

Commentaires sur le projet de document de l'OCDE sur les considérations environnementales relatives à l'évaluation des risques associés à la dissémination des plantes génétiquement modifiées

Jean-Christophe Pagès, Jean-Jacques Leguay, Yves Bertheau, Pascal Boireau,
Denis Bourguet, Florence Coignard, François-Christophe Coleno, Jean-Luc
Darlix, Elie Dassa, Maryse Deguergue, et al.

► **To cite this version:**

Jean-Christophe Pagès, Jean-Jacques Leguay, Yves Bertheau, Pascal Boireau, Denis Bourguet, et al..
Commentaires sur le projet de document de l'OCDE sur les considérations environnementales relatives
à l'évaluation des risques associés à la dissémination des plantes génétiquement modifiées. [Autre] Haut
Conseil des Biotechnologies. 2011. hal-02915536

HAL Id: hal-02915536

<https://hal.inrae.fr/hal-02915536>

Submitted on 14 Aug 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAUT CONSEIL DES BIOTECHNOLOGIES

COMITE SCIENTIFIQUE

Paris, le 6 mai 2011

COMMENTAIRES SUR LE PROJET DE DOCUMENT DE L'OCDE SUR LES CONSIDERATIONS ENVIRONNEMENTALES RELATIVES A L'EVALUATION DES RISQUES ASSOCIES A LA DISSEMINATION DES PLANTES GENETIQUEMENT MODIFIEES

Le Haut Conseil des biotechnologies (HCB) a été sollicité le 12 avril 2011 par la Direction générale de l'alimentation du Ministère de l'agriculture, de l'alimentation, de la pêche, de la ruralité et de l'aménagement du territoire et par la Direction générale de la prévention des risques du Ministère de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement pour examiner et commenter le projet de document de l'OCDE (version du 11 avril 2011) sur les considérations environnementales relatives à l'évaluation des risques associés à la dissémination des plantes génétiquement modifiées en vue de la réunion du groupe de travail de l'OCDE sur le sujet les 9 et 10 mai 2011.

Le Comité scientifique (CS)¹ du HCB a procédé à l'examen de ce document par voie électronique sous la présidence de Jean-Christophe Pagès. Les commentaires du HCB à destination de l'OCDE sont transmis par ce rapport aux autorités françaises, en version française et anglaise.

¹ La composition du CS est indiquée dans l'Annexe 3.

TABLE DES MATIERES

1. INTRODUCTION	3
2. COMMENTAIRES SUR LE PROJET DE DOCUMENT DE L'OCDE SUR LES CONSIDERATIONS ENVIRONNEMENTALES RELATIVES A L'EVALUATION DES RISQUES DES PLANTES GENETIQUEMENT MODIFIEES	3
2.1 REMARQUES GENERALES	3
2.2 COMMENTAIRES PAR SECTION	4
2.3 BIBLIOGRAPHIE	6
ANNEXE 1 : COMPLEMENTS DE DEFINITION PROPOSES PAR LE HCB	7
ANNEXE 2 : VERSION ANGLAISE A DESTINATION DE L'OCDE	10
1. GENERAL COMMENTS	10
2. COMMENTS PER SECTION.....	10
3. BIBLIOGRAPHIE.....	12
4. APPENDIX : DEFINITION COMPLEMENTS	12
ANNEXE 3 : ELABORATION DES COMMENTAIRES	16

1. Introduction

Considérant que les technologies d'amélioration des plantes par modification génétique pourraient constituer un risque potentiel particulier pour l'environnement, le groupe de travail de l'OCDE sur l'Harmonisation de la Surveillance Réglementaire en Biotechnologie s'intéresse depuis plusieurs années aux paramètres de l'évaluation environnementale des biotechnologies. Dans ce cadre, l'OCDE élabore un set de documents dans le quadruple objectif (1) d'apporter une assistance aux instances chargées de l'évaluation des risques pour l'environnement des biotechnologies, (2) de fournir des Documents Consensus pour faciliter les collaborations et discussions sur le sujet au sein de l'OCDE, (3) d'apporter des documents clés qui peuvent servir non seulement aux pays qui ont déjà établi une réglementation sur le sujet, mais également à ceux qui sont en cours de développement d'une telle réglementation, et (4) d'apporter un ensemble de conseils et de recommandations à toute autre partie prenante qui souhaite être informée sur le sujet.

