratiques culturales ainsi que l'application de produits chimiques pour éviter de lourdes pertes de rendement, qui peuvent atteindre 50% pour l'orge avec les virus BaMMV/BaYMV, ne sont pas efficaces contre les virus telluriques. Dans les cas des virus transmis par insectes, on peut réduire les pertes de rendement par aspersion d'insecticides, ce qui occasionne toutefois des frais supplémentaires, est souvent inefficace, par exemple, contre les cigales, et est à éviter dans les systèmes de production agricole respectueux de l'environnement et soucieux de protéger le consommateur. C'est pourquoi la sélection de variétés résistantes aux virus est le seul moyen d'assurer la culture du blé et de l'orge sur des terrains infestés de virus telluriques et de réduire les aspersions d'insecticide pour combattre les virus transmis par insectes.

Un bref aperçu des réalisations et des perspectives d'avenir de la sélection de variétés de céréales résistantes aux virus nous est donné par la résistance de l'orge aux virus BaMMV/BaYMV et BYDV.

Complexe du virus de la mosaïque jaune de l'orge

Face à l'expansion constante de la superficie infestée et à des pertes de rendement pouvant atteindre 50%, la mosaïque jaune de l'orge causée par différentes souches des virus BaMMV et BaYMV est reconnue comme l'une des plus importantes maladies de l'orge d'hiver aujourd'hui en Europe. D'après des données de 2010, les pertes économiques potentielles causées par les virus BaMMV/BaYMV en Allemagne peuvent se calculer comme suit: en 2010, la superficie consacrée à la culture de l'orge d'hiver en Allemagne était de 1303 000 hectares et le rendement moyen était de 6,66 tonnes à l'hectare, soit une production de 8677 980 tonnes d'orge. En 2010, le prix d'une tonne d'orge était d'environ 150 euros, et la valeur économique de la production était donc de 1301 697 000 euros. D'après Huth (1988), 50% de la superficie consacrée à la culture de l'orge en Allemagne, soit 651 500 hectares, sont potentiellement infestées de BaMMV/BaYMV. Si l'on compte une perte de rendement modérée de 25% seulement, cela représenterait une perte de 1074 975 tonnes, équivalant à 161 246 250 euros. Des variétés résistantes ont été détectées dans l'ensemble des variétés diffusées en Allemagne peu après la première découverte de cette maladie en Europe, en 1978. Par analyse génétique, on a découvert que la résistance de ces variétés est due à un seul gène récessif, que l'on a appelé *rym4* et attribué au chromosome 3HL de l'orge. Toutefois, à l'époque (les années 80), les variétés résistantes avaient en général des rendements nettement plus faibles que les variétés vulnérables (tableau 1).

Aujourd'hui, la sélection a permis d'obtenir à la fois la résistance aux virus BaMMV/BaYMV et de hauts rendements, et la plupart des variétés cultivées sont résistantes et présentent des rendements plus élevés que les variétés vulnérables.

Tableau 1 - Évolution du rendement des variétés résistantes et des variétés vulnérables aux virus BaMMV/BaYMV en Allemagne entre 1986 et 2011 (Anonyme 1986, 1995, 2005, 2011)

Année	Nombre de variétés		Rendement	
	Résistantes	Vulnérables	Résistantes	Vulnérables
1986	6	37	4.3*	5.6
1995	24	41	6.5	6.3
2005	52	23	6.7	6.1
2011	55	9	6.9	6.4

*1=minimum, 9=maximum

En raison de cette base de résistance très étroite, de vastes programmes de sélection fondée sur la résistance ont été lancés sur le pool de gènes primaires et secondaires de l'orge. D'après les résultats obtenus, suivis d'analyses génétiques et du développement de marqueurs moléculaires, au moins 8 différents loci conférant la résistance à différentes souches de BaMMV et BaYMV ont été cartographiés dans le génome de l'orge (figure 1, Friedt & Ordon 2007).

Les marqueurs moléculaires étroitement liés représentent un moyen de sélection contre les virus BaMMV/BaYMV, car ils facilitent la sélection de plantes résistantes sans nécessiter une analyse phénotypique qui, pour BaMYV/ BaYMV-2, repose en grande partie sur les conditions climatiques en hiver et au printemps. Dans la pratique, le fait de disposer de marqueurs moléculaires appropriés permet aux populations dihaploïdes (DH) d'être sélectionnées *in vitro* et aux seules plantules porteuses de l'allèle de résistance code d'être mises en serre.

En outre, les procédures de rétrocroisement (backcross) nécessaires pour incorporer ces gènes de résistance tirés en général de germoplasmes exotiques à faible rendement à des variétés adaptées à haut rendement, peuvent être sensiblement réduites par l'usage des marqueurs moléculaires, permettant une utilisation accrue de la résistance aux virus présente dans les ressources génétiques (voir Palloix & Ordon 2011).

Par ailleurs, ces marqueurs facilitent la mise en pyramide des gènes de résistance, c'est-à-dire la combinaison de différents gènes de résistance à un même pathogène en un seul génotype (Werner et al. 2005). La mise en pyramide pourrait prendre une importance particulière à l'avenir parce que nombre des gènes récessifs de résistance ne sont pas efficaces contre toutes les souches du complexe du virus de la mosaïque jaune de l'orge. Cette approche permet d'étendre l'utilisation des gènes de résistance.

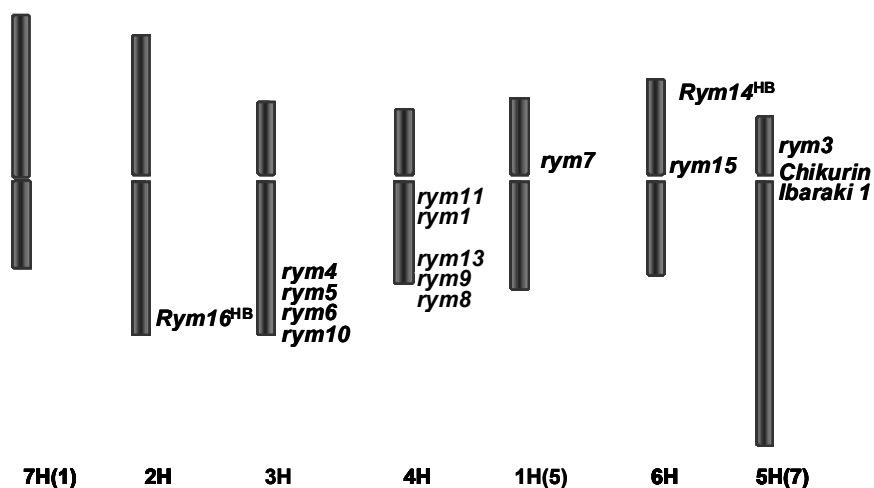


Figure 1: Localisation des gènes de résistance aux virus BaMMV/BaYMV

Toutefois, les différents marqueurs sont fondés en général sur des polymorphismes autour du locus d'intérêt, ce qui veut dire qu'une recombinaison peut aboutir à de mauvaises sélections. Par conséquent, l'isolation des gènes de résistance présente un intérêt particulier, d'une part pour obtenir des informations sur la structure et le rôle des gènes de résistance aux virus et, d'autre part, pour faciliter les procédures de sélection fondées sur l'allèle. À cet égard, on a isolé le locus Rym4/Rym5, situé sur le chromosome 3H, en appliquant une approche du clonage fondé sur une carte (Pellio et al. 2005) et on s'est aperçu que ce locus comprenait le facteur d'initiation de la traduction 4^e (Hv-eIF4E, Stein et al. 2005). La connaissance de ces gènes de résistance facilite l'examen de vastes collections de banques de gènes pour la sélection de nouveaux allèles peut-être plus efficaces et ouvre la voie à une évaluation dirigée de la diversité génétique pour la recherche de la résistance aux virus BaMMV/BaYMV (Stracke et al. 2007, Hofinger et al. 2011).

Comme le mécanisme de traduction adjacent à Hv-eIF4E comprend différents gènes, qui contribuent à la résistance aux potyvirus (LeGall et al. 2011), ces gènes sont de précieux candidats pour différentes formes de résistance au virus de la mosaïque jaune de l'orge. La cartographie de ces gènes est en cours mais, jusqu'à présent, aucun gène candidat n'a été cartographié au voisinage d'un locus de résistance aux virus BaMMV/BaYMV.

Nanisme jaune de l'orge

À l'échelle mondiale, le nanisme jaune de l'orge, produit de différents effets de la transmission par pucerons du virus nain jaune de l'orge (BYDV) et du virus nain jaune des céréales (CYDV) est la plus importante des maladies virales des céréales. Sur l'orge, différents gènes conférant la tolérance ont été identifiés: Ryd2 localisé sur le chromosome 3H, Ryd3 localisé sur le chromosome 6H et un QTL sur la branche longue du chromosome 2H (Ordon et al. 2009). La sélection pour la résistance à ces virus par sélection phénotypique est très difficile parce qu'elle nécessite des procédures d'inoculation artificielle fondées sur l'élevage de pucerons porteurs du virus. Par conséquent, le développement de marqueurs moléculaires pour des gènes de résistance présente un intérêt particulier pour faciliter la sélection de génotypes tolérants. Des marqueurs sont disponibles pour les gènes mentionnés et QTL, offrant – outre les procédures de sélection fondées sur les marqueurs – la possibilité de mise en pyramide de ces gènes pour renforcer leur niveau de tolérance. Sur la base des différents marqueurs et de lignées HD, les gènes Ryd2 et Ryd3 et le QTL présent sur le chromosome 2H ont été combinés, et des lignées HD porteuses de toutes les combinaisons possibles d'allèles ont été testées dans des essais de terrain après inoculation artificielle du BYDV. Ces études ont montré qu'une combinaison de Ryd2 et Ryd3 n'entraîne pas seulement une plus grande tolérance mais aussi une réduction du titre du virus (figure 2), c'est-à-dire une résistance quantitative (Riedel et al. 2011).

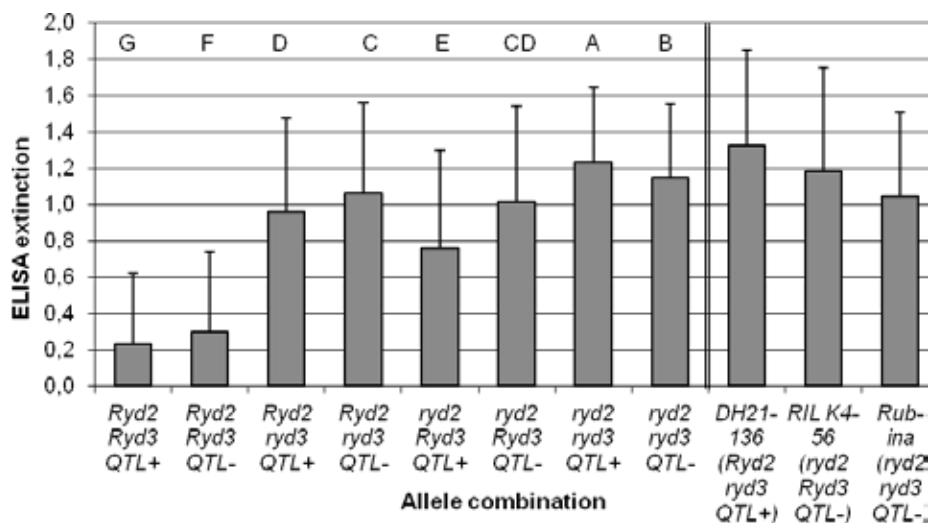


Figure 2: Extinction moyenne d'ELISA (405 nm) et écart type des lignées HD d'une population HD porteuse de différentes combinaisons d'allèle au locus Ryd2, Ryd3 et QTL sur le chromosome 2H. Les différentes lettres indiquent des différences sensibles. Les données sur les lignées parentales et la vulnérabilité type sont présentées par comparaison (Riedel et al. 2011).

Conclusions et perspectives d'avenir

La sélection pour la résistance aux virus a obtenu des succès considérables par le passé, notamment vis-à-vis des virus BaMMV/BaYMV. Aujourd'hui, les marqueurs moléculaires facilitent la sélection en fonction de la résistance/ tolérance aux virus dans l'orge et le blé, où les marqueurs respectifs, par exemple SBCMV, mais aussi BYDV sont disponibles (Ordon et al. 2009). Depuis peu, on dispose de la séquence génomique d'espèces monocotylédones telles que le Brachypodium et le Sorgho, ainsi que du génome du riz et de moyens efficaces d'exploiter la synténie entre ces espèces (Mayer et al. 2011), ce qui, avec les informations croissantes sur les céréales elles-mêmes, en particulier l'orge et le blé, permettra de mieux isoler les gènes de résistance aux virus. L'isolation des gènes contribuant à la résistance aux virus permettra de transférer la sélection pour la résistance aux virus dans les céréales au niveau des allèles, ce qui facilitera l'identification de nouveaux allèles et leur utilisation directe dans les stratégies de sélection moléculaire afin de renforcer la résistance aux virus. L'utilisation de ces allèles provenant principalement de germoplasme exotique peut être favorisée par le rétrocroisement (backcrossing) assisté par marqueurs du gène intéressant simultanément avec l'élimination des antécédents du donneur par génotypage à l'aide des technologies SNP, par exemple, le 9k iSelect chip dans l'orge. Toutefois, les allèles peuvent aussi être transférés directement sur des variétés à haut rendement à l'aide des nouveaux progrès du génie génétique, tels que les nucléases à doigt de zinc (Shukla et al. 2009). Le génie génétique offre non seulement la possibilité d'une utilisation renforcée de la diversité allélique présente vis-à-vis des gènes de résistance aux virus se trouvant dans le pool de gènes en question (remplacement d'allèles) mais aussi de créer une nouvelle résistance aux virus, par exemple en utilisant de petits ARN interférents (Prins et al. 2008).

En résumé, tous les progrès de la biotechnologie permettront d'améliorer la sélection fondée sur la résistance aux virus dans les céréales et permettront à la sélection des plantes de répondre d'une manière directe et rapide aux défis qui naîtront de nouvelles maladies virales et de nouvelles souches de virus, et de contribuer ainsi à réduire les pertes de rendement causées par les virus, ce qui est important pour l'alimentation d'une population mondiale croissante.

Références

- Anonyme, 1986, 1995, 2005, 2011. Beschreibende Sortenliste für Getreide, Mais, Ölfrüchte, Leguminosen (großkörnig), Hackfrüchte (außer Kartoffeln). Bundessortenamt (Hrsg.). Landbuch Verlagsgesellschaft Hannover.
- Friedt, W., F. Ordon, 2007. Molecular markers for gene pyramiding and resistance breeding in barley In: Varshney R, Tuberosa, R. (eds.): Genomics-assisted crop improvement, Vol. 2: Genomics applications in crops. Springer, Heidelberg, 81-101.
- Hofinger, B.J., J.R. Russel, C.G. Bass, T. Baldwin, M. dos Reis, P.E. Hedley, Y. Li, M. Macaulay, R. Waugh, K.E. Hammond Kosack, K. Kanyuka, 2011. An exceptionally high nucleotide and haplotype diversity and a signature of positive selection for the eIF4E resistance gene in barley are revealed by allele mining and phylogenetic analyses of natural populations. *Molecular Ecology* 20, 3653-3668.
- Huth, W, 1988. Barley yellow mosaic – a disease caused by two different viruses. In: Cooper JI, Asher MCJ (eds.). *Developments in Applied Biology 2. Viruses with fungal vectors*, pp 61-70.
- Le Gall, O., M.A. Aranda, C. Caranta, 2011. Plant resistance to viruses mediated by translation initiation factors. In: *Recent Advances in Plant Virology*. Caranta, C.; Miguel A. Aranda, M. A.; Tepfer, M.; López-Moya. J. J. Caister Academic Press. Norfolk, 177-194.
- Mayer, K.F.X., M. Martis, P.E. Hedley et al., 2011. Unlocking the barley genome by chromosomal and comparative genomics. *Plant Cell* 23, 1249-1263.
- Ordon, F., A. Habekuss, U. Kastirr, F. Rabenstein, T. Kühne, 2009. Virus Resistance in Cereals: Sources of Resistance, Genetics and Breeding. *J. Phytopathology* 157, 535 – 554.
- Palloix, A., F. Ordon, 2011. Advanced breeding for virus resistance in plants
In: *Recent Advances in Plant Virology*. Caranta, C.; Miguel A. Aranda, M. A.; Tepfer, M.; López-Moya. J. J. Caister Academic Press. Norfolk, 195-218.
- Pellio, B., S. Streng, E. Bauer, N. Stein, D. Perovic, A. Schiemann, W. Friedt, F. Ordon, A. Graner 2005. High-resolution mapping of the Rym4/Rym5 locus conferring resistance to the barley yellow mosaic virus complex (BaMMV, BaYMV, BaYMV-2) in barley (*Hordeum vulgare* ssp. *vulgare* L.) *Theor. Appl. Genet.* 110, 283-293.

- Prins, M., M. Laimer, E. Noris, J. Schubert, M. Wassenegger, M. Tepfer, 2008. Strategies for antiviral resistance in transgenic plants. *Molecular Plant Pathology* 9, 73-83.
- Riedel, C., A. Habekuss, E. Schliephake, R. Niks, I. Broer, F. Ordon, 2011. Pyramiding of Ryd2 and Ryd3 conferring tolerance to a German isolate of Barley yellow dwarf virus (BYDV-PAV-ASL-1) leads to quantitative resistance against this isolate. *Theor. Appl. Genet.* 123, 69-76.
- Shukla, V.K., Y. Doyon J.C. Miller JC et al. (2009) Precise genome modification in the crop species *Zea mays* using zinc-finger nucleases. *Nature* 459, 437-443.
- Stein, N., D. Perovic, J. Kumlehn, B. Pellio, S. Stracke, S. Streng, F. Ordon, A. Graner, 2005. The eukaryotic translation initiation factor 4E confers multiallelic recessive Bymovirus resistance in *Hordeum vulgare* (L.) *The Plant Journal* 42, 912-922.
- Stracke, S., N. Stein, T. Presterl, D. Perovic, F. Ordon, A. Graner, 2007. Effects of introgression and recombination on haplotype structure and linkage disequilibrium surrounding the locus for Bymovirus resistance Hv-eIF4E in barley. *Genetics* 175, 805-817.
- Werner, K., W. Friedt, F. Ordon, 2005. Strategies for pyramiding resistance genes against the barley yellow mosaic virus complex (BaMMV, BaYMV, BaYMV-2). *Mol. Breeding* 16, 45-55.

Résistance au stress (maïs)

Mme Marianne Bänziger,
Directrice générale adjointe, Recherche et partenariats,
International Maize and Wheat Improvement Centre (CIMMYT)

Au cours des 40 prochaines années, le monde aura besoin d'accroître sa production agricole de 70%. Cela devra se produire malgré le changement climatique et la pénurie croissante ou les coûts des ressources naturelles telles que la terre, l'eau, les engrais et l'énergie. Si nous ne relevons pas ces défis, le monde se trouvera exposé à la montée des prix des produits alimentaires, à des troubles sociaux, à des migrations accélérées, à de nouveaux empiètements de l'agriculture sur de précieux écosystèmes et à de moins grandes possibilités d'adaptation au changement climatique ou à son atténuation. Pour les principales cultures vivrières – le maïs, le riz et le blé – les gains annuels de productivité des terres cultivées devront augmenter de leur rythme actuel de 1,2% à 1,7% pour le maïs, de 0,8% à 1,2% pour le riz et de 1,1% à 1,6% pour le blé. Le blé sera la culture vivrière la plus durement touchée par le changement climatique, en particulier en Asie du Sud. C'est dans cette région que vit un septième de la population mondiale, et d'ici à 2050, cette proportion devrait atteindre un quart. Actuellement, l'Asie du Sud est autosuffisante en production de blé, mais la demande de cette céréale atteindra au moins 40% de plus que ses niveaux actuels d'ici au milieu du siècle, et les producteurs de blé verront leurs récoltes diminuer de 20 à 30% en raison du changement climatique, toutes choses égales par ailleurs. Les problèmes de sécurité alimentaire que cela implique seront sans précédent. En Afrique subsaharienne, la production de la principale denrée de base de la région, le maïs, risque de diminuer de 10 à 15% ou plus pendant la même période sous les effets combinés de la sécheresse et de la chaleur.

Pour répondre à l'accroissement de la demande dans des conditions de plus en plus difficiles – changement climatique, variations climatiques accrues (sécheresse, inondations, vagues de chaleur), pénuries de ressources naturelles – les agriculteurs auront besoin de cultures plus tolérantes au stress pour transformer l'eau, les nutriments et l'énergie solaire plus efficacement en céréales et autres produits utiles. C'est là une lourde tâche, mais la phytologie moderne offre des moyens de relever ces défis. La sélection végétale a grandement bénéficié des progrès rapides de la bioinformatique, la phénotypie de précision et la génomique. Par exemple, pour le prix du développement et du déploiement d'une seule variété de culture transgénique, nous pouvons à présent génotyper une part importante de l'ensemble de la diversité génétique d'origine des principales cultures vivrières (maïs, riz, blé), ce qui nous permet de comprendre la diversité et de l'utiliser pour développer, par exemple, un blé tolérant à la chaleur en Asie du Sud. La phénotypie de précision a grandement contribué au développement d'un maïs tolérant à la sécheresse pour l'Afrique. Les outils de la biotechnologie permettent encore d'améliorer cette caractéristique et de la transférer à des variétés de maïs pour l'Asie et l'Amérique centrale, régions où les sécheresses se produiront plus souvent et nuiront gravement aux conditions de vie des agriculteurs pauvres. Les approches transgéniques ont créé des possibilités de protéger les principales cultures des insectes et des mauvaises herbes ou d'améliorer la qualité de leurs grains ou la qualité nutritionnelle de ceux-ci. Les plantes répondent de façons génétiquement complexes aux stress abiotiques, et nous apprenons seulement maintenant à utiliser les techniques transgéniques pour la tolérance à la sécheresse ou à créer des cultures qui utilisent les nutriments ou l'énergie plus efficacement dans les conditions du terrain.

Les nouvelles technologies peuvent offrir des solutions, mais il faut les déployer. Dans beaucoup de pays à revenu faible à intermédiaire, il y a un large fossé entre les rendements obtenus par les agriculteurs et ceux des stations d'expérimentation. Cela laisse supposer que la production agricole de la planète pourrait bien doubler sans une expansion des superficies cultivées. Les lois sur les variétés de semences et de plantes sont au cœur du transfert aux agriculteurs de cultures tolérantes au stress, et pourtant, même à l'heure du cinquantième anniversaire de l'UPOV, de nombreux pays se battent pour permettre aux agriculteurs de bénéficier des récents progrès de la sélection végétale. Des millions d'agriculteurs d'Afrique, d'Asie et d'Amérique latine cultivent des variétés dépassées et n'ont pas connaissance des nouvelles variétés. Les marchés de ces régions ne sont pas favorables au développement d'un secteur des semences qui soit compétitif, capable de favoriser un accès rapide

et peu coûteux à des variétés bénéficiant des derniers progrès de la sélection végétale. Doubler la production agricole mondiale n'est pas seulement la responsabilité de la science et de la technologie: les organismes de réglementation et les décideurs se doivent de s'interroger sur le point de savoir si les politiques sont ou non mises en œuvre de manière à atteindre leurs objectifs. Cela est d'autant plus urgent pour les cultures transgéniques, dont la complexité et la controverse ont contribué à monopoliser le développement et le déploiement.

Dorénavant, les dirigeants devront s'assurer que l'insécurité alimentaire et les questions connexes retiendront de plus en plus l'attention et feront sentir leur impact sur tous les pans de la société. Qu'il s'agisse de développer des cultures tolérantes au stress, des marchés compétitifs dans les régions défavorisées et des politiques qui hâtent le déploiement responsable, économique et équitable de nouvelles technologies, les programmes de R&D agricole exigent que les investissements s'effectuent et les décisions soient prises maintenant, afin d'assurer pour les décennies à venir une alimentation abordable et une production agricole durable sur une planète qui s'annonce de plus en plus peuplée.

Interactions moléculaires entre les virus et les plantes et défense contre les pathogènes (plantes tubéreuses)

M. Jari P.T. Valkonen,
Professeur de phytopathologie, Université d'Helsinki (Finlande)

1. Introduction

Il faut des variétés résistantes aux virus pour prévenir les lourdes pertes quantitatives et qualitatives de rendement causées par les virus. Une vraie résistance empêche l'infection virale et la propagation du virus dans la plante et/ou réduit l'accumulation de virus dans les cellules et les tissus infectés. Elle diffère de la tolérance qui ne présente pas les caractéristiques susmentionnées mais se réfère aux interactions virus-plante où la plante infectée n'affiche pas de symptômes apparents (Cooper et Jones 1983).

La résistance des plantes aux virus peut s'étudier de deux points de vue. Le point de vue évident est d'étudier les spécimens résistants parmi la population végétale et, par comparaison, aux spécimens vulnérables, de déterminer quels sont les éléments hôtes (gènes) nécessaires à la résistance. Inversement, les études peuvent tendre à identifier les éléments hôtes nécessaires à l'infection par le virus, puis d'utiliser leurs formes mutées incompatibles comme facteurs de résistance. Ces deux approches ont le même objectif, en d'autres termes des variétés de plantes résistantes au virus, et seront décrites à l'aide de quelques exemples, l'accent étant mis principalement sur les cultures à racines et tubériques. Toutefois, pour commencer, nous examinerons l'importance de la résistance aux virus pour les plantes cultivées, car c'est le meilleur moyen d'endiguer les maladies virales sur le terrain.

2. La résistance est nécessaire pour contrôler la propagation des virus

Les virus sont transmis aux nouvelles cultures soit par des semences et des matériels végétaux infectés (transmission verticale) soit par des vecteurs, des contacts entre les feuilles et les racines de plantes adjacentes ou par la contamination à partir d'outils et d'équipements (transmission horizontale). Ces deux moyens de transmission du virus entraînent un accroissement cumulatif de l'incidence du virus sur la culture au cours des saisons suivantes. Comme toutes sortes de virus sont transmis verticalement et peuvent aussi se transmettre horizontalement sur les cultures multipliées de façon végétative (clonale), selon les circonstances de l'environnement de culture, celles-ci sont les plus touchées par les maladies virales. Pour les mêmes raisons, les virus transmis par les semences peuvent occasionner de lourdes pertes.

2.1. Lutte contre la transmission verticale des virus

Dans le cas de la transmission verticale, le virus est transmis directement à la récolte suivante par les propagules provenant de la précédente récolte infectée. Tous les virus sont transmis verticalement pendant la propagation clonale mais, par contre, la plupart des virus ne se transmettent pas par les semences, parce que la plupart des virus ne parviennent pas à pénétrer dans l'embryon ou à s'y maintenir. De ce fait, les plantes peuvent être infectées dans le champ pendant leur croissance mais leurs semences produisent des plantes saines. Cela est étonnant parce que, hors de l'embryon, les tissus des semences peuvent généralement être infectés, au même titre que les autres parties de la plante (Rajamäki et Valkonen 2004). Comme seuls quelques virus réussissent à s'affranchir du mécanisme qui exclut les virus de l'embryon, l'absence de transmission par les semences semble représenter un type de résistance au virus qui est très important mais n'est pas défini avec précision.

Les plus lourdes pertes de rendement surviennent lorsque les plantes poussent à partir de semences infectées par le virus, de semences de pomme de terre, ou d'autres plants. Il est donc de la plus haute importance d'utiliser des semences, des tubercules, des bulbes, des boutures, etc., sans virus pour la plantation. Pour répondre aux exigences phytosanitaires, la production de semences est implantée dans des zones où le risque d'infection par les virus est faible. Les facteurs qui contribuent à l'infection sont notamment l'abondance de vecteurs de virus et de plantes sauvages, de mauvaises herbes, de résidus de la récolte précédente et de plantes provenant de récoltes voisines qui peuvent faire fonction de réservoirs de virus.

La production de semences et de plants sains à partir de variétés vulnérables au virus est difficile si les sources des virus ne peuvent être éliminées de la zone de production de semences, parce qu'en dehors de la résistance de la variété, il n'existe que des moyens limités de contrôler les virus dans les champs. Les vecteurs de virus, tels que les pucerons et mouches blanches, peuvent être tués par l'emploi d'insecticides, ou encore, le fait qu'ils se posent sur les plantes ou qu'ils en tirent leur alimentation peut être stoppé par l'application de paillis ou l'aspersion d'huile minérale. Toutefois, l'efficacité de ces pratiques est très variable et, à quelques exceptions près, insignifiante. Il est donc clair que la production de semences et de plants exempts de virus est plus aisée lorsque les variétés affichent un certain niveau de résistance significatif aux virus présents.

Trois des sept cultures vivrières les plus importantes, à savoir la pomme de terre, la patate douce et le manioc, se propagent par voie végétative, comme nombre de cultures maraîchères, d'arbres fruitiers et de baies. Lorsque l'on plante du matériel de cultures qui se propagent par voie végétative, les virus se transmettent très efficacement aux nouvelles récoltes parce que le mécanisme qui exclut la transmission par les vraies semences n'est pas utilisé. Les cultures qui se propagent par voie végétative abritent généralement de nombreux virus dont les co-infections et les interactions synergiques occasionnent de lourdes pertes de rendement, faisant de ces virus les pathogènes les plus nuisibles à ces cultures (Ross 1986; Karyeija et al. 2000). Il est essentiel de remplacer périodiquement le matériel infecté et de redémarrer la production à l'aide de plantes saines des variétés maintenues dans les collections de cultures de tissus des laboratoires. Le stockage à long terme de germplasm propagé par voie végétative utilise des tissus d'organes, tels que jeunes pousses, plutôt que des cultures de cellules et de calles, afin d'éviter toute variation somaclonale et autres problèmes liés à l'instabilité génétique. Pour obtenir des jeunes pousses exemptes de virus à partir de plantes infectées, on dispose de diverses techniques de culture de méristème. La cryothérapie a été décrite comme méthode où l'élimination du virus et la préservation génétiquement stable à long terme de variétés peuvent être réalisées simultanément (Wang et al. 2009; Wang et Valkonen 2009). Outre la viabilité économique et la rentabilité de la production de plantes, les plantes exemptes de virus sont nécessaires pour la sélection végétale. Les plantes infectées ne risquent pas d'afficher leur vrai phénotype et peuvent donner de plus faibles rendements et souffrir d'une germination déficiente des semences ou d'une faible qualité de pollen. En fin de compte, l'absence de virus est nécessaire pour la diffusion de la nouvelle variété.

2.2. Lutte contre la transmission horizontale des virus

La transmission horizontale augmente l'incidence du virus dans la culture pendant sa croissance. Les vecteurs les plus importants des virus végétaux sur le terrain sont les insectes suceurs, tels que les pucerons, les cigales et les mouches blanches, ainsi que certaines espèces de thysanoptères et mites eriophyoides. Le fait de combattre la transmission du virus en tuant les vecteurs à l'aide d'insecticides ne connaît souvent qu'un succès limité parce que la transmission peut ne prendre que quelques secondes et se produire alors même que le vecteur teste la feuille. Certains virus sont transmis par des nématodes aux racines, provoquant aussi l'infection des parties de la plante se trouvant au-dessus du sol. Ces virus polyédraux transmis par les nématodes sont particulièrement difficiles à contrôler parce qu'ils peuvent aussi être transmis par la semence et le pollen. Bien que la transmission des virus par les semences soit considérée comme transmission verticale, la transmission par le pollen peut être à la fois verticale (autopollinisation) et horizontale (pollinisation croisée).

Quelques genres de microbes infectant les racines classés comme protistes transmettent les virus dans les zoospores qu'ils libèrent de racines infectées et de spores dormantes (sporangies). Les spores dormantes peuvent rester en vie dans le sol et conserver les particules infectieuses des virus pendant plus de 10 ans. Les spores dormantes virulifères et le virus porteur de nématodes vivantes (les espèces transmettant les virus ne forment pas de kystes) constituent un réservoir de virus dans le sol, d'où l'expression "virus présents dans le sol". Comme le traitement du sol à l'aide de produits chimiques pouvant tuer les protistes ou les nématodes est potentiellement très nuisible aux organismes bénéfiques présents dans le sol et à l'environnement, il est interdit dans beaucoup de pays. Par conséquent, la résistance des variétés végétales reste la seule possibilité de contrôler les virus présents dans le sol (Lennfors et al. 2008; Ordon et al., 2009; Santala et al. 2010).

3. Mécanismes de résistance aux virus utilisés par les végétaux

3.1. Résistance dominante conférée par les gènes R

Au départ, après l'infection, les cellules de la plante reconnaissent les profils moléculaires associés aux pathogènes (PAMPS) et déclenchent une défense de base en produisant des protéines liées à la pathogénèse (protéines PR) qui sont non spécifiques à un pathogène (Almagro et al. 2009). Nombre de gènes PR apparaissent lors de l'infection par le virus; toutefois, on sait peu de choses de leurs effets sur les virus. Comme contre-défense, les pathogènes suppriment la base de défense en utilisant certaines protéines virulentes appelées effecteurs (Jones et Dangl 2006). Les effecteurs sont reconnus par des récepteurs spécifiques, connus sous le nom de protéines R, sur une base "gène par gène" (Flor 1946), ce qui suscite une réponse de défense plus rapide et plus puissante. Les gènes R apparaissent dans des groupes de gènes d'une grande similarité. Les différents gènes d'un groupe peuvent reconnaître des pathogènes très différents (Gebhardt et Valkonen 2001).

L'exemple le plus caractéristique de résistance aux virus opérant sur une base gène par gène est contrôlé par la protéine N, qui est une protéine R qui reconnaît le virus de la mosaïque du tabac (TMV, tobamovirus) dans les plants de tabac en utilisant un domaine de répétition riche en leucine (LRR) C-proximal. Plus précisément, N reconnaît la protéine réplicase TMV (p50), qui est un effecteur qui supprime la base de défense antivirale (en neutralisant l'ARN) dans les plantes (Caplan et al. 2008). Toutefois, le domaine de la LRR ne peut reconnaître la TMV que si le domaine TIR à l'extrémité opposée de la protéine N a une interaction avec une autre protéine hôte (NRIP1). Autrement dit, la reconnaissance des pathogènes par les gènes R fait intervenir plusieurs gènes hôtes (protéines) (Caplan et al. 2008). De même, les expériences montrent que la protéine R fait fonction de "garde" en reconnaissant un complexe précis de protéines formé par l'effecteur pathogène et sa protéine hôte visée (Collier et Moffett 2009). Dans le cas de la réplicase TMV p50, la protéine hôte visée de cet effecteur et le complexe protéique reconnu par la protéine N ne sont pas encore connus.

La reconnaissance spécifique d'un pathogène par une protéine R provoque une cascade de signaux qui activent eux-mêmes un large ensemble de gènes et de mécanismes de défense, appelés collectivement réponse de résistance hypersensible (RH). La RH empêche le chargement de virus sur le liber et le transfert à d'autres parties de la plante au moyen d'un mécanisme jusqu'ici inconnu, mais reste sans effet sur la multiplication du virus et le mouvement de cellule à cellule sur la feuille initialement infectée. Toutefois, certains gènes R bloquent la multiplication du virus, selon un processus appelé résistance extrême (Valkonen et al. 1996). Par exemple, les espèces sauvages et cultivées de pomme de terre contiennent des gènes qui confèrent une RH ou résistance extrême au Potato virus Y (PVY), qui est le virus le plus important qui infecte les cultures de pommes de terre à travers le monde (Valkonen 2007), ou au Potato virus X (PVX) (Cockerham 1970). Des études sur le gène Rx conférant à la pomme de terre une résistance extrême au virus PVX montrent qu'outre la résistance extrême, le gène Rx peut aussi produire une réponse de type RH si le système est manipulé de manière à permettre une forte accumulation de PVX dans les cellules infectées (Bendahmane et al. 1999). La variabilité des gènes additionnels participant à la reconnaissance des gènes nécessaires pour déclencher une réaction de défense en aval peut également causer des changements phénotypiques qui dépendent du génotype dans la résistance induite par le gène R (Valkonen et al. 1998).

En dehors du gène Rx (Bendahmane et al. 1999), aucun autre gène de résistance aux virus n'a été isolé et caractérisé dans la pomme de terre. En revanche, le gène Y-1, qui reconnaît le virus PVY et provoque la mort de la cellule mais ne confère pas de résistance (Vidal et al. 2002), et le gène G-Ry, qui semble être un homologue de Y-1 (Lee et al. 2010), ont été isolés et décrits. Y-1, qui est dérivé de *Solanum tuberosum* ssp. *andigena*, est structurellement le plus voisin de N et réside dans le chromosome XI de la pomme de terre, dans une grappe de gènes R qui contient également le gène Na de RH au virus A de la pomme de terre et le gène Ryadg qui confère une résistance extrême au virus PVY (Hämäläinen et al. 1997; 1998). Les protéines virales reconnues par Ryadg et Na ne sont pas connues, mais des résultats récents montrent que le gène Ny de la

pomme de terre, qui confère une RH au virus PVY, reconnaît la protéine HCpro de PVY (Moury et al. 2011; Tian et Valkonen, non publié). HCpro est un puissant effecteur capable de supprimer la neutralisation de l'ARN (Brigneti et al. 1998).

Les gènes R de la pomme de terre, qui confèrent une résistance extrême aux virus PVY (Ry) et PVX (Rx), inhibent efficacement la multiplication des virus et semblent reconnaître la plupart, sinon la totalité, des souches du virus. En revanche, les gènes de RH s'attaquent à des souches précises des virus et limitent la propagation des virus plutôt que leur multiplication (Valkonen et al. 1996). En fait, les gènes de RH sont plus facilement vaincus par de nouvelles variantes du virus. Les substitutions d'acides aminés dans la protéine virale qui est reconnue par la protéine R peuvent permettre à des variantes du virus de surmonter cette reconnaissance. Par conséquent, on préfère les gènes de résistance extrême dans la sélection des pommes de terre. Des marqueurs de la réaction en chaîne par polymérase (PCR) permettent une sélection assistée par marqueurs [marker-assisted selection (MAS)] pour la résistance à de nombreux virus de la pomme de terre (Gebhardt et al. 2006; Witek et al. 2006; Valkonen et al. 2008).

3.2. Facteurs mutés de vulnérabilité de l'hôte en tant que gènes de résistance aux virus

La sélection visant la résistance récessive est un concept largement utilisé, en particulier dans la lutte contre les potyvirus (Robaglia et Caranta 2006) de la famille des Potyviridae qui constituent le plus vaste groupe de virus d'ARN infectant les végétaux (Adams et al. 2011). Dans cette famille, le virus PVY est le membre type du genre Potyvirus, et le virus PVA appartient également à ce genre.

Wittman et al. (1997) se sont intéressés aux facteurs hôtes nécessaires aux potyvirus pour infecter les plantes hôtes. Ils ont constaté que la protéine virale VPg, liée au génome d'ARN des potyvirus a une interaction avec le facteur d'initiation de la translation cellulaire 4E (ou son isoforme eIF(iso)4E). Cette constatation a été étendue à d'autres membres de la famille de Potyviridae et leurs plantes hôtes dans de nouvelles études effectuées dans d'autres laboratoires. En particulier, on a constaté que le fait de troubler l'interaction par les mutations introduites dans la protéine VPg nuisait à l'infection virale. On a réalisé une percée dans la sélection fondée sur la résistance aux potyvirus quand on s'est rendu compte que de nombreux gènes récessifs de résistance qui étaient utilisés dans les programmes de sélection depuis des décennies codaient en fait des formes mutées d'eIF4Es (Robaglia et Caranta 2006). En fait, la perturbation de l'interaction 4E-VPg par des mutations de 4E semble rendre les plantes résistantes aux potyvirus.

Toutefois, le mécanisme par lequel les mutations de l'eIF4E confère une résistance nous échappe encore, malgré de nombreuses études des interactions eIF4-VPg (Robaglia et Caranta 2006). Phénotypiquement, la résistance peut prendre beaucoup de formes, y compris l'inhibition de la multiplication du virus dans la cellule initialement infectée, ou la restriction du mouvement de cellule à cellule, ou à longue distance (vasculaire) dans la plante (Vuorinen et al. 2011). Cette variabilité d'un cas à un autre est difficile à expliquer. Récemment, nous avons également découvert que la protéine potyvirale HCpro a une interaction avec les protéines eIF(iso)4E et eIF4E (Ala-Poikela et al. 2011). Curieusement, l'analyse des protéines HCpro d'un grand nombre de potyvirus a montré que ces protéines contenaient toutes un motif spécifique de liaison 4E, semblable au motif de la protéine d'échafaudage cellulaire eIF4G, qui lie la protéine eIF4E, pour amorcer une translation des ARN messagers cellulaires. Lorsque les acides aminés conservés dans le motif de liaison 4E de la protéine HCpro sont mutés dans le virus A de la pomme de terre, ce virus perd pratiquement son infectivité: seul un très faible degré d'infectivité du virus demeure dans quelques rares plantes inoculées (Ala-Poikela et al. 2011). Ces constatations et d'autres études devraient permettre de mieux comprendre le mécanisme par lequel les potyvirus contrôlent les fonctions de l'hôte pour leur propre profit. Ces données devraient également aider à prédire et à tester quelles mutations de la protéine eIF4E pourraient conférer simultanément une large résistance à de nombreux potyvirus.

Nos résultats ont également montré que le VPg peut mettre fin à la neutralisation de l'ARN. VPg est situé sur le noyau et s'accumule dans le nucléole où il agit sur la neutralisation de l'ARN et la défense antivirale (Rajamäki et Valkonen 2009). D'une façon générale, on sait peu de choses de l'influence du nucléole sur la neutralisation de l'ARN et des fonctions des virus ARN des plantes dans le noyau et le nucléole. Par conséquent, cette nouvelle fonction découverte du VPg indique tout d'abord que le nucléole contrôle certaines fonctions importantes dans la neutralisation de l'ARN et la défense antivirale. Les résultats impliquent également que certaines protéines hôtes résidant dans le nucléole sont des cibles de l'effecteur viral VPg et que des formes mutées des hôtes pourraient conférer une résistance aux potyvirus.

Des études des interactions entre virus moléculaire et hôte pourraient révéler de nouvelles fonctions pour les organelles et les gènes des plantes et révéler leur importance pour l'infection virale et la défense antivirale. Il importe d'identifier les gènes hôtes impliqués dans les systèmes de défense antivirale des plantes afin de les utiliser dans la recherche de la résistance. Il importe aussi d'identifier les gènes hôtes utilisés par les virus pour contrôler l'infection et le mouvement dans la plante, parce que leurs formes mutées pourraient conférer aux plantes une résistance aux virus.

