

# LES ÉCHOS

## PHYTOSANITAIRES

Le trimestriel de la Société de protection des plantes du Québec

Numéro 53, Octobre 1994

### Mot du président

#### Un projet de plan stratégique pour la SPPQ...

Après plus de quatre ans à siéger au conseil d'administration de la Société, dont une deuxième année à titre de président, il ne fait plus de doute dans mon esprit que des changements s'imposent pour éviter de faire du sur-place. La Société de protection des plantes du Québec est la plus vieille société de protection des plantes en Amérique du Nord... Pour continuer d'être vue, connue et reconnue, elle doit se doter d'un plan stratégique pour guider ses actions au cours des prochaines années.

La revue *Phytoprotection* a acquis une réputation enviable parmi les revues de sa catégorie. La qualité du bulletin de liaison de la Société ainsi que des symposiums annuels sont remarquables. Le volume « Noms des maladies des plantes au Canada » est devenu un outil de travail indispensable. Ce sont là des éléments forts qui reflètent bien le dynamisme de la Société.

Lors de sa réunion du 25 novembre dernier, le conseil d'administration a été saisi d'un projet d'orientations stratégiques comportant : le maintien de la qualité des produits et des services de la Société, le développement d'une gestion plus efficace de la promotion et de la diffusion de la Société, l'accentuation des efforts de recrutement des membres, et l'accroissement de la visibilité de la Société.

Le maintien de la qualité des produits et des services demeure notre grande priorité. Par ailleurs, l'amélioration de l'efficacité de la promotion et de la diffusion de la Société nécessitent une nouvelle définition des rôles et des responsabilités des membres du conseil d'administration, un plan global de promotion et de diffusion des activités de la Société, et une amélioration des services offerts aux membres. Dans cet exercice, les comités sont invités à s'orienter vers de nouvelles approches. Les activités de la Société reposent sur la participation d'un plus grand nombre de membres compte tenu de l'agenda de plus en plus chargé de tous et chacun. Aussi notre organisation doit déployer des efforts pour maintenir l'intérêt de ses membres et créer des opportunités de recrutement de nouveaux membres. D'autre part, l'augmentation de la visibilité de la Société passe par une présence accrue lors d'événements reliés à la protection des plantes. Pourquoi ne serions-nous pas sur la place publique lors de débats environnementaux engageant la protection des plantes?

Ce virage stratégique m'apparaît essentiel. Il nécessitera des réflexions et des actions... Votre participation sera donc déterminante pour maintenir le dynamisme de la Société.

Guy Bussièrès

### Sommaire

Mot du président	p. 1
Mot de la rédaction	p. 2
Congrès annuel	p. 2
Mémoires et thèses	p. 2
Genetic transformation of insects	p. 3
Lutte aux insectes par les plantes transgéniques	p. 5
Phytovedette : Tuer un problème dans l'oeuf...	p. 8
Plantes modifiées génétiquement : État de la réglementation au Canada	p. 9
Une réflexion éthique sur les plants transgéniques	p. 10
Chronique du livre	p. 12
Note aux lecteurs et aux lectrices	p. 12

\*\*\* DOSSIER \*\*\*  
**Le transfert de gènes et la phytoprotection**

## Mot de la rédaction

Nous sommes témoins, depuis quelques années, d'une véritable révolution verte. Grâce aux biotechnologies, il est dorénavant possible de mélanger les patrimoines génétiques d'espèces (végétales et animales) non apparentées; le descendant issu de ces recombinaisons génétiques est un individu transgénique. Imaginez toutes les possibilités qui sont dorénavant permises...

Créer un sujet avec les caractéristiques agronomiques souhaitées, dans des délais encore plus courts, avec davantage de possibilités, ne sont-ce pas là les outils dont les chercheurs ont besoin pour résoudre les problèmes agronomiques qui permettraient un meilleur équilibre agroalimentaire? Attention, nous prévient Pierre Turcotte dans une critique sur l'éthique du scien-

tifique, à la manière dont nous nous comportons dans ce projet, les pièges sont nombreux semble-t-il.

Quant à Dominique Michaud et Serge Yelle, ils voient dans l'approche transgénique pour lutter contre les insectes, des stratégies nouvelles dont le développement de plantes à résistance bigénique. Ces végétaux issus de la biotechnologie sont soumis à une réglementation sévère, précise Jean-Charles Côté, qui décrit également les critères principaux d'évaluation du risque pris en considération par la Division de la protection des végétaux par Agriculture et Agroalimentaire Canada.

Chez les insectes, les développements d'espèces transgéniques sont plus complexes, indique Larry J.

Heilmann. Pour y arriver, il mentionne quatre conditions essentielles qui demandent, chacune, des techniques très poussées. Avant d'en arriver à des lâchers d'insectes transgéniques en pleine nature, même pour lutter contre la malaria qui cause la mort de millions de personnes chaque année, il faudra encore bien des études et des débats, précise-t-il.

Enfin, notre chronique phytovedette, signée par Guy Boivin, nous informe que la nature n'a pas fini de nous étonner. Imaginez des insectes adultes mesurant à peine 0,18 mm utilisés en lutte biologique!

Bonne lecture!

Michel Carignan  
Rédacteur en chef

## Congrès annuel

C'est sous le thème **Phytoprotection, Environnement et Écosystème** que se déroulera, dans les décors enchanteurs de l'Estrie, l'édition 1995 du congrès annuel de la SPPQ. Le congrès se tiendra à l'hôtel Delta de Sherbrooke, les 8 et 9 juin prochains.

La dynamique Carole Beaulieu, de l'Université de Sherbrooke, est à la tête du comité organisateur qui se compose cette année de Pierre-Mathieu Charest, Louise Brisson et Sophie Banville de l'Université Laval, de Richard Hogue du Service de phyto-technologie de Québec (MAPAQ), et de Jean-Marc Deschênes d'Agriculture et Agroalimentaire Canada à Lennoxville.

Le comité vous convie en grand nombre à cette rencontre privilégiée des spécialistes en protection des végétaux. Les noms des conférenciers ainsi que le titre de leurs conférences vous seront communiqués dans le prochain numéro des Échos phytosanitaires.

## Mémoires et thèses

L'initiation à la recherche et la formation de jeunes chercheurs est une tâche exigeante. Après 2 ans ou plus de travail, de supervision et de suivi, le(la) directeur(trice) a autant raison d'être fier(ère) que son étudiant(e) lorsque le mémoire ou la thèse est enfin terminé. Nous désirons offrir nos plus sincères félicitations à tous ces finissant(e)s.

**Biron, David. 1994.** Potentiel des micro-ondes comme moyen de contrôle de la mouche du chou, *Delia radicum* L. [Diptera: Anthomyiidae]. Mémoire de maîtrise en environnement, Université du Québec à Trois-Rivières. Direction: Charles Vincent Ph.D., co-direction: Alain Maire Ph.D.