Références

- Adams, M.J., Zerbini, F.M., French, R., Rabenstein, F., Stenger, D.C., and Valkonen, J.P.T. 2011. Family Potyviridae. In: *Virus Taxonomy: Ninth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses*. A.M.Q. King, M.J. Adams, E.B. Carstens, and E.J. Lefkowich (eds.). Elsevier, San Diego, USA, in press.
- Ala-Poikela, M., Goytia, E., Haikonen, T., Rajamäki, M.L., and Valkonen, J.P.T. 2011. HCpro of potyviruses is an interaction partner of translation initiation factors eIF(iso)4E and eIF4E that contains a 4E-binding motif. *Journal of Virology* 85: 6784-6794.
- Almagro, L., Gómez Ros, L.V., Belchi-Navarro, S., Bru, R., Barceló Ros, A., and Pedreño, M.A. 2009. Class III peroxidases in plant defense reactions. *Journal of Experimental Botany* 60, 377-390.
- Bendahmane, A., Kanyuka, K., and Baulcombe, D.C. 1999. The Rx gene from potato controls separate virus resistance and cell death responses. *Plant Cell* 11: 781-792.
- Brigneti, G., Voinnet, O., Li, W.X., Ji, L.H., Ding, S.W., and Baulcombe, D. C. 1998. Viral pathogenicity determinants are suppressors of transgene silencing in *Nicotiana benthamiana*. *EMBO Journal* 17, 6739-6746.
- Caplan, J.L., Mamillapalli, P., Burch-Smith, T.M., Czymmek, K., and Dinesh-Kumar, S.P. 2008. Chloroplastic protein NRIP1 mediates innate immune receptor recognition of a viral effector. *Cell* 132: 449-462
- Cockerham, G. 1970. Genetical studies on resistance to potato viruses X and Y. *Heredity* 25:309-348.
- Collier, S.M., and Moffett, P. 2009. NB-LLRs work a "bait and switch" on pathogens. *Trends in Plant Science* 14: 521-529
- Cooper, J.I., and Jones, T.A. 1983: Responses of plants to viruses: proposals for the use of terms. *Phytopathology* 73, 127-128.
- Flor, H.H. 1946. Genetics of pathogenicity in *Melampsora lini*. *Journal of Agricultural Research* 73: 335-357.
- Gebhardt, C., Bellin, D., Henselewski, H., Lehmann, W., Schwarzfischer, J. & Valkonen, J.P.T. 2006. Marker-assisted combination of major genes for pathogen resistance in potato. *Theoretical and Applied Genetics* 112: 1458-1464.
- Gebhardt, C., and Valkonen, J.P.T. 2001. Organization of genes controlling disease resistance in the potato genome. *Annual Review of Phytopathology* 39:79-102.
- Hämäläinen, J.H., Sorri, V.A., Watanabe, K.N., Gebhardt, C. & Valkonen, J.P.T. 1998. Molecular examination of a chromosome region that controls resistance to potato Y and A potyviruses in potato. *Theoretical and Applied Genetics* 96:1036-1043.
- Hämäläinen, J.H., Watanabe, K.N., Valkonen, J.P.T., Arihara, A., Plaisted, R.L., Pehu, E., Miller, L. & Slack, S.A. 1997. Mapping and marker-assisted selection for a gene for extreme resistance to potato virus Y. *Theoretical and Applied Genetics* 94:192-197.
- Hofinger, B.J., Russell, J.R., Bass, C.G., Baldwin, T., Dos Reis, M., Hedley, P.E., Li, Y.D., Macaulay, M., Waugh, R., Hammond-Kosack, K.E., and Kanyuka, K. 2011. An exceptionally high nucleotide and haplotype diversity and a signature of positive selection for the eIF4E resistance gene in barley are revealed by allele mining and phylogenetic analyses of natural populations. *Molecular Ecology* 20: 3653-3668.
- Jones, J.D.G., and Dangl, J.L. 2006. Plant immune system. *Nature* 444: 323-329.

- Jones, R.A.C., Salam, M.U., Maling, T.J., Diggle, A.J., Thackray, D.J. 2010. Principles of predicting plant virus disease epidemics. *Annual Review of Phytopathology* 48: 179-203.
- Karyeija, R.F., Kreuze, J.F., Gibson, R.W. & Valkonen, J.P.T. 2000. Synergistic interactions of a potyvirus and a phloem-limited crinivirus in sweet potato plants. *Virology* 269:26-36.
- Lee, C., Park, J., Hwang, I., Park, Y., and Cheong, H. 2010. Expression of G-Ry derived from the potato (*Solanum tuberosum* L.) increases PVYO resistance. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 58: 7245-7251.
- Lennefors, B.L., Van Roggen, P., Yndgaard, F. Savenkov, E.I. & Valkonen, J.P.T. 2008. Efficient dsRNA-mediated transgenic resistance to Beet necrotic yellow vein virus in sugar beets is not affected by other soilborne and aphid-transmitted viruses. *Transgenic Research* 17: 219-228.
- Macfarlane, S.A. 2010. Tobraviruses - plant pathogens and tools for biotechnology. *Molecular Plant Pathology* 11: 577-583.
- Moury, B., Caromel, B., Johansen, E., Simon, V., Chauvin, L., Jacquot, E., Kerlan, C., and Lefebvre, V. 2011. The helper component proteinase cistron of potato virus Y induces hypersensitivity and resistance in potato genotypes carrying dominant resistance genes on chromosome IV. *Molecular Plant-Microbe Interactions* 24: 787-797.
- Ordon, F. Habekuss, A., Kastirr, U., Rabenstein, F., and Kuhne, T. 2009. Virus resistance in cereals: sources of resistance, genetics and breeding. *Journal of Phytopathology* 157: 535-545.
- Rajamäki, M.-L. & Valkonen, J.P.T. 2004. Detection of a natural point mutation in Potato virus A that overcomes resistance to vascular movement in *Nicotiana glauca*, and studies on seed-transmissibility of the mutant virus. *Annals of Applied Biology* 144:77-86.
- Rajamäki, M.L. & Valkonen, J.P.T. 2009. Control of nuclear and nucleolar localization of the nuclear inclusion protein A in picorna-like Potato virus A. *The Plant Cell* 21: 2485-2502.
- Robaglia, C., and Caranta, C. 2006. Translation initiation factors: a weak link in plant RNA virus infection. *Trends in Plant Science* 11: 40-45
- Ross, H. 1986. Potato breeding - problems and perspectives. *Journal of Plant Breeding, Supplement* 13.
- Santala, J., Samuilova, O., Hannukkala, A., Latvala, S., Korttemaa, H., Beuch, U., Kvarnheden, A., Persson, P., Topp, K., Ørstad, K., Spetz, C., Nielsen, S.L., Kirk, H.G., Uth, J.G., Budziszewska, M., Wieczorek, P., Obrepalska-Stepłowska, A., Pospieszny, H., Kryszczuk, A., Sztangret-Wisniewska, J., Yin, Z., Chrzanoska, M., Zimnoch-Guzowska, E., Jackeviciene, E., Taluntytė, L., Pūpola, N., Mihailova, J., Lielmane, I., Järvekülg, L., Kotkas, K., Rogozina, E., Sozonov, A., Tikhonovich, I., Horn, P., Broer, I., Kuusiene, S., Staniulis, J., Adam, G. & Valkonen, J.P.T. 2010. Detection, distribution and control of Potato mop-top virus, a soil-borne virus, in northern Europe. *Annals of Applied Biology* 157:163-178.
- Valkonen, J.P.T. 2007. Potato viruses: economical losses and biotechnological potential. Pages 619-641 in: *Potato Biology and Biotechnology*. D. Vreugdenhil, J. Bradshaw, C. Gebhardt, F. Govers, D.K.L. MacKerron, M.A. Taylor & H.A. Ross (eds.). Elsevier (ISBN 978-0-444-51018-1).
- Valkonen, J.P.T., Jones, R.A.C., Slack, S.A., and Watanabe, K.N. 1996. Resistance specificities to viruses in potato: Standardization of nomenclature. *Plant Breeding* 115:433-438.
- Valkonen, J.P.T., Rokka, V.M., and Watanabe, K.N. 1998. Examination of the leaf-drop symptom of virus-infected potato using anther culture-derived haploids. *Phytopathology* 88:1073-1077.
- Valkonen, J.P.T., Wiegmann, K., Hämäläinen, J.H., Marczewski, W., and Watanabe, K.N. 2008. Evidence for utility of the same PCR-based markers for selection of extreme resistance to Potato virus Y controlled by Rysto of *Solanum stoloniferum* derived from different sources. *Annals of Applied Biology* 152:121-130.
- Wang, Q.C., and Valkonen, J.P.T. 2009. Cryotherapy of shoot tips: novel pathogen eradication method. *Trends in Plant Science* 14: 119-122.
- Wang, Q.C., Bart, P., Engelmann, F., Lambardi, M., and Valkonen, J.P.T. 2009. Cryotherapy of shoot tips: a technique for pathogen eradication to produce healthy planting material and for cryopreservation of healthy plant genetic resources. *Annals of Applied Biology* 154:351-363.
- Vidal, S., Cabrera, H., Andersson, R.A., Fredriksson, A. & Valkonen, J.P.T. 2002. Potato gene Y-1 is an N gene homolog that confers cell death upon infection with Potato virus Y. *Molecular Plant-Microbe Interactions* 15:717-727.
- Witek K., Strzelczyk-Zyta D., Hennig J., and Marczewski W. 2006. A multiplex PCR approach to simultaneously genotype potato towards the resistance alleles Ry-fst0 and Ns. *Molecular Breeding* 18: 273-275.

Wittmann, S., Chatel, H., Fortin, M.G. and Laliberte, J.F. 1997. Interaction of the viral protein genome linked of Turnip mosaic potyvirus with the translation eukaryotic initiation factor (iso)4E of *Arabidopsis thaliana* using the yeast-two hybrid system. *Virology* 234:84–92.

Vuorinen, A.L., Kelloniemi, J. & Valkonen, J.P.T. 2011. Why do viruses need phloem for systemic spread in plants? *Plant Science* 181:355-363.

SESSION 2: Application de la science: enjeux et opportunités

Protection des obtentions végétales et transfert de technologie

M. Peter Button,
Secrétaire général adjoint de l'UPOV

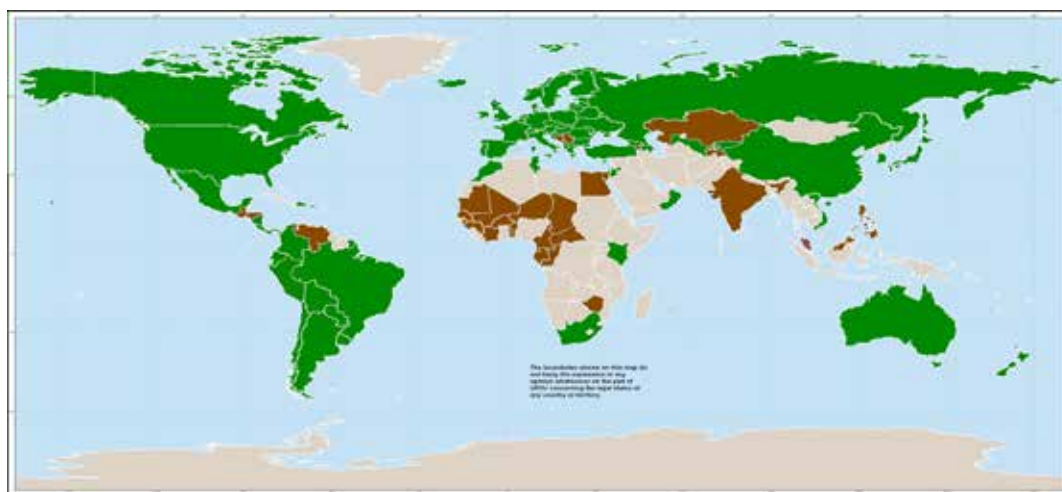
Ce colloque a pour but de dresser un tableau des découvertes les plus récentes dans le domaine de la biologie végétale à l'échelle mondiale et d'étudier dans quelle mesure cette science sera applicable à la sélection végétale dans l'avenir. Cette présentation vise à montrer comment la protection des obtentions végétales favorise la sélection végétale et le rôle crucial qu'elle a joué et la façon dont elle a permis d'assurer aux agriculteurs et aux producteurs l'accès aux réalisations dans le domaine de la sélection végétale – et des nouvelles obtentions végétales – élément clé du “transfert de technologie” en agriculture.

Les conclusions du récent Colloque de l'UPOV sur la “Protection des obtentions végétales et le transfert de technologie: les avantages d'un partenariat public-privé”, qui s'est tenu à Genève les 11 et 12 avril 2011, ont servi de base au présent exposé (voir www.upov.int/meetings/en/details.jsp?meeting_id=22163). Toutefois, avant que je présente ces conclusions, j'aimerais rappeler brièvement le cadre que l'Union internationale pour la protection des obtentions végétales (UPOV) apporte à la protection des obtentions végétales.

Le système de l'UPOV

Ce colloque a été organisé de manière à coïncider avec le cinquantième anniversaire de la Convention internationale pour la protection des obtentions végétales de 1961, aux termes de laquelle a été créée l'UPOV. En octobre 2011, l'UPOV comptait 70 membres, à savoir 69 États et une organisation intergouvernementale, l'Union européenne. La carte de la figure 1 illustre les territoires couverts par l'UPOV, en vert, et les États et organisations qui ont entrepris la procédure d'adhésion à l'UPOV, en marron. Le tableau 1 récapitule la situation des membres de l'Union, des États et organisations intergouvernementales qui ont amorcé la procédure d'adhésion à la Convention UPOV et des États et organisations intergouvernementales qui sont en contact avec l'Union pour obtenir une aide dans l'élaboration de lois fondées sur la Convention UPOV.

Figure 1



La mission de l'UPOV consiste à mettre en place et à promouvoir un système efficace de protection des variétés végétales afin d'encourager l'obtention de variétés améliorées, dans l'intérêt de tous. Les nouvelles variétés sont un moyen crucial de mettre les nouvelles technologies à la disposition des agriculteurs et des producteurs et, en fin de compte, de profiter aux consommateurs. Toutefois, ces nouvelles variétés ne peuvent voir le jour sans le travail des obtenteurs, comme l'ont déjà expliqué plusieurs orateurs.

L'importance des nouvelles obtentions végétales

Il est pratiquement impossible d'énumérer tous les avantages que les nouvelles variétés de plantes offrent aux agriculteurs, mais on peut citer: un rendement élevé; la résistance aux ennemis des cultures et aux maladies; la tolérance aux stress (tels que sécheresse et chaleur); une plus grande efficacité dans l'utilisation des intrants; de meilleures possibilités de récolte et une meilleure qualité des produits. Les nouvelles variétés de plantes offrent en outre plus de diversité de choix aux agriculteurs, ce qui leur permet d'améliorer leur accès aux marchés nationaux et internationaux (voir figure 2).

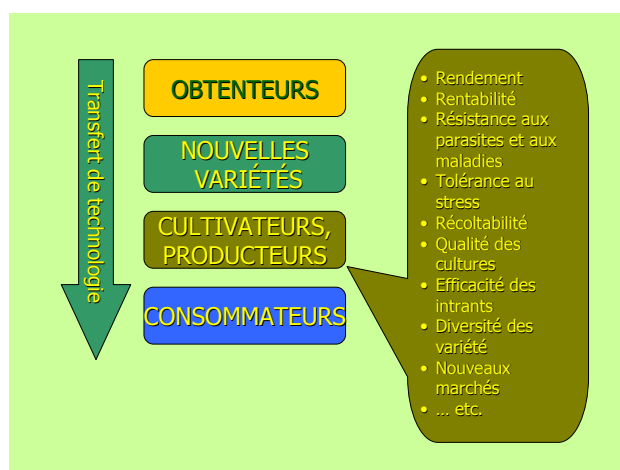
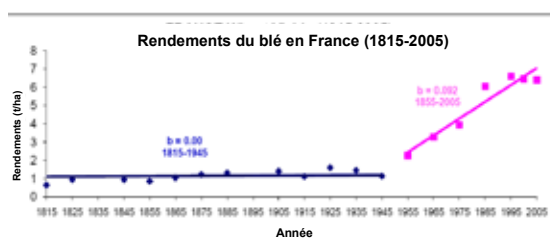


Figure 2: Avantages des nouvelles variétés végétales pour les agriculteurs et producteurs

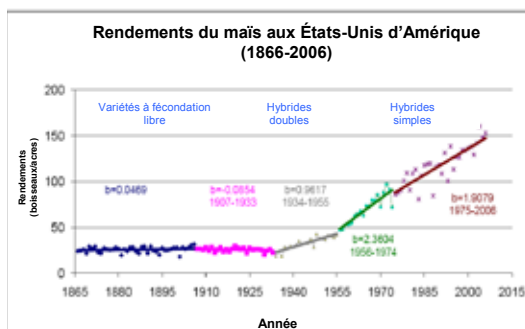
La figure 3 montre, par exemple, l'évolution des rendements du blé (France) et du maïs (États-Unis d'Amérique) depuis l'avènement des techniques modernes de sélection végétale, dont 50% au moins sont attribués à de nouvelles variétés.

Figure 3

Évolution des rendements du blé en France



Évolution des rendements du maïs aux États-Unis d'Amérique



Bernard Le Buanec - Deuxième conférence mondiale sur les semences (Rome, septembre 2009)

(voir www.worldseedconference.org/en/worldseedconference/home.html).

Il importe également de considérer les avantages plus généraux que procurent les nouvelles variétés. Vis-à-vis du changement climatique, on dispose déjà d'exemples impressionnants qui indiquent comment la sélection permet de répondre à des environnements différents. Par exemple, jusqu'en 1970, le maïs n'était pas adapté à sa culture aux Pays-Bas (voir figure 4). Ce n'est que grâce aux efforts des obtenteurs que les agriculteurs peuvent avoir à présent de nouvelles variétés de maïs qui poussent bien aux Pays-Bas, pour s'être adaptées aux conditions climatiques propres à ce pays.

Figure 4: Adaptation du maïs au climat



Bernard Le Buanec - Deuxième conférence mondiale sur les semences (Rome, septembre 2009)

(voir www.worldseedconference.org/en/worldseedconference/home.html).

Les effets de la sélection végétale mentionnés ci-dessus sont très larges dans leur portée, et il convient également de ne pas perdre de vue les divers objectifs de la sélection. Les objectifs de la sélection, tels que l'amélioration des rendements, la résistance aux maladies et aux ennemis des cultures, etc. sont bien connus (voir figure 5).

Figure 5: Résistance du piment à la maladie



Rouille du phytophthore (infection fongale):

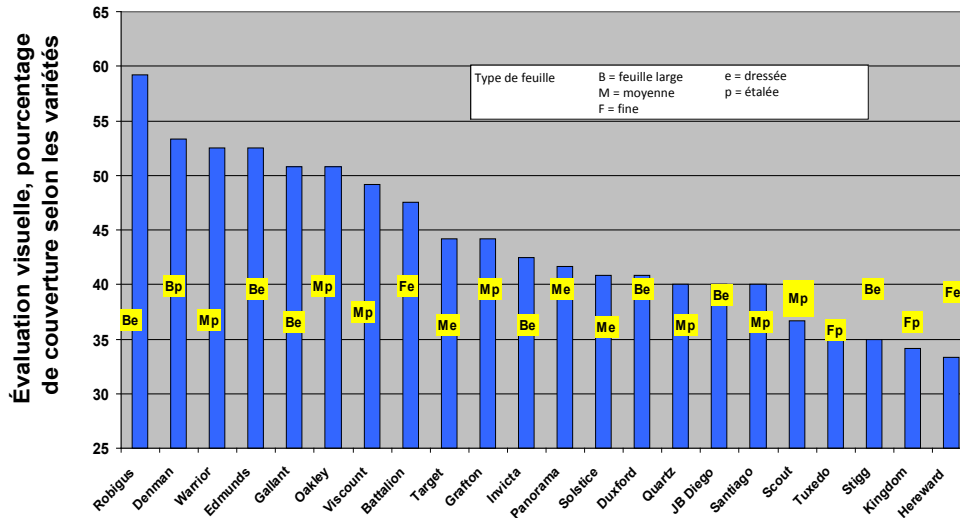
- à gauche: variété résistante (Dok-Ya-Cheong-Cheong)
- à droite: variété vulnérable

Chang Hyun Kim - Deuxième conférence mondiale sur les semences (Rome, septembre 2009)

(voir www.worldseedconference.org/en/worldseedconference/home.html).

Toutefois, les nouvelles variétés présentent de nombreux autres avantages. La figure 6 illustre les différentes possibilités de résistance de différentes variétés de blé hivernal à l'herbe noire, particulièrement importante pour le désherbage. Ce n'est là qu'un exemple qui illustre la diversité de caractéristiques que peuvent conférer différentes variétés, dont certaines sont très importantes pour les agriculteurs mais peuvent ne pas être évidentes pour le public.

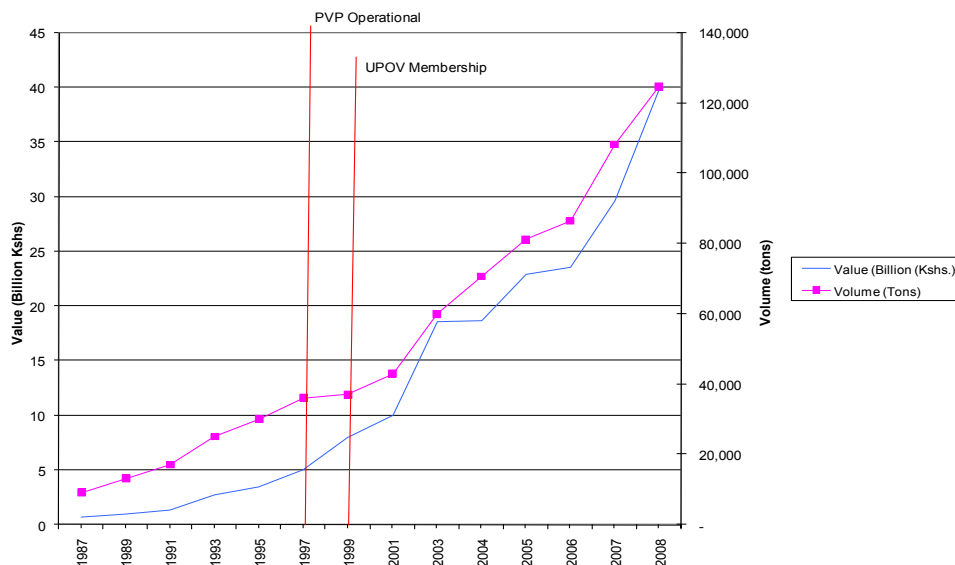
Figure 6: Blé hivernal – Diversité des résultats obtenus selon les variétés



Barry Barker - Séminaire sur la protection des obtentions végétales et le transfert de technologie: les avantages d'un partenariat public-privé (Genève 2011) (voir www.upov.int/meetings/en/details.jsp?meeting_id=22163).

L'exportation de fleurs coupées offre à l'économie du Kenya une importante source de recettes en devises et de revenu pour le développement de l'économie rurale. La figure 7 fournit des renseignements sur l'exportation de plantes ornementales du Kenya, qui a augmenté rapidement entre 1987 et 2008. Cette augmentation a coïncidé avec celle du nombre de demandes pour la protection des variétés au Kenya, qui portait essentiellement sur les variétés d'origine étrangère. L'introduction de variétés étrangères a contribué à accroître la compétitivité du secteur floral au Kenya sur le marché européen. Après l'introduction, en 1997, de la protection d'obtentions végétales au Kenya, le volume des exportations a triplé, passant d'environ 40 000 tonnes à 120 000 tonnes. En outre, la valeur de ces exportations a augmenté dans un rapport de 1 à 8, passant d'environ 5 à 40 milliards de shillings kényens. Cet accroissement des recettes d'exportation montre combien il importe de choisir la bonne variété pour réussir sur le marché et souligne l'importance de la protection des obtentions végétales et de l'adhésion à l'UPOV pour améliorer l'accès à ces nouvelles variétés.

Figure 7: Exportations de fleurs coupées du Kenya

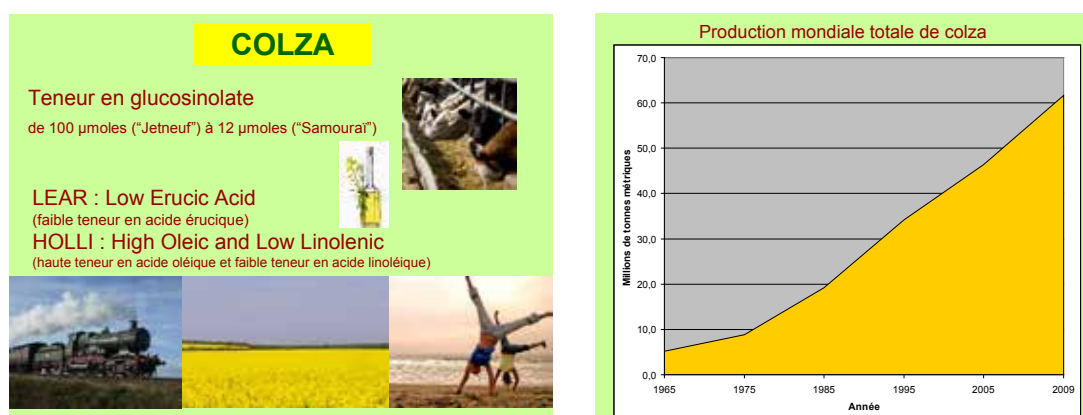


Evans Sikinyi - Deuxième conférence mondiale sur les semences (Rome, septembre 2009) (voir www.worldseedconference.org/en/worldseedconference/home.html).

Le colza offre une autre illustration de l'importance et de l'ampleur de la contribution de la sélection

végétale (voir figure 8). À l'origine, l'huile du colza pouvait servir efficacement de lubrifiant pour les machines à vapeur. Ce n'est que lorsque les obtenteurs ont commencé à travailler sur cette plante qu'elle a pris une importance majeure en agriculture. Dans un premier temps, les obtenteurs ont réduit sa teneur en glucosinolates afin que sa farine puisse servir à l'alimentation du bétail. Ensuite, la sélection a permis de réduire la teneur en acide érucique afin que la graine puisse servir de source d'huile comestible pour la consommation humaine. Actuellement, les travaux se poursuivent et les obtenteurs s'efforcent de développer des variétés à forte teneur en acide oléique et à faible teneur en acide linoléique bénéfiques pour les consommateurs. Sur cette seule culture, les progrès spectaculaires qu'a pu réaliser la sélection sont illustrés sans que l'on ait à évoquer le rendement accru et les améliorations agronomiques qui sont apparus parallèlement. Le résultat en l'occurrence est une augmentation substantielle de la production de colza et, par conséquent, une diversification des systèmes de cultures.

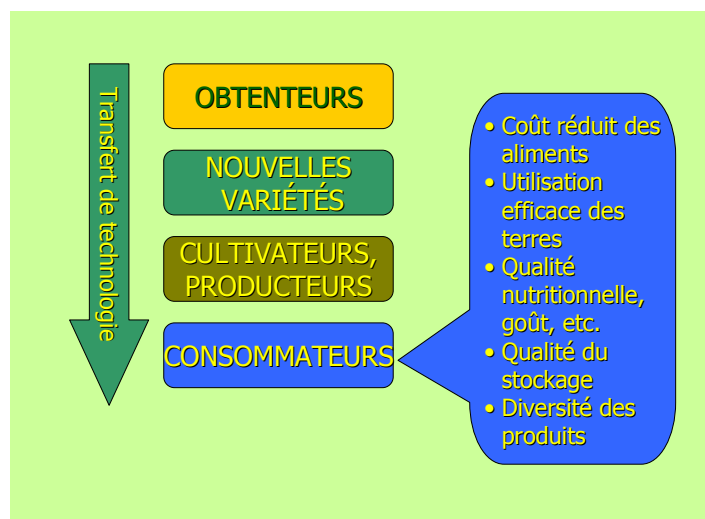
Figure 8: Progrès enregistrés dans la culture du colza



Yves Lespinasse – Séminaire sur la protection des obtentions végétales et le transfert de technologie: les avantages d'un partenariat public-privé (Genève 2011) (voir www.upov.int/meetings/en/details.jsp?meeting_id=22163).

La sélection végétale offre des avantages aux agriculteurs sous la forme de variétés nouvelles, améliorées, dont profitent ensuite les consommateurs et la société dans son ensemble. Nous pouvons voir des exemples de ces retombées dans l'abaissement du coût d'une alimentation de qualité, l'utilisation efficace des sols, la diversité des produits d'origine végétale, etc. (voir figure 9). En bref, les obtenteurs apportent des progrès et une valeur ajoutée à travers la chaîne de production agricole.

Figure 9: Avantages procurés à la société par les nouvelles variétés de plantes

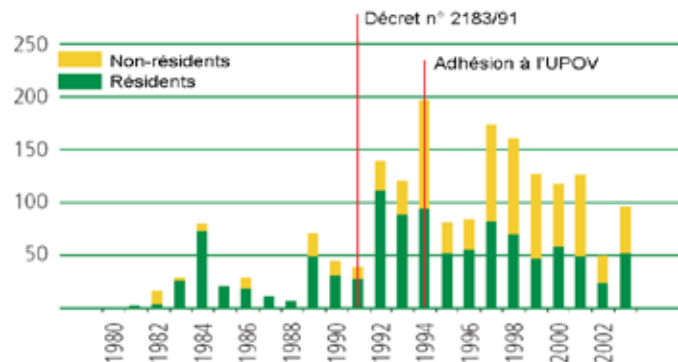


Les avantages de la protection des obtentions végétales et de l'adhésion à l'UPOV

La sélection végétale est un processus long et coûteux. Toutefois, à la fin de ce processus, les nouvelles variétés de plantes peuvent être reproduites aisément et rapidement. C'est pourquoi il faut prévoir un système de protection, afin de permettre aux obtenteurs de recouvrer leur investissement. L'un des aspects importants du rapport de l'UPOV sur l'impact de la protection des obtentions végétales (Étude d'impact) (voir www.upov.int) était d'examiner comment la protection des obtentions végétales encourage les obtenteurs et la sélection végétale. Cette étude décrivait cet impact à travers la diversité croissante des obtenteurs, en particulier dans le secteur privé, mais aussi dans le secteur public, où les chercheurs sont encouragés à orienter leur recherche vers des variétés mieux adaptées. D'une façon générale, l'étude d'impact a relevé un accroissement général de l'activité de sélection végétale à la suite de l'introduction du système UPOV de protection des obtentions végétales.

La figure 10 décrit les résultats de la mise en place en Argentine d'un système efficace de protection des obtentions végétales et de l'adhésion du pays à l'UPOV. En 1991, a été créé l'Institut national des semences (Instituto Nacional de Semillas) (INASE) et le système PVP a été amendé pour être adapté à l'Acte de 1978 de la Convention UPOV, sauf pour certains aspects concernant les demandes étrangères. Ces changements se sont accompagnés d'un accroissement substantiel du nombre de titres accordés aux obtenteurs nationaux. En 1994, le système PVP argentin a été rendu pleinement compatible avec l'Acte de 1978 de la Convention UPOV et l'adhésion de l'Argentine à la Convention UPOV. Le nombre de titres accordés à des non-résidents a augmenté parallèlement à ces changements.

Figure 10: Argentine: Nombre de titres accordés



Source: Étude d'impact.

Les figures 11 à 16 fournissent des informations émanant de la Chine et de la République de Corée sur la façon dont le système UPOV et l'adhésion à l'UPOV favorisent la sélection et l'apparition de nouvelles variétés dans les secteurs public et privé. Elles montrent que la sélection par le secteur public est favorisée et que la protection des obtentions végétales procure un surcroît de recettes: la sélection végétale accroît les revenus non seulement dans le secteur privé mais aussi dans le secteur public.

Figure 11: République de Corée: investissement dans la sélection pour le chou chinois

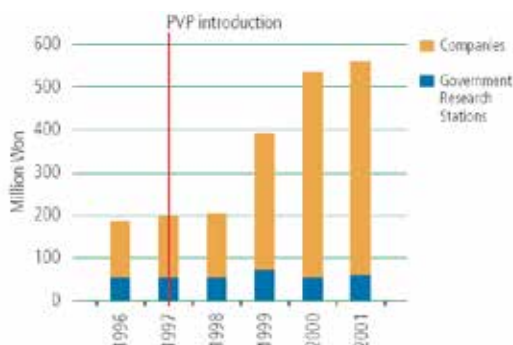


Figure 12: Nombre de demandes par catégorie (agriculture)

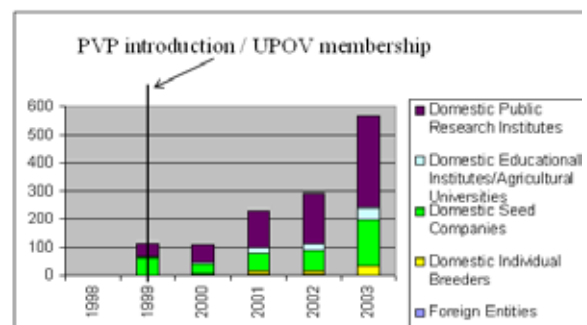
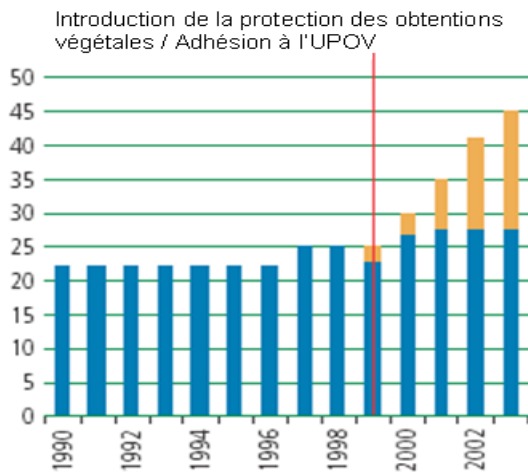


Figure 13: Chine: nombre d'obteneurs dans la province de Henan (maïs)



- Nombre d'autres obtenteurs
- Nombre d'autres obtenteurs à l'Institut de recherche de la province

Figure 14: Chine: nombre d'obteneurs dans la province de Henan (blé)

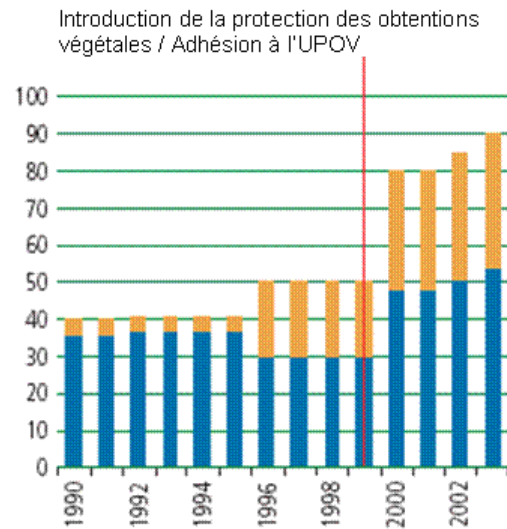


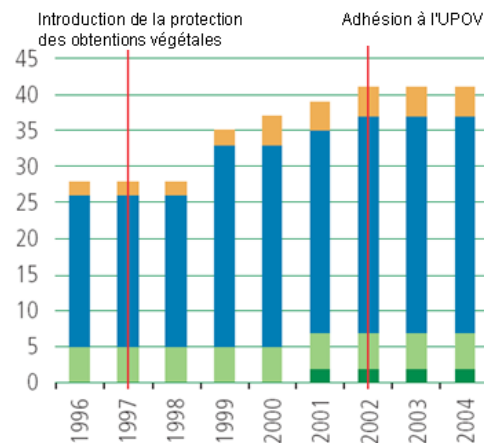
Figure 15: République de Corée: nombre d'obteneurs (rose)



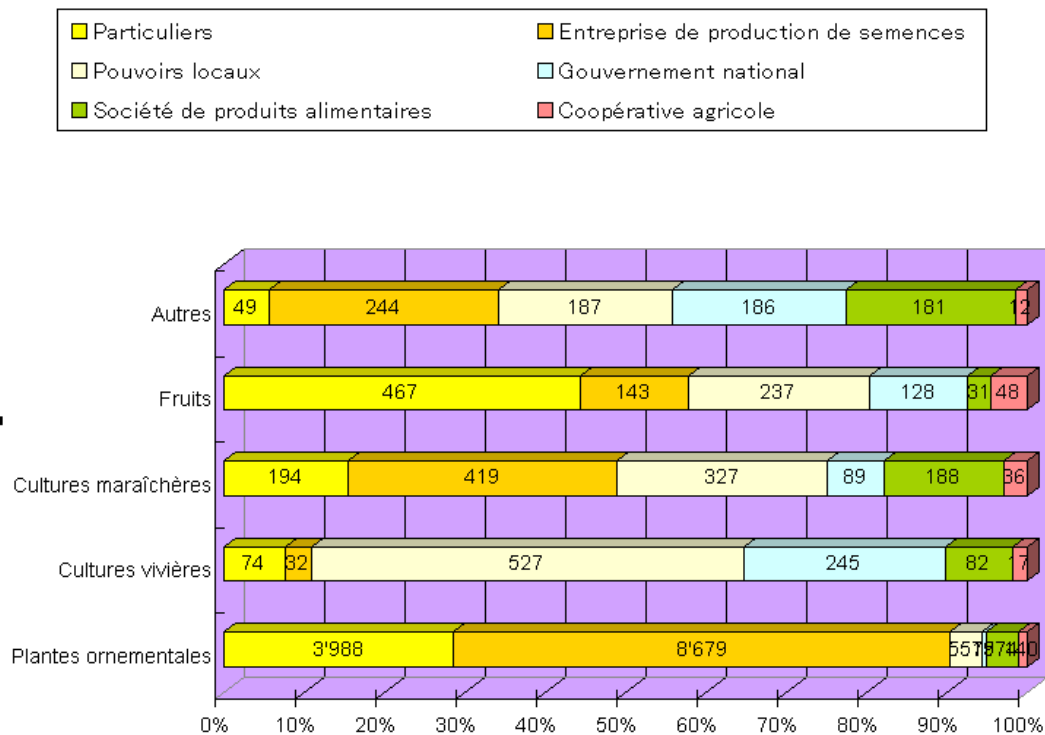
- Entreprises
- Centres de recherche de l'État
- Particuliers
- Chercheurs universitaires

Source: Étude d'impact

Figure 16: République de Corée: nombre d'obteneurs (riz)



L'analyse effectuée au Japon (figure 17) indique la diversité des types d'obteneurs qui développent de nouvelles variétés avec le système UPOV de protection des obtentions végétales. Cela montre la validité de la protection des obtentions végétales pour différents types d'obteneurs des secteurs privé et public et pour les partenariats entre secteurs public et privé.

Figure 17: Japon: nombre et proportion de variétés protégées par type d'obteneur

Il peut être utile de rappeler certains des principaux aspects de la Convention UPOV et d'expliquer comment ils s'appliquent aux différents types d'obteneurs, en particulier en ce qui concerne le droit des obtenteurs et les exceptions. Le droit de l'obteneur: l'Acte de 1991 de la Convention UPOV (voir figure 18) définit les droits de l'obteneur de propager le matériel végétal d'une variété protégée. Il appartient à l'obteneur de décider qui est autorisé à cultiver une certaine variété, et sous quelles conditions. C'est là un aspect important à prendre en compte par les obtenteurs des secteurs public et privé.

Figure 18: Acte de 1991 de la Convention UPOV

Article 14
Étendue du droit d'obteneur

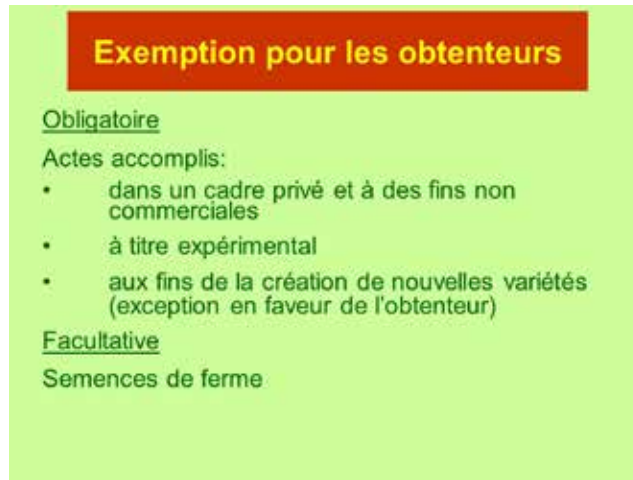
1) [Actes à l'égard du matériel de reproduction ou de multiplication] a) Sous réserve des articles 15 et 16, l'autorisation de l'obteneur est requise pour les actes suivants accomplis à l'égard du matériel de reproduction ou de multiplication de la variété protégée::

- i) la production ou la reproduction,
- ii) le conditionnement aux fins de la reproduction ou de la multiplication,
- iii) l'offre à la vente,
- iv) la vente ou toute autre forme de commercialisation,
- v) l'exportation,
- vi) l'importation,
- vii) la détention à l'une des fins mentionnées aux points i) à vi) ci-dessus.

b) L'obteneur peut subordonner son autorisation à des conditions et à des limitations.

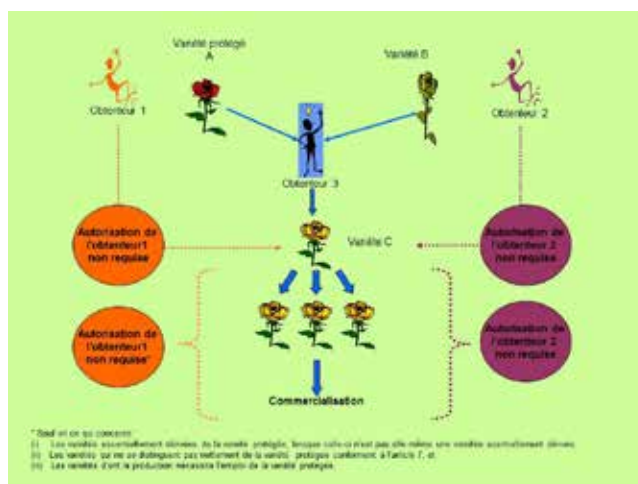
Il convient également de rappeler qu'il y a des exceptions au droit d'obteneur dans la Convention UPOV. Certaines exceptions sont obligatoires, mais il y a aussi une exception facultative (voir figure 19).

Figure 19: Résumé des exceptions au droit d'obtenteur aux termes de l'Acte de 1991 de la Convention UPOV



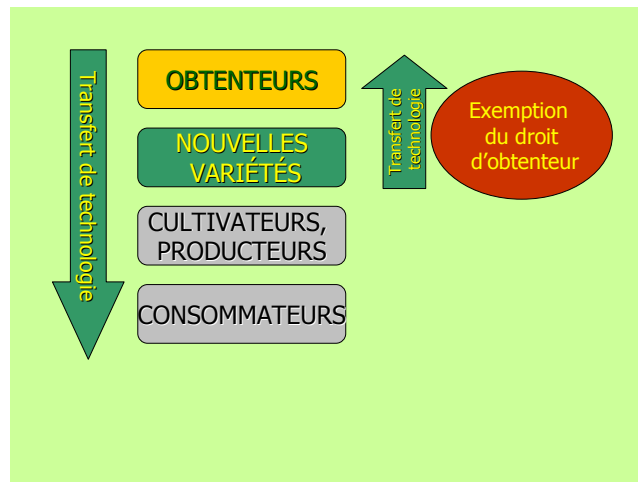
Premièrement, en ce qui concerne les exceptions, "l'exemption du droit d'obtenteur" est l'un des principaux traits du système UPOV (voir figure 20). L'exception visée à l'article 15.1)viii) de l'Acte de 1991 dispose que le droit d'obtenteur ne s'étend pas "aux actes accomplis aux fins de la création de nouvelles variétés ainsi que, à moins que les dispositions de l'article 14.5) ne soient applicables, aux actes mentionnés à l'article 14.1) à 4) accomplis avec de telles variétés". C'est là un élément fondamental du système UPOV de protection des obtentions végétales connu sous le nom "d'exemption du droit d'obtenteur", aux termes duquel il n'y a pas de restriction à l'utilisation de variétés protégées aux fins de sélection de nouvelles variétés végétales. La deuxième partie de l'article 15.1)iii) "ainsi que, à moins que les dispositions de l'article 14.5) ne soient applicables, aux actes mentionnés à l'article 14.1) à 4) accomplis avec de telles variétés" clarifie cela, à ceci près que pour les variétés visées à l'article 14.5) (c'est-à-dire essentiellement les variétés dérivées et certaines autres variétés qui ne se distinguent pas nettement de la variété protégée et les variétés dont la production nécessite l'emploi répété de la variété protégée) la commercialisation des nouvelles variétés obtenues ne nécessite pas l'autorisation du titulaire du titre d'une variété protégée utilisée dans la sélection de ces nouvelles variétés.

Figure 20: Illustration de l'exemption du droit d'obtenteur



Le graphique de la figure 21 illustre la façon dont les nouvelles variétés constituent un moyen de transférer une technologie le long de la chaîne de production et dont l'exemption du droit d'obtenteur fait remonter le transfert de technologie le long de cette chaîne en permettant que de nouvelles variétés soient utilisées par d'autres obtenteurs.

Figure 21: L'exemption du droit d'obtenteur facilite le transfert de technologie aux obtenteurs



Le but du système UPOV est d'encourager le développement de nouvelles variétés de plantes, dont les agriculteurs et les producteurs sont les principaux bénéficiaires. La Convention UPOV prévoit également certaines exceptions pour les agriculteurs et les producteurs. Aux termes de l'Acte de 1991 de la Convention UPOV, les actions accomplies à titre privé et à des fins non commerciales n'entrent pas dans le cadre du droit de l'obtenteur. Ainsi, lorsque l'expression "agriculture de subsistance" se réfère à la propagation d'une variété par un agriculteur exclusivement aux fins de production d'une culture vivrière destinée uniquement à la consommation de l'agriculteur et des personnes à sa charge vivant sur l'exploitation, cette agriculture peut être considérée par un membre de l'UPOV comme exclue du champ d'application du droit de l'obtenteur (voir figure 22).

Figure 22: Exceptions au droit de l'obtenteur



En ce qui concerne l'exception facultative relative aux semences économisées par l'exploitation, l'Acte de 1991 de la Convention UPOV prévoit que les membres de l'UPOV peuvent permettre aux agriculteurs d'utiliser à des fins de reproduction ou de multiplication sur leur propre exploitation le produit de la récolte de cette exploitation provenant de la variété protégée, dans des limites raisonnables et sous réserve de la protection des intérêts légitimes de l'obtenteur. L'inclusion de l'exception facultative dans l'Acte de 1991 de la Convention UPOV reconnaît que, pour certaines cultures, il est courant que les agriculteurs conservent le produit de leur récolte aux fins de reproduction et de multiplication, et cette disposition permet à chaque membre de l'Union de tenir compte de cette pratique et des questions qui se posent pour chaque culture lorsqu'il accorde une protection à une variété végétale. L'utilisation des mots "dans des limites raisonnables et sous réserve de la sauvegarde des intérêts légitimes de l'obtenteur" est conforme à une approche selon laquelle si l'exception facultative est

appliquée, elle l'est d'une manière qui ne nuit pas aux incitations données par la Convention UPOV aux obtenteurs pour qu'ils développent de nouvelles variétés parce que cela nuirait également aux intérêts des agriculteurs, des producteurs et de la société dans son ensemble.

Diffusion de nouvelles variétés de plantes auprès des agriculteurs et des producteurs

En ce qui concerne le transfert de technologie, il est important de réaliser que des ressources considérables sont nécessaires pour diffuser de nouvelles variétés auprès des agriculteurs, des producteurs et des consommateurs. Les conclusions du récent Séminaire de l'UPOV sur la "Protection des obtentions végétales et le transfert de technologie": les avantages d'un partenariat public-privé (séminaire de l'UPOV) (voir www.upov.int) ont fait ressortir plusieurs points à cet égard.

Lors de la première session, des exposés ont été présentés par des centres nationaux de recherche sur leur utilisation de la protection des obtentions végétales. L'une des principales conclusions a été que la protection des obtentions végétales est un outil pour le transfert de technologie, qui favorise la participation du secteur privé à la recherche et au développement. Autrement dit, elle encourage la participation du secteur privé aux premiers stades du développement d'une nouvelle variété et fait en sorte que la recherche et le développement de nouvelles variétés se concentrent sur les besoins des agriculteurs et des consommateurs. La base importante de ce résultat réside dans le cadre juridique dans lequel s'inscrit l'investissement financier offert par la protection des nouvelles variétés de plantes (voir figure 23).

Figure 23: Utilisation de la protection des obtentions végétales par les Centres nationaux de recherche

Utilisation de la protection des obtentions végétales par les Centres nationaux de recherche	
Président : Enrique Molina – Conclusions – Première session	
<p>La protection des obtentions végétales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Favorise la participation du secteur privé à la recherche et au développement • Offre un outil pour le transfert de technologie • Offre un cadre juridique pour l'investissement financier • Encourage l'innovation dans la sélection, en particulier pour la création de nouveaux créneaux commerciaux • Concentre l'investissement sur la satisfaction des besoins des agriculteurs et des consommateurs 	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Ryudai Oshima, NARO 2. Jenn James, Grasslanz 3. Shadrack R. Moephuli, ARC 4. Filipe de Moraes Teixeira, EMBRAPA 5. Yves Lespinasse, INRA 	Président : Enriqueta Molina

Séminaire sur la protection des obtentions végétales et le transfert de technologie: les avantages d'un partenariat public-privé (Genève, 2011) (voir www.upov.int/meetings/en/details.jsp?meeting_id=22163).

Les figures 24 et 25 contiennent des données fournies par M. Felipe de Moraes Teixeira, Entreprise brésilienne de recherche agricole (EMBRAPA), illustrant la valeur que la protection des obtentions végétales apporte à la recherche de l'entreprise. Chaque dollar des États-Unis d'Amérique investi par EMBRAPA dans la recherche engendre un revenu moyen de six dollars des États-Unis d'Amérique pour l'économie brésilienne.

Figure 24: Rendement de l'investissement dans la recherche pour la protection des obtentions végétales (EMBRAPA)

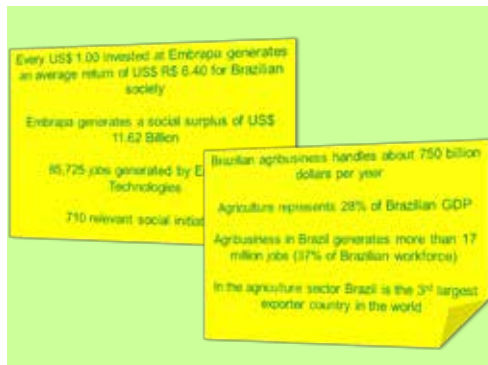
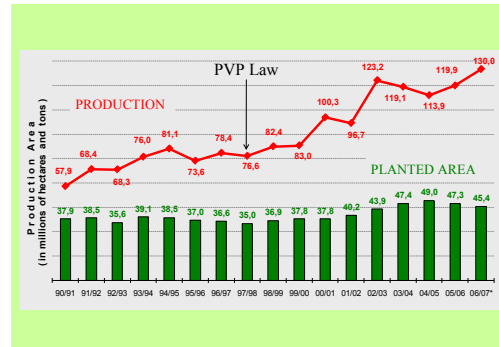


Figure 25: Protection des obtentions végétales et accroissement de la productivité au Brésil



M. Felipe de Moraes Teixeira, Entreprise brésilienne de recherche agricole (EMBRAPA) - Séminaire sur la protection des obtentions végétales et le transfert de technologie: les avantages d'un partenariat public-privé (Genève, 2011) (voir www.upov.int/meetings/en/details.jsp?meeting_id=22163).

Une importante séance du séminaire de l'UPOV a porté sur le rôle du secteur privé dans ses rapports avec le secteur public. Il est clair que le secteur privé constitue un moyen efficace d'offrir de nouvelles variétés aux agriculteurs. À cet égard, le secteur privé peut être un important partenaire pour les obtenteurs du secteur public pour la fourniture de semences aux agriculteurs. En outre, le secteur privé permet de transmettre des informations des agriculteurs aux obtenteurs. Il a été conclu que le secteur privé joue un rôle clé dans l'évaluation des possibilités de marché de certaines variétés et dans l'établissement d'un lien entre les agriculteurs et les chercheurs du secteur public. Le système de protection des obtentions végétales a été identifié comme un moyen important de faciliter les associations stratégiques et un transfert de technologie coordonné dans le cadre des partenariats entre secteurs public et privé (voir figure 26).

Figure 26: Rôle du secteur privé dans le transfert de technologie

Transfert de technologie par le secteur privé

Présidence : Kitisri Sukhapinda Conclusions – Deuxième session

Secteur privé :

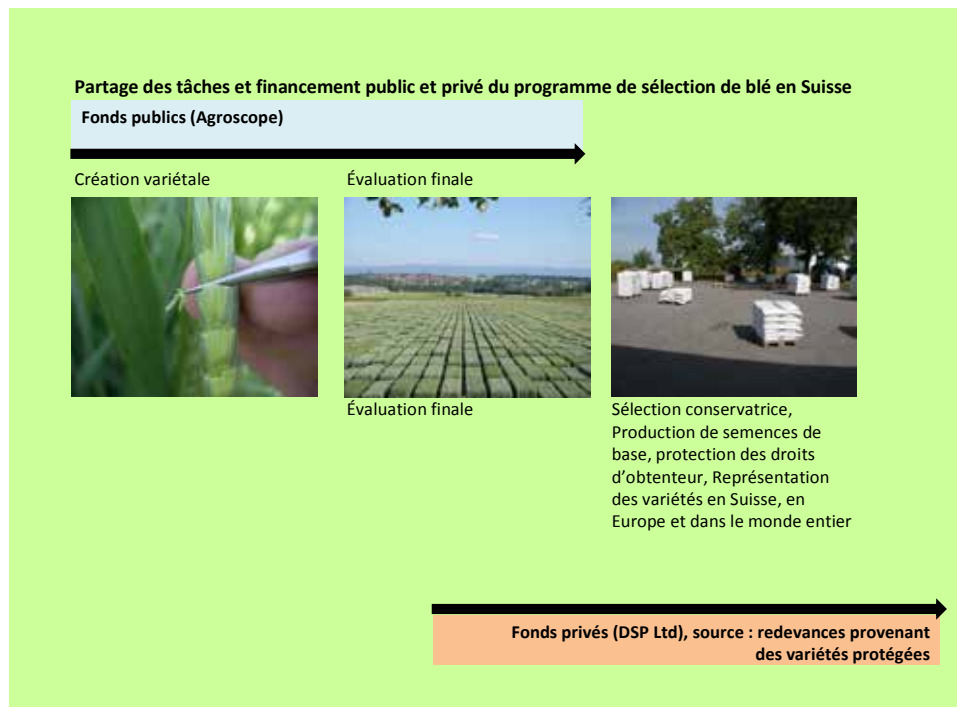
- Moyen efficace de mettre les nouvelles variétés à la disposition des agriculteurs
- Évaluation des possibilités de marché des nouvelles variétés
- Lien entre la recherche du secteur public et les besoins des agriculteurs
- Offre une voie pour acheminer les revenus vers la recherche du secteur public
- Facilite les associations stratégiques et un transfert de technologie coordonné

<ol style="list-style-type: none"> 1. Willi Wicki , DSP 2. Barry Barker, Masstock Arable 3. Diego Risso, URUPOV 4. Evans Sikinyi, KY 	<i>Présidence : Kitisri Sukhapinda</i>
--	--

Séminaire sur la protection des obtentions végétales et le transfert de technologie: les avantages d'un partenariat public-privé (Genève, 2011) (voir www.upov.int/meetings/en/details.jsp?meeting_id=22163).

La figure 27 donne un résumé des informations présentées au séminaire par M. Wicki, DSP SA (Suisse), qui a identifié trois stades dans le développement d'une variété de blé et la fourniture de semences aux agriculteurs: premièrement, développement de nouvelles variétés (sélection); deuxièmement, évaluation des variétés; et troisièmement, production de semences et fourniture de celles-ci aux agriculteurs. En Suisse, aux termes de l'arrangement DSP avec Agroscope, le secteur public participe au développement de nouvelles variétés et, dans une certaine mesure, à l'évaluation finale de ces variétés. Toutefois, il s'appuie sur une entreprise privée – DSP – pour aider à évaluer les variétés et à livrer des semences de qualité aux agriculteurs.

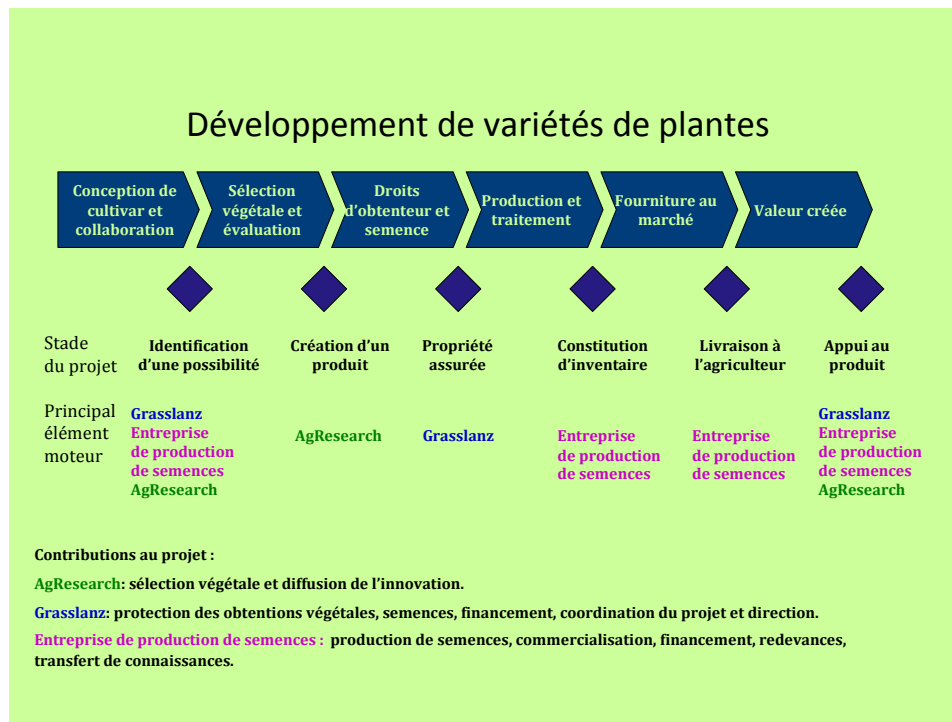
Figure 27: Financement public et privé du programme de sélection du blé en Suisse



M. Wicki, DSP SA (Suisse) – Séminaire sur la protection des obtentions végétales et le transfert de technologie: les avantages d'un partenariat public-privé (Genève, 2011) (voir www.upov.int/meetings/en/details.jsp?meeting_id=22163).

La figure 28 illustre une situation similaire concernant le développement de variétés d'herbe en Nouvelle-Zélande présentée par Mme Jenn James, Grasslanz Technology, identifiant une fois encore les différents stades de la conception d'une variété (cultivar) par sélection végétale, évaluation, livraison au marché et valeur créée. Dès le début du processus, il y a participation de partenaires publics et privés. Dans ce cas, la sélection végétale a été effectuée par le secteur public (AgResearch); les variétés ont ensuite été transférées à Grasslanz Technology et à des entreprises de production de semences afin d'accroître l'utilisation de ces variétés et de fournir aux agriculteurs des semences de qualité.




Figure 28: Développement de variétés de plantes (Grasslanz)



Mme Jenn James, Grasslanz Technology (Nouvelle-Zélande) - Séminaire sur la protection des obtentions végétales et le transfert de technologie: les avantages d'un partenariat public-privé (Genève, 2011) (voir www.upov.int/meetings/en/details.jsp?meeting_id=22163).

Au séminaire de l'UPOV, les exposés des centres nationaux de recherche du secteur public ont expliqué pourquoi la protection des obtentions végétales est importante pour eux et comment ils utilisent le secteur privé pour appuyer leurs activités. La troisième séance du séminaire de l'UPOV a permis de présenter un avis des centres internationaux de recherche sur la protection de la propriété intellectuelle. M. Lloyd Le Page, président, Groupe consultatif pour la recherche agricole internationale (GCRAI) a expliqué que la protection des obtentions végétales offrait un moyen de faciliter la diffusion des variétés auprès des agriculteurs et a noté que le libre accès n'assure pas la diffusion ou l'utilisation à grande échelle. L'une des conclusions de la séance a été que la protection des obtentions végétales offre souvent une incitation aux petites et moyennes entreprises locales à devenir distributeurs de semences et, par là même, à bénéficier des droits de propriété intellectuelle. Il a été rappelé également que l'exemption du droit d'obteneur permet d'accéder au germplasma pour de nouvelles sélections. Enfin, il a été noté que l'utilisation de la protection des obtentions végétales était conforme au Traité international sur les ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture et son Accord type de transfert de matériel (ATTM) (voir figure 29).

Figure 29: Centres internationaux de recherche et PVP

 Centres internationaux de recherche	
Présidence : David Boreham Conclusions – Troisième session	
<ul style="list-style-type: none"> PVP offre un moyen de faciliter la diffusion de variétés auprès des cultivateurs : le libre accès n'assure par la diffusion ou l'utilisation à grande échelle 	
<ul style="list-style-type: none"> PVP offre un moyen d'accroître la disponibilité des variétés adaptées aux besoins des agriculteurs 	
<ul style="list-style-type: none"> PVP encourage les PME, en particulier les obtenteurs et distributeurs de semences locaux 	
<ul style="list-style-type: none"> L'exemption du droit d'obteneur offre un moyen de faciliter l'accès au germoplasme L'utilisation de PVP est conforme au Traité international sur les ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture et son Accord type de transfert de matériel (ATTM) 	
<ol style="list-style-type: none"> Lloyd Le Page, CGIAR Ruaraidh Sackville Hamilton, IRRRI Ian Barker, Syngenta 	<i>Chair: David Boreham</i>

Séminaire sur la protection des obtentions végétales et le transfert de technologie: les avantages d'un partenariat public-privé (Genève, 2011) (voir www.upov.int/meetings/en/details.jsp?meeting_id=22163).

Conclusion générale

En résumé, les conclusions du séminaire ont montré la valeur de la protection des obtentions végétales pour encourager le développement de nouvelles variétés de plantes qui répondent aux besoins des agriculteurs, des producteurs et des consommateurs, et pour favoriser l'investissement dans la livraison de ces variétés aux agriculteurs et aux producteurs. Il a été identifié que le système UPOV de protection des obtentions végétales a joué un rôle important pour le secteur privé, le secteur public et les partenariats publics-privés.

Union Internationale pour la Protection des Obtentions Végétales (UPOV) au 21 octobre 2011

I. Membres de l'UPOV

Afrique du Sud ²	Bulgarie ³	L'ex-République yougos- lave de Macédoine ³	Jordanie ³	Panama ²	Singapour ³
Albanie ³	Canada ²	Fédération de Russie ³	Kenya ²	Paraguay ²	Slovaquie ³
Allemagne ³	Chili ²	Finlande ³	Kirghizstan ³	Pays-Bas ³	Slovénie ³
Argentine ²	Chine ²	France ²	Lettonie ³	Pérou ³	Suède ³
Australie ³	Colombie ²	Georgie ³	Lituanie ³	Pologne ³	Suisse ³
Autriche ³	Costa Rica ³	Hongrie ³	Maroc ³	Portugal ²	Trinité-et-Tobago ²
Azerbaïdjan ³	Croatie ³	Islande ³	Mexique ²	République de Corée ³	Tunisie ³
Bélarus ³	Danemark ³	Irlande ²	Nicaragua ²	République de Moldova ³	Turquie ³
Belgique ¹	Équateur ²	Israël ³	Norvège ²	République dominicaine ³	Ukraine ³
Bolivie (État plurinational de) ²	Espagne ³	Italie ²	Nouvelle-Zélande ²	République tchèque ³	Union européenne ^{3,4}
Brésil ²	Estonie ³	Japon ³	Oman ³	Roumanie ³	Uruguay ²
	États-Unis d'Amérique ³		Ouzbékistan ³	Royaume-Uni ³	Viet Nam ³
					(Total 70)

- 1 La Convention de 1961 modifiée par l'Acte additionnel de 1972 est le dernier Acte auquel 1 État a adhéré.
- 2 L'Acte de 1978 est le dernier Acte auquel 22 États ont adhéré.
- 3 L'Acte de 1991 est le dernier Acte auquel 46 États et une organisation ont adhéré.
- 4 A adopté un système communautaire (supranational) de protection des obtentions végétales qui couvre le territoire de ses 27 États membres.

II. États et organisations intergouvernementales ayant amorcé la procédure d'adhésion à la Convention UPOV

États (15):

Arménie, Bosnie-Herzégovine, Égypte, Guatemala, Honduras, Inde, Kazakhstan, Malaisie, Maurice, Monténégro, Philippines, Serbie, Tadjikistan, Venezuela (République bolivarienne du) et Zimbabwe.

Organisation (1):

Organisation africaine de la propriété intellectuelle (OAPI)

(États membres de l'OAPI (16): Bénin, Burkina Faso, Cameroun, Congo, Côte d'Ivoire, Gabon, Guinée, Guinée-Bissau, Guinée équatoriale, Mali, Mauritanie, Niger, République centrafricaine, Sénégal, Tchad, Togo).

III. États et organisations intergouvernementales qui ont été en contact avec l'Office de l'Union pour l'aide au développement de lois fondées sur la Convention UPOV

États (21):

Algérie, Arabie saoudite, Bahreïn, Barbade, Cambodge, Chypre, Cuba, El Salvador, Ghana, Indonésie, Iraq, Libye, Pakistan, République démocratique populaire lao, République islamique d'Iran, République-Unie de Tanzanie, Soudan, Thaïlande, Tonga, Turkménistan et Zambie.

Organisations (2):

Organisation africaine de la propriété intellectuelle (ARIPO)

(États membres de l'ARIPO (18): Botswana, Gambie, Ghana, Kenya, Lesotho, Liberia, Malawi, Mozambique, Namibie, Ouganda, République-Unie de Tanzanie, Rwanda, Sierra Leone, Somalie, Soudan, Swaziland, Zambie, Zimbabwe)

Communauté de développement de l'Afrique australe (SADC)

(États membres de la SADC (15): Afrique du Sud, Angola, Botswana, Lesotho, Madagascar, Malawi, Maurice, Mozambique, Namibie, République démocratique du Congo, République-Unie de Tanzanie, Seychelles, Swaziland, Zambie, Zimbabwe).

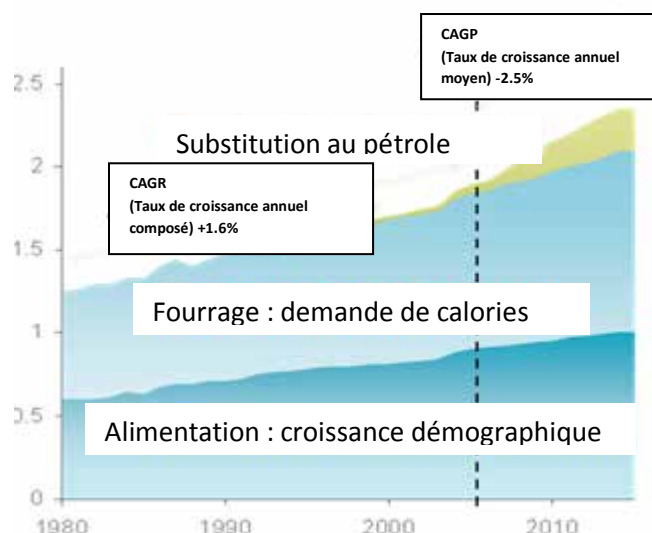
Caractères des variétés pour l'avenir

M. David Nevill,
Chef chargé de la R-D. concernant les plantes céréalières, Syngenta International AG

Le monde doit faire face à des défis effrayants et sans précédent, qui vont du changement climatique à la croissance démographique. Une meilleure utilisation des ressources, de nouveaux outils et les technologies modernes sont plus nécessaires que jamais pour améliorer l'aptitude des agriculteurs à produire des aliments, du fourrage, des fibres et du combustible tout en protégeant les précieuses ressources naturelles (Figure 1).

Des entreprises comme Syngenta investissent dans la recherche et le développement pour promouvoir des innovations qui favorisent sur le long terme la productivité agricole, le développement rural et un environnement durable. Nous estimons que de telles innovations doivent être encouragées, facilitées et protégées. Nous estimons également qu'il importe que nous partagions les nouvelles connaissances que nous acquérons pour favoriser l'innovation.

Figure 1: Demande de produits agricoles en tonnes métriques de céréales



À ce jour, les progrès réalisés dans l'amélioration des variétés ont été obtenus par une combinaison de facteurs, parmi lesquels:

- L'excellente connaissance qu'ont les obtenteurs de la façon de sélectionner les parents et une descendance adaptés aux principaux besoins des producteurs et des consommateurs.
- Une compréhension des limites essentielles au niveau de l'architecture des plantes et de la résistance au stress (en particulier à la maladie et aux insectes).
- Une compréhension de l'adaptation des variétés dans les zones agroclimatiques afin de favoriser l'échange de germoplasme et d'élargir l'exploitation du gain génétique.
- Le développement de systèmes hétérotiques pour plusieurs cultures afin d'exploiter l'homogénéité, la robustesse et la vigueur des hybrides F1.
- Des approches de la modification génétique (MG) susceptibles de produire des caractéristiques agronomiques non directement disponibles dans le pool de gènes.
- L'application pratique de techniques de culture de tissus qui permettent de plus larges croisements et une fixation plus rapide des obtentions.
- Une utilisation limitée des marqueurs (au niveau de l'ADN et au niveau physiologique) pour tenter d'aller au-delà de la sélection phénotypique.

Mais il faut davantage. Pour produire “plus avec moins” afin de répondre aux défis mondiaux de la production, il faut apporter un changement radical à l’approche traditionnelle de l’amélioration progressive des variétés et de gros investissements dans la biotechnologie végétale moderne et dans les dernières techniques de sélection. À l’avenir, la sélection végétale exigera de nouvelles approches de la technologie et de la gestion des connaissances, y compris:

- La génomique, le séquençage de l’ADN et des technologies connexes à forte productivité, afin de permettre une compréhension et une manipulation plus approfondie de la phytogénétique.
- Une plus grande aptitude à la mesure automatique précise du phénotype et de l’environnement, et l’aptitude à intégrer ces données à la génétique sous-jacente.
- De nouvelles aptitudes à collaborer sur les réseaux de connaissances afin de stimuler, d’intégrer et de développer des produits pratiques à partir d’idées nouvelles.

Ces progrès de la compréhension technique, de l’intégration des données et de la mise en réseau d’idées permet aux obtenteurs de tirer parti de nouvelles manières de l’ampleur et de la profondeur du potentiel du germplasm et de réaliser un gain génétique accru en rendement comme en qualité, ainsi qu’une adaptabilité plus robuste.

Au cours des vingt prochaines années, ces regards sur l’avenir devront déboucher sur des solutions aux problèmes suivants:

- Une résistance adaptée et durable aux facteurs de stress biotique, tels que les maladies et les insectes. La bataille qui se livre entre les pathogènes et l’hôte se poursuivra et s’approfondira avec l’intensification de la production agricole. Les outils combinés de la phytogénétique, de la protection chimique des cultures et de l’agronomie seront nécessaires pour maintenir l’équilibre en faveur d’une production agricole efficace.
- Le stress abiotique, dû en particulier au changement climatique, s’accroîtra, non seulement sous l’effet de facteurs particuliers tels que la chaleur et la sécheresse, mais aussi en raison de la variabilité et de l’imprévisibilité des conditions. Cela posera un problème difficile aux obtenteurs, qui nécessiteront la robustesse du génotype et l’interaction de l’environnement.
- La nécessité de répondre aux attentes de la société et des pouvoirs publics à l’égard des biocarburants – d’une façon qui ne remette pas en cause la demande d’aliments et de fourrage.
- La nécessité de satisfaire la population des mégapoles d’un monde en pleine croissance – par exemple, à l’aide de fleurs qui mettent de la couleur dans un environnement urbain peu avenant, de fruits et légumes qui réjouissent le palais malgré de longues chaînes d’approvisionnement, ou d’orges brasserie qui donnent de l’alcool et de l’arôme aux bières et aux whiskies.
- À mesure que croît la population mondiale, non seulement en nombre mais aussi en moyens, il nous faut répondre à la demande indirecte de plus grandes quantités de protéines animales ainsi qu’aux besoins directs d’aliments.

Cette évolution qualitative de la consommation alimentaire signifie qu’une population de 9 milliards en 2050 exigera des niveaux de production agricole équivalents à ceux qu’exigerait une population de 12 milliards aux habitudes alimentaires d’aujourd’hui (la population mondiale est aujourd’hui de 7 milliards d’êtres). Les capacités de la sélection végétale seront exploitées à la limite de leurs moyens pour faire face à ces demandes de production, et cette situation sera encore aggravée par les facteurs mentionnés ci-dessus. Pour résoudre ces problèmes, il faudra une intégration à deux dimensions. Premièrement, les connaissances agronomiques doivent favoriser l’optimisation de la protection génétique et chimique des cultures dans des systèmes de production pratiques. Deuxièmement, il nous faut développer et stimuler une base de connaissances techniques solides et approfondies chez les producteurs qui découlera des synergies de partenariats publics-privés. Syngenta dispose d’une large gamme de produits et de compétences pour participer à cette collaboration, et nous aspirons à favoriser l’apparition de solutions durables pour la production agricole.

Stratégies concernant les plantes potagères et les plantes de grande culture en Afrique de l'Est

M. Yashwant Bhargava,
Chef chargé de la R-D. concernant les plantes céréalères, Syngenta International AG

L'expression Afrique de l'Est désigne la région orientale du continent africain et englobe aujourd'hui spécifiquement le Kenya, la République-Unie de Tanzanie, l'Ouganda, le Rwanda et le Burundi. La géographie de cette région est souvent d'une grande beauté. Façonnée par les forces des plaques tectoniques mondiales qui ont créé la Great Rift Valley, l'Afrique de l'Est regroupe le Kilimandjaro et le Mont Kenya, les deux montagnes les plus hautes d'Afrique. Elle compte également le lac d'eau douce le deuxième du monde par la taille – le lac Victoria, et le deuxième lac au monde pour sa profondeur – le lac Tanganyika. Le climat de l'Afrique de l'Est est assez peu caractéristique des régions équatoriales. L'altitude généralement élevée, combinée à l'effet ombre de pluie des vents de la mousson de l'ouest, contribue à maintenir l'Afrique de l'Est étonnamment fraîche et sèche pour son altitude. Les précipitations en Afrique de l'Est sont fonction du phénomène El Niño. Hormis sur la bande côtière chaude et généralement humide, les températures sont tempérées, avec des maxima de l'ordre de 25 °C et des minima de 15 °C.

L'Afrique de l'Est est variablement dotée d'une grande diversité de cultures inter et intraspécifiques et est le lieu de l'origine et de la diversité d'importantes cultures céréalères et maraîchères. Actuellement, quelque 15 000 échantillons sont conservés par les différentes banques de gènes nationales de la sous-région. Au cours des deux dernières décennies, des efforts ont été faits pour tenter de renforcer les activités de la région dans le domaine des ressources phylogénétiques, et le Réseau de ressources phylogénétiques de l'Afrique de l'Est a été créé en 2003 avec un appui financier de l'Agence suédoise de coopération internationale au développement avec pour principal rôle de mobiliser des ressources et de renforcer les programmes nationaux de la région afin de conserver et d'utiliser de façon optimale leurs ressources phylogénétiques.

La Fondation Rockefeller et Melinda Gates a favorisé le développement et la diffusion de plus de 100 nouvelles variétés de cultures, dont des douzaines sont déjà utilisées, y compris 11 nouvelles variétés de riz connues sous le nom de "Riz nouveau pour l'Afrique" (NERICA), cultivées sur 120 000 hectares à travers le continent. La Fondation estime qu'en 10 ans, 400 variétés améliorées de plus et son action dans 20 pays africains peuvent contribuer à éliminer la faim pour 30 millions d'êtres et arracher 15 millions d'Africains à la pauvreté. S'inscrivant dans le cadre d'un partenariat entre secteur privé, et secteur public et guidés par un modèle philanthropique, les travaux actuels de la Fondation en Afrique visent le développement scientifique de nouvelles cultures productives et de nouveaux engrais, la création de compétences locales en biologie végétale, agriculture, politique et activité agricole, un solide engagement de la part des gouvernements nationaux et une collaboration entre secteurs public et privé en ce qui concerne l'infrastructure, l'eau et l'irrigation, l'environnement et la création de marchés pour les intrants et la production d'un secteur agricole révolutionné.

Les principaux problèmes pour les pays de l'Afrique de l'Est sont: les distorsions des politiques (taux de change, subventions, taxes, appui aux producteurs); les distorsions commerciales (par de marché des pays en développement – gain pour les exportateurs et perte pour les importateurs); le facteur risque (climat, prêts conditionnels, chocs, troubles politiques); le coût de l'énergie (interactions complexes entre cultures vivrières, combustible et cultures de rapport); et la dégradation des ressources. En même temps, il faut comprendre l'économie de la chaîne de valeur en établissant de solides partenariats publics-privés dans le secteur des agro-industries afin d'engendrer une activité économique grâce à la construction d'infrastructures pour favoriser la diversification rurale et promouvoir une nouvelle génération de programmes de développement.

La principale activité économique des pays d'Afrique de l'Est est l'agriculture – les pratiques culturelles varient selon les villages et les régions car les paramètres changent d'un endroit à un autre. Aujourd'hui, les agriculteurs sont pressés de produire davantage alors même qu'ils se heurtent à une foule de difficultés et de problèmes (tels que marchés, maladies et sécheresse). À l'avenir, il leur

faudra doubler leur productivité pour répondre à une demande croissante par le biais d'une utilisation active de produits présentant des caractéristiques qui leur donne plus de valeur et des systèmes de productivité biologique, le tout contenu dans une semence. Les agriculteurs disposent non seulement des options technologiques mais, pour un produit ou service donné, ils ont un grand nombre d'options de marques qui font toutes l'objet d'une promotion sur de multiples médias. Le niveau et l'ampleur auxquels ce phénomène s'est répandu dans le milieu rural restent encore confus pour les spécialistes de la planification et de la commercialisation, en l'absence d'une base d'informations organisée et bien définie. Il y a de claires différences entre les pratiques en agriculture irriguée et non irriguée. nous n'avons pas d'estimations fiables des achats d'intrants de production de la part des petits exploitants, qu'il s'agisse de pesticides ou d'engrais, ou même de semences hybrides. Il est même probable que des bases de données sectorielles organisées sur de tels produits ne tiennent compte que de la vente par les grossistes des zones urbaines; la distribution de ces produits dans les zones rurales reste en grande partie inconnue.

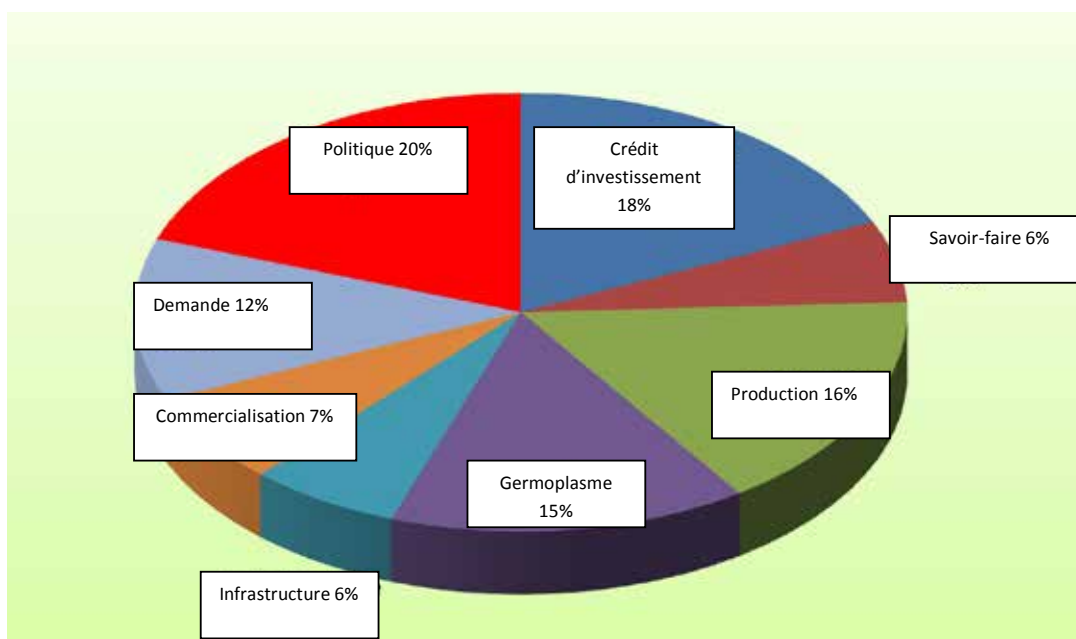


Figure: Facteurs influant sur l'offre de semences dans les pays d'Afrique de l'Est

Divers facteurs – y compris les facteurs climatiques, topographiques, technologiques; l'innovation, les habitudes; les facteurs financiers, commerciaux; les transports, le stockage, les procédés de production, le cadre juridique et le régime foncier, les conventions internationales, les conflits et autres – influent sur la sécurité alimentaire. Les mesures visant à traiter de la sécurité alimentaire doivent être multidimensionnelles et impliquer toutes les parties prenantes, tant des pays est-africains que des pays voisins. Les pays de l'Afrique de l'Est doivent être conscients de ces difficultés pour proposer des mesures à court et à long terme pour assurer la sécurité alimentaire.

Le fait d'accroître la part de marché et de s'engager sur certains paramètres de quantité et de qualité et de disposer d'approvisionnements adéquats de semences de variétés adaptées et de cultures de plein champ pourrait faire toute la différence. Les petits exploitants ont besoin d'avoir accès à des semences de qualité de variétés adaptées à des prix abordables – le secteur local des semences est la principale source d'approvisionnement. Le programme VBSS du Centre mondial de recherche pour le développement des cultures maraîchères (AVRDC) vise à accroître la production, la commercialisation et la consommation de cultures maraîchères afin de promouvoir le développement rural, de réduire la pauvreté et d'améliorer les conditions de vie et de nutrition des pauvres – le réseau de distribution actuel a besoin d'améliorer sa pénétration. L'établissement des prix serait un moyen stratégique extrêmement puissant pour les fonctions "commercialisation" (transactions) et "financement" (prix fixés à la juste valeur).

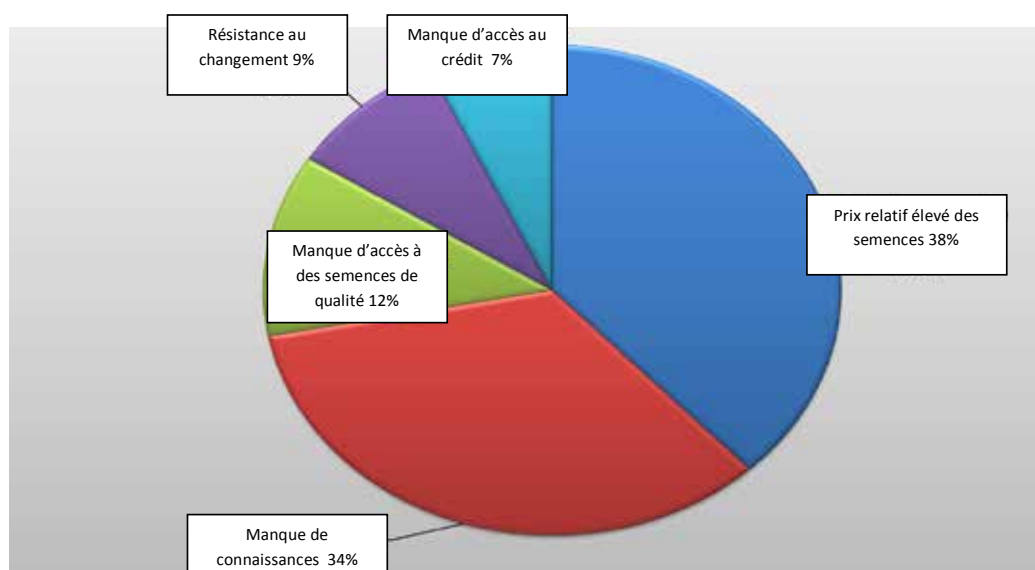


Figure: Facteurs influant sur la demande de semences dans les pays d'Afrique de l'Est

Le maïs est d'une importance fondamentale en Afrique de l'Est, en tant qu'aliment de base, en tant qu'outil de développement économique pour la stabilité économique, et pour le bien-être des pauvres. Le maïs compte pour environ 60% des dépenses des ménages à faible revenu, de sorte que quand les cours de cette denrée sont élevés, ce sont les pauvres qui en souffrent le plus. La valeur même du maïs est très faible en regard des coûts de transport dans les pays d'Afrique de l'Est, ce qui rend le commerce intrarégional et les exportations de cette denrée un peu plus difficiles – et engendre une grande différence entre les prix à l'importation et à l'exportation. Les problèmes qui se posent au commerce du maïs sont encore aggravés par d'autres contraintes, telles que l'imprévisibilité des précipitations, le faible niveau de capitalisation des petits exploitants et la stagnation sinon la baisse de la production de cette denrée, faisant de l'Afrique de l'Est une région importatrice nette de maïs.