**Demougeot, Sophie. 1994.** Efficacité de prédation des adultes de *Coccinella septempunctata* et de *Harmonia axyridis* [Coleoptera: Coccinellidae] contre *Choristoneura rosaceana* [Lepidoptera: Tortricidae] et *Aphis pomi* [Homoptera: Aphididae]. Mémoire de maîtrise en biologie, Université du Québec à Montréal. Direction: Charles Vincent Ph.D., co-direction: Daniel Coderre Ph.D.

**Lucas, Eric. 1994.** Évaluation de l'efficacité de prédation des coccinelles, *Coccinella septempunctata* L. et *Harmonia axyridis* Pallas [Coleoptera: Coccinellidae] en tant qu'auxiliaires de lutte biologique en vergers de pommiers. Mémoire de maîtrise en biologie, Université du Québec à Montréal. Direction: Charles Vincent Ph.D., co-direction: Daniel Coderre Ph.D.

**Myre, Stéphane. 1994.** Essais de répression chimique et développement de méthodes alternatives de lutte contre le souchet comestible (*Cyperus esculentus* L.) infestant la culture de l'oignon (*Allium cepa* L.) en sol organique. Mémoire de maîtrise en biologie végétale, Université Laval. Direction: Gilles D. Leroux Ph.D., co-direction: Diane-Lyse Benoît Ph.D.

# Genetic transformation of insects : prospects and progress

par Larry J. Heilmann

Transformation can be defined as the addition of a foreign bit of genetic information to an organism in such a way that it is stably transmitted to that organism's offspring. This has long been possible with bacteria and cultured cells, and within the last twenty years, it has become possible in an increasing number of multicellular animals and plants. It is now routine in many mammals and the fruitfly *Drosophila melanogaster*. Insects as a class are inviting targets for genetic transformation efforts. They are the most abundant macroscopic animals on earth, both in terms of numbers and species. They have important and often deadly interactions with man. Worldwide, as much as thirty percent of agricultural crops grown are lost to insects. Insects transmit a host of diseases of man and his livestock. Mosquito-transmitted malaria alone causes several million deaths a year. It is vital that methods be available to control, if not eradicate, specific species harmful to man. At the same time these controls must not wipe out all insects. Most do no harm and a few, such as the bees, are vital for pollination of plants.

The new technology of molecular biology and genetic engineering provides potential for new control methods to replace the broad spectrum chemical insecticides that now dominate. Genetic transformation is the key methodology for unlocking this potential. Man has been genetically engineering animals for his use for thousands of years. The new technology speeds the process up and allows the artificial creation of combinations of genes that might not happen naturally. It is possible to cross the species barrier, something that traditional breeding does not allow. The ability to add specific genes to an insect, to control the expression of those genes, and have those genes stably passed

to succeeding generations will open up a world of new possibilities.

For the agricultural sciences the chief goal is the development of new, safe and species specific control methods for pest insects. These include genetic sexing systems to eliminate unwanted females from mass production for sterile male release. Current systems of mass production used with such insects as the screwworm fly and the Mediterranean fruit fly do not allow separation of the sexes. This not only lowers the efficiency of the method by adding females to the wild population, but in species where the female is the principal pest, it can actually cause harm and economic upset. This severely limits the usefulness of this non-toxic and successful method.

## ***The new technology of molecular biology and genetic engineering provides potential for new control methods to replace the broad spectrum chemical insecticides that now dominate***

For many years geneticists have been attempting to achieve genetic sexing using chromosome translocation techniques. While it is possible to create female lethal lines this way, the massive rearrangements of genetic material often lead to other problems such as sterility and noncompetitiveness. Considerable work on this type of system in the Mediterranean fruit fly has produced a viable line allowing separation of males and females by a pupal color polymorphism. Preliminary work with these has shown that elimination of the females can have a dramatic effect on the effectiveness of sterile male release.

Genetic engineering, by replacing or adding only a single gene, provides a much less genetically disruptive route to the same end. Among the insects only *Drosophila melanogaster* can be

transformed reliably. Much work with mosquitos has resulted in only a few transformants that appear to not be the result of a controlled vector integration. While not yet actually accomplished, the method of transformation would be as follows. First a promoter or controlling sequence from a gene expressed only in females must be isolated. We have been concentrating on the egg yolk or vitellogenin genes. This gene is not only female specific but also organ (fat body) and stage (adult) specific. Other possibilities include chorion protein genes and genes involved in sex determination. Once the promoter region is isolated and characterized, it must be attached to a toxin gene. Toxin is here used in the broadest sense. It could actually be any protein whose expression in the wrong place or at the wrong time could prove lethal. In practice, it would probably be more practical to use an actual lethal protein such as diphtheria toxin.

The next step in the process is the crucial step, getting the toxin-promoter combination into the genome of the insect, which I will discuss later. Once this is done, larvae containing the toxin gene will develop as normal insects. At some point, depending on the promoter, the gene will begin expression, killing the cell and eventually the whole insect. With a vitellogenin promoter the gene will turn on in the fat body as the adult female becomes reproductively competent. The loss of this vital organ will be lethal for the female insect. Since the gene will not be expressed in the males, they will continue to live. These males can then be sterilized and used for mass release or can be mated with wild type females to produce the next generation.

Methods to spread a new gene through a wild population are also being developed. These are envisioned as ways to eliminate malaria and

sleeping sickness by making the insect vectors, mosquitoes and tsetse flies, genetically unable to transmit the disease-causing parasite. Meiotic drive genes could make it possible to do this even with deleterious genes.

It will also be possible to increase productivity of beneficial insects. Honeybees and silkworms are susceptible to a number of diseases that can spread rapidly through a hive or colony causing great economic loss. It should be possible to isolate genes providing resistance to these diseases or parasites and transfer them into the bees or silkworms. Likewise with parasitic insects reared for biocontrol.

One of the most exciting potential uses of genetic engineering of insects is the prospect of using them as bioreactors for the production of specialty biological compounds. Bacteria and yeast have been used to produce recombinant proteins for a number of years now. Transgenic cattle, sheep and goats are being bred to produce protein pharmaceuticals in their milk. Insects could be another method to relatively cheaply produce large amounts of specific proteins for medical or industrial use.

In addition to the great potential for medical, agricultural and commercial uses for insect transformation, possibly its greatest uses are still unknown. The technology would unlock the world of insect genetics and biochemistry about which, with the single exception of *Drosophila melanogaster*, we know very little. This knowledge will almost certainly lead to new insights and ideas about insect control and use that we have not even thought of yet.

Ten years ago, there was great excitement at the thought that the then new *Drosophila* P-element transformation system would be applicable to other insects. The elegant excision assay experiments of O'Brochta and Handler dashed those hopes by showing that the P-elements transposed only in a few closely related

*Drosophilids*. Other methods have had to be thought out and tried. Four things are needed for transformation of insects to become a reality. First, one needs a gene to transform. These can be from any organism or even be artificial. The chief problem is to find proper promoter sequences that will allow them to be expressed properly in the insect of choice. For genetic sexing systems, sex-specific promoters will be needed. For other purposes one might want controllable promoters such as heat shock or metallothionein. The gene attached to the promoter will depend on the purpose of the project. It could range from a lethal toxin gene to a gene for some pharmaceutical product.