L'an dernier, le prix du maïs a doublé dans les pays d'Afrique de l'Est. Il a augmenté de 122% en Ouganda, de 104% au Rwanda et de 89% au Kenya, d'après le rapport Food Price Watch (d'août 2011) de la Banque mondiale. À l'échelle mondiale, le maïs (en hausse de 84%), le sucre (en hausse de 62%), le blé (en hausse de 55%) et l'huile de soja (en hausse de 47%) ont été les principales sources de la hausse des prix des produits alimentaires. L'ONU a déclaré la sécheresse dans la partie est de l'Afrique de l'Est la plus grave que cette région ait connue au cours des six dernières décennies et la situation des réfugiés la pire crise humanitaire.

Les cultures maraîchères des pays d'Afrique de l'Est sont généralement produites en plein champ dans des régions à fortes précipitations ou irriguées ou en culture protégée (en serres). L'introduction de cultures maraîchères de plein champ dans les systèmes de culture existants est relativement facile, encore que les soins qu'elles réclament exigent un plus haut niveau de compétence et de discipline et que les coûts des intrants puissent être de 2 à 3 fois plus élevés que ceux utilisés pour les céréales. Les facteurs clés du succès sont notamment une différenciation et une segmentation rigoureuses, des stratégies axées sur la demande et les exportations, des conditions institutionnelles et réglementaires favorables et une habile gestion tout au long de la chaîne d'approvisionnement.

Cultures identifiées à partir des critères définis et des indicateurs de leur importance

Culture(s)	Pays	Indicateur d'importance
Maïs	Kenya, République-Unie de Tanzanie, Ouganda, Rwanda	Le maïs est le principal aliment de base, dominant l'alimentation des pauvres des zones rurales et urbaines.
Pomme de terre	Kenya, Ouganda, Rwanda, Burundi	La pomme de terre a une brève saison; c'est une culture de grande valeur, cultivée pour la consommation des ménages et comme culture de rapport principalement par les petits exploitants.
Patate douce	Kenya, Ouganda, Rwanda, Burundi	La patate douce a une brève saison qui pousse sur des sols marginaux et dégradés – c'est un aliment riche en carbohydrates, en protéines et en vitamines, et qui fournit un revenu élevé par unité de terre cultivée.
Sorgho	Kenya, Ouganda, République-Unie de Tanzanie, Rwanda, Burundi	Le sorgho offre le précieux avantage d'être résistant à la sécheresse; les agriculteurs vivant en économie de subsistance le cultivent comme aliment de base. C'est une culture à fonctions multiples, qui fournit des graines et dont les tiges sont utilisées pour le sucre, l'alcool, comme combustible et pour l'alimentation du bétail et de la volaille.
Petit Millet	Kenya, Ouganda, Rwanda, Burundi	Culture vivrière importante pour les systèmes d'agriculture céréalière traditionnelle à faible niveau d'intrants.
Banane	Kenya, Ouganda, République-Unie de Tanzanie, Rwanda, Burundi	La banane (variétés africaines pour dessert/plantain/ banane de hauts plateaux) est un important aliment de base et une source de revenus pour plus de 20 millions de personnes.
Manioc	Kenya, Ouganda, Rwanda, Burundi	Le manioc peut être cultivé sur des terres marginales ou des sols pauvres en nutriments, où les céréales et autres cultures ne poussent pas bien, et qui peut tolérer la sécheresse. Ses racines sont consommées fraîchement bouillies ou crues et ses feuilles sont utilisées comme légume vert, fournissant protéines et vitamines A et B. L'amidon de manioc est utilisé comme liant dans la production de papier et de textiles et comme glutamate de sodium (MSG) – agent aromatisant.
Riz	Kenya, Ouganda, République-Unie de Tanzanie, Rwanda, Burundi	<i>Oryza punctata</i> est une culture locale annuelle, qui pousse couramment dans les dépressions inondées par les pluies: les grains sont bouillis à l'eau ou au lait et consommés comme aliment de base. Autre espèce: <i>O. longistaminata</i> .
Niébé	Kenya, Ouganda, Rwanda, Burundi	L'Afrique de l'Est est un centre de production: d'une grande diversité dans les variétés cultivées et sauvages, le niébé est une culture bien adaptée et très variable, cultivée dans le monde entier pour ses graines et comme légume – à feuilles vertes et pour ses pois verts, comme culture de couverture et comme fourrage. D'une grande résistance, il est cultivé dans les conditions les plus extrêmes au monde.
Pois cajun	Kenya, Ouganda	Culture prisée dans les régions tropicales semi-arides et subhumides d'Afrique orientale. Les agriculteurs vivant en économie de subsistance cultivent le niébé – souvent sur des sols pauvres et avec peu ou pas d'intrants. C'est une culture robuste et tolérante à la sécheresse. Il se consomme aussi bien frais que séché, et sert aussi de fourrage pour le bétail. Principalement de type maraîcher, avec de grosses gousses/ graines, à l'inverse du niébé "asiatique" dont les pois sont petits et servent à faire de la soupe.
Haricot	Kenya, République-Unie de Tanzanie, Ouganda, Rwanda, Burundi	Deuxième source de protéine pour la consommation humaine et troisième source de calories pour plus d'un million d'habitants des zones urbaines et rurales pauvres des hauts plateaux à la température fraîche d'Afrique de l'Est.
Brassica sp.	Kenya, République-Unie de Tanzanie	<i>Brassica carinata</i> (moutarde éthiopienne) et <i>B. capitata</i> sont utilisés comme légumes feuillus – salades.
Igname	Kenya, Ouganda, Rwanda	<i>Dioscorea bulbifera</i> et <i>D. minutiflora</i> sont originaires d'Afrique de l'Est.
Blé	Kenya, République-Unie de Tanzanie, Ouganda	Certaines variétés de blé dur sont résistantes à la rouille, à la nianisation, à sortie de terre très précoce et à maturation tardive.
Tomate	Kenya, République-Unie de Tanzanie, Ouganda, Rwanda, Burundi	Culture maraîchère très prisée, amplement cultivée dans tout le pays. Importante source de vitamines A & C.
Fourrage	Kenya, République-Unie de Tanzanie, Ouganda	La savane et la steppe Massaï sont le lieu de l'origine et de la diversité de certaines cultures fourragères.
Millet perlé	Kenya, Ouganda	Aliment de base dans les zones semi-arides – aux précipitations insuffisantes et aux sols pauvres.

Il est probable que les bases de données sectorielles organisées sur ces produits ne tiennent compte que des ventes des grossistes dans les zones urbaines – l'ampleur des populations atteintes par la distribution de ces produits dans les zones rurales reste en grande partie inconnue. Bien que l'évolution des modes de culture dépende des variations des conditions du marché et des moussons, on note une évolution régulière et générale des pratiques culturales à l'égard des intrants disponibles et utilisés par les agriculteurs ruraux.

L'effet combiné de la sécheresse, des conflits et de la montée en flèche des prix des produits alimentaires a été très durement ressenti par les enfants et les familles les plus vulnérables de la région. L'offre de céréales dans les pays d'Afrique de l'Est est faible et, compliquée par des restrictions à l'exportation, a contribué à faire monter les prix dans la région. L'aide à long terme est d'une importance critique pour renforcer la résistance à la sécheresse et mettre en œuvre une agriculture adaptée au climat. La Banque mondiale a fourni 686 millions de dollars É.-U. pour sauver des vies, améliorer la protection sociale et favoriser la reprise économique et la résistance à la sécheresse pour les populations d'Afrique de l'Est (Groupe de la Banque mondiale, communiqué de presse n° 2012/PREM/048 – août 2011 de Food Price Watch).

Pour créer de la richesse dans les pays d'Afrique de l'Est, il faut que les petits agriculteurs passent d'une agriculture de subsistance à une agriculture de rapport – activité qui peut être menée de façon plus productive et qui devrait assurer des excédents commercialisables, le développement de l'infrastructure, un plus grand nombre de participants et le renforcement des capacités dans les principales régions visées. Le lien entre les producteurs et les activités après la récolte peut être amélioré de façon à accroître l'efficacité d'utilisation et la qualité de semences pour l'ensemencement et la récolte. Les gouvernements devraient peu à peu mettre en place des "filets de sécurité ciblés" et abolir les restrictions commerciales et les contrôles des prix. On espère que les pays d'Afrique de l'Est s'orienteront vers des frontières ouvertes, la réduction/la suppression des tarifs douaniers et l'établissement de normes de qualité harmonisées, par-delà l'application généralisée de techniques culturales modernes innovantes, de manière à développer un programme optimal propre à assurer la disponibilité des produits alimentaires et la réduction de la pauvreté.

Denrée	Productivité dans les pays est-africains	Modèle (Ref. FAO STAT 2010)
Maïs (sacs/acre)	9	Argentine – 31 / Afrique du Sud – 13
Thé (kg/acre)	4,507	Malawi – 3,523 / India – 2,774
Café (usiné) (kg/acre)	214	Brésil – 345 / Colombie – 436
Canne à sucre (tonnes/acre)	28 – 25	Malawi – 43 / Soudan – 42
Lait (litres/vache par an)	1 371	Argentine – 4 773 / Afrique du Sud – 3 093

Figure: Productivité de l'agriculture dans les pays d'Afrique de l'Est

La recherche de solutions aux problèmes énigmatiques des régions en retard qui présentent des perspectives de croissance agricole mérite examen alors même que les pays d'Afrique de l'Est traversent une période de changement physique et économique. Ce contexte comprend: a) la croissance des revenus et l'évolution démographique; b) l'urbanisation et la transformation des marchés; c) l'influence et l'action croissantes du secteur privé; d) les effets à attendre du changement climatique; e) la hausse des prix de l'énergie et des produits de base; f) la persistance des distorsions des prix intérieurs et internationaux; g) l'insuffisance des investissements dans la technologie et l'infrastructure. Les progrès de la génétique et l'amélioration des pratiques de gestion des cultures semblent détenir la clé du succès avec l'élaboration de stratégies de recherche pour améliorer les rendements, le renforcement des capacités dans le domaine des technologies modernes et l'investissement dans l'infrastructure afin de favoriser l'adoption de nouvelles technologies, en orientant les envois de fonds des travailleurs émigrés vers des utilisations productives dans les zones rurales.

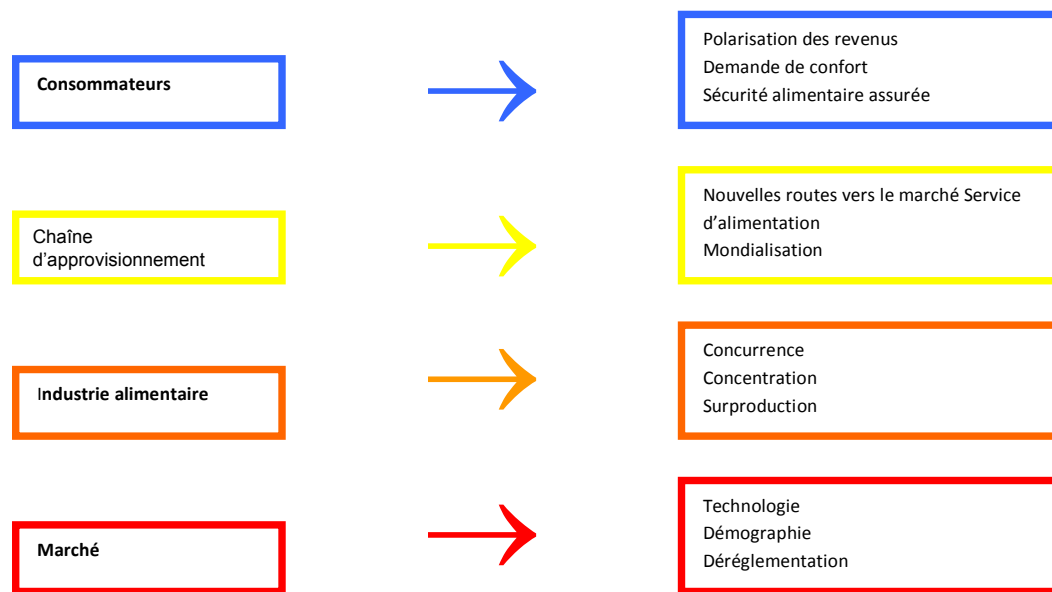


Figure: Les principales forces en jeu dans la chaîne de valeur

La rédaction d'un document de stratégie fournit un cadre pour une conservation durable des ressources phylogénétiques qui devrait déboucher sur une meilleure production agricole et une plus grande sécurité alimentaire en Afrique orientale, avec des conséquences directes pour la réalisation des Objectifs du Millénaire pour le développement concernant la sécurité alimentaire et la réduction de la faim. Les bénéficiaires sont les programmes d'amélioration des cultures dans la région par un accès plus large à une plus grande diversité phylogénétique, afin de produire des variétés supérieures dont profiteraient également les régions voisines. L'utilisation efficace et efficiente des ressources génétiques de l'Afrique orientale pour définir l'appui à long terme à apporter pour l'amélioration et le renforcement des capacités exigera un large appui de la part des principales parties prenantes afin d'encourager les partenariats et le partage des responsabilités et des moyens, conformément aux stratégies agricoles mondiales pertinentes.

Assurer la sécurité alimentaire est l'un des grands défis de la politique des pays d'Afrique de l'Est – le Kenya, la République-Unie de Tanzanie, l'Ouganda, le Rwanda et le Burundi. Un ensemble de facteurs – climatiques, topographiques, technologiques; innovation, habitudes, finances, commercialisation, transport, stockage, traitement, cadre juridique en matière de régimes fonciers, conventions internationales, conflits et autres – influent sur la sécurité alimentaire. Les mesures visant à assurer la sécurité alimentaire devront être multidimensionnelles et impliquer toutes les parties prenantes, tant dans les pays d'Afrique de l'Est que dans les pays voisins. Les pays d'Afrique de l'Est sont conscients de ces défis et ont proposé des mesures à court et à long terme pour assurer la sécurité alimentaire (Plan d'action pour la sécurité alimentaire dans les pays d'Afrique de l'Est [(EAC Food Security Action Plan: 2010-15, publié en mai 2010)).

De nouveaux marchés innovants voient le jour et peuvent habiliter les petits exploitants à tirer profit de la conservation de l'agrobiodiversité et de l'adoption de pratiques culturelles durables pour les marchés internationaux du carbone. Divers projets visent actuellement à expérimenter de nouvelles technologies et à créer des mécanismes d'incitation. Les résultats et les idées seront appliqués par l'industrie, les décideurs, les partenaires au développement et les milieux universitaires afin de définir des solutions bénéfiques pour les agriculteurs, l'environnement et la durabilité. Il est également essentiel d'établir et de maintenir des liens afin de maximiser l'utilisation des capacités et des mandats donnés afin de favoriser un engagement rationnel des secteurs public et privé dans la recherche et le développement biotechnologiques. Cela permettra d'assurer la canalisation des ressources disponibles vers les programmes prioritaires pour une application efficace des technologies choisies.

Perspectives de la sélection végétale pour l'horticulture en Asie

M. Ki-Byung Lim,
Professeur au Département d'horticulture, Kyungpook National University
(République de Corée)

Introduction

Le secteur horticole en Asie

Les cultures horticoles ne représentent qu'une proportion mineure du chiffre d'affaires total des 10 premières entreprises semencières multinationales du monde. Les principales entreprises asiatiques productrices de semences horticoles sont Sakata Seeds et Takii, qui représentent à elles deux moins de 2% du marché semencier mondial total. Syngenta a implanté des stations de recherche en Chine et en République de Corée où sont mises au point et produites des semences maraîchères. Sakata et Takii produisent des semences maraîchères et florales distribuées sur le marché mondial. Le point fort de ces deux entreprises tient au fait que leurs semences florales sont commercialisées dans le monde entier. Suntory et Kirin, basées au Japon, ont mis au point des outils ou des techniques de sélection de variétés florales pour certaines fleurs. En ce qui concerne les cultures horticoles, Suntory a réussi à développer des fleurs génétiquement modifiées pour le marché mondial. De nouvelles variétés de roses et d'œillet ont été introduites dans certains pays industrialisés à des fins de production exclusive.

Japon

Le Japon est l'un des trois premiers pays d'Asie ayant une production horticole, notamment de légumes, de fruits et de fleurs, comme le montre le tableau 1. La production horticole japonaise est relativement stable, n'accusant qu'un léger recul au cours des dernières années. Les espèces horticoles les plus cultivées sont le chou et le radis blanc parmi les légumes, la mandarine Unshu et les pommes parmi les arbres fruitiers, et le chrysanthème et l'œillet parmi les fleurs.

Tableau 1. La production horticole du Japon

Légumes (milliers de tonnes)	Radis blanc	Carottes	Chou de Chine		Chou	Épinards	Ciboule japonaise	Laitue	
2008	1603	657	921		1389	293	510	544	
2009	1592	649	924		1385	286	508	550	
Arbres fruitiers (milliers de tonnes)	Manda- rinier "Unshu"	Pommier	Poirier japonais	Poirier	Kaki	Néflier du Japon	Pêcher	Prunier	Cerisier
2008	906	911	328	33.5	267	71.0	157	26	17
2009	1003	846	318	33.6	258	67.0	151	21	17
2010	786	798	259	26.2	189	57.0	137	21	20
Flours (millions de tiges)	Chrysanthème	Œillet	Rose	Orchidées tropicales		Gentiane	Lis		
2007	1,814	387	355	22.6		117.5	170.3		
2008	1,792	388	347	22.0		111.4	170.8		
2009	1,731	367	331	21.2		109.5	167.5		

Inde

L'Inde est un pays agricole dont 68% de la population totale pratique encore l'agriculture. Les cultures horticoles occupent 10% de la surface totale cultivée et la production s'élève à 214,72 millions de tonnes (tableau 2). L'Inde a pour objectif de doubler sa production horticole d'ici à 2012, la portant à 300 millions de tonnes, et de réserver une plus grande proportion de sa surface cultivée aux fruits, légumes et fleurs en appliquant activement sa Mission nationale d'horticulture qui vient d'être lancée. L'Inde est le deuxième producteur mondial de fruits et légumes après la Chine. La production totale de fruits est estimée à 43 millions de tonnes, obtenue sur 3,78 millions d'hectares de terres. Quant aux légumes, 84,62 millions de tonnes sont produites sur environ 6,09 millions d'hectares (voir la figure 1). La part de marché de l'Inde représente environ 15% de la production totale mondiale de légumes sur environ 2,8% des terres cultivées du pays. La variété des conditions agroclimatiques permet de produire tout au long de l'année un large éventail de légumes, soit 61 espèces annuelles

et 4 espèces pérennes. L'Inde est le plus grand producteur de mangue, banane, sapotier et limette. Elle cultive près de 54,2% et produit environ 11,0% des mangues et bananes du monde.

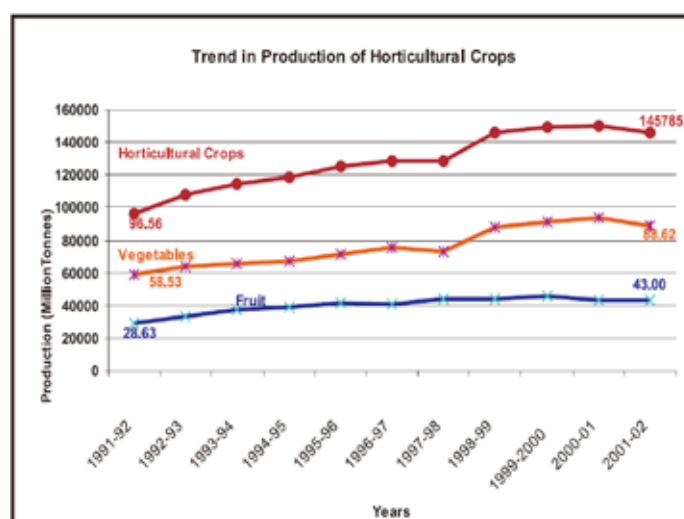


Figure 1: Évolution de la production de cultures horticoles en Inde.

Source: Département de l'agriculture et de la coopération, Ministère de l'agriculture, Inde.

Tableau 2. Superficie et production de cultures horticoles (unités: milliers d'hectares, milliers de tonnes)

Cultures	2006-07		2007-08		2008-09	
	Superficie	Production	Superficie	Production	Superficie	Production
Légumes	7 581	114 993	7 848	128 449	7 981	129 077
Fruits	5 554	59 563	5 857	65 587	6 101	68 466
Cultures de plantation	3 207	12 007	3 190	11 300	3 217	11 336
Épices	2 448	3 953	2 617	4 357	2 629	4 145
Fleurs	144	880	166	868	167	987
Plantes aromatiques et médicinales	324	178	397	396	430	430
Amandes et noix	132	150	132	177	136	173
Champignons	-	37	-	37	-	37
Miel	-	51	-	65	-	65
Total	19 389	191 813	20 207	211 234	20 661	214 716

*Les chiffres indiqués pour la production florale ne concernent que les fleurs coupées.

N.B.: le total peut être légèrement différent, les chiffres étant arrondis.

Source: Ministère de l'agriculture et de la coopération.

République de Corée

La République de Corée est l'un des plus gros producteurs agricoles d'Asie. Bien que l'agriculture n'occupe que 1,5% des terres agricoles totales du monde, la République de Corée a considérablement développé ses secteurs de sélection et production de cultures horticoles depuis les années 80. En 1998, elle a mis en place un système de protection des variétés végétales, et elle est devenue membre de l'UPOV en 2002. En 2011, elle a mis à disposition les droits d'obtenteur sur presque toutes les cultures présentant un intérêt économique. Parmi les cultures horticoles, plus de 50% sont des légumes (tableau 3). Les principales activités d'amélioration des plantes horticoles sont conduites par des institutions du secteur public telles que l'Administration du développement rural; en outre, des institutions privées telles que les entreprises de semences potagères et florales interviennent dans la sélection végétale et la production semencière. La République de Corée a accompli des progrès remarquables dans le secteur des obtentions légumières depuis les années 80, notamment grâce à la contribution du docteur Jang-Choon Woo au début des années 50.

Tableau 3. Place des cultures horticoles dans l'agriculture de la République de Corée, 2006

Groupes de cultures	Superficie (milliers d'hectares)	Valeur de la production (millions de dollars É.-U.)		Commerce de semences (millions de dollars É.-U.)		Principaux intervenants
		Montant	%	Importations	Exportations	
vivrières	1 178	9 738	46,5	-	-	secteur public
potagères	315	7 353	35,1	31,70	18,8	secteur privé
fruitières	152	2 907	13,9	-	-	secteur public
florales	8	941	5,0	-	-	secteur public
Total	1 653	20 939	100			

Le secteur des semences horticoles dans les pays asiatiques

Le marché semencier total des 24 premiers pays du monde se chiffre à 28 200 millions de dollars É.-U. Sur ce marché, sept grands pays asiatiques se taillent une part de 8600 millions de dollars É.-U., soit environ 30,5% de la part de marché totale (tableau 4). Au cours de la dernière décennie, le marché semencier de l'ensemble des pays asiatiques a connu une progression constante, notamment en Inde et en Chine, en raison de la rapide augmentation de leur consommation. Cela montre simplement que l'horticulture représente plus de la moitié du marché semencier de chaque pays. C'est donc un marché très important pour les entreprises semencières internationales.

Tableau 4. Le marché semencier des pays asiatiques

Pays	Taille du marché
(millions de dollars É.-U.)	4,000
Chine	4 000
Inde	1 500
Japon	1 500
Russie	500
Australie	400
République de Corée	400
Autres	300
Total	8 600

Japon

Le Japon est devenu membre de l'UPOV en 1982, lié par l'Acte de 1978 de la Convention UPOV, et a adhéré à l'Acte de 1991 en 1998. Le nombre de demandes de protection des obtentions végétales et de titres de protection délivrés a régulièrement augmenté, passant de 230 environ à près de 1300 en vingt ans (figure 2), d'après la Division de la propriété intellectuelle du Ministère de l'agriculture, de la foresterie et de la pêche (IPD, MAFF). Les consommateurs japonais constituent l'un des marchés importants des entreprises semencières. C'est pourquoi de nombreuses entreprises semencières nationales et internationales ont déposé des demandes de protection pour leurs variétés récemment mises au point au Japon.

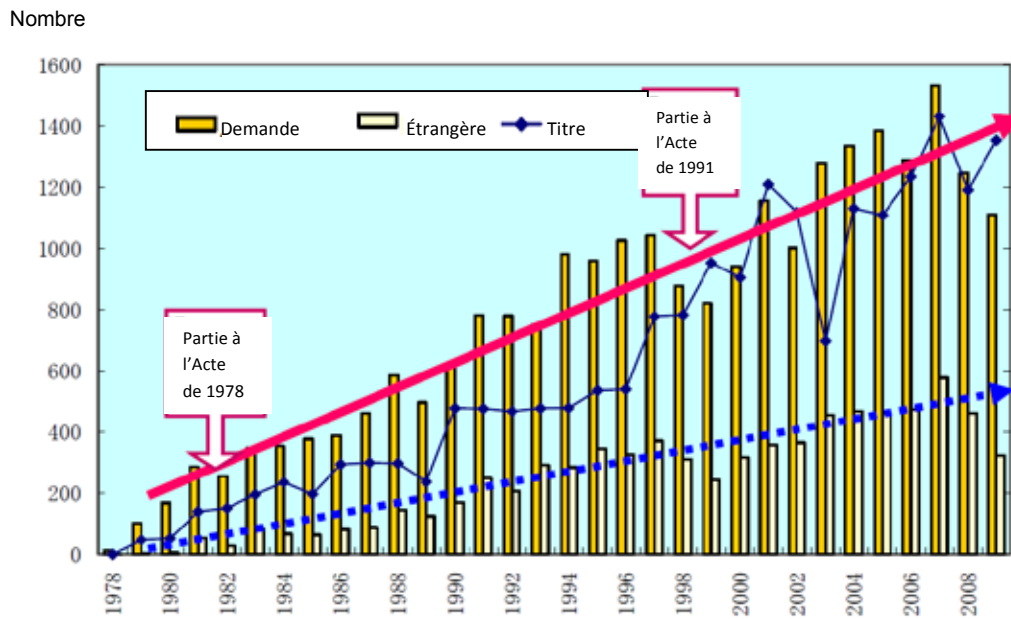


Figure 2: Nombre de demandes déposées et de titres de droit d'obtenteur délivrés par an au Japon (J. Endo 2011, IPD, MAFF).

Le Japon et la République de Corée déposent tous deux un nombre relativement élevé de demandes de protection des obtentions végétales pour leurs nouvelles variétés de fleurs, par rapport aux espèces potagères. Cela montre que les fleurs sont l'une des principales cultures horticoles pour lesquelles des demandes de protection sont déposées.

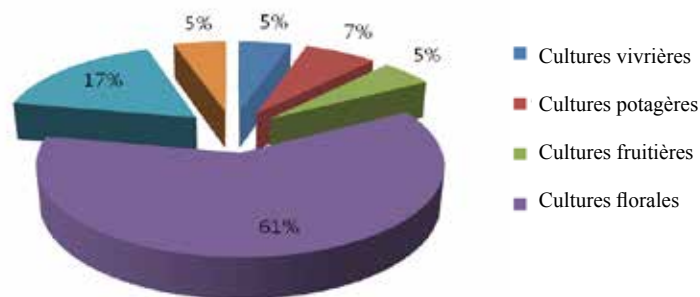


Figure 3: Pourcentage de titres délivrés par culture au Japon (1978-2010, total de 20 779)

Les coopératives agricoles représentent 56% des 20 779 titres délivrés en tout, suivies des collectivités locales (21%). Il est intéressant de noter que les entreprises alimentaires représentent 13% (figure 4). Vu la récente diminution de la production nationale de cultures horticoles, le marché semencier devrait lui aussi reculer progressivement d'environ 3%. Cette évolution est plus ou moins similaire à celle du secteur horticole mondial. Les spécialistes prévoient que le marché sera presque réduit de moitié dans 20 ans.

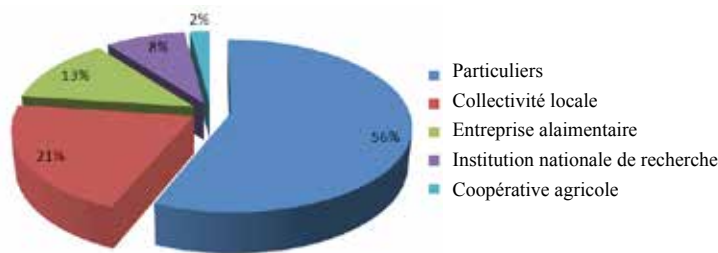


Figure 4: Titres délivrés au Japon, par détenteur (1978-2010, total de 20 779)

En Inde, les semences sont le principal intrant agricole primaire. Leur qualité influe directement sur la production. Il existe plus de 200 entreprises privées de semences potagères et florales en Inde. Aujourd'hui, le marché semencier indien est l'un des plus grands du monde, avec un chiffre d'affaires annuel d'environ 920 millions de dollars. La consommation nationale représente 900 millions de dollars, tandis que les ventes sur le marché mondial s'élèvent à 20 millions de dollars. Vu la croissance et l'expansion du secteur semencier au cours des dernières années, l'Inde a le potentiel de devenir le principal exportateur vers les pays en développement, des marchés s'ouvrant en Asie, en Afrique et en Amérique du Sud.

À l'instar de nombreux pays asiatiques dont le secteur agricole est développé, l'Inde possède de grandes entreprises semencières, publiques et privées. Le puissant secteur public joue un rôle important en Inde, avec la National Seeds Corporation (NSC), la State Farms Corporation of India (SFCI) et les 13 State Seed Corporations (SSCs). Ces entreprises d'État pratiquent essentiellement la production et la commercialisation de variétés semencières à haut rendement et hybrides, développées par le secteur public.

Bien que des entreprises semencières privées telles que "Pocha Seeds Pvt. Ltd." et "Sutton and Sons Pvt. Ltd." aient été créées depuis l'époque qui a précédé l'indépendance, le secteur privé n'a connu une accélération de sa croissance qu'après la mise en œuvre de la nouvelle politique semencière en 1988 qui a promu le modèle d'entreprise libérale. Il existe à l'heure actuelle plus de 200 entreprises semencières privées, ainsi que quelques entreprises multinationales, qui s'emploient à produire des cultures de faible volume mais de forte valeur marchande, l'accent étant mis sur la création d'hybrides d'oléagineux, de maïs, de coton et de cultures potagères. Le secteur privé détient environ 70% du marché pour ce qui est du chiffre d'affaires, tandis que le secteur public se taille la plus grande part de marché en termes de volume des ventes.

À l'heure actuelle, quatre instituts centraux, un centre national de recherche et vingt-six universités agricoles d'État mènent des recherches sur les cultures légumières. Le programme panindien de recherche coordonnée du Project Directorate of Vegetable Research met à disposition des équipements de recherche pluridisciplinaire et spécialisée sur 23 cultures potagères et fournit une infrastructure nationale pour les essais multisites de techniques mises au point par diverses institutions. En conséquence, des recherches sont conduites sur différents aspects des principales cultures potagères, en vue d'améliorer les variétés existantes et de normaliser les techniques et méthodes de production.

République de Corée

En 1997, le Fonds monétaire international intervint dans l'industrie semencière coréenne, en réponse à la faillite de quatre grandes entreprises semencières, à la suite de quoi celles-ci fusionnèrent avec des entreprises semencières internationales. Plus de 65% du marché semencier était détenu par des sociétés internationales, mais en 2009, cette part a spectaculairement chuté à 43%.

Les grandes entreprises semencières de la République de Corée possèdent leurs propres instituts de recherche en amélioration variétale, ainsi qu'une succursale dans les grands pays asiatiques où la production semencière est organisée. Celle-ci est principalement organisée (à 81% environ) dans d'autres pays asiatiques, comme le montre le tableau 5. Les grandes entreprises semencières coréennes ont également implanté une antenne en Chine, où presque tous les légumes sont produits. Certaines semences produites en Chine sont exportées en République de Corée, et le reste vendu en Chine pour la consommation locale. Comme le montre le tableau 5, le radis et le chou de Chine comptent parmi les principaux légumes du pays et représentent 60% de la production totale.

Tableau 5. Production semencière des principaux légumes en République de Corée, 2010 (unités: milliers de kg, pourcentage)

Culture	Total (A+B)	nationale (A)	étrangère (B)	taux (B/A+B) (%)	Principaux pays producteurs de semences
Chou de Chine	89,7	59,4	30,3	33,7	Italie, Nouvelle-Zélande, Chine
Melon coréen	0,8	0,2	0,6	71,8	Chine, Thaïlande, Indonésie,
Oignon	40,5	9,2	31,3	77,3	Chine, Italie, France
Poivrier	35,9	1,5	34,4	95,8	Chine, Thaïlande, Indonésie
Radis	589,1	120,7	468,4	79,5	Chine, Italie, Australie
Chou	68,0	4,8	63,2	92,9	États-Unis d'Amérique, Danemark, Chine,
Pastèque	13,1	0,4	12,7	96,8	Chine, Thaïlande, Indonésie,
Concombre	15,5	0,8	14,7	94,9	Chine, Thaïlande, Indonésie
Squash	16,9	0,4	16,5	97,3	Chine,
Carotte	39,6	0,3	39,3	99,2	Afrique du Sud, Danemark, Italie
Épinard	176,6	10,1	166,5	94,3	États-Unis d'Amérique, Danemark, Australie
Ciboule	79,3	2,6	76,7	96,8	Chine, États-Unis d'Amérique, Chili
Tomate	1,2	0,1	1,1	92,4	Chine, Thaïlande
Total	1 166,2	210,5	955,7	81,9	

Source: Service coréen des semences et des variétés (KSVS).

En 2009, la taille totale du marché semencier de République de Corée atteignait environ 581 millions de dollars É.-U., soit près de 1,1% du marché mondial. La taille du marché des semences horticoles était d'environ 400 millions de dollars É.-U. Les cultures horticoles représentent 51,6% du marché semencier mondial total (tableau 6).

Tableau 6. Taille du marché semencier de République de Corée par catégorie (unité: millions de dollars É.-U.)

Total	Légumes	Fleurs	Riz	Cultures industrielles	Arbres fruitiers	Champignons	Pomme de terre/céréales diverses	Cultures vivrières
581	150 (25,8%)	110 (18,9%)	107 (18,4%)	60 (10,3%)	40 (6,9%)	40 (6,9%)	63 (10,8%)	11 (1,9%)

Source: Korean Seed Association

Le système de protection des obtentions végétales de la République de Corée a été introduit en 1998 pour protéger les droits d'obteneur. Les espèces et cultures pouvant bénéficier d'une protection sont désignées chaque année. En 2009, la protection de variétés de 668 espèces ou cultures a été sollicitée, et presque toutes les plantes et cultures sont protégées par le Service coréen des semences et des variétés (KSVS). Parmi les variétés protégées en République de Corée, les variétés florales représentent le plus grand nombre de cultures horticoles, mais on suppose que les légumes représentent un marché plus vaste (tableau 7).

Tableau 7. Nombre de titres de protection du droit d'obteneur délivrés en République de Corée

Cultures	'98~'04	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Total
Légumes	106	45	61	72	62	64	97	507
Arbres fruitiers	52	14	20	12	13	18	20	149
Fleurs	522	214	152	263	256	263	260	1 930

Tableau 8. Exportations et importations de semences potagères en République de Corée, 2006 (milliers de dollars É.-U.)

Cultures	Exportations	Importations
Piment	6 893	
Radis	5 243	626
Chou	2 785	-
Chou de Chine	1 418	-
Oignon	-	1 169
Poivron	-	835
Tomate	-	511
Épinard	-	439
Carotte	-	365
Autres	2 424	808
Total	18 763	4 753

La valeur des exportations et importations de semences de République de Corée ressort du tableau 8. Il faut noter que les cultures sont surtout distinguées selon qu'elles sont exportées ou importées. D'après le rapport établi en 2007 par l'Institut national d'horticulture et d'herboristerie, Administration du développement rural (NIHHS, RDA), le piment est l'une des cultures maraîchères les plus importantes en République de Corée, et les semences de piment sont également le principal produit exporté.

Chine

En Chine, le système de protection des obtentions végétales est géré par deux organismes: le Ministère de l'agriculture et l'Administration publique de la sylviculture.

Des ressources génétiques maraîchères de quelque 30 736 obtentions ont été recueillies et conservées: 29 198 obtentions de légumes reproduits par voie sexuée couvrent 21 familles, 67 genres et 132 espèces, tandis que 1538 des obtentions sont des légumes multipliés par voie végétative. Grâce au développement de la science et des techniques maraîchères, un grand nombre de variétés nouvelles et améliorées ont été fournies et utilisées à des fins de production de semences. La sélection classique est pratiquée à grande échelle par des instituts de recherche scientifique du pays tout entier. De nombreuses variétés présentant diverses caractéristiques avantageuses ont été sélectionnées et fournies. Certaines sont cultivées sur une grande superficie, et le niveau de production reste important.

La sélection d'hybrides F1 a commencé en Chine dans les années 60. Depuis, quelques institutions ont commencé à étudier les techniques de production de semences hybrides. Peu après, certaines lignées auto-incompatibles et lignées AB stériles mâles ont été utilisées pour produire des hybrides F1 pour le chou et le chou de Chine. Par la suite, des hybrides F1 ont été produits dans d'autres cultures telles que concombre, tomate et piment. La sélection en vue de l'acquisition d'une résistance aux maladies est l'un des objectifs importants de la sélection légumière. Les techniques de sélection telles que la culture des microspores, la culture tissulaire et la sélection assistée par marqueurs ont permis de sélectionner de nouvelles variétés.

Le marché semencier peut dépasser 1,4 milliard de dollars É.-U. (tableau 9), selon la superficie cultivée et la valeur totale des légumes (Mengyu et Zhang, 2006). Un grand nombre de producteurs et distributeurs de semences maraîchères se sont établis grâce au développement de la production légumière. Ils se classent en quatre catégories: entreprises semencières publiques, instituts de recherche, entreprises semencières internationales et entreprises semencières locales du secteur privé. Les entreprises semencières privées se sont multipliées rapidement au cours des dernières années. Il existe des milliers de petites entreprises semencières en Chine, pratiquant pour la plupart une production à petite échelle. Certaines d'entre elles ont commencé à sélectionner leurs propres variétés et à mettre en place un réseau de commercialisation. Elles sont très actives et jouent un grand rôle dans le secteur des semences potagères chinoises. L'existence d'un marché semencier aussi vaste explique qu'une soixantaine d'entreprises semencières étrangères travaillent désormais en Chine. Nombre d'entre elles vendent leurs semences potagères, mais ont aussi implanté leurs stations de sélection en Chine. Les principales entreprises internationales, opérant en Chine dans le domaine des semences potagères, sont: Syngenta, Seminis, Bejo, Rijk Zwaan, Nongwoo Bio et de nombreuses autres.

Les exportations et les importations de semences potagères ont considérablement augmenté au cours des dernières années. En 2005, la Chine a exporté en tout 5835,3 tonnes de semences potagères diverses, estimées à 39,36 millions de dollars É.-U., et importé 7452,7 tonnes de semences, pour un montant de 44,92 millions de dollars É.-U. (tableau 10) (Sun 2009).

Tableau 9. Estimation du marché des semences potagères en Chine (Sun 2009)

Espèces	Superficie (milliers d'hectares)	Semences requises (tonnes)	Montant total (milliers de dollars É.-U.)
Chou de Chine	15 000	60 000	300 000
Tomate	974	877	41 253
Concombre	1 254	3 135	73 767
Radis	326	1 369	3 218
Haricots	175	21 000	24 780
Laitue	370	740	17 412
Aubergine	816	734	8 637
Piment	553	830	24 885
Chou	242	242	4 271
Chou-fleur	293	293	5 860
Céleris	125	225	2 117
Ciboulette chinoise	105	399	2 817
Carotte	373	933	5 483
Épinard	590	3 186	3 759
Brocoli	95	86	2 012
Ail	629	377 400	354 756
Oignon et poireau chinois	790	2 844	16 723
Pastèque	1 806	5 418	541 800
Squash, courge, gourde	244	732	3 448
Total	25 516	479 711	1 434 550

Les règlements de la République populaire de Chine sur la protection des obtentions végétales sont entrés en vigueur le 1^{er} octobre 1997 et sont conformes à l'Acte de 1978 de la Convention UPOV. La Chine est devenue membre de l'Union internationale pour la protection des obtentions végétales (UPOV) le 23 avril 1999. Cela signifie que les obtenteurs de nouvelles variétés de genres ou espèces botaniques pertinents provenant d'États membres de l'UPOV peuvent demander une protection en Chine, et que les obtenteurs et résidents chinois peuvent demander une protection dans d'autres membres de l'UPOV.

Tableau 10. Montants des importations et exportations de semences potagères de la Chine (millions de dollars É.-U.)