***One of the most exciting potential uses of genetic engineering of insects is the prospect of using them as bioreactors for the production of specialty biological compounds***

Second, it will be necessary to link the gene and its control sequences to a transfer vector such as a plasmid or virus. The vector functions to insert itself and the gene into the genome of the insect and this has proven to be much more efficient and controllable than using the gene alone. This is an active area of research with much effort being devoted to finding endogenous transposable elements in different species. Much interest is currently centered on the Hobo and Mariner-like elements which seem to be widespread and to have potential for use in more than one species.

Third, there must be a method to deliver the DNA into the insect so the vector can insert itself into the chromosomal DNA of germline progenitor cells. The most popular and useful method in *Drosophila* and mammals is microinjection into early embryos. This is often difficult with some insect embryos so other ways are being studied, such as electro-

poration and the biolistic gene gun. Viruses might also be an effective method of combining both vector and delivery systems.

Fourth, since only some of the treated embryos will take up the added gene, it is necessary to have some selection system to eliminate the non-transformed insects. This must be a dominant marker transmitting a clear phenotype. In *Drosophila*, the rosy eye color mutation has been the system of choice (18) but most insects, because of the lack of genetic mutant strains, will require selection based on pesticide or antibiotic resistance. Some vectors incorporating antibiotic resistance have been designed.

One note of caution that must be introduced here concerns the environmental introduction of transformed insect strains. In some uses, such as genetic sexing, the release is designed to eliminate the insect and the released insect is sterile. Other uses will require only lab reared colonies. These should be reared only under proper conditions of biological security. The potential problem is the release of organisms designed to spread their genes among the wild population. Such releases should only be done after much study and debate and only in cases where the potential for good clearly outweighs the status quo, such as elimination of malaria.

Genetic transformation of insects will bring about many changes in the study of entomology. Our knowledge of insects will greatly increase, new methods of pest control will be developed and new uses found for this abundant class of animals. It is research that has enormous potential for future growth.

---

*L'auteur est chercheur au USDA, Agricultural Research Service, Biosciences Research Laboratory à Fargo, North Dakota.*

---

*N.D.L.R. La liste des références bibliographiques de cet article est disponible sur demande. Voir la note qui figure en page 11.*

# Lutte aux insectes par les plantes transgéniques : stratégies et perspectives

par Dominique Michaud & Serge Yelle

Le développement rapide des techniques de régénération en conditions aseptiques (culture *in vitro*) et de transfert d'ADN au génome des plantes (transformation génétique) au cours des dernières années a mené à l'émergence de nouvelles stratégies de contrôle des organismes nuisibles, basées sur l'emploi de plantes transgéniques résistantes. C'est la capacité unique des cellules et des tissus végétaux à croître et à se diviser pour générer une plante entière, complète et fonctionnelle qui rend de telles stratégies possibles. Celles-ci consistent simplement à introduire un gène d'intérêt, par transformation génétique, au génome des cellules ou des tissus à régénérer. Par un choix judicieux du gène introduit, la plante transgénique ainsi produite possède un nouveau

caractère bénéfique. Les gènes de résistance aux insectes, notamment, s'avèrent d'un intérêt particulier pour la protection des plantes cultivées.

## Gènes d'intérêt et stratégies actuelles

Deux approches générales ont été considérées jusqu'ici pour la production de plantes transgéniques résistantes aux insectes nuisibles (tableau 1) : l'emploi d'un gène de la toxine du *Bacillus thuringiensis* (Bt) et celui d'un gène d'inhibiteur de protéases (IP). Dans le premier cas, la toxine produite dans la plante transformée est solubilisée et clivée par les protéases digestives de l'insecte après ingestion. Le polypeptide qui en résulte, résistant à la protéolyse, est toxique à l'insecte (effet antibiotique). Dans le second cas, l'effet est de type « antinutritif ». Les IPs ingérés par l'insecte se lient aux protéases se trouvant dans son

tube digestif et bloquent la digestion des protéines. Selon l'hypothèse généralement acceptée, cette inhibition induirait la synthèse de nouvelles protéases digestives (compensation physiologique) et causerait, indirectement, des désordres métaboliques chez l'insecte.

Depuis quelques années, plusieurs plantes transgéniques résistantes ont été développées (tableau 2). En général, les constructions géniques employées sont constituées d'un gène du facteur de résistance (toxine du Bt ou IP) lié à un promoteur constitutif à forte expression (ex. promoteur 35S du virus de la mosaïque du chou-fleur), menant à l'accumulation en grande quantité des protéines exogènes dans la plupart des organes et tissus de la plante. Cette première génération de plantes transgéniques résistantes, transformées avec un gène de résis-

Tableau 1 - Caractéristiques fonctionnelles de la toxine du Bt et des inhibiteurs de protéases

Caractéristiques	Toxine du Bt	Inhibiteurs de protéases
Expression dans les plantes transgéniques	Peu efficace en raison des codons bactériens, peu similaires à ceux utilisés par les plantes. Une modification des codons selon la table d'usage des codons végétaux lève le problème en bonne partie.	Protéines végétales; pas de problème détectable.
Mécanisme d'action	Reconnaissance de récepteurs membranaires au niveau du tube digestif de l'insecte-cible. Modification de la perméabilité membranaire des cellules reconnues et désordres métaboliques chez l'insecte. Arrêt rapide de la prise alimentaire et mort de l'insecte.	Inhibition compétitive (inhibiteurs de type <i>sérine</i> ) ou non (inhibiteurs de type <i>cystéine</i> ) des protéases digestives de l'insecte. Effet métabolique peu connu: une surproduction des protéases-cibles surviendrait (compensation physiologique) et causerait des désordres métaboliques majeurs chez l'insecte.
Efficacité	Très élevée. Dans les plantes transformées, une expression très faible de la toxine (0,001 % des protéines solubles totales) suffit pour causer la mort des insectes-cibles.	Faible. Une expression de 0,5 à 1,0 % des protéines solubles totales est généralement nécessaire pour observer un effet significatif sur la survie des insectes. Un effet sur les taux de croissance et de développement est probablement détectable à moindre dose.
Spécificité	Très élevée. Chaque type de toxine n'agit que sur un groupe limité d'insectes (e.g. Coléoptères, Lépidoptères, etc.).	Peu élevée. Chaque inhibiteur peut en théorie inhiber les protéases de tous les organismes utilisant des protéases digestives de la classe correspondante.
Développement de résistance chez l'insecte	Risques élevés (effet antibiotique). Résistance observée chez plusieurs insectes.	Risques apparemment peu élevés (effet « antinutritif »). Aucune étude spécifique jusqu'ici.

tance unique, montrent en général un effet marqué sur les insectes-cibles. Les insectes se nourrissant exclusivement de ces plantes sont voués à un arrêt de croissance et dans plusieurs cas, à une mort rapide.

Considérant la forte capacité d'adaptation des insectes soumis à un composé toxique unique, il est dès lors plausible de prévoir une perte d'efficacité graduelle des plantes transformées avec un gène de résistance unique. Si des essais au champ réalisés sur des plantes transformées avec un gène codant pour une toxine du Bt ont montré, jusqu'ici, un taux de protection adéquat contre les insectes-cibles, il faut garder à l'esprit que la toxine produite demeure un composé chimique au même titre que les insecticides synthétiques employés traditionnellement. Des essais de sélection ont d'ailleurs permis de mettre en évidence le développement de résistance à la toxine du Bt chez quelques insectes, et ce en quelques générations seulement. L'utilisation intensive de plantes transgéniques produisant la toxine du Bt ou tout autre facteur de résistance unique mènera inévitablement, à plus ou moins long terme, au même résultat négatif que celui observé avec les insecticides synthétiques. Il importe donc d'établir des stratégies destinées à contrecarrer cet échec potentiel et par lesquelles les phénomènes d'évolution et de résistance chez les insectes visés seront minimisés.

#### Lutte intégrée et résistance bigénique

Par conséquent, il convient d'élaborer des stratégies qui, comme celles élaborées naturellement par les plantes, font appel à une diversification des moyens de lutte employés. Toute approche destinée à contrôler les populations d'insectes nuisibles doit donc être incluse dans un programme de lutte intégrée basé sur une multiplicité des moyens de lutte, de façon à maintenir une pression de sélection aussi faible et diffuse que possible sur les organismes visés. (Voir tableau 2).

Dans un tel programme, qui correspond à un système de lutte intégrée, la composante *plantes transgéniques* est l'un des multiples moyens de lutte employés pour le contrôle d'un organisme nuisible donné. Dans la mesure où elles seront utilisées en conjonction avec les pesticides synthétiques, la lutte biologique, la lutte mécanique et des modes de culture appropriés, les plantes transgéniques pourront contribuer significativement à un contrôle efficace et durable des insectes

et des organismes pathogènes. Dans le contexte socio-économique actuel, où l'innocuité des aliments et la sauvegarde de l'environnement sont des facteurs importants à considérer dans toute approche stratégique liée à l'agriculture, l'utilisation de ces plantes est d'ailleurs particulièrement intéressante. La toxine du Bt, par exemple, est spécifique aux insectes-cibles et son utilisation s'avère peu risquée pour l'équilibre de l'agroécosystème. Elle ne semble pas dommageable

**Tableau 2 - Plantes transgéniques destinées au contrôle des insectes nuisibles**

Espèce végétale	Gènes de résistance	Insecte-cible
coton	Bt CryIA (b), (c) modifiés <i>Spodoptera exigua</i>	<i>Trichoplusia ni</i> <i>Heliothis zea</i>
maïs	Bt CryIA (b)	<i>Ostrinia nubilalis</i>
peuplier	Bt CryIA (a) modifié <i>Lymantria dispar</i>	<i>Malacosoma disstria</i>
pomme de terre	Bt var. <i>kurstaki</i> Bt var. <i>tenebrionis</i> OCI	<i>Manduca sexta</i> <i>Leptinotarsa decemlineata</i> <i>L. decemlineata</i>
riz	Bt var. <i>azawai</i> <i>Chilo suppressalis</i> <i>Cnaphalocrocis medinalis</i> <i>Sesamia inferens</i>	<i>Tryporyza incertulas</i>
tabac	Bt var. <i>kurstaki</i> Bt var. <i>tenebrionis</i> Bt var. <i>israelensis</i> Bt CryIA (a) Bt CryIA (b) OCI cpTI TI-I, TI-II PI-IHK	<i>H. virescens</i> <i>L. decemlineata</i> <i>M. sexta</i> <i>M. sexta</i> <i>M. sexta</i> Coléoptères <i>H. virescens</i> <i>M. sexta</i> <i>M. sexta</i>
tomate	Bt Cry IA (b) <i>H. zea</i> <i>Keiferia lycopersicella</i> <i>H. virescens</i> <i>H. zea</i> <i>M. sexta</i>	<i>M. sexta</i>

Bio-essais en cours. Abréviations. Bt: toxine du Bt; cpTI: *cowpea trypsin inhibitor*; OCI: oryzacystatine I; TI-I et TI-II: inhibiteurs de protéases de type *sérine* de la tomate; PI-IHK: inhibiteur de protéases de type *sérine* de la pomme de terre.

pour la santé des consommateurs et des producteurs, et sa nature peptidique la rend sans doute facilement dégradable et recyclable dans l'environnement. La culture de plantes transformées avec cet agent bio-insecticide s'intègre donc parfaitement dans le cadre de stratégies destinées à assurer un développement durable des systèmes de production agricole.

L'implantation d'un système de lutte intégrée dans toute unité de production, intéressante en théorie, est toutefois difficilement envisageable en pratique, en raison de contraintes socio-économiques et politiques diverses. L'attrait irrésistible des plantes transgéniques, qui à court terme permettront possiblement un contrôle quasi-total des insectes-cibles, rendra notamment difficile toute argumentation en faveur d'une diversification des moyens de lutte, coûteuse en matériel, en énergie et en temps. Si un système de lutte à composantes multiples est souhaité, chaque composante doit aussi être optimisée de façon à faciliter le maintien d'une faible pression de sélection sur les insectes-cibles. Idéalement, chaque composante devrait constituer en elle-même un mini-système de lutte intégrée, caractérisé par une multiplicité relative de fonctions de résistance.

Pour l'optimisation de la composante « plantes transgéniques », le développement d'une résistance multi-(bi)-génique apparaît d'intérêt. En bref, cette approche consiste à transformer la plante sensible avec plus d'un gène de résistance (facteurs de résistance X, Y, etc.). Techniquement, l'obtention de plantes à résistance bigénique consiste simplement à transformer une plante transgénique à résistance monogénique avec un second gène de résistance. Dans les cas où la multiplication des plantes d'intérêt se fait par reproduction sexuée, le croisement de plantes transgéniques à résistance monogénique distincte (X x Y) représente aussi une approche aisée. Pour les deux approches, des plantes transgéniques à résistance bigénique (X, Y) sont produites. Si la probabilité que des individus

d'une population d'insectes soient résistants à un facteur de contrôle X est de  $1/x$  et celle qu'ils soient résistants à un facteur Y de  $1/y$ , la probabilité qu'ils soient résistants aux deux facteurs est, en théorie, de  $1/xy$  (en considérant des toxines à effets distincts et en supposant négligeables les phénomènes de résistance multiple). L'emploi de plus d'un facteur de résistance pourrait donc contribuer à assurer un maintien de l'efficacité à moyen ou long terme des plantes transgéniques.