	Exportations			Importations		
	2003	2004	2005	2003	2004	2005
République de Corée	64,68	56,73	63,62	37,12	31,96	45,15
Pays-Bas	43,82	53,44	65,92	40,81	31,15	58,24
Japon	28,91	28,20	25,89	90,93	119,81	120,55
Other	8,20	12,55	12,60	36,60	26,45	13,04
États-Unis d'Amérique	74,82	95,66	105,77	45,51	45,57	39,77
France	11,62	24,43	32,90	6,05	12,82	12,27
Thaïlande	0	3,70	4,22	33,78	33,04	36,87
Italie	5,79	12,17	21,85			
Inde	10,50	14,27	18,82			
Israël		0	4,56	33,19	34,37	31,25
Australie				17,87	20,85	18,96
Danemark				15,27	17,31	20,95
Sous-total	248,34	301,15	356,15	357,13	373,33	397,07

Thaïlande

En Thaïlande, 85 entreprises semencières privées pratiquent le commerce des semences, selon le rapport de l'Association semencière de Thaïlande (SAT) pour la période 2004-2006. Parmi elles, 20 sont surtout axées sur l'importation de semences, 37 sur l'exportation, et 28 pratiquent les deux. Seules 30% de ces entreprises semencières ont investi dans l'importation et l'exportation pour un montant supérieur à 10 millions de baht, soit l'équivalent de 324 453,44 dollars É.-U. (1 dollar É.-U = 30,82 baht), la plupart étant des entreprises semencières étrangères.

Au cours des cinq années passées, le secteur semencier de la Thaïlande a accompli des progrès considérables, développant des variétés hybrides à haut rendement de nombreuses sortes de légumes, de plantes de grande culture et de fleurs. La production semencière est en augmentation, à en juger par le volume des exportations vers 53 pays et la valeur marchande. Bien que la plupart des semences potagères puissent être produites dans les conditions du pays, certains légumes doivent être importés en raison des conditions environnementales spécifiques qu'exige leur production. Des semences d'importation sont commercialisées dans le pays et réexportées vers d'autres pays. Le volume et la valeur des semences importées et exportées augmentent d'une année sur l'autre de plus de 20% et 16% respectivement, comme le montre le tableau 11. Des informations détaillées peuvent être consultées sur le site www.doa.go.th/.

Tableau 11. Volume (kg) de semences potagères exportées et importées en Thaïlande

Cultures	2004		2005		2006	
	Importations	Exportations	Importations	Exportations	Importations	Exportations
Chou-fleur	8 949	1 034	10 971	745	7 472	855
Chou	23 544	5 285	24 683	8 532	26 643	6 652
Chou Brassica albo-glabra	409 540	3 079	423 940	4 066	424 577	3 471
Concombre	4 624	54 589	5 140	45 287	6 030	58 663
Pastèque	3 962	90 455	5 322	103 234	2 830	89 324
Brocoli	764	453	795	581	1 159	554
Chou de Chine	66 932	6 396	48 804	7 598	91 772	6 321
Radis chinois	162 217	25 342	195 142	34 981	307 244	28 221
Moutarde verte	57 376	4 042	50 567	4 554	68 066	8 455
Laitue	49 751	14 565	21 431	19 809	11 096	18 403
Piment	4 101	18 220	4 108	21 297	1 895	30 123
Tomate	1 888	22 328	1 361	32 561	966	31 133
Oignon	10	5	130	-	3 486	-
Coloquinte	-	-	-	-	-	3 170
Total	795 662	245 793	794 399	283 245	955 242	285 345

Source: Office de la réglementation agricole, Département de l'agriculture (OAR, DOA).

I. Succès récents de la sélection d'espèces horticoles en Asie

Fraise

Au Japon, ce sont surtout les régions septentrionales, par exemple les districts d'Hokkaido et de Tohoku, qui produisent des fraises. On peut ranger celles-ci dans deux grandes catégories: celles qui supportent des hivers très rigoureux et celles qui nécessitent des hivers relativement doux. Du fait de ces disparités climatiques, les variétés de fraises cultivées dans chacune de ces régions sont différentes. Les principales variétés de fraises produites dans le nord du Japon sont les types fructifiant fin juin, avec une période de dormance relativement longue, par exemple Morioka-16, Belle Rouge, Akitaberry, Kita-ekubo, Kitanokagayaki, Kentaro et Otomegokoro, qui conviennent à la culture de plein champ, la culture de semi-forçage et la pousse tardive dans les districts froids. Les variétés de début juin, telles que Fukuharuka, Fukuayaka et Mouikko, sont cultivées dans les préfectures de Miyagi et Fukushima (tableau 12). Face à ce potentiel économique, des instituts de recherche, tant publics que privés, s'emploient activement à sélectionner des variétés de fraisières produisant tout au long de l'année, en plus de celles qui donnent en juin. Ces efforts ont débouché sur l'obtention de neuf nouvelles variétés depuis 2000: HS-138, Kareinya, Kiminohitomi, Hohoemikazoku, Esupo,

Natsuakari, Dekorujyu, Summer candy et Natsujiro (tableau 12).

Jusqu'à présent, la sélection de variétés de fraises et la mise au point de systèmes de culture au nord du Japon étaient principalement pratiquées par des stations expérimentales du secteur public, en liaison directe avec les districts de production. Or, vu le temps requis et le coût de la mise au point de nouvelles variétés et de systèmes de culture, il est important de trouver un moyen plus rentable d'effectuer ce travail, en appelant les instituts de recherche intéressés, les organismes agricoles et les entreprises privées à collaborer de manière efficace.

La République de Corée produit de grandes quantités de fraises dans des serres sous couverture de plastique pendant la saison d'hiver-printemps. Certaines variétés originaires du Japon ont été introduites il y a longtemps. Les établissements de sélection de la République de Corée ont toutefois développé récemment plusieurs variétés destinées au marché national. En conséquence, les variétés sélectionnées dans le pays représentent désormais environ 61% de la consommation totale de la République de Corée (figure 5). Récemment, le pays a également beaucoup progressé dans la sélection d'espèces horticoles telles que la rose, la fraise, le lis et le chrysanthème.

Tableau 12. Variétés de fraises cultivées à Tohoku et Hokkaido, Japon septentrional

Année d'obtention du titre	Variété	Type de culture
Avant 2000	de juin 'Morioka-16' (1968), 'Belle Rouge' (1989), 'Akitaberry' (1992), 'Kitaekubo' (1995), 'Miyagi VS1' (1998)	de plein champ et/ou semi-forçage
	des quatre saisons Oishi-shikinari' (1970), 'Everberry' (1987), 'Pechika' (1995)	de l'été à l'automne
Après 2000	de juin 'Kitanokagayaki' (2000), 'Kentaro' (2006), 'Otomegokoro' (2006), 'Komachiberry' (2007), 'Kitanosachi' (2007) 'Fukuharuka' (2006), 'Fukuayaka' (2006), 'Moikko' (2007)	de plein champ et/ou semi-forçage forçage
	des quatre saisons 'HS-138' (2004), 'Kareinya' (2004), 'Kiminohitomi' (2005), 'Hohoemikazoku' (2006), 'Espo' (2007), 'Natsuakari' (2007), 'Dekorujyu' (2007), 'Summer candy' (2007), 'Natujiro' (2007)	de l'été à l'automne

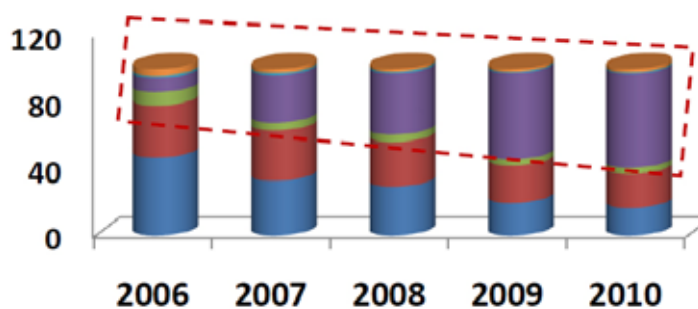


Figure 5: Nombre de variétés de fraises enregistrées en République de Corée.

Le rectangle pointillé indique la part de marché des variétés cultivées en République de Corée.

Légende: variétés coréennes (violet), variétés japonaises (rouge et bleu).

Le kiwi

ZESPRI International Limited (Zespri), société créée en 1997 en Nouvelle-Zélande commercialise des kiwis et détient une licence de production dans plus de 60 pays du monde. Elle réalise un chiffre d'affaires de plus de 1,2 milliard de dollars É.-U., représentant plus de 25% de la consommation mondiale. ZESPRI a consacré environ 20% de ses dépenses de marketing à la recherche et au développement sur la sélection de nouvelles variétés à l'Institut d'horticulture de Nouvelle-Zélande. La recherche en amélioration variétale est l'une des priorités de cette entreprise, qui estime que l'obtention de nouvelles variétés est au cœur de son système de commercialisation. ZESPRI coopère avec l'Institut d'horticulture de Nouvelle-Zélande, qui gère plus de 50 000 lignées dans son champ expérimental, y compris les variétés Orange, Jumbo, Gold, Green, distribuées dans le monde entier.

ZESPRI perçoit des redevances du monde entier. L'une des plus grandes régions productrices de kiwis au Japon est la préfecture d'Ehime. ZESPRI a accordé aux agriculteurs japonais le droit de produire ses variétés contre versement d'une redevance convenue (tableau 13). Un volume total de 258 tonnes de Zespri Gold a été produit dans la préfecture d'Ehime en 2005. Cette production a été multipliée par 5 en 2008. Elle représente environ 20% de la production totale de kiwis dans la préfecture d'Ehime. Au cours de la même période, le volume de production d'autres variétés de kiwis est resté pratiquement statique (tableau 13).

Les agriculteurs de la République de Corée ont également conclu un accord avec ZESPRI sur le versement de redevances pour la production de Zespri Gold. Le montant de cette redevance est d'environ 15% de la production totale, le montant de la redevance proprement dite étant de 3% et 10% représentant la redevance versée pour la commercialisation en République de Corée et d'autres pays. Ainsi, on estime que 30% seulement de la production totale de Zespri Gold (4 300 tonnes) à Jeju sont vendus à des fins de consommation nationale, les 70% restants étant exportés dans des pays d'Asie du Sud-Est (tableau 14).

Tableau 13. Étude de cas de variétés étrangères introduites avec succès sur le marché japonais

		2005 (Ehime)/ 2007 (Jeju)	2008 (Ehime/ Jeju)
Préfecture d'Ehime, Japon	Zespri Gold	Production: 258 tonnes Chiffre d'affaires: plus de 1,4 million de dollars É.-U. Part de la production dans la préfecture: 3,1% (poids) Prix unitaire: 5 dollars É.-U./kg	Production: 1300 tonnes Chiffre d'affaires: plus de 6,8 millions de dollars É.-U. Part de la production dans la préfecture: 14% (poids), 20% (ventes) Prix unitaire: 5 dollars É.-U./kg
Préfecture d'Ehime, Japon	Kiwis, total	Production: 8300 tonnes Chiffre d'affaires: 28 millions de dollars É.-U. Prix unitaire: 3,4 dollars É.-U./kg	Production: 9600 tonnes Chiffre d'affaires: 34 millions de dollars É.-U. Prix unitaire: 3,5 dollars É.-U./kg
Île de Jeju, République de Corée	Zespri Gold	Production: 1500 tonnes Part de marché: 8,5% (poids) Prix unitaire: 8 dollars É.-U./kg	Production: 2800 tonnes Part de marché: env. 16% (poids) Prix unitaire: 7 dollars É.-U./kg
Île de Jeju, République de Corée	Kiwis, total	Production: 17 700 tonnes Prix unitaire: 2,5 dollars É.-U./kg	Production: 17 400 tonnes Prix unitaire: 3,5 dollars É.-U./kg

Gentiane

Ashiro Rindo est un exemple de communauté agricole japonaise qui a réussi son développement axé sur la sélection variétale. Ashiro est une petite région montagneuse située au nord du Japon et qui s'est lancée dans la sélection de rindo (gentiane *Gentiana L.*) afin de soutenir la concurrence d'autres producteurs. Des licences de production de ces variétés ne sont octroyées qu'à des agriculteurs de la préfecture d'Ashiro, afin de maintenir un niveau de qualité élevé et de protéger la marque. Tout au long de l'année, Ashiro exporte avec succès des fleurs coupées de la marque "Ashiro" vers l'Union européenne. Les droits d'obtenteur sur la série de gentianes Ashiro joue un rôle essentiel dans la protection de ces variétés dans chaque pays. À l'heure actuelle, Ashiro étend son marché en utilisant la production chilienne pour fournir des fleurs coupées aux États-Unis d'Amérique. Comme le montre la figure 6, les fleurs coupées produites en Nouvelle-Zélande et au Chili sont exportées vers l'Union européenne et les États-Unis d'Amérique de manière à assurer l'offre tout au long de l'année (Endo, 2011).

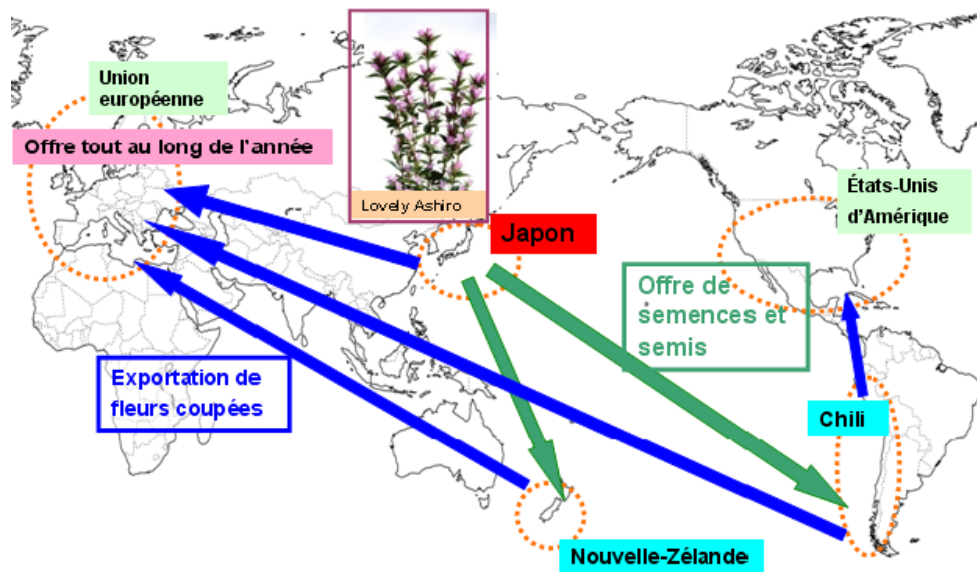


Figure 6: Ashiro Rindo est un modèle de communauté agricole qui réussit dans la sélection variétale à l'appui de la distribution de la marque "Ashiro" dans le monde entier (données communiquées par J. Endo, Colloque sur la protection des variétés végétales, 2011, République de Corée).

II. Activités récentes de sélection horticole en Asie

Techniques générales de sélection en vue de la création de nouvelles variétés

Le tableau ci-après donne une vue d'ensemble des techniques de sélection de variétés potagères et florales appliquées par des entreprises semencières au Japon.

Tableau 14. Vue d'ensemble des techniques de sélection et de multiplication de variétés potagères et florales appliquées par une entreprise privée du Japon

Groupes	Méthodes	Cultures
Création d'hybrides F1 / Légumes	auto-incompatibilité (SI)	Chou de Chine, brocoli, chou-fleur, Brassica, radis Daikon
Création d'hybrides F1 / Légumes	stérilité-mâle (MS)	Carotte, oignon, oignon à botteler
Création d'hybrides F1 / Légumes	Pollinisation manuelle/par insectes	Tomate, aubergine, piment, melon, squash, courge, pastèque
Création d'hybrides F1 / Fleurs	auto-incompatibilité (SI)	Chou d'ornement, kale ornamental
Création d'hybrides F1 / Fleurs	stérilité-mâle (MS)	Helianthus
Création d'hybrides F1 / Fleurs	Pollinisation manuelle/par insectes	Pensée, primevère, pétunia, lisianthus, gerbéra
Multiplication végétative		<i>Pétunia</i> , F1 <i>Limonium</i>

Mutagenèse

La mutagenèse est utilisée depuis longtemps dans le domaine de l'amélioration des végétaux, car le matériel génétique qui permettrait d'obtenir des variétés tolérant la sécheresse ou résistantes aux maladies, et présentant d'autres caractéristiques morphologiques telles que la hauteur de la plante, fait défaut parmi les populations naturelles ou améliorées. Au début, on utilisait la mutagenèse chimique, mais on s'est rendu compte que les méthodes chimiques non seulement nuisaient à l'environnement et à l'homme, mais qu'elles étaient aussi moins efficaces que des méthodes fondées sur la radioactivité, rayons gamma et rayonnements ionisants par exemple. Le tableau 15 et la figure 7 donnent une vue d'ensemble de la mutagenèse induite par irradiation jusqu'en 2009.

Les faisceaux d'ions sont produits par des accélérateurs de particules. Depuis 1986, le dispositif de production de faisceaux radioactifs (RIBF) de RIKEN est le plus gros accélérateur d'ions lourds du monde. On sait que des faisceaux d'ions à transfert linéique d'énergie (TLE) élevé ont des effets bio-

logiques plus prononcés que les rayonnements à faible TLE, tels que les rayons gamma et les rayons X (Abe et al., 2007). En 1993, des chercheurs en phytologie ont commencé à utiliser l'accélérateur du centre Nishina de Riken à des fins d'amélioration végétale. Ils ont constaté que le faisceau d'ions est extrêmement efficace dans l'induction de la mutagenèse d'embryons de tabac au cours de la fécondation, sans abîmer d'autres tissus végétaux. Normalement, les radiations ionisantes sont connues pour produire des ruptures de la double hélice. De nombreux types de mutants ont été isolés chez le tabac, y compris des albinos, des chimères périclinales, des phénotypes tolérants aux herbicides et au sel (Abe et al., 2000). RIKEN a introduit six nouvelles variétés de fleurs sur le marché depuis 2002, en l'espace de trois années seulement (tableau 16). Les mutants stériles de verbena, Emari Bright Pink ont été lancés sur le marché après avoir été mis au point par rayonnement ionisant en 2002. De nouvelles variétés de couleur telles que le pétunia Urfinia Rose Veined (2003) et la nouvelle couleur de torénia Ummer Wave Pink (2007), ont été produites. Il semble donc que les rayonnements ionisants soient une excellente technique de mutagenèse qui améliore très efficacement les cultures horticoles et agricoles.

Tableau 15. Obtention de variétés par des méthodes de rayonnement par pays, 2009

Cultures	Chine	Inde	Japon	Russie	Rép. de Corée	Pays-Bas	Allemagne	États-Unis d'Amérique
Principales céréales	366(55,9)	58(21,4)	82(35,2)	41(19,4)	8 (42,1)	1 (0,6)	72(41,6)	39(31,2)
Soja	56 (8,5)	39 (14,1)	25 (10,7)	28 (13,3)	2 (10,5)	-	10 (5,8)	26 (20,8)
Céréales mineures	70 (10,7)	9 (3,3)	4 (1,7)	62 (29,4)	-	-	-	12 (9,6)
Cultures industrielles	23 (3,5)	29 (10,5)	9 (7,5)	10 (4,7)	-	-	-	3 (2,4)
Huile	41 (6,3)	16 (5,8)	1 (0,8)	3 (1,4)	6(31,6)	-	-	1(0,8)
Fleurs	60 (9,2)	95 (34,4)	81(34,8)	40(19,0)	2 (8,0)	173(98,3)	80(46,2)	23(18,4)
Arbres fruitiers	20 (3,1)	2 (0,7)	6 (2,6)	7 (3,3)	-	-	-	2 (1,6)
Légumes	17 (2,6)	14 (5,1)	14 (6,0)	10 (4,7)	-	2 (1,1)	1 (0,6)	3 (2,4)
Autres	2(0,3)	14 (5,1)	11 (4,7)	10 (4,7)	-	-	10 (5,8)	16(12,8)
Total	655 (100%)	276 (100%)	233 (100%)	214 (100%)	19 (100%)	176 (100%)	173 (100%)	125 (100%)

Source: Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Agence internationale de l'énergie atomique, base de données sur les variétés mutantes (FAO-IAEA MVD, 2009).

Tableau 16. Lignées mutantes développées dans diverses espèces à l'aide du RIBF

Phénotype mutant	Matériel végétal	Ion/Dose (Gy)	Survie/ Mutation (%)	Développé par
Stérile				
Verbéna	Tige	N/10	842.8	Suntory Flowers Ltd
Cyclamen	Tubercule	C/12	50/13	Hokko Chem, Ind. co Ltd
Couleur et forme de la fleur				
Dahlia	Pousse	N/5	NE/20.3	Hiroshima City Agri Forest Prom, Cen.
Rose	Scion dormant	Ne/15	70/51.7	Kanagawa
		N/30	90/43.1	Centre agricole de la préfecture
Chrysanthème	Tige	C/10	94/14	Plt Btech. Inst. Ibaraki Agri, Cen.
Torénia	Feuille/tige	N/50	NE/1.9	
		Ne/20	NE/1.6	
Panachure				
Pétunia	Tige	N/5	ND	Suntory Flowers Ltd
Semi-nain				
Orge	Graine sèche	N/50	ND/2.6	Centre nat. ress. agr.
	Graine imbibée	N/5	ND/0.9	Agriculture, foresterie, pêche
Poivron	Graine sèche	Ne/10	80/1.3	Natl. Inst. Veget. and Tea Sci.
Sarrasin	Graine sèche	C/40	NE/0.9	Institut nat. d'agronomie
		Ar/20	NE/1.0	
		Fe/30	70/4.0	
Tolérance au sel				
Riz Brillant	Graine imbibée	C/40	40/1.1	Université de Tohoku
Riz	Graine sèche	N/200	NE/2.2	Centre préfectoral des ressources agricoles de Chiba.

ND: pas de donnée, NE: pas d'effet

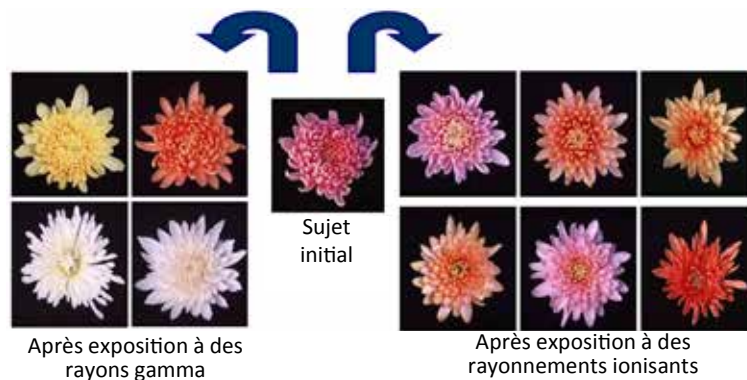


Figure 7: Exemples de mutagenèse réalisée au Japon. Modification de la couleur de la fleur de chrysanthème résultant souvent d'une exposition à des rayons gamma et des rayonnements ionisants. Les rayonnements ionisants débouchent sur des changements de couleurs plus fréquents.

En République de Corée, la mutagenèse a récemment fait l'objet d'une campagne de promotion conduite par l'Institut coréen de recherche sur l'énergie atomique (KAERI) et l'Administration du développement rural (RDA). Les produits ciblés sont le riz, d'autres céréales, et surtout des fleurs. Les exemples illustrés par la figure 8 représentent des feuilles à veines jaune-vert de *Dendrobium moniliforme*. Des semis de *Dendrobium moniliforme* in vitro ont été traités par exposition à des rayons gamma à faible dose. Le KAERI a appliqué diverses méthodes dans des phytotrons à faible dose et par exposition à des rayonnements à forte dose.



Figure 8: Panachures de *Dendrobium moniliforme* induites par exposition à des rayons gamma en République de Corée

Au Japon, quatre organismes conduisent des recherches sur la mutagenèse: le Centre RIKEN Nishina, l'Institut japonais de recherche en énergie atomique (JAERI) Takasaki, l'Institut national des sciences radiologiques (NIRS) et l'Institut de sélection par irradiation (IRB). Le Nishina Center for Accelerator-Based Science du RIKEN est l'une des principales institutions de développement biotechnologique à des fins d'amélioration des végétaux. Ce Centre consent des investissements massifs dans des techniques telles que la biologie moléculaire, la génétique moléculaire, la biochimie moléculaire et l'énergie atomique.



Figure 9: À gauche, fruit de "Norin n° 15". À droite, semences embarquées à bord du vaisseau spatial "Progress" en 2008.

L'Institut coréen de recherche sur l'énergie atomique (KAERI) est l'un des organismes de la République de Corée qui pratiquent la sélection par irradiation. En 2013, le KAERI prévoit d'implanter une antenne de sélection végétale à Jeongup, où il appliquera principalement la méthode de l'irradiation.

L'Académie chinoise des sciences agricoles (CAAS), qui relève de l'Institut de l'énergie atomique pour l'agriculture, est le principal institut chinois de recherche en mutagenèse. Plus de 30 universités et grands laboratoires des institutions de recherche agronomique des provinces étudient également la mutagenèse. La Chine recourt non seulement au faible TLE, mais aussi à des méthodes d'irradiation à fort TLE, par exemple la sélection spatiale (figure 9). La sélection par irradiation radioactive est également utile pour la sélection d'arbres fruitiers par mutation ponctuelle des cellules; elle est efficace pour obtenir des fruits résistant aux maladies. L'IRB étudie des méthodes d'irradiation de cultures ligneuses, y compris des arbres fruitiers et des essences forestières, et a obtenu de nombreux mutants physiologiques et morphologiques. Un mutant résistant à la maladie des taches noires a été découvert sur un champ gamma de poirier japonais Nijisseiki sensible à la maladie. Le mutant baptisé Gold Nijisseiki a été enregistré sous la désignation de "Norin n° 15" par le Ministère japonais de l'agriculture, de la foresterie et de la pêche (MAFF), et il n'a pas tardé à être adopté dans les régions productrices de poires (figure 9). Une technique de sélection simple, faisant appel à un disque découpé dans une feuille et à une toxine, a été mise au point; elle améliore considérablement l'efficacité de la sélection de mutants résistants (Bulletin d'information de l'IRB).

Hybridation interspécifique

L'hybridation interspécifique a été utilisée pour la première fois par U en 1935 pour la production d'amphidiploïdes (allotétraploïdes), en croisant trois espèces différentes de Brassica: *B. campestris* ($n = 10$), *B. oleracea* ($n = 9$), et *B. nigra* ($n = 8$). U a effectué indépendamment des croisements parmi les trois espèces de Brassica et produit des hybrides interspécifiques possédant deux génomes différents dans une cellule dérivée de parents. La théorie des relations génétiques des espèces de Brassica illustrée par le "triangle de U" a été déduite après confirmation de l'analyse cytogénétique des hybrides interspécifiques (U, 1935). Les produits de l'amphidiploïde, *B. napus* ($n = 19$), *B. carinata* ($n = 17$) et *B. juncea* ($n = 18$) sont largement utilisés pour la sélection de fleurs telles que *Lilium*, *Tulipa*, *Alstroemeria*, et de nombreuses autres espèces florales (figure 10). Cette méthode a également été utilisée, à une date récente, pour la sélection par introgression de nombreuses cultures potagères, par exemple le melon oriental, l'une des principales espèces cultivées en République de Corée. La variété normale sélectionnée par hybridation intraspécifique de F1 a été longtemps cultivée jusqu'en 1985, date à laquelle a été obtenue une nouvelle variété par hybridation interspécifique entre une lignée obtenue selon une méthode de sélection traditionnelle et une lignée de melons russes. Cet hybride de melon, obtenu par hybridation interspécifique, domine le marché et éclipse les variétés traditionnelles dans le pays. La nouvelle variété de melon oriental, résultant d'une hybridation interspécifique, est devenue la plus populaire en quelques années. La plupart des melons orientaux développés selon la même méthode de sélection ont toujours la préférence des consommateurs coréens.

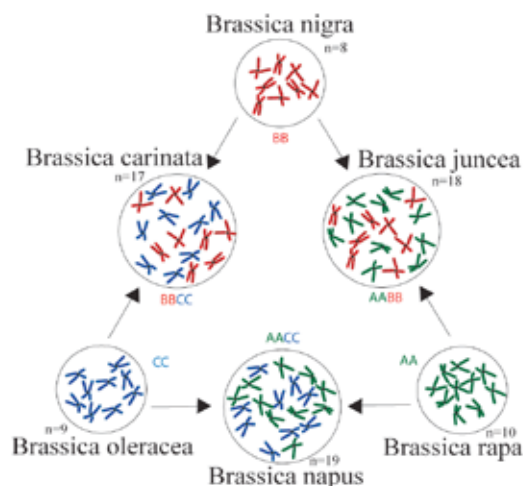


Figure 10: Le triangle de U illustre les relations génétiques entre espèces Brassica. U, 1935

Lilium formosanum peut être facilement multiplié par semences, et il peut fleurir dans un délai d'un an après avoir été semé. M. Nishimura, de Nagano, a commencé dès 1928 à croiser *L. formosanum* avec *L. longiflorum* et développé *L. x formolongi*, qui associe la caractéristique de floraison au bout d'un an après le semis à la présence de feuilles larges, comme celles de *L. longiflorum*. Pour obtenir la configuration de *L. longiflorum*, *L. x formolongi* a été rétrocroisé avec *L. longiflorum* dans les variétés récentes. Comme *L. x formolongi* se multiplie par les graines, il n'est pas sujet à infection virale. L'autre avantage est que des fleurs coupées de *L. x formolongi* peuvent être produites de juillet à novembre, alors que les fleurs coupées de *L. longiflorum* sont difficiles à produire pendant ces mois. On estime à 15 millions environ la production de fleurs coupées de *L. x formolongi*. Cette méthode est désormais appliquée à d'autres croisements de *Lilium* entre *L. formolongi* et d'autres espèces de lis appartenant à une autre section, par exemple des hybrides orientaux ou des rétrocroisements de *L. longiflorum*. L'hybridation interspécifique est devenue récemment une technique importante de sélection en vue de la création de nouvelles variétés de *Lilium*, qui représentent près de 40% de toutes les variétés brevetées.

Génie génétique

Depuis des siècles, la création d'une rose bleue a été une véritable quête du Saint-Graal. Les roses se sont avérées particulièrement difficiles à transformer en fleurs bleues. Les choses sont en train de changer, grâce à une entreprise menée conjointement par la société australienne Florigene et la société japonaise Suntory, qui ont eu recours à la technique du silençage génique du CSIRO (Organisation de la recherche scientifique et industrielle du Commonwealth), qui a contribué à créer la toute première "rose bleue" du monde. Les roses sont renommées pour leurs couleurs majestueuses – rouge, rose, orange, jaune et même blanc. Ces couleurs ont été développées par sélection traditionnelle, mais jamais auparavant on n'avait obtenu de rose bleue.

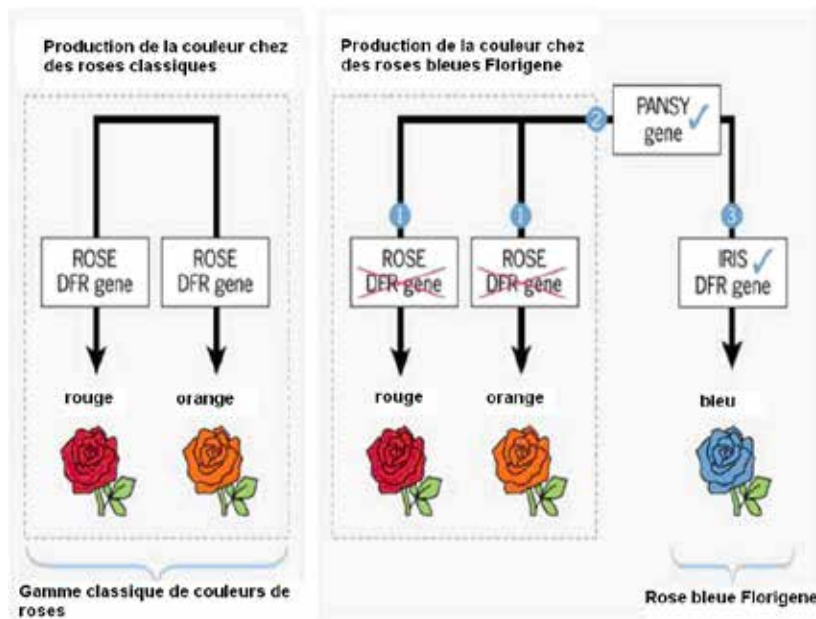


Figure 11: Procédé d'obtention de roses bleues par des biotechnologies végétales consistant dans le silençage des pigments rouges des gènes de Dihydroflavorol Reductase (DFR). Source: CSIRO.

Légende:

ROSE DFR gene	Gènes de dihydroflavorol reductase (DFR) ROSE
PANSY gene	Gène de PENSEE
IRIS DFR gene	Gènes de dihydroflavorol reductase (DFR) IRIS

En introduisant des gènes provenant de pensée et d'iris ordinaires dans l'ADN de la rose, tout en supprimant un gène de la rose qui empêchait la production du pigment bleu (la delphinidine) (figure 11), on pourra éventuellement obtenir une rose de couleur bleue. La légende fleur de l'amour pourra être reproduite par synthèse et revêtir toute une gamme de teintes, allant du bleu layette le plus pâle au bleu marine le plus foncé. La société japonaise de boissons Suntory et Florigene Ltd. ont été les premières à déchiffrer le code de la création de roses bleues en 2004. Celles-ci se vendent maintenant sous l'appellation "Applause" dans de nombreux pays développés (CSIRO, 2005).

Des chercheurs du groupe Suntory se penchent sur d'autres espèces: œillet, torénia, chrysanthème et de nombreuses autres fleurs. La régulation des gènes qui préside à la répartition des pigments, par exemple l'apigenidine, la cyanidine, la pelargonidine et la delphinidine, affecte la production de la couleur finale des végétaux de rang supérieur (figure 12, Katsumoto et al., 2007). La production d'anthocyanidines, y compris l'apigenidine, la cyanidine, la pelargonidine et la delphinidine, est régulée par un apport ou la suppression de gènes par modification génétique, puis contrôle de la modification de la couleur de la fleur (Tanaka et al., 2008). Chandler et Tanaka (2007) ont publié une étude de la modification génétique en floriculture dans laquelle ils passent en revue toutes les recherches mentionnées.



Figure 12: La variété de rose bleue "Applause", obtenue pour la première fois par biotechnologie végétale au Japon.

III. Perspectives de la sélection horticole en Asie

La sélection horticole s'appuiera à l'avenir sur quatre grandes techniques: la sélection assistée par marqueurs, la mutagenèse, l'introgession et la modification génétique.

La mise au point de marqueurs est en pleine expansion, surtout au Japon, en République de Corée et en Chine. Dans le domaine de la sélection de cultures potagères, les grandes entreprises semencières investissent des sommes considérables dans la sélection moléculaire. Elles ont le choix entre deux stratégies, la sélection assistée par marqueurs (SAM) et la mise au point d'organismes génétiquement modifiés (OGM). Les cultures florales ne sont pas la cible des réticences du marché, comme l'a déjà montré l'exemple de la rose bleue au Japon et aux États-Unis d'Amérique. En revanche, il subsiste des obstacles à la commercialisation de légumes génétiquement modifiés, même si la plupart des recherches sont conduites par des instituts officiels dans de nombreux pays. Il semble que la commercialisation de légumes génétiquement modifiés se heurte à des problèmes soulevés par les adeptes de l'agriculture bio, par exemple leurs effets sur le corps humain. Comme pour le maïs et le soja, des semences de soja, génétiquement modifiées pour leur conférer une résistance aux maladies et aux herbicides, sont déjà introduites en Chine et en Inde. La modification de la pigmentation par modification génétique se poursuivra après l'obtention de roses bleues et d'œillets transgéniques des variétés *Moonaqua* et *Moonlite* (figure 13). Les chercheurs se penchent sur le changement des couleurs distinctives du pétunia, du lis, du chrysanthème et d'autres fleurs importantes. Les techniques de mutagenèse se perfectionneront plus rapidement que ce n'a été le cas jusqu'à présent. Différentes recherches ont été conduites pour avoir une plus grande diversité du matériel génétique naturel, en particulier dans les espèces florales. La tolérance à la sécheresse et la résistance aux maladies de certains pathogènes fongiques tels que l'oïdium des légumes sont les principales caractéristiques recherchées par la sélection.



Figure 13: Comparaison de la couleur des fleurs et des pétales. La variété de rose de couleur “rose lavande” (à gauche) a été transformée à l’aide de plasmide pSPB919. Les végétaux transgéniques résultants ont produit des fleurs transgéniques de couleur violette (à droite) contenant 98% de delphinidien. (Photo reproduite avec l’aimable autorisation de la revue Plant Cell Physiology)

Bibliographie

- Abe, T. et al. (2007) Plant breeding using the ion beam irradiation in RIKEN. 18th International Conference on Cyclotrons and their applications, Japan
- Chandler, S. and Tanaka, Y. (2007) Genetic modification in floriculture. *Critical Reviews in Plant Sciences*. 26:169-197.
- CSIRO (2005) World’s first blue rose, www.csiro.au/resources/bluerose.html
- Endo, J. (2011) Enhancing the Effectiveness of the PVP System in the Next 10 Years. Symposium on Plant Variety Protection, Seoul, The Republic of Korea
- Fujishige, N. (2006) Horticulture in Japan 2006. Strawberry. Shoukadoh Publication, Dept. of Publishing of Nakanishi Printing Co., Ltd., Kyoto.
- Katsumoto, Y. et al. (2007) Engineering of the rose flavonoid biosynthetic pathway successfully generated blue-hued flowers accumulating delphinidin. *Plant Cell Physiology* 48(11):1589-1600.
- Mengyu, H. and Zhang H. (2006) Analysis on Import and Export of Vegetable Seed Trade of China. *Acta Horticulturae Sinica* 33(6):1253-1258.
- Seyama, N. and Takai, T. (1980) Establish of a new culturing system for strawberry in the northern part of Japan. II. Effect of photoperiod on the growth and yield. *Bulletin of Vegetable Ornamental Crops Research Station, Japan Ser. B* 3:39-53 (In Japanese with English summary).
- Seyama, N. (2001) The Japanese strawberry industry into the 21th century. *Proceeding of the Japan Strawberry Seminar, 2001*. 10:8-22 (In Japanese with English summary).
- Takahashi, H. (2006) Present status and prospects of ever-bearing strawberry breeding in Northern Japan. *Hort. Res. (Japan)* 5:213-217 (In Japanese).
- Takai, T. and Seyama, N. (1978) Establish of a new culturing system for strawberry in the northern part of Japan. I. On autumn covering with plastic in the semi-forced strawberry culture. *Bull. Veg. Ornamental Crops Research Station. Japan Ser. B* 3:39-53 (In Japanese with English summary).
- Takai, T., Seyama, N. and Kitamura, N. (1986) Establish of a new culturing system for strawberry in the northern part of Japan. III. On the adaptability of the cultivar ‘Morioka 16’. *Bull. Veg. Ornamental Crops Research Station. Japan Ser. B* 6:79-91 (In Japanese with English summary).
- Tanaka, Y., Sasaki, N. and Ohmiya, A. (2008) Biosynthesis of plant pigments: anthocyanins, betalains and carotenoids. *The Plant Journal*. 54:733-749.
- U N. (1935) Genome analysis in Brassica with special reference to the experimental formation of *B. napus* and peculiar mode of fertilization. *Japanese Journal of Botany* 7: 389–452.
- Watch, G.M. (2009) The world’s top 10 seed companies– Who Owns Nature? Report from ETC group. www.etcgroup.org/en/materials/publications.html?pub_id=707
- Yamasaki, A. (2007) Current progress of strawberry year-round production technology in Japan. *International Symposium on Strawberry Production and Research in East Asia*. 1-8 (In Japanese with English summary).

Sélection des variétés florales pour le marché mondial

M. Ulrich Sander,
Directeur exécutif, Selecta Klemm (Allemagne)

1. Introduction

Le marché mondial des fleurs est complexe et se divise en différents segments, tels que fleurs coupées, plantes d'intérieur, plantes à massif, les plantes vivaces, les herbes, les buissons et les arbres. La floriculture utilise différents moyens de propagation – semences, boutures, bulbes et matériel in vitro. Le nombre total des espèces est énorme et leur utilisation dépend du climat, de la culture et de la situation économique. Pour l'Europe, le Professeur Horn a estimé qu'il existait environ 400 espèces issues de 250 genres et que 100 familles présentent un intérêt commercial. Quelque 95% des espèces pertinentes ont leur origine en dehors de l'Europe.

Mon expérience personnelle de ce marché repose sur mes travaux pour Selecta Klemm en matière de sélection, de vente et de commercialisation de plantes à massif et de plantes en pot, de plantes vivaces et de fleurs coupées.

Jusqu'à ce jour, Selecta est une entreprise familiale dont les origines remontent à 1932, année où la famille a débuté en tant que producteur de cultures maraîchères avant de se lancer dans la production de fleurs coupées. Dans les années 60, l'entreprise s'est tournée vers la production de jeunes plantes et la sélection d'œillet. Jusqu'en 1996, Selecta est restée fortement spécialisée dans quatre espèces seulement: l'œillet, le géranium (pélargonium), le poinsettia et les impatiens de Nouvelle-Guinée. Après cela, Selecta a diversifié ses activités de sélection et avec une équipe de sept sélectionneurs et en coopération avec des partenaires mondiaux, elle s'adonne aujourd'hui à la sélection de quelque 45 espèces. Cette diversification a permis à Selecta de se doter d'un réseau de distribution comprenant des représentants, des agents, des grossistes, des partenaires pour la production et la vente et des titulaires de licences. Aujourd'hui, les variétés de produits Selecta se vendent dans le monde entier. Outre la sélection, Selecta accorde une grande attention à l'extension de la production de boutures sans racines en Afrique de l'Est.

2. Le marché mondial des fleurs

Divers auteurs estiment que le marché mondial des fleurs représente une valeur de détail d'environ 100 milliards de dollars; le marché des fleurs coupées se situe entre 40 et 60 milliards de dollars. La croissance annuelle du marché mondial est difficile à estimer et varie grandement selon les segments et selon les pays. Le marché des fleurs coupées est resté stable ou a même diminué ces dernières années. Le marché des fleurs de jardin et plus généralement le marché des plantes d'extérieur est perçu comme croissant en Europe et en Amérique du Nord. Ses taux de croissance varient de 2 à 4%.

Au niveau de la vente au détail, les trois principaux marchés sont l'Amérique du Nord, l'Europe et le Japon. On estime que ces marchés représentent jusqu'à 80% du marché mondial. Les entreprises de sélection se concentrent fortement sur ces marchés.

On ne dispose pas d'informations sur la valeur créée par les différentes méthodes de propagation. Le marché des fleurs coupées est dominé par les roses, les chrysanthèmes, les tulipes, les lys, les gerberas et les œillets, qui sont toutes reproduites par multiplication végétative à l'aide de boutures, de bulbes et de matériel in vitro.