**Première cible pour l'utilisation à grande échelle des pesticides chimiques, le doryphore de la pomme de terre est devenu, avec le temps, résistant à toutes les grandes classes d'insecticides commerciaux.**

Le cas du doryphore de la pomme de terre (*Leptinotarsa decemlineata* Say), à cet égard, représente un cas d'intérêt pour le Québec. Première cible pour l'utilisation à grande échelle des pesticides chimiques, cet insecte est devenu avec le temps résistant à toutes les grandes classes d'insecticides commerciaux. Comme alternative, l'utilisation de plantes transgéniques de pomme de terre produisant une toxine du Bt spécifique aux coléoptères a été récemment proposée et des plantes similaires adaptées aux conditions du Québec sont à l'essai au Centre de recherche en horticulture de l'Université Laval. Apparemment très efficace à prime abord, cette approche de lutte pourrait toutefois voir cette efficacité diminuer à moyen et même à court terme, l'insecte ayant la capacité de s'adapter assez rapidement à la toxine. L'utilisation conjointe de la toxine et d'un IP pourrait, dans ce cas, représenter une approche plus appropriée pour un contrôle à long terme de l'insecte. Comme les IPs et la toxine du Bt sont caractérisés par des modes d'action distincts, la résistance à l'un des deux facteurs chez un individu n'induirait pas de résistance à l'autre facteur (absence présumée de résistance croisée). En outre, les oryzacystatines (OCs), des IPs végé-

taux de type cystéine, inhibent une fraction importante des protéases digestives du doryphore au stade larvaire comme au stade adulte (effet *in vitro*). Apparemment aptes à retarder la croissance des jeunes larves de cet insecte (effet *in vivo*), ces IPs ne semblent pas affecter la croissance de la plante-hôte transformée, faute de protéases-cibles chez la pomme de terre. Les OCs représentent donc un complément d'intérêt à la toxine du Bt pour la production de plantes transgéniques de pomme de terre à résistance bigénique et laissent entrevoir la possibilité d'un contrôle maintenu du doryphore au cours du temps par l'emploi de plantes transgéniques résistantes.

**Perspectives et perception du public**

La mise au point de protocoles efficaces pour la transformation génétique des plantes agricoles a mené à l'intérêt marqué des chercheurs et de l'industrie pour le développement de plantes « modifiées » caractérisées par de nouveaux traits bénéfiques. L'un des facteurs principaux expliquant cet engouement est la rapidité relative par laquelle les facteurs intéressants peuvent être transférés à la plante. La technologie des plantes transgéniques permet l'intégration directe de facteurs intéressants au génome de lignées développées par croisement génétique, réduisant (potentiellement) le temps requis pour le développement de lignées très performantes. Néanmoins, il importe de garder à l'esprit que l'utilisation des plantes transgéniques ne diminuera en aucun cas l'importance des études génétiques traditionnelles, notamment celles relatives à la stabilité phénotypique des caractères introduits, à l'impact des gènes introduits sur les rendements et aux analyses toxicologiques rendues nécessaires par l'expression de gènes étrangers au génome de plantes destinées à la consommation. En dépit de l'effet spectaculaire des plantes transgéniques résistantes observé jusqu'ici, il apparaît donc prudent de présenter la transformation génétique comme un

outil performant pour l'amélioration des plantes, et non comme ce qu'elle apparaît à première vue pour certains : une panacée à tous les problèmes dans le petit monde du contrôle des organismes nuisibles.

En outre, bien que les développements récents en transformation génétique aient provoqué un certain enthousiasme dans les milieux de la presse, la question de l'acceptation générale du produit de ces biotechnologies par le public et par le monde agricole demeure nébuleuse. L'intérêt des producteurs agricoles pour de

nouvelles approches de production repose sur les profits à en tirer, qui eux reposent sur leur acceptation par le milieu législatif et le public en général. D'une complexité évidente, ce problème de l'acceptation des plantes transgéniques par des groupes d'intérêts variés est difficile à prévoir et ne sera traité correctement qu'à la suite de la commercialisation - déjà entamée aux États-Unis - des premiers « produits transgéniques ». Néanmoins, si le génie génétique n'est pas destiné à régler tous les problèmes agricoles constatés sur la planète, il apparaît tout de même correct

d'avancer qu'il pourrait, dans la mesure où il sera accepté comme composante à part entière du processus d'amélioration des cultures, contribuer à les alléger.

---

*Les auteurs sont respectivement chercheur en stage post-doctoral à la University of British Columbia (UBC) et directeur du Centre de recherche en horticulture (CRH) de l'Université Laval.*

*N.D.L.R. La liste des références bibliographiques de cet article est disponible sur demande. Voir la note qui figure en page 11.*

---

## TOVEDETTE-PHYTOVEDETTE-PHYTOVEDETTE-PHYTOVEDETTE-PHYTOVEDETTE-PHYTOV

### Tuer un problème dans l'oeuf

par Guy Boivin, entomologiste

Tuer un problème dans l'oeuf : étouffer un problème avant tout développement. (*Petit Robert*).

Cette expression peut s'appliquer, autant au figuré qu'au sens littéral, à un groupe d'ennemis naturels souvent utilisés en lutte biologique: les parasitoïdes des oeufs. Ce groupe de parasitoïdes comprend des microhyménoptères d'une quinzaine de familles dont trois, les mymaridés, les scelionidés et les trichogrammatidés, ne sont formés que de parasitoïdes des oeufs. Les hôtes attaqués par ces minuscules guêpes sont variés; les oeufs des Lépidoptères, Coleoptères et Hémiptères étant les groupes les plus souvent cités. Comme on peut s'y attendre, les adultes de ces parasitoïdes sont minuscules, mesurant en général 1-2 mm et c'est dans ce groupe que l'on retrouve les plus petits insectes connus. Un genre de trichogrammatidés, *Megaphragma*, parasite des oeufs de thrips, et les adultes de ces espèces mesurent environ 180 µm, soit moins que certains protozoaires.

Les parasitoïdes des oeufs sont des ennemis naturels prometteurs pour la lutte biologique, surtout contre les ravageurs dont les dommages sont causés par les larves. En effet, puisque ces parasitoïdes détruisent l'oeuf du

ravageur, les dégâts sont évités. En lutte biologique classique, certaines espèces ont été introduites pour contrôler des ravageurs. Ainsi, *Anaphes diana* (Mymaridae) a été introduit aux États-Unis et en Australie à partir d'Europe pour la lutte contre différentes espèces de charançons du genre *Sitona*. La manipulation de l'habitat peut aussi être utilisée comme dans le cas d'un autre mymaridé, *Anagrus epos*, qui a pu contrôler efficacement une cicadelle s'attaquant aux raisins en Californie lorsque des mûres sauvages, où se développent des populations d'une autre cicadelle, ont été plantées aux abords des vignobles.

Mais l'approche de loin la plus importante pour les parasitoïdes des oeufs demeure la lutte biologique par inondation. Certains mymaridés font actuellement l'objet de recherche et de production, tel *Anaphes iole* contre différentes espèces de *Lygus*, mais ce sont les trichogrammatidés qui sont de loin les plus connus. Il y aurait actuellement dans le monde environ 15 millions d'hectares commercialement traités avec des lâchers de *Trichogramma*, surtout en Europe et en Asie. La raison de ce succès tient à la fois à l'importance des ravageurs contrôlés, des Lépidoptères pour la plupart, et à la facilité de multiplication de ces parasitoïdes sur un hôte factice, *Ephestia kuehniella* ou *Sitotroga cerealella*.

Au Québec, nous possédions bien peu d'informations sur la présence de populations indigènes de *Trichogramma* et sur leurs possibilités d'utilisation. Depuis deux ans, un programme de recherche du Centre de recherche et de développement en horticulture d'Agriculture et Agroalimentaire Canada, à Saint-Jean-sur-Richelieu, a été mis sur pied en collaboration avec les Services Bio-Contrôle de Sainte-Foy. Ce projet comprend l'évaluation des populations indigènes de trichogrammes dans les crucifères, la sélection des espèces les plus efficaces contre les ravageurs lépidoptères des crucifères et l'établissement de leurs modalités d'utilisation. Les ravageurs visés sont la fausse-teigne des crucifères, *Plutella xylostella*, la fausse-arpenreuse du chou, *Trichoplusia ni*, et la piéride du chou, *Artogeia rapae*. Une usine de production de masse de *Trichogramma* est en rodage à Sainte-Foy et il est probable que d'ici peu, nous puissions ajouter quelques milliers d'hectares de crucifères aux millions déjà traités ailleurs dans le monde.

---

*L'auteur est chercheur au Centre de recherche et de développement en horticulture d'Agriculture et Agroalimentaire Canada à Saint-Jean-sur-Richelieu.*

# Les plantes modifiées génétiquement

## État de la réglementation au Canada

par Jean-Charles Côté

Les développements récents en biologie moléculaire ont rendu possible la production de plants transgéniques résistants à des herbicides, à des insectes, à des virus, ou alors adaptés à de nouvelles conditions environnementales. Ces approches qui, hier encore, étaient restreintes à un nombre limité de laboratoires, sont aujourd'hui en voie d'être utilisées par un grand nombre de groupes de recherche. De nombreuses demandes sont aujourd'hui acheminées pour des essais au champ. Le but de cet article est de présenter, de façon très succincte, l'état actuel de la réglementation canadienne à l'égard des plantes modifiées génétiquement.

### Réglementation

Agriculture et Agroalimentaire Canada réglemente les végétaux issus de la biotechnologie par la Loi sur les semences et la Loi sur la protection des végétaux. Cette dernière régit, de plus, l'importation de végétaux modifiés génétiquement. C'est la Division de la protection des végétaux qui est chargée de l'examen et de l'évaluation des plantes modifiées génétiquement. Les arbres transgéniques relèvent quant à eux de Forêts Canada. Si la réglementation est à toute fin pratique absente de la recherche en laboratoire, elle est incontournable pour toutes les études faites sur le terrain. Le chercheur doit alors présenter une demande d'autorisation d'essais, lesquels seront effectués d'abord en milieu isolé. Après évaluation des résultats obtenus, une demande d'essais en milieu non fermé pourra être présentée. Ceux-ci incluent habituellement les essais pré-commerciaux. Ils peuvent être faits à plus d'un endroit et doivent de plus recevoir l'assentiment d'Environnement Canada. C'est à ce stade que, si nécessaire, les don-

nées seront recueillies pour démontrer l'innocuité du produit comme aliment. Ces résultats devront être présentés à Santé et Bien-Être Canada, lequel est chargé de veiller à la salubrité des aliments en vertu de la Loi sur les aliments et drogues, et peut demander des tests supplémentaires en plus de procéder à ses propres essais.

***Si la réglementation est à toute fin pratique absente de la recherche en laboratoire, elle est incontournable pour toutes les études faites sur le terrain.***

### Évaluation du risque

Cinq aspects principaux sont pris en considération dans l'évaluation des risques présentés par les plants transgéniques.

#### 1- L'identification du produit.

Ceci comprend la biologie de la plante hôte, la caractérisation de l'espèce donneuse (laquelle peut-être d'origine animale, végétale, bactérienne ou virale), la caractérisation complète du matériel génétique inséré (incluant le ou les gènes, le promoteur, la construction génétique, la méthode d'insertion, la stabilité du matériel inséré), et la comparaison entre la biologie de la plante hôte telle que modifiée génétiquement et celle de la plante non modifiée.

#### 2- Les effets possibles sur l'environnement.

Quelles sont les possibilités de changements dans l'interaction entre la plante modifiée génétiquement et l'environnement, compte tenu de l'introduction des nouveaux caractères?

#### 3- La sécurité des êtres humains et des animaux.

Le matériel génétique inséré confère-t-il à la plante une pathogénicité, une

teneur en toxine ou un pouvoir allergène accru? Il incombe à l'expérimentateur et à Santé et Bien-Être Canada d'évaluer ces risques reliés au matériel végétal modifié génétiquement.

#### 4- Le site et les protocoles d'essai.

Le site d'essai doit être clairement délimité et identifié en tant que tel. Des moyens doivent être pris pour confiner le matériel génétique à l'intérieur des limites du site d'essai. Après les essais, les résidus de culture et leur descendance doivent être éliminés et ne peuvent en aucun cas être vendus ou consommés.

#### 5- La valeur, ou le mérite, de la nouvelle variété végétale.

Le plant modifié génétiquement doit être recommandé par un comité reconnu pour l'enregistrement de nouvelles variétés et ce, basé sur son comportement agronomique.

En 1988, année des premières autorisations, quatre demandes visant cinq essais de dissémination et deux espèces végétales ont été présentées. En 1992, ce sont 25 demandes visant 192 essais de dissémination dans sept provinces, couvrant six espèces végétales et plusieurs caractères différents qui ont été présentées.

Il est possible d'obtenir plus de renseignements quant à la réglementation des plantes modifiées génétiquement en s'adressant à la Division des produits végétaux, Direction de l'industrie des produits végétaux, Édifice K.-W. Neatby, 960 avenue Carling, Ottawa (Ontario) K1A 0C6.

---

*L'auteur est chercheur en biologie moléculaire à la Station de recherche d'Agriculture et Agro-alimentaire Canada à Saint-Jean-sur-Richelieu.*

# Une réflexion éthique... sur les plantes transgéniques

par Pierre Turcotte, agronome  
généticien

On m'a demandé, je ne sais trop en quelle qualité, d'écrire un petit commentaire sur l'éthique de la « fabrication » des plantes transgéniques... et j'ai accepté. Parlons donc de plantes transgéniques en n'abordant, semble-t-il, que peu le sujet lui-même. Parler d'éthique des plantes transgéniques, c'est, avant tout, aborder la question de l'éthique du scientifique. Dans ce commentaire, nous n'aborderons que deux axes de réflexion qui m'ont été inspirés *a contrario* par le projet de directive Pro 94-01 d'Agriculture et Agroalimentaire Canada intitulé « Critères d'évaluation du risque environnemental associé aux végétaux génétiquement modifiés ». D'abord, la reconnaissance, de la part des scientifiques, qu'ils sont bien des acteurs sociaux et que leur techno-science ne s'exerce pas sur une autre planète; ensuite, l'idéologie utilitariste si présente dans le milieu scientifique et si peu conscientisée chez les principaux intéressés.