Les sélectionneurs de variétés produites par multiplication végétative utilisent abondamment les droits et les brevets de plantes des sélectionneurs pour protéger leur propriété intellectuelle. Les statistiques de l'Office communautaire des variétés végétales (OCVV) indiquent que 58% des titres accordés par l'OCVV depuis 1996 portent sur des espèces ornementales. Plus de 95% de ces variétés sont reproduites par multiplication végétative (OCVV, communication personnelle).

La floriculture traverse une période de consolidation apparente au niveau des sélectionneurs et des producteurs de jeunes plantes. La pression exercée par les prix sur le marché de détail pousse à la consolidation en amont à tous les niveaux de la chaîne de valeur. Les sélectionneurs et les producteurs de jeunes plantes ont réduit leurs coûts de production en relocalisant leur stock d'origine, leur production de semences et de culture de tissus dans des pays à faible coût. La sélection elle-même reste concentrée en Amérique du Nord, en Europe et au Japon.

En plus des sélectionneurs opérant à l'échelle mondiale, il y a encore quantité de petites entreprises ou des particuliers qui pratiquent la sélection. Quelque 80 entreprises allemandes ou des particuliers détiennent un titre de sélectionneurs européens. La diversité des espèces ornementales crée une grande quantité de niches. Mais aussi pour les cultures de plus grande envergure, nous avons vu quantité d'exemples de nouveautés spectaculaires produites par de petites entreprises ou par des sélectionneurs privés. Je pense qu'en floriculture, nous verrons également à l'avenir des sélectionneurs particuliers et de petits entrepreneurs bien focalisés et particulièrement motivés coexister avec des interlocuteurs mondiaux.

La fragmentation entre catégories de plantes classiques, telles que plantes à massif, plantes vivaces, buissons, voire cultures maraîchères se dissipera. Les plantes de toutes ces catégories rivaliseront pour le même espace dans un patio, un box de rebord de fenêtre ou le jardin.

En général, les consommateurs aiment avoir un beau balcon, un patio ou un jardin. Malgré le désir d'avoir de belles plantes, le travail traditionnel dans le jardin devient de moins en moins attirant. "Le faire soi-même" laisse la place à "Faites-le pour moi" et la décoration prend le dessus sur le jardinage. Aujourd'hui, les consommateurs attendent des solutions, et le travail des sélectionneurs ne s'arrête plus au stade de la création d'une nouvelle variété. Il nous faut trouver des solutions avec les cultivateurs et les détaillants. Les mélanges pour parterres de fleurs prêts pour la plantation sont très prisés aujourd'hui en Allemagne et sont un bon exemple de la façon dont des solutions peuvent être offertes au consommateur.

La sélection innovante doit être combinée avec un bon concept commercial. L'un des exemples les plus impressionnants reste l'introduction des pétunias surfinia en Europe. En Europe, surfinia est synonyme de pétunia. Dans le domaine des fleurs coupées, l'un des exemples les plus impressionnants de combinaison de sélection et de commercialisation nous est donné par l'introduction d'une nouvelle variété de gypsophila, le "Million Stars".

Aujourd'hui, la diffusion de presque toute nouveauté est favorisée par les méthodes de commercialisation intensive. Auparavant, les entreprises productrices de jeunes plantes se concentraient sur leur client, le cultivateur. Aujourd'hui, le commerce de détail est de plus en plus traité directement par le sélectionneur offrant un ensemble combinant génétique et commercialisation. La sélection et la commercialisation ne peuvent plus être considérées indépendamment l'une de l'autre: le succès de l'introduction de nouveautés combine une sélection innovante à une commercialisation unique.

3. Les progrès des approches conventionnelles de la sélection

a. Les plantes à massif

Le marché des plantes à massif est fortement influencé par l'introduction de nouveaux produits qui tendent à supplanter certains produits de base. De nouvelles espèces et de nouveaux genres ont été développés à l'échelle commerciale et ont acquis une large part de marché en l'espace de quelques années. Le calibrachoa en offre un excellent exemple. Les premières variétés ont été introduites en 1996 par Suntory. Aujourd'hui, le calibrachoa arrive déjà au deuxième rang des plantes à massif multipliées de façon végétative en Amérique du Nord. Au moins huit entreprises de sélection travaillent activement sur le calibrachoa à l'échelle mondiale, et chaque année, on note des progrès.

L'innovation dans les plantes à massif est souvent fondée sur le succès de nouveaux hybrides interspécifiques ou intergénériques. Il existe un certain nombre d'exemples de succès commerciaux: *Osteospermum*, *Lobelia*, *Impatiens*, *Nemesia*, *Calibrachoa* et *Petunia*. À la différence de la sélection

des produits agricoles et des cultures maraîchères, les espèces sauvages sont non seulement la source de gènes spécifiques mais le moyen de créer une plante entièrement nouvelle. L'hybride lui-même est souvent déjà la variété commerciale. Les rétrocroisements (backcross) avec des variétés commerciales ne produisent parfois pas d'amélioration et peuvent être difficiles en raison du caractère stérile des hybrides.

L'utilisation intensive de l'hybridation interspécifique a créé dans de nombreux complexes ornementaux des pools de gènes qui se caractérisent par des niveaux de ploïdie différents. Par exemple dans les œillets en pot, on peut trouver des variétés commerciales di-, tri- et tétraploïdes développées à partir d'une gamme d'espèces comprenant les *Dianthus caryophyllus*, *D. deltoides*, *D. chinensis*, *D. allwoodii*.

La sélection de nouveaux hybrides interspécifiques et intergénériques continuera et aura aussi à l'avenir un profond impact sur le développement du marché des plantes à massif.

b. Fleurs coupées

Au cours des dernières décennies, la production de fleurs coupées s'est déplacée de l'Europe et de l'Amérique du Nord vers l'Amérique du Sud et l'Afrique de l'Est. Les principales raisons de ce changement sont les coûts de production plus faibles et l'influence du climat sur la qualité. L'aptitude à l'expédition et les coûts de transport sont le facteur décisif du déplacement de la production d'une espèce vers le Sud. On constate une tendance relativement nouvelle dans le fait que le transport aérien laisse la place au transport maritime. L'efficacité du transport maritime pourrait devenir un nouveau critère de sélection dans la production de fleurs coupées.

Les producteurs de fleurs coupées s'adaptent de plus en plus à cette nouvelle situation:

- les essais s'intensifient dans les pays intéressés;
- les producteurs achètent des exploitations floricoles ou commencent à coopérer avec ces exploitations pour mieux présenter et commercialiser leurs variétés;
- des programmes complets de production sont transplantés en Amérique du Sud ou en Afrique.

Les gros producteurs de fleurs coupées d'Amérique du Sud et d'Afrique investissent dans la sélection afin de créer leurs propres variétés. Les exploitations Esmeralda Farms sont l'un des meilleurs exemples à ce titre.

Selecta a adapté ses activités de sélection de fleurs afin d'approvisionner les marchés d'Afrique, d'Amérique du Sud et du Japon. Pour des raisons climatiques, le croisement de l'œillet se fait à Tenerife, la sélection des jeunes plants se fait au Kenya; les candidats retenus et le pool de gènes sont conservés en Allemagne; les essais de variétés se font en Allemagne, en Italie, au Kenya, au Japon et en Colombie. Les sélectionneurs doivent encore améliorer leurs compétences en gestion et être prêts à voyager.

4. Biotechnologie des espèces ornementales

La biotechnologie a été utilisée de façon intensive dans la sélection des espèces ornementales. En particulier, les techniques de culture des tissus telles que la récupération des embryons, la culture d'anthers, l'induction de variations somaclonales et de protoplastes ont été utilisées.

Le génie génétique et la sélection à l'aide de marqueurs sont les deux principales technologies, et leur rôle dans la sélection d'espèces ornementales reste encore à déterminer.

a. Génie génétique

Chandler et Lu (2005) donnent une description détaillée du génie génétique dans la production d'espèces ornementales. Déjà en 2005, plus de 30 genres avaient été génétiquement modifiés avec succès. Les traits étaient notamment différents types de résistance aux maladies, la tolérance aux stress abiotiques, la résistance aux herbicides, différentes couleurs de fleurs, une longévité accrue des fleurs et une meilleure vie en vase.

Néanmoins, le nombre de produits commerciaux transgéniques reste très limité. Le seul élément visible dans un certain nombre de pays est l'œillet de couleur modifiée développé en coopération par Suntory et Florigene. Au Japon, une rose bleue développée par Suntory est en vente sur le marché depuis 2009.

Aujourd'hui, les activités des entreprises de production dans le domaine de la modification génétique sont très limitées dans le secteur des espèces ornementales. Les principales raisons sont bien connues:

- la taille relativement modeste des marchés, même pour les plus grosses récoltes d'espèces ornementales;
- les coûts élevés de déréglementation;
- le manque d'accès aux droits de propriété intellectuelle de la technologie et des gènes intéressants;
- les coûts élevés de la recherche et du développement de produits;
- une opposition farouche aux organismes génétiquement modifiés en Europe.

En 2007, Selecta Klemm et Mendel Biotechnology Inc. ont fondé une coentreprise: Ornamental Bioscience GmbH. Mendel Biotechnology est située à Hayward, Californie et se concentre sur la recherche en génomique appliquée sur les facteurs de transcription chez . Ornamental Bioscience teste les facteurs de transcription chez *Arabidopsis* afin de mesurer la tolérance accrue au stress abiotique et la résistance aux maladies chez les espèces ornementales. Ornamental Bioscience, à travers son actionnaire Mendel Biotechnology, a accès à la technologie habilitante de Monsanto. Il s'agit de créer une nouvelle génération de plantes d'agrément qui soient faciles à entretenir, qui restent saines et qui soient tolérantes à un arrosage réduit.

Le premier projet d'Ornamental Bioscience a été la recherche des facteurs de transcription intéressants dans le Pétunia. Des pétunias tolérants à la sécheresse, ayant besoin de 30% moins d'eau et se montrant résistants à de longues périodes de sécheresse font abondamment l'objet d'essais, y compris d'essais sur le terrain aux États-Unis d'Amérique.

Néanmoins, le génie génétique n'aura pas un profond impact sur la production d'espèces ornementales dans les années à venir. Outre le développement de variétés transgéniques, la technologie peut aussi aider à comprendre beaucoup mieux certains traits complexes.

b. La technologie des marqueurs

Rout et Mohapatra (2006) et Byrne (2007) donnent un aperçu des marqueurs moléculaires sur les espèces ornementales et de leur utilisation dans les programmes de sélection d'arbres fruitiers et de plantes ornementales vivaces. Il y avait déjà eu des publications avant 2006 sur les marqueurs moléculaires concernant plus de 160 espèces. La grande majorité des utilisations de marqueurs sur les espèces ornementales porte sur la recherche par empreintes numériques pour des études d'identification, de diversité et de taxonomie. Les antécédents du réservoir de gènes, y compris les variétés commerciales, de nombre genres d'espèces ornementales ne sont pas connus ou sont le secret des sélectionneurs privés. Les empreintes numériques permettent d'obtenir rapidement un aperçu de la relation entre différentes sélections moyennant un coût raisonnable et peuvent faciliter le démarrage d'un nouveau programme de sélection.

La sélection à l'aide de marqueurs reste encore d'un usage très limité dans la sélection pratique d'espèces ornementales. À la différence des empreintes, des travaux préalables de recherche coûteux et de longue haleine, y compris de phénotypie et de cartographie, sont nécessaires. Les cartes des liens génétiques sont très importantes pour mieux comprendre l'héritage de traits importants et établir des programmes de sélection à l'aide de marqueurs.

L'un des groupes les mieux étudiés est celui des roses de jardin et des roses coupées. En plus d'une carte des liens, les gènes de résistance à différentes maladies sont bien décrits (Schulz et. al, 2009). Néanmoins, l'impact de ces travaux de recherche sur la sélection pratique est encore très limité.

Pour beaucoup d'espèces ornementales, l'origine de certains traits importants n'est pas connue et reste difficile à analyser en raison de la complexité des niveaux de ploïdie. Il nous faudra davantage de recherche sur la base génétique de la résistance aux maladies, la tolérance au stress abiotique, la productivité, la durée de vie en vase, etc. Pour la plupart des espèces ornementales, nous avons encore besoin de mieux comprendre la génétique de certains traits importants et de poursuivre la recherche sur les marqueurs moléculaires avant de pouvoir appliquer la sélection à l'aide de marqueurs dans les programmes de sélection. Dans la mesure où les technologies des marqueurs et le séquençage de l'ADN évoluent très rapidement, il se peut que ce développement s'accélère dans le proche avenir.

La sélection à l'aide de marqueurs a beaucoup contribué à la sélection de produits agricoles et maraîchers. Dans le domaine des espèces ornementales, l'évolution sera différente. Nous aurons certains cas particuliers où la technologie pourra être appliquée, mais il restera d'autres cas où les sélectionneurs ne pourront pas ou ne voudront pas utiliser les marqueurs moléculaires.

5. Étude de cas: le calibrachoa à fleurs doubles

Selecta a commencé à produire le calibrachoa en 1996. Les objectifs visés étaient des fleurs présentant une large palette de couleurs, de meilleures caractéristiques de production et une floraison précoce.

Au cours de la saison 2006/ 2007, Selecta a réussi à présenter la première variété à fleurs doubles. Cette variété a reçu la médaille d'excellence de Greenhouse Grower aux États-Unis d'Amérique.

Pour la production des premières fleurs doubles, toute une technologie a été conçue et a contribué directement ou indirectement au succès de ces fleurs: fusion protoplastique, culture d'anthers, induction de mutation par rayonnement. Outre la technologie, de nouvelles espèces ont été intégrées aux programmes de sélection. Les détails techniques sont publiés dans un brevet d'utilité aux États-Unis d'Amérique qui a fait l'objet d'un dépôt de demande en 2006 et a été accordé en 2010. (Double Flower Calibrachoa Breeding Methods and Plants Produced Therefrom / US Patent n° 7786 342).

Dès 2008, des variétés à fleurs doubles ont été présentées par un concurrent aux États-Unis d'Amérique. Le polymorphisme de longueur des fragments amplifié [amplified fragment-length polymorphism (AFLP)] et l'analyse cytologique ont montré qu'il s'agissait d'hybrides de notre première variété à fleurs doubles. Il a fallu des années et beaucoup de technologie pour développer un trait nouveau. Comme l'héritage des fleurs doubles suit un processus génétique comparable, il est passé très vite dans les variétés produites par les concurrents.

6. Les droits de propriété intellectuelle et les progrès de la sélection

Les droits des sélectionneurs des obtentions végétales sont une condition préalable à la sélection commerciale d'espèces ornementales à multiplication végétative. À partir de 1991, la Convention de l'UPOV a permis d'améliorer la situation des sélectionneurs d'espèces ornementales. Aujourd'hui, les mutations appartiennent aussi au sélectionneur de la variété d'origine, et cela est pleinement accepté par la grande majorité des producteurs. Les multiplications illégales restent un grave problème contre lequel les sélectionneurs doivent constamment se défendre.

Cependant, les débats et les conflits entre sélectionneurs dans le domaine des variétés essentiellement dérivées et des brevets se sont accentués. L'exemple du calibrachoa montre combien il est difficile de développer un nouveau trait et combien rapidement il peut être copié. Les investissements dans la sélection ont besoin d'un délai de protection suffisant. Les brevets peuvent être un important moyen de prévoir une protection suffisante pour les droits des sélectionneurs d'espèces ornementales.

Bibliographie

Byrne (2007) Acta Hort. 751, 163-167

Chandler & Lu (2005) In vitro Cellular & Developmental Biology 41 (5):591-601

Rout & Mohapatra (2006) Europ. J. Hort. Sci. 71 (2):53-68

Schulz, Linde, Bleichert & Debener (2009) Europ. J. Hort. Sci. 74 (1):1-9

Objectifs de la sélection des variétés fruitières pour le XXI^e siècle

Mme Wendy Cashmore,
Directrice chargée des variétés végétales, New Zealand Institute for Plant & Food Research Limited (Nouvelle-Zélande)

De nouveaux cultivars, bien adaptés à divers types de production et offrant des avantages aux cultivateurs et aux consommateurs, sont nécessaires. À mesure que nous progressons dans le XXI^e siècle, les objectifs clés de la sélection de variétés fruitières restent axés sur l'attrait pour le consommateur et la performance agronomique. Toutefois, le degré de raffinement dans l'interprétation de ces objectifs et leur utilisation pour réussir dans la sélection évoluent rapidement.

Les sélectionneurs de variétés fruitières anticipent l'objectif visé, développant leurs capacités de tirer parti des préférences des consommateurs, modifiant l'environnement (climatique et technologique) de la production, et adoptent de plus en plus une approche scientifique globale pour définir les objectifs de leur sélection et créer leurs cultivars.

L'attention s'est portée sur l'identification de la diversité génétique et le choix des caractères souhaitables par une étude intensive avant sélection et la recherche des antécédents. Au XXI^e siècle, "l'assemblage de cultivars" – la création de cultivars pouvant être rapidement adoptés sur le plan commercial – doit être un processus allégé, plus sensible aux désirs des consommateurs, avec des délais de développement plus brefs.

Introduction

Malgré certains problèmes importants (y compris la situation financière des économies mondiales), les marchés internationaux des fruits et des produits maraîchers n'ont à beaucoup de titres jamais été plus prêts ou aptes à adopter des innovations. Les technologies actuelles permettent de livrer des fruits et légumes de grande qualité, frais et ayant subi un minimum de traitement des producteurs aux consommateurs à travers le monde. Les fruits et légumes jouissent d'une grande réputation de produits sains grâce à de nombreuses études ayant fait l'objet d'examen par des pairs sur le rapport entre le régime alimentaire et la santé et le bien-être humains. L'informatique et le développement des réseaux sociaux mettent plus vite que jamais davantage d'informations à la portée d'un plus grand nombre de consommateurs.

Face à cette possibilité, les organisations traitant de la sélection des variétés fruitières se trouvent devant un dilemme. D'une part, le marché mondial du commerce des fruits est très compétitif, et les sélectionneurs d'espèces se trouvent en présence de la demande de nouvelles variétés, meilleures que celles qui les précédaient, livrées dans des délais plus courts et prouvant que les avantages pour les consommateurs méritent un investissement massif dans le développement, la production, la commercialisation et les protections de la propriété intellectuelle. Dans ce contexte, pour avoir un impact et être compétitives, les ressources financières et génétiques et les compétences requises des sélectionneurs d'obtentions végétales sont considérables. Par-delà ces motifs personnels, l'accroissement de l'interaction collégiale entre les organismes de recherche et de développement permet un partage plus immédiat des ressources et des économies d'échelle pour accéder à de nouvelles technologies et à la cartographie du génome des espèces végétales et les développer. Tout cela sans compromettre les connaissances du sélectionneur en matière de conception et de développement de nouveaux cultivars par l'application de méthodes de recherche pluridisciplinaires.

Les réflexions sur les objectifs de la sélection des variétés fruitières pour le XXI^e siècle présentées ici sont fondées sur les idées et l'expérience de notre organisation, Plant & Food Research. Plant & Food Research est une société scientifique ayant son siège en Nouvelle-Zélande spécialisée dans la recherche et le développement visant à améliorer la valeur des fruits, des légumes, des espèces ornementales, des récoltes et des produits alimentaires. L'objectif central de notre organisation est de promouvoir la croissance des produits agricoles et marins néo-zélandais en favorisant le succès

de l'application et de la commercialisation de l'innovation fondée sur la recherche. Notre science appuie la production durable de produits agricoles de grande qualité justifiant un prix plus élevé sur les marchés internationaux et favorisant la conception et le développement de nouveaux aliments fonctionnels offrant avantages pour la santé humaine et bien-être.

Nous consacrons d'importants travaux de recherche pour le secteur et les producteurs de Nouvelle-Zélande et de l'étranger. Nous offrons des services de recherche à plusieurs partenaires scientifiques et commerciaux à titre payant ou dans le cadre d'accords de collaboration. Nous percevons également des redevances et des droits de licence par la commercialisation de nos travaux scientifiques, notamment sur des cultivars dont nous détenons la propriété et sur d'autres droits de propriété intellectuelle.

Nos travaux de recherche permettent à nos partenaires industriels de faire face aux défis du XXI^e siècle – produire davantage d'aliments de meilleure qualité ayant un moins fort impact sur l'environnement et nécessitant moins de moyens. Nous travaillons avec nos partenaires afin d'optimiser chaque maillon de la chaîne de production alimentaire, depuis le champ ou la mer jusqu'au consommateur, de maximiser la valeur, d'accroître l'efficacité des ressources allouées et d'offrir de l'innovation dans la conception de nouveaux aliments.

Dans tous les cas, notre but est d'intégrer la science à la production, la fabrication, la distribution et la commercialisation, en combinant notre connaissance du marché à une profonde compréhension du potentiel biologique de nos ressources alimentaires. Nous travaillons avec nos partenaires afin d'identifier les possibilités de marché et de traiter les problèmes qui se posent et de répondre à leurs objectifs. Nos travaux de recherche permettent aux producteurs, aux fabricants et aux exportateurs de produits alimentaires d'offrir et de commercialiser des aliments frais et traités de manière à répondre aux besoins des consommateurs selon des tendances alimentaires mondiales bien définies – santé, durabilité, convenance, nouveauté et attrait sensoriel.

Une recherche focalisée sur l'avenir

Les sélectionneurs de variétés fruitières reconnaissent que les entreprises d'horticulture qu'ils desservent doivent continuer à innover pour répondre aux demandes de qualité, de goût, d'attrait visuel et de nouveauté des consommateurs pour rester intéressants et compétitifs sur le marché mondial. À travers le monde, des producteurs font face à ce défi afin de devenir plus productifs, plus durables, plus efficaces, plus sensibles et certes, plus adaptables aux caprices du climat, des marchés et des régulateurs.

Dans le monde entier, les sélectionneurs de variétés fruitières s'efforcent de répondre à une multitude de tendances parfois contradictoires de la recherche, des marchés et du commerce, notamment aux phénomènes suivants:

- la multiplication des accords multilatéraux de libre échange dans le monde, en réponse au GATT;
- la disponibilité accrue de protections de la propriété intellectuelle pour les variétés d'obtentions végétales dans le monde, sous l'influence des ADPIC et de l'adoption du système UPOV;
- la demande de nouveauté, de goût et de disponibilité tout au long de l'année – combinée aux impératifs de responsabilité sociale et environnementale;
- les considérations de la production, compte tenu des contraintes liées au carbone et à l'eau;
- le développement des marchés, la richesse et la segmentation, qui créent de nouvelles possibilités et de nouvelles cibles démographiques;
- l'exclusivité conférée à certains fruits et produits à base de fruits par les marques;
- la reconnaissance des messages de santé liés aux "Superfruits", qui engendrent un surcroît d'intérêt, de valeur et de demande;
- la hausse des prix des produits alimentaires de base;
- l'impératif de nourrir le monde et l'obligation pour les nations de se soucier de leur sécurité alimentaire à venir;
- la hausse du coût d'accès aux terres productives et aux ressources naturelles nécessaires à la production de fruits;
- les effets du changement climatique sur la production future;

- le renchérissement de l'entreposage et du transport, qui profite à la production de proximité aux marchés;
- la concurrence entre producteurs à l'échelle internationale qui pousse à la demande de productivité accrue, de mécanisation et de produits de plus grande valeur (frais ou ayant subi un minimum de traitement, p. ex. IQF);
- la hausse des coûts de conformité dans les domaines de la sécurité alimentaire, de l'authentification des produits, de l'assurance, de l'étiquetage et de la responsabilité environnementale;
- l'utilisation de la quarantaine comme barrière commerciale de facto;
- la sensibilité accrue à la valeur potentielle de la génétique et des technologies nouvelles;
- l'évolution des produits chimiques "doux", plus respectueux de l'environnement, utilisés contre certains ennemis des cultures;
- les nouvelles technologies de recherche et les cartes du génome qui permettent d'accroître l'efficacité des méthodes "classiques" de sélection des obtentions végétales;
- la progression (et sur certains marchés, le piétinement) du génie génétique.

Le développement de nouveaux cultivars de fruits exige de longs délais, et il est donc important pour les intéressés de discerner les modes fugaces des tendances durables qui pourraient définir des objectifs futurs pour les marchés. En tant qu'organisation, nous avons identifié trois grands thèmes qui nous permettent de reconnaître les dernières tendances et les tendances à venir de notre science:

1. Une approche systémique – on constate de plus en plus que les limites environnementales et biologiques sont dépassées et que l'analyse des problèmes scientifiques, qu'il s'agisse de génomique, de bioprotection ou de production durable, nécessite l'analyse et la modélisation de systèmes entiers.
2. La durabilité – elle concerne la sélection, la production de plantes combinant efficacité et impact minimum sur l'environnement, les systèmes et la logistique de production alimentaire, les préférences et les demandes des consommateurs.
3. La réponse humaine – une clientèle de plus en plus raffinée et consciente des considérations de science, de génétique, d'environnement et d'ordre social. Cela influe sur la recherche dans tous les domaines.

Sélection de nouvelles variétés de fruits

Pour beaucoup de variétés fruitières établies, les cent dernières années ont été marquées par l'apparition de nombreuses nouvelles variétés qui répondent en grande partie aux besoins et aux attentes des consommateurs. Pour ces variétés, le niveau de qualité a été relevé à tel point que toute nouvelle variété doit prouver qu'elle présente des avantages agronomiques exceptionnels et un nouvel attrait pour le consommateur si elle veut pour s'imposer sur les étalages des supermarchés et dans les vergers modernes.

Il existe d'autres variétés qui n'ont peut-être pas encore atteint leur potentiel commercial et nécessitent l'intervention du sélectionneur pour réaliser des gains génétiques susceptibles d'améliorer leur adaptation à l'environnement, leur diversité, leur résistance aux ennemis des cultures et aux maladies, leur productivité, leur durée de vie en entrepôt et leur attrait pour le consommateur afin de pouvoir atteindre leur plein potentiel.

La recherche phytologique et alimentaire combine la sélection traditionnelle aux techniques génomiques modernes pour développer plus rapidement de meilleurs cultivars

Reflétant une approche intégrée et interfonctionnelle de la recherche, nos principaux objectifs de sélection sont:

- de nouveaux marqueurs et des moyens de sélection permettant d'acheminer plus rapidement les cultivars vers le marché;
- la conception et le développement de cultivars qui répondent à la demande des consommateurs à travers le monde;
- des cultivars et des systèmes de multiplication permettant une meilleure adaptation au changement climatique;
- de nouveaux cultivars résistants aux principaux ennemis des cultures et aux principales maladies.

Dans les genres et les espèces sur lesquels nous travaillons, notre vaste collection de germoplasmes contient des milliers de spécimens génétiquement différents. Ces collections représentent une ressource unique pour nos programmes de sélection. Elles offrent aussi une vaste source de variabilité génétique sur laquelle peuvent travailler nos chercheurs afin d'identifier les contrôles moléculaires des caractères intéressants et d'utiliser ces informations à l'appui de nos programmes de sélection.

Stratégiquement, nous considérons des objectifs pour l'immédiat, le proche avenir et à long terme pour nos sélections de variétés fruitières.

Objectifs pour l'immédiat et le proche avenir:

- un ensemble de nouveaux moyens génomiques et de sélection produisant des cultivars en fonction d'objectifs de développement, dans un délai réduit de moitié;
- des cultivars spécialement adaptés à certains systèmes de production, tenant compte de l'instabilité environnementale et des changements;
- un séquençage complet des génomes et un séquençage en profondeur du germoplasme déterminant les différences de fréquence allélique afin de produire de nombreux écotypes pour la Nouvelle-Zélande et divers environnements mondiaux.

Objectifs prévus et à long terme:

- un germoplasme enrichi pour la prochaine génération de cultivars avec des caractères améliorés pour l'ensemble des aliments frais et de leurs ingrédients;
- toutes les cultures néo-zélandaises ayant des cultivars permettant une production durable dans les climats et les environnements qui seront ceux de 2050;
- développement d'un ensemble entièrement nouveau d'approches de la sélection (y compris le séquençage complet des génomes pour la prochaine génération, la cartographie et la sélection et la phénotypie complètes des génomes) afin de réduire de moitié le délai de production de nouveaux cultivars;
- coordination de nos équipes et des moyens afin d'offrir une approche programme dans plusieurs domaines (y compris la bioinformatique, la génétique quantitative et la chimie analytique).

Aujourd'hui, les principaux objectifs de nos programmes de sélection comprennent:

Traits pour le producteur	Aspects pour le consommateur
Rendement	Qualité
Adaptabilité à l'environnement	Parfum et arôme
Résistance aux ennemis des cultures et aux maladies	Texture
Entreposage après la récolte	Couleur
Saisonnalité	Santé
Qualité du traitement	Commodité

En gros, notre objectif stratégique de sélection pour le XXI^e siècle est "De meilleurs cultivars plus rapidement". Nous le poursuivons par les actions suivantes:

- développement de nouveaux cultivars par une sélection intelligente de germoplasme d'élite;
- utilisation de nouveaux moyens de sélection pour accélérer le développement des cultivars;
- production de nouveaux cultivars:
 - » qui répondent aux tendances affichées par les consommateurs à l'échelle internationale,
 - » qui s'adaptent au changement climatique,
 - » qui sont résistants aux principaux ennemis des cultures et aux principales maladies.

Les principales mesures que nous prenons pour accélérer notre programme de sélection de cultivars visent notamment:

- à réduire la durée de production et à accélérer la livraison de produits améliorés;
- à repérer rapidement les cultivars "gagnants";
- à améliorer l'efficacité du cycle de sélection;
- à réduire le risque de laisser partir un mauvais cultivar en réduisant le report de génotypes inférieurs.

Nous cherchons à réduire le délai entre la sélection parentale et la pleine production commerciale. Voici certaines des mesures visant à accroître le rythme de déroulement du cycle de sélection :

- développement et entretien d'un germoplasme divers;
- utilisation de marqueurs moléculaires pour les principaux caractères;
- génotypie rapide à haut rendement, sélection de génomes complets, séquençage de génotypes particuliers;
- accélération de la croissance des arbres – réduction de la durée de vie à l'état juvénile;
- choix de technologies de phénotypie rapides, à haut rendement, non destructives, telles que NIR;
- utilisation efficace de bases de données et d'analyse des données.

Bien que notre organisation ait une vaste expérience de la sélection de nouveaux fruits présentant de nouvelles caractéristiques qui plaisent au consommateur, telles que le parfum, la texture, la couleur et la forme, ou au producteur, telles qu'un haut rendement, la résistance aux ennemis des cultures et aux maladies, la saisonnalité et la possibilité d'entreposage, nous faisons constamment évoluer nos approches. Comme pour les autres sélectionneurs, cela ne signifie pas nécessairement des changements radicaux, mais plutôt une extension délibérée et une amélioration réfléchie de nos capacités.

Dans ce contexte, notre organisation utilise des techniques de sélection conventionnelles pour créer de nouveaux cultivars, utilisant ses connaissances de la génétique des caractères essentiels à l'appui du processus de sélection. Notre vaste collection de germoplasme nous offre un large éventail de diversité génétique que nous pouvons inclure dans nos programmes de sélection. Nous procédons à un choix génétique de plantes parentales offrant la meilleure chance de produire une descendance présentant les caractères souhaités. Nos chercheurs en génomique identifient et isolent les nouveaux gènes, permettant à notre équipe de sélectionneurs de trier ces gènes et de resserrer la recherche de parents présentant les caractéristiques génétiques idéales. Nous examinons aussi la descendance et isolons les plantes qui présentent le potentiel génétique le plus prometteur pour une nouvelle sélection ou la réussite commerciale, en réduisant le nombre et en augmentant la qualité des sélections retenues pour les essais d'évaluation.

Le portefeuille de sélection et de génomique de Plant & Food Research compte trois groupes scientifiques structurés autour d'une réserve de produits à développer. Ce portefeuille couvre un ensemble de disciplines qui vont de la recherche en laboratoire aux essais sur le terrain. En particulier, il englobe les jardins de recherche de l'Institut, qui couvrent les principales régions horticoles de Nouvelle-Zélande, ce qui nous permet de travailler en étroite collaboration avec nos partenaires industriels. Notre réseau d'exploitations de recherche, qui couvre plus de 300 hectares de vergers et de champs, offre à nos chercheurs la possibilité d'évaluer amplement le potentiel de nouveaux cultivars sous différentes conditions climatiques afin d'entreprendre des essais à grande échelle. Nous sommes associés à plusieurs projets mondiaux de séquençage et de cartographie de génomes, et travaillons avec d'autres organismes de recherche à travers le monde afin de comprendre le schéma génétique des cultures qui nous intéressent. Nous détenons également des brevets sur un certain nombre de gènes de plantes et de technologies génomiques clés.

Plant & Food Research est connu dans le monde entier pour son innovation dans la sélection de plantes. Certains produits tels que la pomme de marque JAZZ™ (le cultivar "Scifresh") et le kiwi ZESPRI® GOLD (le cultivar "Hort16A") nous ont acquis une réputation dans le développement de nouveaux produits inédits qui assurent au consommateur une expérience privilégiée.

L'étude de cas de la pomme

Vendue sous la marque Jazz™, le cultivar "Scifresh" de pomme développé par Plant & Food Research est le résultat du croisement de cultivars de pomme "Braeburn" et "Royal Gala" et présente une combinaison de caractères et d'expérience pour le consommateur supérieurs à ceux de leurs deux parents. Alors que les variétés parentales ont toutes deux été développées en Nouvelle-Zélande (et que la Nouvelle-Zélande est reconnue pour le développement de nouvelles variétés de pommes) – c'est ainsi que le World Apple Review (2004) a déclaré que les variétés de pommes conçues et sélectionnées en Nouvelle-Zélande ont des caractéristiques supérieures à celles de leurs parents.

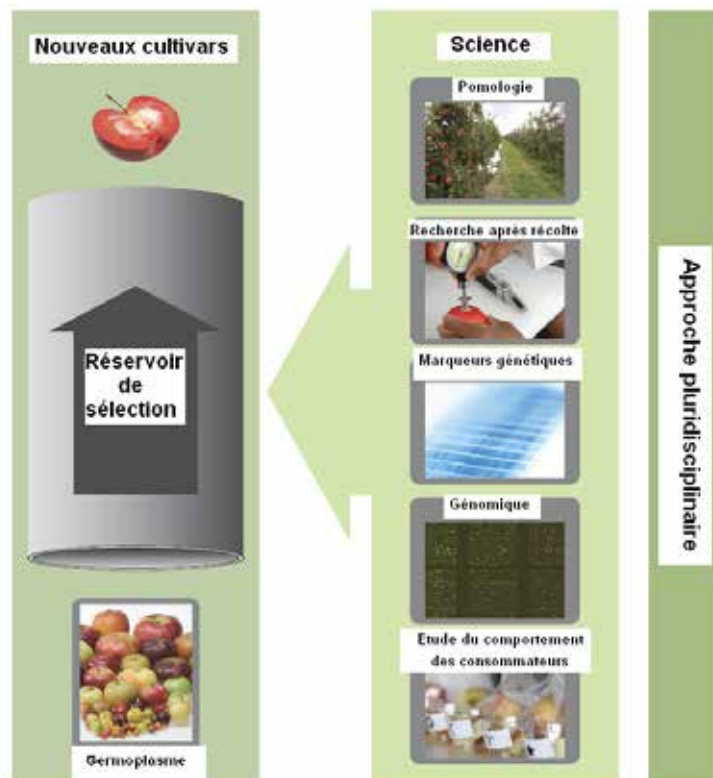
tionnées en Nouvelle-Zélande après les années 50 représentaient 11,5% de la récolte mondiale, et que leur proportion était appelée à augmenter dans le temps – elles sont librement cultivées dans d'autres pays, par des concurrents des cultivateurs et des distributeurs néo-zélandais. Le nouveau cultivar, distribué sous la marque Jazz™, offre un exemple de nouvelle stratégie de commercialisation. Le développement commercial de Jazz™ est contrôlé par ENZA International Limited, société qui a son siège en Nouvelle-Zélande. Avec des arbres plantés dans les principales régions productrices du monde et des contrats de contrôle des approvisionnements en fruits, ENZA peut assurer un flux constant d'avantages économiques pour la Nouvelle-Zélande. Un système de protection des obtentions végétales et des marques a permis à la Nouvelle-Zélande de rechercher des moyens novateurs de commercer avec le monde et de tirer profit de l'innovation locale. Cet exemple illustre aussi la façon dont la science et l'industrie peuvent collaborer afin de créer une nouvelle variété de pomme et protéger la propriété intellectuelle au profit du développement mondial, avec des retombées bénéfiques pour la Nouvelle-Zélande.

Des pommes et des poires nouvelles

Bien que Plant & Food Research ait connu un succès commercial sensible avec ses cultivars de pomme – y compris les pommes de la série Pacific, Jazz™ et plus récemment Envy™ – nous sommes conscients qu'il existe un grand nombre de programmes de sélections de pommes à travers le monde (une cinquantaine). Généralement, le principal objectif des programmes de sélection de pommes et de poires est d'améliorer la qualité des fruits – en particulier leur texture. Nombre de ces programmes utilisent un matériel parental semblable au nôtre.

Quand on crée un nouveau cultivar de pomme ou de poire, il faut tenir compte d'un grand nombre de caractéristiques des fruits et des arbres. Nous estimons que nous devons en être conscients et qu'il nous faut ajouter quelque chose d'autre à nos nouveaux cultivars – et que ces nouveaux cultivars doivent être développés le plus vite possible.

Figure 2: Cadre de sélection de "Pipfruit" de Plant & Fruit Research



Pour l'avenir, nous avons adopté de nouveaux objectifs de sélection adaptés aux consommateurs pour notre programme de pipfruit:

- excellentes caractéristiques de parfum pour les pommes et les poires;
- résistance durable aux principaux ennemis des cultures et aux principales maladies;
- permet de cultiver durablement des cultivars dans des systèmes à faible utilisation de pulvérisations;
- des couleurs de chair différentes;
- liens potentiels avec la santé.

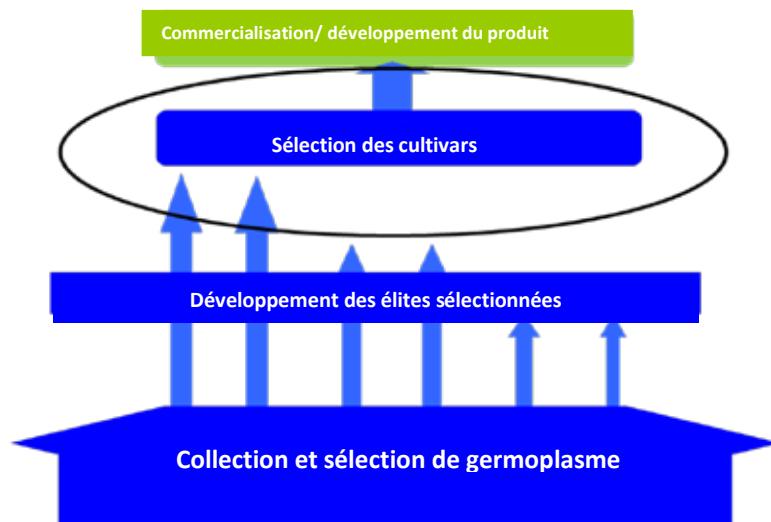
S'il est vrai que nos sélectionneurs examinent plus de 40 caractéristiques importantes des fruits et des arbres, les principaux critères de sélection sont:

- la qualité des fruits après entreposage;
- l'apparence des fruits;
- la productivité élevée et le conditionnement.

Notre réservoir de sélection de pommes et de poires a considérablement évolué dans le temps. Aujourd'hui, il fonctionne comme le montre la figure 3. Parmi les changements apportés au cours de cette évolution pour permettre une sélection plus rapide et plus efficace des cultivars et pour améliorer les chances de succès figurent:

- une présélection accrue pour permettre un plus grand choix de parents;
- une plus grande production de jeunes plants (une augmentation de un à six par an) ;
- des délais plus courts entre le jeune plant et l'évaluation en verger;
- de nouvelles techniques d'analyse des données afin de mieux prédire la performance des plants;
- des essais des meilleures sélections auprès des consommateurs afin de mieux estimer la valeur future du produit.

Figure 3: Réservoir de sélection des Pipfruit



Étude de cas du kiwi

La Nouvelle-Zélande a joué un rôle déterminant dans l'introduction du kiwi à chair verte sur les marchés internationaux dans les années 60. L'intérêt pour ce fruit remonte au lancement, en 1925, de la production par l'horticulteur Hayward Wright de la variété "Hayward" à chair verte qui domine aujourd'hui le marché. Le kiwi est l'un des nouveaux fruits introduits au XX^e siècle sur le marché international, et il est aujourd'hui cultivé dans beaucoup de pays. Or, ce développement commercial ne reposait que sur la sélection d'une espèce d'un genre particulier. Le développement du nouveau cultivar de kiwi à chair jaune "Hort16A", et la commercialisation de ce fruit sous la marque ZESPRI™ GOLD Kiwifruit a représenté un important pas en avant – soulageant la crainte de ne devoir compter que sur une monoculture. Avec une couleur de chair différente, moins de poils et une saveur tropi-

cale plus douce, cette nouvelle variété complète la variété "Hayward". La sélection de "Hort16A" a été le point de départ, mais la commercialisation nécessitait une diffusion rapide, l'acceptation par les producteurs, des travaux de recherche sur la culture des plants, la qualité et la physiologie après récolte, ainsi qu'une stratégie de commercialisation internationale bien focalisée.

Le nouveau kiwi

Ensemble, Plant & Food Research et ZESPRI ont l'intention de produire de nouveaux cultivars de kiwi promis à un important succès commercial. Leur stratégie consistera à avoir:

- un approvisionnement constant en fruits de qualité supérieure 7 jours par semaine et 365 jours par an;
- de porter leurs recettes d'exportations de 1 à 3 milliards de dollars néo-zélandais d'ici à 2025: au moyen de nouvelles variétés exclusivement soigneusement différenciées.

Les objectifs de la sélection de nouveaux cultivars de kiwi sont notamment:

- une palette de nouvelles couleurs;
- de bonnes conditions d'entreposage;
- une plus longue récolte d'hiver;
- des parfums nouveaux et inédits;
- des fruits faciles à éplucher.