## Entre scientifiques, on est tellement mieux...

Wittgenstein, philosophe de la première moitié de ce siècle, affirmait que l'éthique, si elle était associée apparemment à des conduites particulières, relevait d'abord et avant tout de la question du sens, en particulier, du sens de la vie. En fin de compte, c'est toujours de l'humain dont on parle « C'est pourquoi, dans ce débat (...), seule demeure la question de l'humanité de l'homme.<sup>1</sup> », c'est-à-dire du respect et de la bienveillance qu'on lui doit : « *primum non nocere*<sup>2</sup> ».

Claude Bernard, dans *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale*, nous tient les propos suivants :

Le physiologiste n'est pas un homme du monde, (...), c'est un savant, c'est

un homme qui est saisi et absorbé par une idée scientifique qu'il poursuit : (...) il ne voit que son idée et n'aperçoit que des organismes qui lui cachent des problèmes qu'il veut découvrir. (...) Comme il est impossible de satisfaire tout le monde, le savant ne doit avoir souci que de l'opinion des savants qui le comprennent et ne tirer de règle de conduite que de sa propre conscience.<sup>3</sup>

**« L'éthique, en revanche, a sa source dans une mise en question de la spontanéité de l'agir de chacun par la présence d'autrui. C'est pourquoi, dans ce débat, seule demeure la question de l'humanité de l'homme. »**

Le philosophe Pierre Gendron, dans un commentaire sur cette affirmation, nous dira que :

C'est justement là que le bât blesse, (...), est-il sûr que le savant dans son laboratoire puisse toujours s'en tenir à l'opinion des experts et qu'il lui suffise d'agir dans tous les cas selon sa « propre » conscience? Ne risque-t-il pas de se donner trop facilement bonne conscience, fût-ce au nom de la conscience professionnelle. (...) En un sens, rien n'est extérieur à la science; rien ne peut faire opposition à la spontanéité de son mouvement. L'éthique, en revanche, (...), a sa source dans une mise en question de la spontanéité de l'agir de chacun par la présence d'autrui. C'est pourquoi, dans ce débat (...), seule demeure la question de l'humanité de l'homme.<sup>4</sup>

La discussion et la prise de décision doivent-elles ne se tenir qu'entre scientifiques qui seraient seuls à savoir et à pouvoir décider puisque les non-scientifiques ne seraient que des ignorants? Quelle vision de l'humain se cache dans cette affirmation si souvent acceptée implicitement sinon explicitement? Chacun restera-t-il sur sa position? La symétrie des points de vue sera-t-elle préservée, chacun demeurant en quelque sorte le « bar-

bare » de l'autre, dans cette rencontre des cultures<sup>5</sup> ?

## De l'utilitarisme... au cynisme<sup>6</sup>?

L'utilitarisme est une orientation de pensée centrale dans les milieux scientifiques et chez les gestionnaires de la recherche scientifique. Le savent-ils?

Pour l'utilitarisme, une société est bien ordonnée et juste quand ses institutions sont organisées de manière à réaliser la plus grande somme totale de satisfaction pour l'ensemble des individus qui la composent. La recherche rationnelle par chacun de son propre bien maximal et de son bonheur en constitue la base morale. Qu'il puisse y avoir des obligations morales sans rapport avec le bien-être individuel relève, pour l'utilitarisme, d'une attitude métaphysique à proscrire; le bien-être général résulte de la seule somme des intérêts individuels. Sacrifier le bien-être d'un certain nombre est socialement légitime, si c'est la condition d'un plus grand bien-être pour un plus grand nombre; la justice n'est rien d'autre que la maximisation du bien-être d'ensemble.

Philosophie d'inspiration empiriste (les scientifiques seraient-ils philosophes... malgré eux?) affirmant ne rien devoir à des présupposés métaphysiques, l'utilitarisme est farouchement attaché aux droits et libertés de l'individu. Avant tout politico-social en sa visée, l'utilitarisme semble fait pour favoriser les consensus éthiques en recourant constamment à des méthodes d'évaluation morale comme le bilan des risques et des avantages ou la comparaison des « coûts » éthiques, à des concepts de qualité de la vie, au critère de l'intérêt du sujet, au principe de bienfaisance.

Cependant, sous des apparences neutres, consensuelles, insoupçonnables, couve une philosophie morale

dont il y aurait lieu de se demander si son concept central de bien-être n'est pas d'une ambiguïté et d'un réductionnisme aberrant. Son strict individualisme méthodologique ne tient pas compte des relations sociales pratiques et symboliques au sein desquelles nous développons notre conscience morale et, en conséquence, pour y suppléer, il condamne à recourir aux redoutables naïvetés d'idéologies telles le naturalisme psychologique ou le biologisme.

Il est inutile de chercher réponse dans l'utilitarisme aux questions de respect de l'humain puisqu'elles n'y tiennent aucune place. Elles y sont même, à la limite, dénuées de sens : mis à part ce que la loi prohibe, est admissible tout ce qui peut être jugé avantageux pour l'individu ou la collectivité, y compris le dommage causé à un seul ou à plusieurs, s'il passe pour améliorer le bien-être d'un plus grand nombre. Comme le dit Sève, il entre du cynisme tranquille dans cette bonne conscience-là.

***Il est inutile de chercher réponse dans l'utilitarisme aux questions de respect de l'humain puisqu'elles n'y tiennent aucune place.***

Même le rapport Warnock (sur les créations médicalement assistées), d'inspiration utilitariste, le soulignait :

Un esprit strictement utilitariste supposerait possible, pour des procédés donnés, d'évaluer leurs avantages et leurs coûts (...); la possibilité qu'ils soient inacceptables, quels que soient leurs avantages, resterait entière. Les questions morales (...) sont par définition des questions qui n'impliquent pas seulement une évaluation des conséquences, mais également de fortes convictions touchant la nature des activités proposées elles-mêmes.

Or l'utilitarisme nous invite à faire l'économie des convictions; à la place du respect, il ne reste alors que l'intérêt dissuasif. Ainsi motivée, toute position est d'évidence susceptible de se retourner en son contraire dans un

contexte modifié, puisqu'elle ne se rattache en rien à une attitude éthique, où la valeur de l'humain ne saurait bien entendue être mise en balance avec l'attrait du profit.

Sève<sup>7</sup> rappelle que Rousseau, pour qui jamais le marché ne sera le lieu où se forme la moralité publique, exhortait à placer l'utile dans la vertu, tandis que pour Bentham (l'utilitariste), l'utile est la libre concurrence des intérêts, censée engendrer d'elle-même les harmonies économiques et la démocratie politique avec le seul concours d'un pouvoir qui surveille et qui punit. L'utilité (revendication d'une authentique solidarité planétaire entre les humains) se sépare ici en profondeur du communautaire pour s'identifier à l'utilitaire, tandis que l'utilitarisme moral se fait le jumeau du libéralisme économique, culminant aujourd'hui dans ce mot d'ordre universel : rentabilité. Or, rentabiliser la production n'engendre sûrement pas une éthique; l'exigence d'une éthique est plutôt née des conflits et des drames engendrés par ce pragmatisme débridé.