Des modifications importantes ont été apportées au programme de sélection des kiwis au cours des cinq dernières années, notamment des changements dans le concept du fruit, l'ampleur et la gestion des populations de plants, les stratégies de sélection et les outils utilisés. Voici certains des principaux changements:

Avant 2005	2005-2010
Pas de concepts de produit	Des concepts de produit nés de réunions annuelles entre PFR et ZESPRI
Collecte de données auprès des consommateurs	Programme de sélection résultant de recherches auprès des consommateurs et d'études de marché
<5000 plants par an	Multiplication par 4 à 5 du nombre de plants par an
Faibles densités de plantation	Fortes densités de plantation
Sélection de masse	Sélection de masse et sélection récurrente/de populations
Populations mixtes	Populations fonctionnelles
Sélection sans l'aide de marqueurs	Sélection à l'aide de marqueurs
Collecte de données	Analyse de données pour la recherche de caractères importants

Conclusions

Les sélectionneurs de fruits se sont fixé des objectifs ambitieux pour le XXI^e siècle. Il ne faut pas sous-estimer le potentiel de nouvelles améliorations génétiques qui porteront de nouvelles espèces de fruits vers de nouveaux marchés. Après tout, le kiwi a été perçu pendant 30 ans comme un fruit vert et velu, et ce n'est que récemment qu'il a subi un renouveau dans sa couleur, son parfum et son apparence. La diversité et la nouveauté apportées aux nouvelles espèces ont des chances de s'étendre à d'autres récoltes. D'autres genres et espèces de fruits qui ne figurent pas actuellement parmi les cultures commerciales pourraient bien se révéler demain économiquement viables pour les producteurs.

Pour répondre aux demandes de nouveaux cultivars adaptés à diverses situations de production et bénéfiques pour les cultivateurs et les consommateurs, les objectifs de la sélection seront de plus en plus souvent définis par la recherche auprès des consommateurs et sur les marchés. L'une des grandes difficultés pour les sélectionneurs est de procurer des avantages nouveaux et réels; il existe aujourd'hui de nombreux cultivars de qualité qui devraient déboucher sur des fruits qui répondront aux besoins de la plupart des consommateurs – quelles seront les prochaines nouveautés?

Les nouvelles technologies accéléreront l'apparition de nouvelles variétés, et les sélectionneurs s'emploient à relever ces défis en déployant tout leur potentiel, par exemple:

- le rythme rapide de l'apparition de nouvelles technologies;
- la gestion et l'analyse de vastes ensembles de données.

Bien que les droits de propriété intellectuelle soient bien établis dans le domaine de la production de fruits et continuent à gagner de nouveaux territoires, la façon dont les secrets d'affaires sont structurés jouera un plus grand rôle à l'avenir. La dichotomie entre la compétitivité des marchés et des produits et une concentration accrue de l'interaction entre les chercheurs n'est pas appelée à disparaître.

L'aptitude à gérer de plus vastes populations de plants par le biais de meilleures méthodes de sélection et les réductions du temps de constitution de cultivars sont réelles et manifestes – la sélection à l'aide de marqueurs est aujourd'hui monnaie courante. À l'avenir, les sélectionneurs de fruits peuvent raisonnablement envisager davantage de marqueurs génétiques, la sélection de génomes complets – et une production accrue de cultivars (soit des gains génétiques plus rapides).

Pour les organisations telles que Plant & Food Research, l'analyse de la valeur que nous apportons et les propositions et technologies uniques que nous appliquons à la sélection de plantes, combinées à une solide législation sur la propriété intellectuelle permettant de réaliser un gain sur l'investissement, définiront le cours de notre action au XXI^e siècle, et nous permettront de poursuivre notre objectif de diffusion des innovations et technologies de nos nouveaux cultivars pour répondre à la demande de toutes les régions d'un monde en évolution.

Discussions (transcriptions)

PREMIÈRE SÉANCE: La Phytologie et l'avenir de la sélection végétale

Le rôle de la génomique dans l'amélioration des plantes

Mike Bevan

Konstantin G. Skryabin (orateur): Il se peut que le goulet d'étranglement dans lequel se trouve toute la recherche en génomique se situe dans l'informatique, car nous avons à présent tant de séquences qu'il nous faut analyser ces séquences. Que pouvez-vous recommander aux obtenteurs et aux chercheurs qui procèdent à ce séquençage?

Mike Bevan (orateur): Vous avez tout à fait raison. Le défi sera de faire des choses intelligentes et judicieuses avec cette vaste quantité de données. Il ne s'agit pas seulement de produire des données: nous pouvons faire cela avec de meilleures technologies de séquençage. Nous pensons que nous avons une bonne stratégie pour traiter le génome du blé et pour reséquencer un grand nombre de variétés sauvages. Comme vous le dites, il suffit de faire appel aux meilleurs cerveaux travaillant en bio-informatique, analyse des données et modélisation pour pouvoir identifier d'importantes variations génétiques et les transférer aussi vite que possible à la production agricole.

Niels Louwaars, Plantum NL: Nous voulons parler des droits de propriété intellectuelle, et vous insistez beaucoup sur l'accès au travail que vous faites, qui relève du secteur public. Pourquoi est-il si important, d'après vous, que ce travail soit fait par le secteur public et non pas par le secteur privé?

Mike Bevan (orateur) Je me référais à mon commentaire sur le fait que les nouvelles variétés que nous produisons ici dans le programme de présélection seront librement accessibles aux obtenteurs de monde entier et que les données relatives à la séquence que nous produisons seront disponibles gratuitement. Nous estimons que c'est là la voie la plus rapide au progrès. Les personnes qui créent des produits commerciaux sont ceux à qui revient la responsabilité de créer les produits que les autres cultivent, que les agriculteurs utilisent. Ces organisations ont des moyens bien établis de protéger leurs innovations. Ce que nous cherchons à faire, c'est de leur fournir également quantité de nouveaux matériels et informations, afin qu'ils puissent les utiliser selon leur gré. Il est vrai que cela peut poser des problèmes et créer des tensions entre les sociétés et les organisations qui sont le mieux à même d'exploiter ces données. Nous nous trouvons donc sans aucun doute dans une situation de concurrence. Mais en tant que chercheurs, dont les travaux sont financés de source publique, nous estimons que c'est le moyen le plus rapide de progresser.

Frank Ordon (orateur): Combien de temps estimez-vous qu'il faudra pour que la sélection séquentielle atteigne la sélection végétale?

Mike Bevan (orateur): C'est une bonne question. Dans le cas du maïs, c'est déjà une réalité. Je ne connais pas les détails, mais je sais que les grandes sociétés aux États-Unis d'Amérique et en Europe utilisent régulièrement une sélection à l'aide de marqueurs qui a déjà accéléré le programme de sélection. Dans le cas du blé, je pense que des séquences utiles seront là prochainement: au début de l'année prochaine, notre programme offrira des marqueurs des variations de séquence, c'est tout ce que je peux dire. La sélection du blé est faite de façon classique par de nombreuses petites organisations, et la difficulté à laquelle nous nous heurtons, pour que nos travaux de recherche aient un meilleur impact, c'est de créer de nouveaux programmes de formation tels que les petites entreprises, éventuellement en collaboration avec d'autres petites entreprises qui savent comment gérer les données, soient en mesure de gérer ces données: c'est là le défi auquel M. Skryabin a fait allusion. J'ajouterai qu'il faudra quelques années, mais grâce aux bienfaits de la technologie, les choses progresseront très rapidement.

Joël Guiard, GEVES: Vous nous avez montré que l'impact que cette technologie pourrait avoir sur la sélection de nouvelles variétés. J'aimerais savoir ce que vous pensez de l'impact de ces nouvelles technologies sur les aspects qui concernent directement l'UPOV, en particulier sur la caractérisation des nouvelles variétés aux fins de l'attribution du droit d'obteneur?

Mike Bevan (orateur): C'est une question que je craignais que vous ne posiez. Je suis désolé. Je ne peux répondre à cette excellente question parce que je ne suis pas expert, mais il se peut qu'une partie des critères que vous utilisez pour définir le caractère distinctif d'une variété comprennent des données séquentielles, parce que les plantes pourraient être autrement impossibles à distinguer phénotypiquement alors qu'elles seraient génétiquement distinctes. On pourrait peut-être commencer par inclure des données séquentielles, indiquant que le génotype de ce produit particulier est différent parce qu'il a l'haplotype de l'estragon, par exemple, et il a reçu une séquence d'ADN provenant de l'*Aegilops tauschii* qui confirme sa tolérance à la sécheresse ou sa résistance à la maladie.

Génie biologique

Konstantin Skryabin

Gerhard Deneken, Danish Agrifish Agency: Vous avez mentionné les termes "brevets" et "droits des obtenteurs". Avez-vous une idée de la façon dont vous commercialiseriez les brevets biotechnologiques selon le schéma que vous avez conçu?

Konstantin G. Skryabin (orateur): Je n'ai pas d'idée au sujet de tels brevets. En revanche, nombre d'entreprises s'intéressent à la façon dont le schéma est organisé avec le gène qui confère la résistance, ce qui explique l'intérêt suscité par ces brevets.

Marcel Bruins, ISF: Au début de cette année, j'ai participé à une conférence à Moscou à la Fondation de l'Association nationale des obtenteurs de variétés végétales, et c'est là que j'ai compris que le gouvernement cherchait à limiter l'entrée de germplasm étranger. Il veut pouvoir compter davantage sur le germplasm local, et j'ai quelques réserves au sujet de cette politique, parce qu'elle priverait les obtenteurs russes d'une grande quantité de précieux germplasm issu d'autres pays. Pouvez-vous nous expliquer cette politique?

Konstantin G. Skryabin (orateur): On ne peut en aucun cas se limiter de cette façon – si vous regardez les variétés que nous cultivons aujourd'hui dans la Fédération de Russie, je dirais que 40 à 45% de ces variétés proviennent de programmes de sélection de l'extérieur de la Russie. Toutefois, si l'on regarde la betterave sucrière, que nous conservons traditionnellement à l'extérieur pendant l'hiver, les variétés étrangères peuvent fournir un rendement élevé, mais on s'expose à un problème de maladies si l'on n'a pas assez de capacité de stockage. C'est pourquoi les variétés russes sont bonnes – le problème est complexe – nous n'hésiterons pas à utiliser toutes les connaissances mondiales.

Vigueur hybride (seigle)

Stanislau Hardzei

Bernard Le Buanec (orateur): je suis quelque peu étonné d'entendre que l'hybride de seigle appauvrit les sols, parce qu'en général, c'est le contraire qui se produit avec le blé. Nous avons vu que le blé hybride est également meilleur sur des sols secs et pauvres. Pouvez-vous donc nous expliquer cette différence entre les expériences avec le seigle hybride et le blé hybride?

Stanislau Hardzei (orateur): C'est une question très intéressante. J'ai également observé ces résultats avec le blé hybride, mais le blé est autogame et le seigle est une culture à fécondation libre. Par ailleurs, nous devons tenir compte du fait que sur les sols pauvres sablonneux, les variétés de seigle hybrides ne présentent pas d'augmentation de leur productivité par comparaison avec les populations naturelles. nous n'avons pas fait de comparaison avec les variétés de blé qui, de toute façon, nécessitent des sols plus riches.

Sélection des céréales aux fins de la résistance aux virus

Frank Ordon

Stanislau Hardzei (orateur): Si nous avons une nouvelle variété résistante à différents pathogènes et qu'une nouvelle race de pathogènes apparaît, combien de temps, à votre avis, pouvons-nous cultiver cette variété, et combien de temps restera-t-elle résistante à tous les pathogènes?

Frank Ordon (orateur): C'est une bonne question qui exige une réponse détaillée. Mais je dirais simplement que cela dépend des cas. Par exemple, la variété Hawaiian n° 4 existait déjà en 1978, et en 1989 sont apparues les premières souches capables de briser la résistance du virus. Par ailleurs, si nous considérons la résistance de l'orge au mildiou, on utilise le gène MLO depuis les années 70, et il reste efficace aujourd'hui. Par conséquent, je pense que tout dépend de la façon dont les gènes résistants réagissent, et je l'ai dit, par exemple, à propos du facteur d'initiation de la translation pour le rendement. La protéine du génome viral se lie très probablement à ce gène, de sorte que la mutation dans la séquence du gène empêche de lier la résistance mais, par contre, une mutation de la protéine du génome viral facilite cette liaison – à l'instar de la clé et de la serrure – et la plante devient vulnérable.

Pierre Devaud, ISF: Vous affirmez que pour les deux maladies, la mosaïque jaune de l'orge et la jaunisse nanifiante de l'orge, la combinaison de trois gènes suffit à maîtriser la maladie. Or, nous avons un bon réservoir de gènes différents d'autres cultures – pensez-vous qu'il pourrait être intéressant de les utiliser?

Frank Ordon (orateur): Si j'ai bien compris votre question, vous vous demandez si un seul gène pourrait suffire à conférer à la résistance. Bien sûr, c'est là la façon la plus aisée pour les obtenteurs de variétés végétales, parce qu'il leur suffit de suivre un gène au lieu de trois lors du processus de sélection. Toutefois, à mon avis, ce n'est qu'une question de temps avant qu'une nouvelle souche de virus n'apparaisse, car les virus à ARN ont un taux de mutation très élevé. Je pense donc que nous devrions toujours avoir un réservoir de gènes, combinés peut-être, que nous pourrions alors utiliser en sélection génétique appliquée.

Jari Valkonen (orateur): J'estime que la question de la durabilité à propos de la résistance est une question importante. Il y a de nombreux choix d'allèles de résistance contre ces virus telluriques; par conséquent, une rotation de variétés à allèles de résistance différents supprimerait-elle l'évolution d'une souche brisant la résistance ou, éventuellement, différentes variantes du virus évolueraient-elles en proportions égales dans la population? Pouvons-nous utiliser la rotation comme stratégie?

Frank Ordon (orateur): C'est une bonne question, mais je n'ai pas la réponse: cette solution n'a pas été testée et l'on ne peut que spéculer quant à ce qui pourrait se produire.

Résistance au stress (maïs)

Marianne Bänziger

Radha Ranganathan, ISF: L'un des problèmes qui semble gagner en difficulté est celui de l'accès aux ressources génétiques. Qu'en pensez-vous? Vous avez dit que le Gouvernement mexicain avait affecté des crédits à cet égard. Le Gouvernement mexicain s'inquiète-t-il du partage des avantages que permettra l'accès à ses ressources génétiques?

Marianne Bänziger (orateur): Ce projet est un don au reste du monde – un don très impressionnant, et qui vient d'un pays à revenu intermédiaire. Il n'y a pas d'arrière-pensée à cette action. Toutefois, en ce qui concerne l'accès aux ressources génétiques, votre remarque est très pertinente; il est quelque peu regrettable que depuis l'entrée en vigueur du Traité international sur les ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture, qui aurait dû favoriser un échange accru de germplasma, ce soit l'inverse qui s'est produit. Je pense qu'il nous faut réévaluer la situation afin d'atteindre véritablement les objectifs de ce traité.

Interactions moléculaires entre les virus et les plantes et défense contre les pathogènes (plantes tubéreuses)

Jari Valkonen

Konstantin G. Skryabin (orateur): Nous pensons que si vous stoppez le transfert du virus d'une cellule à une autre, vous utilisez l'un des mécanismes les plus efficaces de protection contre les virus – qu'en pensez-vous?

Jari Valkonen (orateur): C'est vrai. Par exemple, la protéine liée au génome du virus peut être l'un des partenaires dans l'interaction virus-cellule qui bloque le transfert de cellule à cellule. Toutefois, je pense que ce type de résistance est assez vulnérable si l'on est en présence de plusieurs infections virales dans la plante, ce qui est presque toujours le cas sur le terrain, et d'autres virus peuvent venir s'ajouter à cette interaction. M. Atabek à Moscou a publié des informations à ce sujet il y a quelque temps, avec de bons exemples, et je pense qu'il pourrait y avoir un risque avec ce type de résistance.

Conclusion sur la séance

Kitisri Sukhapinda (présidence, première séance): Pour conclure la séance de ce matin, je constate qu'un grand nombre d'outils moléculaires ont été conçus ces dernières années et commencent à être utilisés pour le développement de nouvelles variétés et de variétés améliorées. L'UPOV examine le rôle des techniques moléculaires, et nous essaierons de voir si ces techniques peuvent être utilisées pour soutenir les droits des obtenteurs de variétés végétales. Il est très bien que nous ayons entendu de la bouche de chercheurs qu'il y a beaucoup à attendre de l'avenir. Les membres de l'UPOV devront se préparer à étudier les possibilités de ces technologies et des nouvelles informations qui influenceront sur ce que nous faisons dans le cadre du mandat de l'UPOV. J'attends avec un vif intérêt de voir quantité d'applications avec les outils de la biologie moléculaire, et je tiens à remercier tous ceux qui ont pris la parole ce matin.

DEUXIÈME SÉANCE: Application de la science: enjeux et possibilités

Protection des obtentions végétales et transfert de technologie

Peter Button

[pas de questions]

Caractères des variétés pour l'avenir

David Nevill

[pas de questions]

Stratégies concernant les plantes potagères et les plantes de grande culture en Afrique de l'Est

Yashwant Bhargava

[pas de questions]

Perspectives de la sélection végétale pour l'horticulture en Asie

Ki-Byung Lim

[pas de questions]

Sélection des variétés florales pour le marché mondial

Ulrich Sander

[pas de questions]

Objectifs de la sélection des variétés fruitières pour XXI^e siècle

Wendy Cashmore

[pas de questions]

Discussions de table ronde

tous les orateurs

Bernard Le Buanec (orateur): J'aurai une observation sur la discussion de ce matin: Niels Louwaars a posé une question à Mike Bevan et dit que seule la recherche publique peut faire de la recherche génomique et rendre les résultats publics; bien entendu, il s'agit clairement d'un malentendu. J'ai parlé avec Mike pour m'assurer que j'avais raison: la recherche présentée par Mike n'était pas publique, mais le produit d'un effort fait par un consortium financé par les secteurs public et privé, dont tous les résultats sont librement accessibles à toutes les entreprises parce que c'est une recherche préconcurrentielle, comme cela a été indiqué dans l'exposé de Marianne Bänziger. Cette recherche préconcurrentielle n'a rien de nouveau – je me rappelle qu'il y a 17 ans, nous avons déjà une telle recherche avec l'industrie et là, bien entendu, comme l'a souligné Mike Bevan, il y avait concurrence à la fin pour lancer le produit obtenu sur le marché, mais pas au niveau de la recherche. Tel est le commentaire que je voulais formuler afin d'assurer qu'il n'y ait pas de malentendu sur la question de Niels Louwaars. À présent, j'ai une question à poser à Marianne Bänziger: quand vous avez présenté les résultats concernant la tolérance à la sécheresse, vous avez dit que nous avons jusqu'à 50% d'amélioration entre les anciennes et les nouvelles variétés, que ce soit pour les variétés à fécondation libre ou pour les variétés hybrides, et avec le génie génétique, je dirais que l'amélioration a été de 8 à 15%. La comparaison est-elle faite avec les nouvelles variétés améliorées ou avec les anciennes variétés?

Marianne Bänziger (orateur): Il s'agit d'une comparaison avec les anciennes variétés. Actuellement, nous incorporons les variétés transgéniques dans les meilleures variétés nouvelles et nous cherchons à déterminer s'il y a un avantage supplémentaire, mais je pense qu'une réflexion approfondie a

débouché sur une approche différente de la façon de tester les variétés transgéniques. On a constaté que la transgénique affichait trop souvent un avantage pour avoir été incorporée à un contexte inadéquat, et une fois qu'on l'intègre à un contexte de choix, cet effet disparaît pratiquement. Il y a une grande différence entre ce qui est potentiellement une manifestation positive et ce qui, sur le terrain, produit une telle manifestation. Ainsi, si nous avons de la chance, nous obtenons une amélioration de 8 à 15%; cela dit, nous pouvons obtenir ce résultat avec un seul gène. La sélection classique est une accumulation d'un grand nombre d'effets génétiques. Nous avons essayé de rechercher directement des réseaux de gènes, en apportant des modifications à quatre, cinq gènes à la fois, et certaines discussions ont eu lieu sur la question de savoir comment les régulateurs accepteraient cela. Considéreraient-ils cela comme un seul trait, car cela revient à introduire le tout simultanément, et quel serait le degré d'expérimentation? Aussi, pour nous, c'est sans aucun doute quelque chose qui mérite d'être approfondi, malgré un coût élevé.

Doug Waterhouse (AU): Ma question s'adresse à Mme Bänziger. J'aimerais ajouter quelques mots au sujet de vos commentaires sur le rôle de la propriété intellectuelle et de la possibilité qu'elle offre de se prévaloir des arrangements de partage des avantages pour l'utilisation des ressources phylogénétiques.

Marianne Bänziger (orateur): En arpentant les couloirs ici même, j'ai entendu beaucoup de critiques sur l'efficacité du Traité international sur les ressources phylogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture et de l'Accord type relatif au transfert de matériel pour le partage des avantages. Je pense que le mécontentement est visible des deux côtés. Pour les bénéficiaires potentiels et les utilisateurs potentiels de l'Accord type relatif au transfert de matériel, il s'agit probablement plus d'un document politique que d'un contrat de licence d'utilisation aisée pour le secteur privé. C'est la première fois que l'on peut conférer une valeur à un trait et à sa source, ce qui devrait favoriser le partage des avantages. Ce qui a été mis en lumière, c'est la nécessité de permettre aux bénéficiaires potentiels de décider comment ils aimeraient tirer parti de ces avantages: autrement dit, ils ne doivent pas nécessairement se transformer en obtenteurs. Il se peut que ces bénéficiaires aient une interprétation très différente de la façon dont ils entendent tirer profit de ces avantages – par exemple, sous la forme de conseils en agronomie. Avec la réduction du volume des investissements dans l'agriculture, la recherche et le développement dans le secteur public qui n'est plus qu'à un quart de ce qu'il était dans les années 80, on constate un énorme déficit d'informations pour les agriculteurs sur les méthodes de production, les chaînes de valeur, les marchés, et ainsi de suite, de sorte que les bénéficiaires eux-mêmes fixeraient des priorités différentes de celles des organisations pour ce qui est des avantages recherchés. Il a juste été reconnu que l'on est en présence d'une très puissante opportunité.

Radha Ranganathan, ISF: Compte tenu de l'expérience que nous avons de l'Accord type relatif au transfert de matériel, peut-être devrait-on dire que cet accord est efficace. Ce n'est pas l'accord par lui-même qui ne marche pas. Je veux parler par rapport au Traité international sur les ressources phylogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture. C'est simplement que l'accord traite de l'accès. Le partage des avantages vient beaucoup plus tard, et c'est là que commence le problème. Pour préciser, disons que de notre point de vue, l'Accord type est essentiellement un bon accord.

Marianne Bänziger (orateur): Je vois d'ici que certains semblent avoir des doutes. Ce que j'entends et que je peux confirmer de la part des utilisateurs, c'est que l'Accord type n'est pas populaire parce qu'il comporte des obligations indéterminées, ce qui n'incite guère à y souscrire, parce que l'on ne sait pas à quoi on s'engage. Il serait donc peut-être bon que nous ayons une étude effectuée à titre indépendant sur le point de savoir si le Traité international sur les ressources phylogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture et l'Accord type relatif au transfert de matériel devraient énoncer clairement leurs objectifs.

Peter Button (UPOV): Merci. J'aimerais souligner qu'à l'UPOV, nous ne sommes pas directement impliqués dans le Traité international sur les ressources phylogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture et l'Accord type relatif au transfert de matériel, mais que nous sommes, bien entendu, toujours prêts à entendre des questions sur n'importe quel sujet.

Marcel Bruins, ISF: J'ai une question pour M. Nevill, M. Sander et Mme Cashmore, car je lis dans vos trois exposés que vous attendez de l'UPOV qu'elle s'adapte aux changements technologiques. Cette suggestion s'exprime dans des termes quelque peu différents dans vos trois exposés, et j'aimerais savoir si vous voulez dire que nous devrions songer à réviser la Convention de l'UPOV? Peut-être pourriez-vous nous éclairer sur ce point?

David Nevill (orateur): Je ne me sens pas autorisé à orienter l'UPOV dans une direction ou une autre. Je me contente de regarder les faits et de les commenter. Or, les faits, du point de vue de l'industrie, sont que si nous regardons de l'intérieur les similarités et les différences entre nos matériels, nous établissons l'identité génétique de ces matériels. Nous ne considérons pas le phénotype, et ce, pour bien comprendre et veiller à nous différencier des produits concurrentiels, mais aussi pour une gestion de qualité de la production – en fait, pour distinguer nos propres matériels les uns des autres lorsqu'ils ont essentiellement la même apparence. C'est ce que j'ai vraiment voulu dire: nous utilisons la technologie d'une certaine manière, et l'UPOV pourrait songer à en faire autant.

Wendy Cashmore (orateur): Je n'ai pas non plus cherché à imposer une direction particulière à l'UPOV, mais commenter certains propos d'introduction tenus ce matin par M. Le Buanec, selon lesquels le principe même de l'UPOV est d'aider et de favoriser l'innovation et un certain changement dynamique. Comme nous travaillons tous dans des domaines scientifiques et dans des domaines commerciaux qui sont également tributaires de l'innovation et du changement dynamique, il semble logique que tous les rouages opèrent d'une façon similaire. Pour reprendre des propos de M. Nevill, si certains outils et techniques sont disponibles et amplement utilisés, je ne pense pas qu'aucune institution ou aucun élément contribuant devrait ne pas en faire cas. Quant à savoir si cela exige une refonte complète du système, je ne suis pas en mesure de répondre à cette question, mais j'aimerais que chacun poursuive ce débat et que l'innovation reste présente dans les esprits.

Ulrich Sander (orateur): J'ai donné un exemple de cas où nous avons demandé des droits d'obtenteur et en même temps, déposé une demande de brevet d'utilité aux États-Unis d'Amérique, ce qui, à mon avis, n'est pas très habituel. Je pense que beaucoup d'entreprises commerciales de sélection déposent également des demandes de brevet pour assurer un certain niveau de protection pour leurs innovations. En fin de compte, je pense que, du moins les petites et moyennes entreprises n'aiment pas les brevets autant que les droits d'obtenteur parce que, comme vous le savez, le système de droits d'obtenteur a été créé pour les obtenteurs, et il est facile à gérer; nous avons parfois l'impression que le système de brevets s'adresse plus aux avocats qu'aux obtenteurs de variétés végétales, mais comme le champ d'application de la protection conférée par les droits d'obtenteur comporte certaines limitations, à commencer par l'exception en faveur de l'obtenteur, je pense que, dans une certaine mesure, les obtenteurs sont contraints d'utiliser les brevets pour protéger leur propriété intellectuelle. C'est à l'UPOV de décider si elle peut s'adapter à cette situation.

Peter Button (UPOV): Je pense que ces questions posent deux problèmes. Par ailleurs, Mme Bänziger, vous avez également fait état d'outils moléculaires à propos de la caractérisation des variétés. L'un traite des formes de propriété intellectuelle et l'autre de la caractérisation des variétés pour l'octroi de droits d'obtenteur et pour l'identification des variétés. Pour ceux qui aimeraient mieux comprendre la coexistence entre les brevets et les droits d'obtenteurs de variétés végétales, l'UPOV a organisé deux séminaires ici même, à Genève, exactement sur ce sujet, où il a été expliqué clairement qu'il s'agit de deux systèmes distincts et que les obtenteurs peuvent les utiliser tous les deux ou n'en utiliser qu'un à leur choix³⁰. Ces deux systèmes ne s'excluent pas l'un l'autre en aucune façon, et il existe également d'autres formes de propriété intellectuelle.

29 (www.upov.int/meetings/en/topic.jsp?group_id=73)

WIPO UPOV/SYM/03: WIPO UPOV Symposium on Intellectual Property Rights in Plant Biotechnology, 24 octobre 2003 (Genève, Suisse)

WIPO UPOV/SYM/02: WIPO UPOV Symposium on the Co Existence of Patents and Plant Breeders' Rights in the Promotion of Biotechnological Developments, 25 octobre 2002 (Genève, Suisse)

En ce qui concerne l'utilisation d'outils moléculaires dans l'examen des variétés en vue de l'attribution de droits d'obtenteur, la question est pourquoi n'utilisons-nous pas ces techniques moléculaires pour l'examen de la distinction, de l'homogénéité et de la stabilité. Nous avons ce débat depuis près de 20 ans au sein de l'UPOV. Les obtenteurs et les autorités en sont venus à comprendre qu'il y a certains domaines où ces techniques peuvent être utiles, mais en même temps, nous sommes convenus que nous ne devrions pas supposer qu'elles sont nécessairement moins coûteuses et plus efficaces. Le débat se poursuit, et nous avons un groupe de travail au sein de l'UPOV qui se penche spécifiquement sur cette question: le Groupe de travail sur les techniques biochimiques et moléculaires et les profils d'ADN en particulier. Enfin, certes, les outils moléculaires sont extrêmement puissants pour l'identification des variétés dans le domaine des obtenteurs, pour la reconnaissance de leurs droits d'obtenteur. Mais c'est là une question différente de celle de savoir s'ils sont utilisés dans l'examen de la distinction, de l'homogénéité et de la stabilité des variétés.

Conclusions

M. Keun-Jin Choi,
Président, Conseil de l'UPOV

Mesdames, Messieurs,

Dans mes propos de clôture, j'aimerais commencer par exprimer ma gratitude aux ministres d'Allemagne, de France, des Pays-Bas et du Royaume-Uni pour leurs messages.

Je remercie également les orateurs, qui sont venus du monde entier pour participer à nos travaux aujourd'hui:

M. Bernard Le Buanec, M. Mike Bevan, M. Konstantin Skryabin, M. Stanislaw Hardzei, M. Frank Ordon, Mme Marianne Bänziger, M. Jari P.T. Valkonen, M. David Nevill, M. Yashwant Bhargava, M. KiByung Lim, M. Ulrich Sander, et Mme Wendy Cashmore

ainsi que les présidents de séance: Mme Kitisri Sukhapinda et M. Peter Button pour leurs contributions.

Le cinquantième anniversaire de l'UPOV et ce symposium sont venus à un moment où l'agriculture est exposée à de nombreux défis. À l'échelle mondiale, l'accroissement de la population, le changement climatique, les demandes parallèles de production d'aliments et d'énergie et l'évolution des besoins humains nécessitent une réponse au niveau de la production agricole. Le développement économique s'accompagne aussi de nombreux défis.

Pour ces raisons, le progrès scientifique et l'innovation sont plus importants que jamais pour une agriculture dynamique et durable et pour promouvoir le développement économique dans le secteur rural.

À la première séance du symposium: "La phytologie et l'avenir de la sélection végétale", nous avons eu l'occasion d'examiner l'état de la science aujourd'hui et de voir certains des outils dont peuvent à présent disposer les obtenteurs. Nous avons vu des progrès scientifiques impressionnants dans les domaines de la génomique, du génie génétique et de l'effet hétérosis, et nous avons vu le travail accompli dans le domaine de la résistance à la maladie et au stress – éléments essentiels à une agriculture dynamique et durable.

Lors de la deuxième séance: "Application de la science: enjeux et possibilités", nous avons entendu des commentaires sur les travaux des obtenteurs de variétés végétales et sur la façon dont ils passent de la science à la sélection végétale et, ainsi, à de nouvelles variétés de plantes. Nous avons vu les outils et méthodes de sélection utilisés. Nous avons vu certains des caractères qui sont développés afin d'améliorer la productivité et la durabilité de l'agriculture. Nous avons vu les travaux accomplis pour améliorer la qualité des aliments que nous consommons et les fleurs qui embellissent notre vie quotidienne.

Mesdames, Messieurs, nous avons commencé par un examen de l'évolution de la sélection végétale et de la protection des obtentions végétales, et nous avons entendu des propos sur l'importance de la protection des obtentions végétales pour le transfert de technologie. Pour tirer le maximum de la biologie végétale et de la sélection végétale, il nous faut un système efficace de protection des obtentions végétales. Nous avons vu que le système de l'UPOV encourage le développement de nouvelles variétés de plantes dans l'intérêt des agriculteurs, des producteurs et des consommateurs – autrement dit, "de la société dans son ensemble".

Comme nous l'avons entendu dans les messages des ministres d'Allemagne, de France, des Pays-Bas et du Royaume-Uni, l'UPOV et le système UPOV de protection des variétés végétales sont tout aussi pertinents aujourd'hui que lors de la fondation de l'Union, il y a 50 ans, et ont un rôle vital à jouer pour l'avenir.

Avant de clore, j'aimerais remercier les interprètes de leur précieuse collaboration.

Enfin, je tiens à remercier tous les participants de leur présence et de leurs actives contributions aux travaux de ce symposium.

Il ne me reste plus qu'à vous souhaiter un bon voyage de retour dans vos foyers et à déclarer clos le présent symposium.

BIBLIOGRAPHIES



MARIANNE BÄNZIGER

Marianne Bänziger est directrice générale adjointe, Recherche et partenariats, au International Maize and Wheat Improvement Center (Centre international pour l'amélioration du maïs et du blé, plus connu sous son acronyme espagnol CIMMYT). Le CIMMYT (www.cimmyt.org) est une organisation internationale à but non lucratif spécialisée dans la recherche et la formation. Comptant des partenaires dans plus de 100 pays, le Centre s'emploie à utiliser la science pour accroître la sécurité alimentaire, améliorer la productivité et la rentabilité des systèmes de production de maïs et de blé, et préserver les ressources naturelles dans les pays en développement. Spécialiste de la physiologie des céréales et titulaire d'un doctorat de l'École polytechnique fédérale de Zurich (EPFZ) obtenu en 1992, Marianne Bänziger se consacre à la recherche sur le maïs, avec pour cible les stress environnementaux. Elle est l'auteur de plus de 40 articles et chapitres publiés dans des revues et ouvrages internationaux à comité de lecture, et a contribué notablement au développement de variétés de maïs résistantes à la sécheresse en Afrique.



MICHAEL BEVAN

Directeur adjoint, John Innes Centre, Norwich, Royaume-Uni
michael.bevan@jic.ac.uk

Baccalauréat et maîtrise universitaires ès sciences, Université d'Auckland (1975)
 Doctorat, Université de Cambridge (1979)
 Recherche postdoctorale, Université Washington de Saint-Louis

Domaines de recherche: contrôle de la croissance des végétaux, génomique végétale et génomique fonctionnelle des plantes.



YASHWANT BHARGAVA

De nationalité indienne et titulaire d'un doctorat en génétique et sélection des plantes de l'Université de Nagpur (1984), Yashwant Bhargava s'est engagé dans le domaine de l'agriculture avec le secteur privé: chef de la recherche et du développement chez Ankur Seeds (5 ans) à Nagpur; responsable des semences chez Hoechst AgrEvo (6 ans) à Mumbai. En 1995, il a rejoint Sandoz, puis Syngenta, à la fonction de responsable du développement, à Pune. Yashwant Bhargava a permis à ces sociétés d'ajouter un grand nombre de variétés et d'hybrides à leur gamme pour les légumes et les grandes cultures. Il a siégé au conseil consultatif de revues de recherche en Inde et compte plus de 50 publications dans des revues nationales et internationales. Il a également suivi un cours accéléré en gestion d'entreprise à l'Indian Institute of Management Ahmedabad. M. Bhargava a occupé la fonction de responsable des ventes puis a dirigé le département chargé du développement du marché pour le coton et les biocarburants chez Syngenta pendant 15 ans. Il a été le principal artisan de l'introduction du sucre de betterave en Inde par l'intermédiaire de Syngenta, et a été directeur honoraire de la première usine de production de sucre de betterave, près de Baramati. M. Bhargava a pour loisirs le sport et la lecture. Grand sportif, il a participé à des compétitions d'athlétisme et de football au niveau national.

Actuellement chef de la recherche et du développement, M. Bhargava est basé à Nairobi depuis 2010 et coordonne les activités de recherche et de développement, de production de semences et de contrôle-qualité avec les sociétés du groupe de l'East African Seed Company Limited au Kenya, en République-Unie de Tanzanie et en Ouganda.



PETER BUTTON

M. Peter Button a été nommé secrétaire général adjoint de l'UPOV le 1^{er} décembre 2010, après avoir occupé la fonction de directeur technique depuis 2000.

De nationalité britannique, M. Button est titulaire d'une licence en sciences biologiques obtenue avec mention. De 1981 à 1987, il a travaillé pour Twyford Seeds Ltd., une société basée au Royaume-Uni et spécialisée dans l'amélioration des plantes, où il était chargé du développement de nouvelles variétés de céréales. De 1987 à 1994, il a été directeur général de Twygen Ltd., une société ayant mis au point des systèmes de microreproduction aux fins de la production commerciale de pommes de terre de semence et de plants d'arbres à fruits tendres, et a été maintenu au poste de directeur général lorsque Twygen Ltd. est devenue GenTech Propagation Ltd. en 1994. En 1996, M. Button est rentré à la British Society of Plant Breeders en tant que directeur technique, où il était notamment responsable de la supervision des essais officiellement agréés relatifs aux variétés. En 1998, il est devenu responsable technique au Ministère britannique de l'agriculture, de la pêche et de l'alimentation (à la Division des variétés et des semences), où il était chargé des tests et des essais en lien avec l'octroi de droits d'obtenteur et l'inscription sur la liste nationale au Royaume-Uni et la certification des semences en Angleterre et au Pays de Galle. Il représentait également le Royaume-Uni au sein du Comité technique de l'UPOV.



WENDY CASHMORE

Diplôme d'horticulture, gestion de la reproduction, Université de Massey, Nouvelle-Zélande

Responsabilités

Supervision des activités de sélection végétale et gestion des aspects de propriété intellectuelle y relatifs, y compris gestion de la commercialisation de la propriété intellectuelle relative aux obtentions végétales et conduite des activités d'octroi de licence et de protection des obtentions végétales pour l'organisation. Mise en œuvre d'une approche transversale alliant compétences scientifiques/techniques, aspects juridiques et sens des affaires pour maximiser la rentabilité et les possibilités commerciales des nouvelles variétés végétales.

Expérience professionnelle

2003-2008	Chef de l'équipe de gestion des variétés végétales, HortResearch, Nouvelle-Zélande
1999-2003	Responsable technique au sein de l'équipe de gestion des variétés végétales, HortResearch, Nouvelle-Zélande
1997-1999	Horticultrice indépendante, mandatée essentiellement sur des projets relatifs au transfert de technologies. Mise sur pied et direction d'une société visant à permettre à un groupe de producteurs de réaliser un projet de recherche et développement (valeur totale du projet > \$250k, durée du projet 3 ans).
1985-1997	Rôle technique dans des équipes de recherche sur la physiologie des fruits à pépins au sein de plusieurs divisions du Département de la recherche scientifique et industrielle (DSIR), puis de HortResearch, Nouvelle-Zélande.



HARDZEI STANISLAU

- 17.07.1964 Naissance dans le village de Trukhanovichi, région de Minsk, Bélarus
- 1981-1986 Études de premier cycle, Belorussian Agricultural Academy, faculté d'agronomie, spécialisation en amélioration des plantes.
- 1986-1989 Agronome en chef dans une exploitation étatique.
- 1989-1991 Études de deuxième cycle, Institute of Genetics and Cytology, Minsk, Bélarus
- 1991-2010 Obtenteur de seigle, laboratoire de recherche sur le seigle d'hiver, Scientific and Practical Centre of Belorussian NAS for Arable Farming (SPCAF)
- 1992 Docteur en sciences biologiques
- Depuis 2010 chef du laboratoire de génétique et de biotechnologies, Scientific and Practical Centre of Belorussian NAS for Arable Farming (SPCAF)
- Études pratiques à l'étranger:
- 1993 Études pratiques, Plant Breeding and Acclimatization Institute, Radzikow, Pologne, Dr. L.Madej
- 1996-1997 Études pratiques, Munich Technical University, Freising, Allemagne, Prof. F. Zeller.
- 1998 Études pratiques, "EpiLogic GmbH", Freising, Allemagne, Dr F.Felsenstein.
- 2001-2005 Études pratiques et travail, "PZG-Planzenzuechtung GmbH", Gülzow, Allemagne, Dr G.Melz (1-4 mois par année).
- Depuis 2006 Membre de l'Association européenne pour l'amélioration des plantes (EUCARPIA), section des céréales
- Publications scientifiques – 52
- Variétés de seigle obtenues – 4 (Spadchina, Zavea-2, Praleska, Plisa-F1)



BERNARD LE BUANEC

- Bernard Le Buanec est membre et secrétaire de la section 1 de l'Académie d'agriculture de France, membre fondateur de l'Académie française des technologies et membre honoraire à vie de l'International Seed Federation. De 1965 à 1975, il occupait le poste de chercheur au CIRAD, travaillant en Afrique ; de 1976 à 1984, de directeur général de diverses entreprises semencières ; de 1984 à 1993, de directeur des programmes de recherche du groupe Limagrain ; et de 1993 à 2008, de secrétaire général de l'International Seed Federation.
- Il a été président de l'ASSINSEL, ainsi que membres des organismes suivants: Conseil supérieur français de la recherche et de la technologie ; Comité français de la protection des obtentions végétales (CPOV); comités scientifiques de l'INRA; comité des sciences du vivant du CEA; comité scientifique du CTPS; comité d'orientation du Genopôle d'Evry; groupe de travail de la Banque mondiale sur les biotechnologies et la propriété intellectuelle; et Plant Genetic Resource Committee des CGIAR Centers.

En 2007, la médaille d'or de l'UPOV lui a été décernée en reconnaissance de son travail dans le secteur de l'amélioration des plantes. En 2008, il s'est vu remettre la médaille du service de commercialisation des produits agricoles du Département américain de l'Agriculture pour son travail aux États-Unis d'Amérique et dans l'industrie semencière internationale.