Parce que l'utilitarisme recouvre une détermination purement relative — utilité pour qui et à quoi? — il ne peut par lui-même assigner leur fins à nos actions. Une éthique du respect, de la bienfaisance (*primum non nocere*) ne peut chercher son inspiration dans l'utilitarisme.

**Pour une éthique de la conviction**  
Jusqu'à quand les scientifiques repousseront-ils un projet éthique, relevant de la conviction et de la responsabilité, lequel pourrait peut-être rem-

placer ce sentiment omniprésent d'impuissance mêlée de laisser-aller et de cynisme facile qui les cantonne à la célébration de leur rôle qu'en faisait déjà Claude Bernard, et à ne professer qu'un utilitarisme qui les maintient hors de ce projet éthique? Wittgenstein est célèbre pour la différence qu'il a faite entre les choses que l'on peut dire et les choses que l'on ne peut que montrer. Wittgenstein rangeait l'éthique au niveau des choses que l'on ne peut que montrer :

Dans la mesure où l'éthique naît du désir de dire quelque chose de la signification ultime de la vie, du bien absolu, de ce qui a une valeur absolue, l'éthique ne peut pas être science. Ce qu'elle dit n'ajoute rien à notre savoir, en aucun sens. Mais elle nous documente sur une tendance qui existe dans l'esprit de l'homme, tendance que je ne puis que respecter profondément quant à moi, et que je ne saurais sur ma vie tourner en dérision.<sup>8</sup>

---

*L'auteur est chercheur au Service des sciences et des technologies de la pomme de terre du ministère de l'Agriculture des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec.*

#### NOTES

1, 3 à 6. Pierre GENDRON, L'expérimentation animale et l'éthique de Claude Bernard à aujourd'hui, Bio-éthique, no. 5, Octobre 1991, p. 279.

2. D'abord, ne pas nuire.

7. Cette section sur l'utilitarisme s'inspire dans une large mesure de Lucien Sève, Pour une critique de la raison bioéthique, p. 136-140.

8. Ludwig Wittgenstein, Conférence sur l'éthique, Gallimard, 1971, p. 141-155.

---

## Note aux lectrices et aux lecteurs

À cause du peu d'espace disponible dans ce numéro, nous avons dû enlever, avec l'accord des auteurs, toutes les citations d'auteurs ainsi que la liste des références bibliographiques des textes de L.J. Heilmann et de Michaud & Yelle. Les intéressés pourront se procurer la version originale référencée de ces articles en adressant leur demande à : Les Échos phytosanitaires, a/s de Michel Lacroix, Complexe scientifique, Service de phytotechnie, MAPAQ, 2700, rue Einstein, bur. D.1.110, Sainte-Foy (Québec) G1P 3W8.

---

## Chronique du livre

### MALADIES DES ARBRES DE L'EST DU CANADA

Par D.T. Myren, G. Laflamme, P. Singh, L.P. Magasi et D. Lachance. 1994. Ressources naturelles Canada, Service canadien des Forêts, Direction des sciences et du développement durable. No de catalogue: Fo 42-186/1994 F. Prix : 39,95 \$ plus TPS.

Ce document boudiné est un guide qui permet au lecteur d'identifier la majorité des maladies des arbres les plus courantes et de déterminer les mesures qui s'imposent pour les contrer. L'ouvrage comprend la description de 96 maladies; 276 photos couleurs de ravages causés aux arbres par les maladies; des lignes directrices sur le choix et la manipulation des échantillons à prélever pour obtenir l'aide d'experts; ainsi que des suggestions sur la façon de prévenir les maladies et sur l'aménagement qui convient afin de les tenir en échec. Il traite aussi des dommages causés par les animaux, les insectes nuisibles et les agents abiotiques.

Le document est utile, concis, bien écrit et abondamment illustré. Il permettra aux professionnels de la forêt oeuvrant tant dans le milieu urbain, que dans celui des forêts privées, pépinières ou grande forêt publique, de poser un meilleur diagnostic.

Toutefois, il serait souhaitable, lors de futures rééditions, que la qualité générale des photos qui apparaissent hors foyer soit améliorée. Le manque de qualité semble résider dans l'impression puisque les photos de la couverture sont belles mais elles devien-

nent floues lorsqu'elles sont reproduites dans le texte. La mise en page, quant à elle, pourrait être modifiée afin que les photos illustrant un problème apparaissent sur la même page double. Par ailleurs, l'identification des maladies présentées sur la page couverture est erronée à la suite de l'inversion des bas de vignette. De plus, on a malheureusement classifié les dégâts occasionnés par les animaux parmi les dommages abiotiques. Finalement, il serait intéressant que la bibliographie sélective comporte plus de titres que les deux ou trois soumis.

Il est possible d'envisager une longue carrière pour ce document. En effet, bien qu'il existe sur le marché de plus en plus de documents portant sur la vulgarisation (*Guide de soins des arbres* par Maurice Thibault, *Vergers à graines de conifères: identification des ravageurs et guide de protection*, par Turgeon et De Groot), *Maladies des arbres de l'est du Canada* constitue, en français, le seul recueil disponible, pour les maladies de l'est de l'Amérique du Nord.

*Ce commentaire a été préparé par Jacques R. Tremblay, ingénieur forestier, du Cégep de Sainte-Foy*

## Les Échos phytosanitaires

La Société de protection des  
plantes du Québec

Complexe scientifique  
Service de phytotechnie, MAPAQ  
a/s de Michel Lacroix  
2700, rue Einstein, bur. D.1.110  
Sainte-Foy (Québec) G1P 3W8  
Tél. : (418) 643-4925  
Télé. : (418) 646-6806

Rédacteur en chef  
Michel Carignan

Comité de rédaction  
Sophie Banville  
Michel Lacroix  
Marc Laganière  
Michel O'Connell Guibord  
Michèle Roy

Correspondants  
Carole Beaulieu, U. Sherbrooke  
Pascale Thivierge, U. McGill  
Guy Bélair, Agr. Canada  
Diane L. Benoît, Agr. Canada  
Luc Brodeur, PRISME  
Guy Bussière, U. Laval  
Jean Cabana, Min. Forêts Qc  
Conrad Cloutier, U. Laval  
Daniel Coderre, UQAM  
Richard Desrosiers, MENVIQ  
Michel Germain, Agr. Canada  
Michel O'c. Guibord, MAPAQ  
Louise Innes, Min. Forêts Qc  
Marc Laganière, C.R.H., U. L.  
Michel Letendre, R.A.P.  
Peter Neumann, U. Montréal  
Michel Rochon, C. F.L.  
Marc St-Arnaud, J. Bot. Mtl  
Ph. Thonart, U. Liège, Belgique

\*\*\* Prochain dossier \*\*\*

## La phytoprotection et la mondialisation