KI-BYUNG LIM

Données personnelles

Nom: Ki-Byung Lim

Adresse électronique: kblim@knu.ac.kr, kibyunglim@gmail.com

Pages d'accueil: www.knuflower.org, www.flowerinfo.biz

Fonction actuelle: Professeur associé, Département des sciences horticoles, Kyungpook National University, République de Corée

Formation

- 1998 – 2000: Doctorat(2), Université de Wageningen, Wageningen, Pays-Bas
- 1997 – 1998: Post-Doc. CPRO-DLO (actuellement Plant Research Int'l), Pays-Bas
- 1989 – 1996: Doctorat(1), Kyungpook National University, Daegu, République de Corée
- 1984 – 1988: Maîtrise universitaire ès sciences, Kyungpook National University, Daegu, République de Corée
- 1980 – 1984: Baccalauréat universitaire ès sciences, Kyungpook National University, Daegu, République de Corée

Expérience professionnelle

- Depuis 2006: Professeur associé, Université nationale de Kyungpook, Daegu, République de Corée
- 2002 – 2006: Chercheur, National Institute of Agricultural Biotechnology, RDA, République de Corée
- 1997 – 2002: Chercheur, Plant Research International, Pays-Bas
- 1990 – 1995: Chercheur, Hungnong Seed Co. Korea (devenu Seminis), République de Corée
- 1985 – 1987: Chercheur, ShinNong Co. Ltd., République de Corée



DAVID NEVILL

Chef chargé de la R.D. concernant les plantes céréalières, Syngenta International AG, SUISSE

Comptant plus de 30 ans d'expérience dans la recherche et le développement agricole, David Nevill a acquis de vastes connaissances en matière de semences, biotechnologies et protection des cultures. Titulaire d'une maîtrise et d'un doctorat de l'Université de Cambridge (Angleterre) en biologie appliquée, il s'est tourné vers une carrière internationale, d'abord dans le secteur public, puis dans l'industrie. David Nevill a travaillé dans le domaine de l'amélioration des plantes au Nigéria, en Inde et aux Etats-Unis d'Amérique. Il est ensuite entré chez Ciba-Geigy en Suisse, où son travail portait sur les technologies relatives aux semences, puis sur la protection chimique des cultures avec des activités de recherche et de développement concernant le traitement des semences, les fongicides foliaires et la lutte contre les mauvaises herbes. Durant toute cette période, il a dirigé des équipes de recherche et de développement en Suisse, mais aussi en Indonésie et aux États-Unis d'Amérique. Depuis 2002, David Nevill se consacre à la biotechnologie végétale et à l'amélioration des plantes pour Syngenta. Il a notamment dirigé des équipes visant le développement de nouvelles caractéristiques génétiques, et était également chargé de l'administration et de la gestion responsable des produits génétiquement modifiés. Plus récemment, il a dirigé des activités de recherche et de développement sur les semences de plantes de grande culture, en particulier les céréales. Actuellement, il dirige les programmes mondiaux de Syngenta relatifs à la génétique des céréales, et assure l'intégration de la recherche et du développement en matière de semences et de protection des cultures, assurant l'interface avec l'équipe commerciale mondiale de Syngenta chargée des céréales.



FRANK ORDON

Données personnelles

Nom: Frank Ordon, Dir. & Prof. PD Dr. agr.

Date de naissance: 17.05.1963 à Hildesheim (Allemagne)

Fonction actuelle: Depuis le 01.01.2008: Directeur, Institute for Resistance Research and Stress Tolerance, Julius Kühn-Institute, Federal Research Centre for Cultivated Plants.

Études et carrière académique

- 01.10.1983 – 14.04.1989 Études "Agriculture – Crop Science", Justus-Liebig-University, Giessen
- 01.05.1989 - 15.05.1992 Doctorat, Institute of Crop Science and Plant Breeding I (Prof. Dr. Wolfgang Friedt), Justus-Liebig-University. Thèse: "Genetic analysis of resistance of exotic barley germplasm against soil-borne viruses"
- 15.05.1992 – 01.04.1996 Chercheur principal, Institute of Crop Science and Plant Breeding I, Justus-Liebig-University, Giessen
- 24.02.1995 Prix Kurt von Rümker
- 01.04.1996 – 30.10.2002 Professeur-assistant, Justus-Liebig-University, Giessen
- 01.07.1998 Doctorat d'État (Dr. habil. "Marker based resistance breeding in cereals with special consideration of the pathosystem barley (Hordeum vulgare L.) – bymoviruses (BaMMV, BaYMV, BaYMV-2)")
- 30.10.1998 Leçon inaugurale ; venia legendi pour l'amélioration des plantes et la production des cultures
- 01.11.2002 – 31.12.2007 Directeur, Institute of Epidemiology and Resistance Resources, Federal Centre for Breeding Research on Cultivated plants

Recherche

Méthodes moléculaires d'amélioration des plantes

Évaluation de la diversité génétique chez plusieurs espèces et exploitation de la diversité génétique par une sélection assistée par marqueur.

Développement de marqueurs moléculaires pour les gènes de résistance aux pathogènes fongiques et viraux allant jusqu'à l'isolement du gène.

Identification de locus à caractère quantitatif et de gènes pour la résistance/tolérance au stress abiotique (sécheresse/chaueur).

Engagements

- 01.12.2004 – 30.9.2008 Conseil de la German Society of Plant Breeding (GPZ)
- Depuis 01.01.2005 Conseil de rédaction, Plant Breeding
- Depuis 01.10.2005 Conseil de rédaction, Theoretical and Applied Genetics
- Depuis 01.04.2006 Conseil de rédaction, Journal of Applied Genetics
- Depuis 01 .01 .2008 Éditeur en chef, Plant Breeding
- Depuis 01.01.2008 Conseil consultatif de la banque de gènes du Leibniz Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben (IPK)
- Depuis 15.07.2008 Peer Review College, Danish Council for Strategic Research
- Depuis 12.08.2008 Conseil consultatif, State Breeding Institute, University of Hohenheim
- Depuis 01.10.2008 Vice-président par intérim, German Society of Plant Breeding
- Depuis 01.01.2009 Conseil d'administration, Interdisciplinary Centre for Crop Science (IZN), University of Halle
- Depuis 01.01.2009 Conseil de rédaction, Journal Of Cultivated Plants



ULRICH SANDER

Ulrich Sander est le directeur exécutif de Selecta Klemm. Il est responsable des ventes et de la commercialisation au sein de la division des plantes en pot de Selecta Klemm pour l'Europe et des activités de recherche et développement du groupe Selecta dans le monde. Il est membre du Conseil d'Ornamental Bioscience, coentreprise de Mendel Biotechnology Inc. et Selecta Klemm fondée en 2007. Ulrich Sander a rejoint Selecta en 1995. Il est titulaire d'une maîtrise et d'un doctorat en sciences horticoles de l'Université d'Hanovre.

Pour sa thèse de doctorat, il a travaillé sur la transformation de l'espèce *Beta vulgaris*. Chez Selecta, il a commencé comme directeur de la sélection et de la recherche, gérant les activités de recherche et développement et sélectionnant lui-même plusieurs variétés de différentes espèces ornementales, dont carnation, pétunia et calibrachoa.



KONSTANTIN G. SKRYABIN

Date de naissance: 29 avril 1948

Lieu de naissance: Moscou (Fédération de Russie) Adresse
Centre de bio-ingénierie, Académie des sciences de Russie; Prosp. 60-let
Oktyabrya, bld. 7-1, Moscou, 117312 Russie.

Tél.: +007 499 135-73-19.

E-mail: office@biengi.ac.ru

Études

1965-1970 Université d'État de Moscou, faculté de biologie, département de biologie moléculaire (1965-1970)

Formation

1970-1973 Université d'État de Moscou, Russie, étudiant de cycle supérieur, faculté de biologie, département de biologie moléculaire. Doctorat en 1974.

1976-1977 Chercheur honoraire en biologie, Université de Harvard, USA, (Prof. W.Gilbert, chef de département).

Fonctions

1974-1984 Chercheur principal, Institut de biologie moléculaire, Académie des sciences de l'URSS.

1984-1991 Chef de département, Institut de biologie moléculaire, Académie des sciences de l'URSS.

Depuis 1986 Professeur, faculté de biologie, Université d'État de Moscou.

Depuis 1991 Directeur et fondateur du Centre de bio-ingénierie, Académie des sciences de Russie.

Depuis 2007 Vice-directeur, Kurchatov Institute.

Depuis 2007 Titulaire de la chaire de biotechnologie, Université d'État Lomonosov de Moscou.

Depuis 2009 Membre du présidium, Académie des sciences agricoles de Russie.

Engagements et distinctions

2008 Académie des sciences de Russie, membre à part entière

1999 (académicien).

1997 Académie des sciences agricoles de Russie, membre à part entière (académicien).

2005 European Molecular Biology Organization, Associate member.

2007 Docteur honoraire, Académie d'État de médecine vétérinaire et de biotechnologie de Moscou.

Docteur honoraire de l'Université nationale d'agriculture d'Ukraine

Activités de recherche

- Établissement de techniques de séquençage du génome en Russie, projets de recherche pionniers sur le séquençage de gènes d'ARN ribosomique d'eucaryotes, du génome de virus de plantes et de bactériophage.
- Développement de systèmes pour la production d'hormones de croissance et d'autres protéines biologiquement actives dans des hôtes bactériens ou des cellules eucaryotes, étude de la structure de protéines importantes sur le plan pharmaceutique.
- Développement de plantes transgéniques résistantes aux herbicides, aux pathogènes et aux stress abiotiques.
- Activités de recherche et de réglementation portant sur les essais relatifs aux plantes transgéniques de grande culture, dont essais relatifs à l'identification des variétés végétales fondés sur les méthodes de l'UPOV.
- Analyse génétique et modélisation mathématique du développement des fleurs.
- Développement de nouvelles techniques pour l'expression de protéines cibles dans des végétaux, basées sur l'utilisation de vecteurs viraux autorépliquables. Production de protéines de vaccin dans des végétaux.
- Élaboration de protéines artificielles, de complexes protéiques et de particules apparentées aux virus présentant des caractéristiques prédéfinies à des fins d'application dans le domaine des nanobiotechnologies.
- Séquençage et analyse du génome d'organismes extrémophiles, recherche et isolement de nouveaux enzymes à des fins d'application dans le domaine des nanobiotechnologies.
- Étude du génome de végétaux et évaluation de la biodiversité à l'aide d'approches basées sur l'ADN.
- Analyse de la diversité génétique des populations humaines, identification de loci polymorphes associés à divers maladies dans différents groupes ethniques.
- Premier séquençage du génome complet d'un patient atteint d'un cancer du rein.
- Aspects relatifs à la biosécurité et à l'éthique du génie génétique.
- Secrétaire général/trésorier, COBIOTECH (Committee on Biotechnology of International Council of Scientific Unions)
- Président, conseil scientifique sur les biotechnologies, Académie des sciences de Russie

Activités publiques

1989 – 1997	Secrétaire général/trésorier, COBIOTECH (Committee on Biotechnology of International Council of Scientific Unions)
Depuis 1993	Président, conseil scientifique sur les biotechnologies, Académie des sciences de Russie, Membre, conseil du président de la Fédération russe des sciences, des technologies et de l'éducation
Depuis 2001	Vice-président, comité interinstitutions sur le génie génétique
Depuis 1997	Vice-président, comité russe de bioéthique, Commission nationale de la Fédération de Russie pour l'UNESCO
Depuis 2006	Membre, conseil technique et scientifique, corporation d'État RUSNANO

Collaborations internationales

Le Prof. K. Skryabin encourage activement la collaboration de la Russie et de l'Union européenne au sein du septième Programme-cadre européen de recherche et de développement technologique (FP7), ainsi que la collaboration bilatérale avec la Pologne, la France et l'Allemagne dans les domaines de la biotechnologie post-génomique, des sciences végétales et de la bioinformatique. Il a promu l'organisation de deux réunions conjointes Pologne-Russie sur la biotechnologie (Moscou en 2008 et Gdansk en 2009). Il a été invité comme conférencier et président de plusieurs conférences scientifiques internationales. Le Prof. Skryabin est membre de deux groupes de travail de l'OCDE: Sous-groupe sur l'harmonisation de la surveillance réglementaire en biotechnologie et Groupe d'étude sur la sécurité des nouveaux aliments destinés à la consommation humaine et animale. Il a organisé, à Moscou et Saint-Pétersbourg, cinq réunions internationales sur la biosécurité, à laquelle ont participé des experts de l'OCDE.

Collaboration avec des revues

Le Prof. K. Skryabin a été associé au comité de rédaction de nombreuses revues à comité de lecture en Russie et à l'étranger, notamment les suivantes : FASEB Journal (États-Unis d'Amérique), The Plant Journal (Grande-Bretagne), Trends in Biotechnology, BioEssays, Biotechnology (Russie), Problems of Biological, Medical and Pharmaceutical Chemistry (Russie), Rapports de l'Académie des sciences agricoles de Russie (Russie), Plant Protection News (Russie), Ecological genetics (Russie), Russian Nanotechnologies (Russie), Medical Science and Practice (Russie), Cell Technology in biology and medicine (Russie), Agricultural Biology (Russie), Biotechnology (Ukraine).

Publications

450 publications scientifiques; plus de 59 brevets et inventions.

Prix

- 1983 Prix national de l'URSS des sciences et de la technologie
- 2006 Officier des Palmes académiques (France)
- 2008 Order for Services to Motherland 4th Rank (Fédération de Russie)

**JARI VALKONEN**

Le Dr Jari P.T. Valkonen (né en 1964) est professeur titulaire de la chaire de pathologie végétale à l'Université d'Helsinki (Finlande). Ses recherches et ses enseignements couvrent la virologie végétale et la biotechnologie végétale. Au cours de sa carrière, il a travaillé comme chercheur, chercheur principal et professeur (titulaire de chaire) de virologie à la Swedish University of Agricultural Science (SLU) à Uppsala (Suède). Il a également travaillé pendant différentes périodes au Royaume-Uni, aux États-Unis d'Amérique et au Pérou, au International Potato Center. M. Valkonen s'intéresse aux interactions moléculaires entre virus et végétaux et à la défense des plantes contre les agents pathogènes, plus particulièrement dans le cas de la pomme de terre, de la patate douce et du manioc. Ses recherches visent à l'identification et à l'isolement des gènes de résistance qui permettent de lutter durablement contre les maladies virales chez les végétaux, et à comprendre les mécanismes utilisés par les virus pour vaincre la résistance. Ses publications couvrent les domaines suivants: virologie moléculaire des plantes ; cartographie des gènes, génomique, analyses transcriptomiques et protéomiques chez la plante et biotechnologies végétales. Outre des projets de recherche fondamentale, M. Valkonen dirige des projets visant des applications pratiques de gestion des maladies végétales auxquels collaborent de nombreux partenaires du secteur privé. Il participe à des projets financés par l'Union européenne depuis 1995 et collabore depuis longtemps avec des pays en développement tels que l'Ouganda, la République-Unie de Tanzanie et le Nicaragua, aux fins du renforcement des capacités de recherche. Vingt étudiants ont obtenu leur thèse de doctorat sous sa supervision et il dirige actuellement dix candidats au doctorat. Il a publié 200 articles dans des revues scientifiques à comité de lecture..

Liste des participants

List of Participants

Teilnehmerliste

Lista de participantes

(dans l'ordre alphabétique des noms français des membres
in the alphabetical order of the names in French of the members
in alphabetischer Reihenfolge der französischen Namen der Mitglieder
por orden alfabético de los nombres en francés de los miembros)

I. Membres / Members / Verbandsmitglieder / Miembros

Afrique du Sud / South Africa / Südafrika / Sudáfrica

Noluthando NETNOU-NKOANA (Mrs.) Registrar: Plant Breeders' Rights Act, Directorate: Genetic Resources, Department of Agriculture, Forestry and Fisheries, Pretoria

Allemagne / Germany / Deutschland / Alemania

Friedel CRAMER Referatsleiter, Referat 511, Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV), Bonn

Michael KÖLLER Referent, Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Berlin

Clemens NEUMANN Abteilungsleiter, Biobasierte Wirtschaft, Nachhaltige Land- und Forstwirtschaft, Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Berlin

Udo VON KRÖCHER Präsident, Bundessortenamt, Hannover

Beate RÜCKER (Mrs.), Abteilungsleiterin Registerprüfung, Bundessortenamt, Hannover

Argentine / Argentina / Argentinien / Argentina

Carmen Amelia M. GIANNI (Sra.) Coordinadora de Propiedad Intelectual y Recursos Fitogenéticos, Instituto Nacional de Semillas (INASE), Buenos Aires

Australie / Australia / Australien / Australia

Doug WATERHOUSE Chief, Plant Breeder's Rights, IP Australia, Woden

Autriche / Austria / Österreich / Austria

Heinz-Peter ZACH Leiter des Referates III/9c für Saatgut und Sortenwesen, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien

Bélarus / Belarus / Belarus / Belarús

Uladzimir BEINIA Director, State Inspection for Testing and Protection of Plant Varieties, Minsk

Tatsiana SIAMASHKA (Mrs.) Deputy Director of DUS Testing, State Inspection for Testing and Protection of Plant Varieties, Minsk

Maryna SALADUKHA (Mrs.) Main Specialist, International Cooperation Department, Ministry of Agriculture and Food, Minsk

Belgique / Belgium / Belgien / Bélgica

- Camille VANSLEMBROUCK (Mme)** Responsable droits d'obtenteurs et brevets, Office de la propriété intellectuelle, Bruxelles
- Erik J. VAN BOCKSTAELE** Administrator-General ILVO, Merelbeke

Bolivie (État plurinational de) / Bolivia (Plurinational State of) Bolivien (Plurinationaler Staat) / Bolivia (Estado plurinacional de)

- Sergio Rider ANDRADE CÁCERES** Director Nacional de Semillas, Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF), La Paz

Brésil / Brazil / Brasilien / Brasil

- Daniela DE MORAES AVIANI (Mrs.)** Coordinator, National Plant Variety Protection Service (SNPC), Ministry of Agriculture, Livestock and Food Supply, Brasilia

Canada / Canada / Kanada / Canadá

- Sandy MARSHALL (Ms.)** Senior Policy Specialist, Plant Breeders' Rights Office, Canadian Food Inspection Agency (CFIA), Ottawa
- Julie LAPLANTE (Ms.)** Examiner, Plant Breeders' Rights Office, Canadian Food Inspection Agency (CFIA), Ottawa

Chili / Chile / Chile / Chile

- Jaime IBIETA S.** Director, División Semillas, Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), Ministerio de Agricultura, Santiago de Chile

Chine / China / China / China

- LIU Ping** Vice Director-General, Development Center for Science and Technology, Ministry of Agriculture, Beijing
- LÜ Bo** Director, Division of Variety Management, Bureau of Seed Management, Ministry of Agriculture, =Beijing
- Yinan LIU** Official, International Cooperation Department, State Intellectual Property Office, Beijing
- Qiong WANG** Official, Office of Plant Variety Protection, State Forestry Administration, Beijing

Colombie / Colombia / Kolumbien / Colombia

- Ana Luisa DÍAZ JIMÉNEZ (Sra.)** Directora Técnica de Semillas, Dirección Técnica de Semillas, Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Bogotá D.C.

Croatie / Croatia / Kroatien / Croacia

- Ružica JURIC (Ms.)** Head of Plant Variety Protection and Registration, Institute for Seeds and Seedlings, Croatian Centre for Agriculture Food and Rural Affairs, Institute for Seed and Seedlings, Osijek

Danemark / Denmark / Dänemark / Dinamarca

- Gerhard DENEKEN** Head, Department of Variety Testing, Danish AgriFish Agency, Ministry of Food, Agriculture and Fisheries, Skaelskoer

Espagne / Spain / Spanien / España

Alicia CRESPO PAZOS (Sra.) Directora, Oficina Española de Variedades Vegetales (OEVV), Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (MARM), Madrid

Luis SALAICES Jefe de Área del Registro de Variedades, Oficina Española de Variedades Vegetales (OEVV), Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (MARM), Madrid

Estonie / Estonia / Estland / Estonia

Laima PUUR (Ms.) Head, Variety Department, Estonian Agricultural Board, Viljandi

Renata TSATURJAN (Ms.) Chief Specialist, Plant Production Bureau, Ministry of Agriculture, Tallinn

États-Unis d'Amérique / United States of America**Vereinigte Staaten von Amerika / Estados Unidos de América**

Kitisri SUKHAPINDA (Ms.) Patent Attorney, Office of Policy and External Affairs, United States Patent and Trademark Office (USPTO), Alexandria

Karin L. FERRITER (Ms.) Intellectual Property Attaché, United States Mission to the WTO, Chambesy, Switzerland

Fédération de Russie / Russian Federation / Russische Föderation / Federación de Rusia

Yulia GORYUNOVA (Mlle) Spécialiste principal, Moscow

Finlande / Finland / Finnland / Finlandia

Tapio LAHTI Senior Officer, Legal Affairs, Finnish Food Safety Authority (EVIRA), Helsinki

Marja SAVONMAKI (Mrs.) Consulting Officer, Government

France / France / Frankreich / Francia

Jean-Marc BOURNIGAL Directeur de Cabinet au MAAPRAT, Cabinet B, Ministère de l'agriculture, de l'alimentation, de la pêche, de la ruralité et de l'aménagement du territoire (MAAPRAT), Paris

Elodie GALKO (Mme) Conseillère technique au MAAPRAT, Ministère de l'agriculture, de l'alimentation, de la pêche, de la ruralité et de l'aménagement du territoire (MAAPRAT), Paris

Robert TESSIER Sous-directeur de la qualité et de la protection des végétaux, Direction générale de l'alimentation, Service de la prévention des risques sanitaires de la production primaire, Ministère de l'agriculture, de l'alimentation, de la pêche, de la ruralité et de l'aménagement du territoire (MAAPRAT), Paris

Sylvie DUTARTRE (Mme) Directrice, Groupe d'étude et de contrôle des variétés et des semences (GEVES), Beaucauzé

Joël GUIARD Directeur adjoint, Groupe d'étude et de contrôle des variétés et des semences (GEVES), Beaucauzé

Muriel LIGHTBOURNE (Mme) Responsable juridique, Groupe d'étude et de contrôle des variétés et des semences (GEVES), Beaucauzé

- Jean PERCHET** Seed Policy Officer, Direction générale de l'alimentation, Ministère de l'agriculture, de l'alimentation, de la pêche, de la ruralité et de l'aménagement du territoire (MAAPRAT), Paris
- Marie-France CAZALÈRE (Mme)** Groupement national interprofessionnel des semences et plants (GNIS), Paris
- Hongrie / Hungary / Ungarn / Hungría**
Szenci ÁGNES GYÖZÖNÉ (Mrs.) Senior Chief Advisor, Agricultural Department, Ministry of Rural Development, Budapest
- Irlande / Ireland / Irland / Irlanda**
Donal COLEMAN Controller of Plant Breeders' Rights, Department of Agriculture, Backweston Farm, Leixlip
- Islande / Iceland / Island / Islandia**
Thorsteinn TÓMASSON Director, Agricultural Research Institute, Ministry of Fisheries and Agriculture, Reykjavik
- Italie / Italy / Italien / Italia**
Pier Giacomo BIANCHI Head General Affairs, National Office for Seed Certification INRAN, Milano
- Japon / Japan / Japan / Japón**
Mr. Takashi UEKI Director, Plant Variety Protection Office, New Business and Intellectual Property Division, Food Industry Affairs Bureau, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, Tokyo
- Mitsutaro FUJISADA** Senior Policy Advisor, Intellectual Property, Plant Variety Office, New Business and Intellectual Property Division, Food Industry Affairs Bureau, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries (MAFF), Tokyo
- Tsukasa KAWAKAMI** Associate Director, New Business and Intellectual Property Division, Food Industry Affairs Bureau, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries (MAFF), Tokyo
- Kenya / Kenya / Kenia / Kenya**
James M. ONSANDO Managing Director, Kenya Plant Health Inspectorate Service (KEPHIS), Nairobi
- Lituanie / Lithuania / Litauen / Lituania**
Sigita JUCIUVIENE (Mrs.) Head, Division of Plant Variety, Registration and Legal Protection, State Plant Service under the Ministry of Agriculture, Vilnius
- Maroc / Morocco / Marokko / Marruecos**
Amar TAHIRI Chef, Division de contrôle des semences et plants, Office national de sécurité sanitaire des produits alimentaires (ONSSA), Ministère de l'agriculture et de la pêche maritime, Rabat

Mexique / Mexico / Mexiko / México

Enriqueta MOLINA MACÍAS (Srta.) Directora General, Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS), Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), Tlalnepantla de Baz

Eduardo PADILLA VACA Subdirector, Registro y Control de Variedades Vegetales, Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS), Tlalnepantla de Baz

Norvège / Norway / Norwegen / Noruega

Tor Erik JØRGENSEN Head of Section, Norwegian Food Safety Authority, National Registration Section, Felles postmottak, Brumunddal

Bell Batta TORHEIM (Mrs.) Advisor, The Development Fund, Grensen 9b, Miljøhuset, N-0159 Oslo

Nouvelle-Zélande / New Zealand / Neuseeland / Nueva Zelandia

Christopher J. BARNABY Assistant Commissioner / Principal Examiner, Plant Variety Rights, Intellectual Property Office of New Zealand, Christchurch

Oman / Oman / Oman / Omán

Fatima AL-GHAZALI (Ms.) Minister Plenipotentiary, Commercial Affairs, Permanent Mission, Chambésy, Switzerland

Pays-Bas / Netherlands / Niederlande / Países Bajos

Marien VALSTAR Sector Manager, Plant Propagation Material, Ministerie van Economische Zaken, Den Haag

Krieno Adriaan FIKKERT Secretary, Plant Variety Board (Raad voor Plantenrassen), Roelofarendsveen

Jaap SATTER Policy Advisor, Ministry of EL&I, P.O. Gouda,
Louisa VAN VLOTEN-DOTING (Mrs.) Chairperson, Plant Variety Board (Raad voor Plantenrassen), Wageningen

Pérou / Peru / Peru / Perú

Giancarlo LEON Primer Secretario, Misión Permanente, Cointrin, Suiza

Pologne / Poland / Polen / Polonia

Edward S. GACEK Director, Research Centre for Cultivar Testing (COBORU), Slupia Wielka

Marcin KRÓL Head, DUS Testing Department, Research Centre for Cultivar Testing (COBORU), Slupia Wielka

Alicja RUTKOWSKA-ŁOŚ (Mrs.) Head, National Listing and Plant Breeders' Rights Protection Office, Research Centre for Cultivar Testing (COBORU), Slupia Wielka

Elzbieta RADOMSKA (Miss) Head, Foreign Cooperation Office, Research Centre for Cultivar Testing, Slupia Wielka

République de Corée / Republic of Korea / Republik Korea / República de Corea

- Jaehyeon LEE** Director, Korea Seed & Variety Service (KSVS), Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries (MIFAFF), Anyang-Si
- CHOI Keun-Jin** Director, Variety Testing Division, Korea Seed & Variety Service (KSVS), Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries (MIFAFF), Anyang-Si
- Hyun-Joo SHIN (Mrs.)** Deputy Director, Plant Variety Protection Division, Korea Seed & Variety Service (KSVS), Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries (MIFAFF), Anyang-Si
- Kwang Hyun AN** Officer, Seed & Life Industry Division, Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries (MIFAFF), Gwacheon Government Complex
- Kee-Yeun KIM (Ms.)** Senior Patent Examiner, Korean Intellectual Property Office (KIPO), Gov. Complex Daejeon

**République de Moldova / Republic of Moldova
Republik Moldau / República de Moldova**

- Mihail MACHIDON** President, State Commission for Crops Variety Testing and Registration (SCCVTR), Chisinau
- Ala GUŞAN (Mrs.)** Head, Inventions, Plant Varieties and Utility Models Department, State Agency on Intellectual Property (AGEPI), Chisinau

**République Dominicaine / Dominican Republic
Dominikanische Republik / República Dominicana**

- Ysset ROMAN (Sra.)** Ministro Consejero, Misión Permanente, 63 Rue de Lausanne, Ginebra, Suiza

République Tchèque / Czech Republic / Tschechische Republik / República Checa

- Martin PRUDEL** Head, Special Crops Unit, Plant Commodities Department, Ministry of Agriculture, Prague
- Jaroslav STAŇA** Director, Central Institute for Supervising and Testing in Agriculture (UKZUZ), Brno
- Daniel JUREČKA** Head, Plant Production Section, Central Institute for Supervising and Testing in Agriculture (ÚKZÚZ), Brno

Roumanie / Romania / Rumänien / Rumania

- Antonia IVASCU (Mrs.)** Executive Director, State Institute for Variety Testing and Registration (ISTIS), Bucarest
- Mihaela-Rodica CIORA (Mrs.)** Counsellor, DUS Expert, State Institute for Variety Testing and Registration (ISTIS), Bucarest
- Ion COSTACHE** State Institute for Variety Testing and Registration (ISTIS), Bucarest
- Georgeta GRIGORE (Mrs.)** State Institute for Variety Testing and Registration (ISTIS), Bucarest

Royaume-Uni / United Kingdom / Vereinigtes Königreich / Reino Unido

- Andrew MITCHELL** Controller of Plant Variety Rights, The Food and Environment Research Agency (FERA), Cambridge

Singapour / Singapore / Singapur / Singapura**Anne LOO VOON**

Director, Plant Varieties/Legal Counsel, Registry of Plant Varieties (RPV), Intellectual Property Office of Singapore,

Slovénie / Slovenia / Slowenien / Eslovenia**Joze ILERSIC**

Acting Director, Phytosanitary Administration of the Republic of Slovenia (PARS), Ministry of Agriculture, Forestry and Food, Ljubljana

Suède / Sweden / Schweden / Suecia**Olof JOHANSSON**

Head, Crop Production Department, Swedish Board of Agriculture, Jönköping

Carina KNORPP (Ms.)

Senior Advisor, Animal and Food Division, Ministry of Agriculture, Stockholm

Suisse / Switzerland / Schweiz / Suiza**Hans DREYER**

Leiter, Fachbereich Zertifizierung, Pflanzen- und Sortenschutz, Bundesamt für Landwirtschaft, Bern

Manuela BRAND (Frau)

Leiterin, Büro für Sortenschutz, Fachbereich Zertifizierung, Pflanzen- und Sortenschutz, Bundesamt für Landwirtschaft, Bern

Eva TSCHARLAND (Frau)

Juristin, Direktionsbereich Landwirtschaftliche Produktionsmittel, Bundesamt für Landwirtschaft, Bern

Sarah HOFMANN (Frau)

Bundesamt für Landwirtschaft, Bern

Tunisie / Tunisia / Tunesien / Túnez**Kacem CHAMMAKHI**

Chef, Service de l'évaluation, de l'homologation, de la protection des obtentions végétales et des relations extérieures, Direction générale de la protection et du contrôle de la qualité des produits agricoles, Ministère de l'Agriculture, des ressources hydrauliques et de la pêche, Tunis

Turquie / Turkey / Türkei / Turquía**Kamil YILMAZ**

Director, Variety Registration and Seed Certification Centre, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Ankara

Ukraine / Ukraine / Ukraine / Ucraina**Vasyl SOROKA**

Director, Ukrainian Institute for Plant Variety Examination, Kyiv

Nataliya YAKUBENKO (Mrs.)

Head, International Cooperation and Publishing Department, Ukrainian Institute for Plant Variety Examination, Kyiv

Union Européenne / European Union / Europäische Union / Unión Europea**Ladislav MIKO**

Directeur Général adjoint, Direction Générale Santé et Consommateurs, Commission européenne, Bruxelles, Belgique

Dana-Irina SIMION (Mme)

Chef de l'Unité E7, Direction Générale Santé et Protection des Consommateurs, Commission européenne, Bruxelles, Belgique

Päivi MANNERKORPI (Ms.)

Chef de secteur - Seed and Plant Propagating Material, Direction Générale Santé et Protection des Consommateurs, Commission européenne (DG SANCO), Bruxelles, Belgium

Martin EKVAD	President, Community Plant Variety Office (CPVO), Angers, France
Isabelle CLEMENT-NISSOU (Mrs.)	Seconded National Expert, European Commission – Direction Générale Santé et Protection des Consommateurs, Commission européenne (DG SANCO), Bruxelles
Carlos GODINHO	Vice-President, Community Plant Variety Office (CPVO), Angers France
Antonio ATAZ	Administrator, General Secretariat of the Council of the European Union, Brussels
Dirk THEOBALD	Head of the Technical Unit, Community Plant Variety Office (CPVO), Angers, France
Delphine LIDA (Mme)	Conseillère à la délégation de l'UE à Genève, Permanent Delegation of the European Union to the United Nations Office and other international organisations in Geneva, Geneva, Switzerland

II. Observateurs / Observers / Beobachter / Observadores

République-Unie de Tanzanie / United Republic of Tanzania Vereinigte Republik Tansania / República Unida de Tanzania

Patrick NGWEDIAGI	Registrar, Plant Breeders' Rights Office, Ministry of Agriculture, Food Security and Cooperatives, Dar es Salaam
Audax Peter RUTABANZIBWA	Head, Legal Unit, Ministry of Agriculture, Food Security and Cooperatives (MAFC), Dar es Salaam

III. Organisations / organizations / organisationen / organizaciones

Organisation Africaine de la Propriété Intellectuelle (OAPI) African Intellectual Property Organization (OAPI) Afrikanische Organisation für Geistiges Eigentum (OAPI) Organización Africana de la Propiedad Intelectual (OAPI)

Wéré Régine GAZARO (Mme)	Directeur, Protection de la propriété intellectuelle, Organisation africaine de la propriété intellectuelle (OAPI), Yaoundé, Cameroun
---------------------------------	---

Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO) Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen (FAO) Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

Thomas Arthur OSBORN	Senior Agricultural Officer Seed Policy, Via delle Terme di Caracalla, Rome, Italy
-----------------------------	--

Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) / World Intellectual Property Organization (WIPO) / Weltorganisation für Geistiges Eigentum (WIPO) / Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI)

Rolf JÖRDENS	Special Advisor, Global Issues Sector, Geneva, Switzerland
---------------------	--

Organisation mondiale du commerce (OMC) / World Trade Organization (WTO) / Welthandelsorganisation (WTO) / Organización Mundial del Comercio (OMC)

Xiaoping WU (Mrs.)	Counsellor, Intellectual Property Division, World Trade Organization (WTO), Geneva, Switzerland
---------------------------	---

Asia and Pacific Seed Association (APSA)

Ruiqing HUANG President, Asia and Pacific Seed Association (APSA), Bangkok Thailand

François BURGAUD Chair, Standing Committee on Intellectual Property Rights, Asia and Pacific Seed Association (APSA), c/o GNIS, Paris, France

Association for Plant Breeding for the Benefit of Society (APBEBES)

François MEIENBERG Board Member, Berne Declaration, Zürich, Switzerland

Gopakumar KAPPOORI MADHAVAN Legal Advisor and Senior Researcher, Third World Network, New Delhi, India

Association Internationale des Producteurs Horticoles (AIPH) / International Association of Horticultural Producers (AIPH) / Internationaler Verband des Erwerbsgartenbaues (AIPH) / Asociación Internacional de Productores Hortícolas (AIPH)

Sjaak J. LANGESLAG Secretary General, International Association of Horticultural Producers (AIPH), Voorhout, Netherlands

Mia HOPPERUS BUMA (Mrs) Secretary, Committee for Novelty Protection, International Association of Horticultural Producers (AIPH), Voorhout, Netherlands

Association Internationale d'Essais de Semences (ISTA) / International Seed Testing Association (ISTA) / Internationale Vereinigung für Saatgutprüfung (ISTA) / Asociación Internacional para el Ensayo de Semillas (ISTA)

Michael MUSCHICK Secretary General, International Seed Testing Association (ISTA), Bassersdorf, Switzerland

Communauté Internationale des Obtenteurs de Plantes Ornamentales et Fruitières de Reproduction Asexuée (CIOPORA) / International Community of Breeders of Asexually Reproduced Ornamental and Fruit Varieties (CIOPORA) / Internationale Gemeinschaft der Züchter Vegetativ Vermehrbarer Zier- und Obstpflanzen (CIOPORA) / Comunidad Internacional De Obtentores De Plantas Ornamentales y Frutales de Reproducción Asexuada (CIOPORA)

Andrea MANSUINO President, International Community of Breeders of Asexually Reproduced Ornamental and Fruit Plants (CIOPORA), Hamburg, Germany

Alain MEILLAND Vice-President, International Community of Breeders of Asexually Reproduced Ornamental and Fruit Plants (CIOPORA), and President, AOHE, Meilland International, Domaine Saint André, Le Canet des Maures, France

Edgar KRIEGER Secretary General, International Community of Breeders of Asexually Reproduced Ornamental and Fruit Plants (CIOPORA), Hamburg, Germany

Brenda A. COLE (Mrs.) BioFlora INC., St. Thomas, Ontario Canada

Dominique THÉVENON (Madame) Treasurer - CIOPORA, AIGN®, International Community of Breeders of Asexually Reproduced Ornamental and Fruit Plants (CIOPORA), Piolenc, France

Maarten LEUNE Board Member, CIOPORA - International Community of Breeders of Asexually Reproduced Ornamental and Fruit Plants (CIOPORA), s-Gravenzande, Netherlands

Focco PRINS	License Manager / Board member CIOFORA, FIDES, De Lier, Belgium
Jan DE RIEK	Molecular Genetics & Breeding Group Leader, ILVO-Plant, Applied Genetics and Breeding Institute for Agricultural and Fisheries Research, Melle, Belgique
Bruno ETAVARD	Meilland International, Le Cannet des Maures, France
Croplife International	
Michael ROTH	Attorney, St. Louis, Missouri, United States of America
European Coordination Via Campesina (ECVC)	
Anne Charlotte MOY (Ms)	Juriste, European Coordination Via Campesina (ECVC), Bruxelles, Belgique
European Seed Association (ESA)	
Szonja CSÖRGÖ (Mrs)	Manager, Intellectual Property & Legal Affairs, European Seed Association (ESA), Brussels, Belgium
Eric DEVRON	Directeur général USF, Union française de Semences, Paris, France
Astrid M. SCHENKEVELD (Mrs.)	Specialist, Variety Registration & Protection, Rijk Zwaan Zaadteelt en Zaadhandel B.V., De Lier, Netherlands
Gerarda Helena Maria SUELMANN	Head of the Legal Department, Rijk Zwaan Zaadteelt en Zaadhandel B.V, ESA member, Committee of Intellectual Property and Breeders' Rights, De Lier, Netherlands
International Seed Federation (ISF)	
Marcel BRUINS	Secretary General, International Seed Federation (ISF), Nyon, Switzerland
Radha RANGANATHAN (Mrs.)	Director Technical Affairs, International Seed Federation (ISF), 7, Nyon, Switzerland
Antoine ALEGRE DE LA SOUJEOLE	Directeur général, SICASOV, Paris Cedex 01, France
Judith BLOKLAND (Mrs.)	Lawyer, Regulatory and Legal Affairs, Plantum, Netherlands
Pierre DEVAUX	Biotechnology Manager and Member of IP Group of UFS, Florimond Desprez, Cappelle en Pevele, France
Jean DONNENWIRTH	International Intellectual Property Manager, Pioneer Hi-Bred S.A.R.L., Aussonne, France
Christoph HERRLINGER	Vice Secretary-General, Bundesverband Deutscher Pflanzenzüchter e.V. (German Plant Breeders' Association), Bonn, Germany
Niels LOUWAARS	Managing Director, Plantum, Gouda, The Netherlands
Stevan MADJARAC	Global Germplasm IP Head, Monsanto Company, Chesterfield, United States of America
José PELLICER	Eurosemillas S.A., Madrid, Spain
Justin J. RAKOTOARISAONA	Secretary General, African Seed Trade Association (AFSTA), Nairobi, Kenya
Carl-Stephan SCHÄFER	Secretary-General, Bundesverband Deutscher Pflanzenzüchter e.V. (German Plant Breeders' Association), Bonn, Germany

IV. Autres Participants / Other Participants / Andere Teilnehmer / Otros Participantes

David BOREHAM	Foxton, United Kingdom
Jacques GENNATAS	Brussels, Belgium
Barry GREENGRASS	Advisor, London, United Kingdom
Pia HUBER (Mrs.)	Collonges-sous-Salève, France
Bart KIEWIET	Bouchemaine, France
Ricardo LÓPEZ DE HARO Y WOOD	Madrid, Spain
Karl Olov ÖSTER	Stockholm, Sweden
Max-Heinrich THIELE-WITTIG	Oetzen-Stoecken, Germany
Ryusuke YOSHIMURA	Rural Development Research Group, Tokyo, Japan

V. Moderateurs / Moderators / Diskussionsleiter / Moderadores

Keun-Jin CHOI	President of the Council of UPOV, Republic of Korea
Kitisri SUKHAPINDA (Ms.)	Vice-President of the Council of UPOV, United States of America
Peter BUTTON	Vice Secretary-General, UPOV

VI. Orateurs / Speakers / Sprecher / Conferenciantes

Marianne BÄNZIGER (Dr.)	Deputy Director General, Research & Partnership, International Maize and Wheat Improvement Centre (CIMMYT), Texcoco Mexico
Mike BEVAN	Deputy Director, John Innes Centre, Norwich Research Park, Norwich, United Kingdom
Yashwant BHARGAVA	Head of R&D, East African Seed Company Ltd, Nairobi, Kenya
Jean-Marc BOURNIGAL	Directeur de Cabinet au MAAPRAT, Cabinet B, Ministère de l'agriculture, de l'alimentation, de la pêche, de la ruralité et de l'aménagement du territoire (MAAPRAT), Paris
Peter BUTTON	Vice Secretary-General, UPOV, Geneva, Switzerland
Wendy CASHMORE (Mrs)	Leader, Plant Variety Management, Plant & Food Research, The New Zealand Institute for Plant and Food Research Limited, Havelock North, New Zealand
Stanislau HARDZEI	Head, Laboratory of Genetics and Biotechnology, Scientific and Practical Centre of Belorussian NAS for Arable Farming (SPCAF), Zhodino, Belarus
Bernard LE BUANEC	Douarnenez, France
Ki-Byung LIM	Professor, Department of Horticulture, Kyungpook National University, Daegu, Republic of Korea
David NEVILL	Head of Cereals R&D, Syngenta International AG, Basel, Switzerland
Frank ORDON	Director and Professor, Julius Keuhn-Institute (JKI), Quedlinburg, Germany

Ulrich SANDER	Managing Director, Selecta Klemm & Sohn GmbH & Co. KG., Stuttgart, Germany
Konstantin G. SKRYABIN	Director, Research Centre "Bioengineering", Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation
Jari P.T. VALKONEN	Professor, Plant Pathology, University of Helsinki, Helsinki, Finland

VII. Bureau de l'UPOV / Office of UPOV / Büro der UPOV / Oficina de la UPOV

Francis GURRY	Secretary-General
Peter BUTTON	Vice Secretary-General
Raimundo LAVIGNOLLE	Director
Yolanda HUERTA (Mrs.)	Legal Counsel
Julia BORYS (Mrs.)	Senior Technical Counsellor
Fuminori AIHARA	Counsellor
Caroline ROVERE (Mrs.)	Administrative Assistant

Union internationale pour la protection des obtentions végétales

UPOV
34, chemin des Colombettes
1211 Genève 20 (Suisse)

Tél.: +41 22 338 9111
Tlcp: +41 22 733 0336

Mél.: upov.mail@upov.int
Site Web: www.upov.int