L'un de ces documents est dédié aux considérations environnementales, d'autres concernent la caractérisation moléculaire des plantes transgéniques, la biologie des plantes cultivées, ou encore un document consensus sur les traits ou caractéristiques agronomiques. Le premier document sur les considérations environnementales de l'évaluation des risques associés à la dissémination des plantes transgéniques a été élaboré en 2004, et a fait l'objet de révisions et de développement successifs jusqu'à présent. Un nouveau document sur le sujet a été soumis le 11 avril 2011 au groupe de travail de l'OCDE pour discussion en réunion les 9 et 10 mai 2011.

Dans ce contexte, le Haut Conseil des biotechnologies (HCB) a été sollicité le 12 avril 2011 par la Direction générale de l'alimentation du Ministère de l'agriculture, de l'alimentation, de la pêche, de la ruralité et de l'aménagement du territoire et par la Direction générale de la prévention des risques du Ministère de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement pour examiner et commenter ce document en vue de la réunion du groupe de travail de l'OCDE des 9 et 10 mai 2011.

Le Comité scientifique (CS)² du HCB a procédé à l'examen de ce document par voie électronique sous la présidence de Jean-Christophe Pagès. Les commentaires du HCB à destination de l'OCDE sont transmis par ce rapport aux autorités françaises, en version française et anglaise.

2. Commentaires sur le projet de document de l'OCDE sur les considérations environnementales relatives à l'évaluation des risques des plantes génétiquement modifiées

2.1 Remarques générales

Ce document de l'OCDE sur les considérations environnementales pour l'évaluation des risques potentiels associés à la dissémination des plantes transgéniques est remarquablement synthétique tout en étant informatif et relativement complet. Toutefois, le CS du HCB juge que le document gagnerait à être enrichi et amélioré sur les points suivants :

- 1) Il n'est fait allusion nulle part dans le document à un possible transfert de transgènes des plantes aux microorganismes, avec un impact potentiel (même si estimé négligeable) sur la structure des communautés microbiennes (modification des équilibres entre les différents taxa) et les fonctions susceptibles d'être réalisées.
- 2) Le chapitre sur la biodiversité est relativement faible et incomplet. Il mériterait d'être davantage développé, comme explicité dans ce rapport, et mis en exergue pour soutenir le reste du texte, en mettant notamment en évidence son implication dans toutes les autres considérations environnementales.

² La composition du CS est indiquée dans l'Annexe 3.

- 3) Les définitions de termes et concepts sont parfois insuffisantes et mériteraient d'être complétées (voir exemples IV 4.1 et 4.7).
- 4) Aucune considération technique ou méthodologique n'est donnée sur les méthodes à mettre en œuvre pour évaluer les différents éléments des considérations environnementales.
- 5) Ce document, identifiant des « information elements » sans préciser la nature spécifique de l'information requise pour chacun d'entre eux, reste très général et d'une portée limitée pour cadrer l'évaluation du risque.

Le CS du HCB regrette que ces points reprennent en grande partie les commentaires qu'il avait envoyés précédemment à l'OCDE (le 24 février 2010) sur la version du 12 janvier 2010 des grandes lignes sur les considérations environnementales de l'évaluation des risques des plantes génétiquement modifiées.

2.2 Commentaires par section

Section III – Environmental Considerations: General Issues

Le point sur les “effets sur la biodiversité” aurait mérité d'être considéré en amont de toutes les parties plutôt que dans une partie à part, ce qui contribue à laisser penser que les autres effets ne sont pas associés à la biodiversité alors qu'ils lui sont intimement liés. En effet, même les changements de pratiques culturelles –emploi d'herbicides, non-labour– ont des conséquences sur la biodiversité.

Section IV – Environmental Considerations and Information Elements

4.1. Environmental Consideration : Persistence, Weediness and Invasiveness

Les définitions de certains termes sont insuffisantes. Il serait souhaitable de compléter la définition du caractère adventice des plantes, et de définir ce que l'on entend par plantes férales et plantes sauvages, ces concepts étant repris plus loin dans le document OCDE sans aucune explication. Ces éléments sont développés dans l'annexe 1.

4.2 Environmental Consideration : Gene Flow

Dans le paragraphe 33, il serait souhaitable de remplacer le terme « *agrologists* » par un terme plus usuel pour la communauté internationale (« *agriculturist* » par exemple).

La deuxième phrase du paragraphe 37 (“*Rates of outcrossing to crop volunteers in agricultural settings may not be easily extrapolated to rates of outcrossing to weedy biotypes of the crop species, where in the latter case the rates may be substantially lower*”) semble incorrecte aux experts du CS du HCB, qui expliquent leur position en utilisant l'exemple de la laitue : la laitue cultivée (*Lactuca sativa*) et la laitue sauvage (*L. serriola*) sont de plus en plus reconnues comme faisant partie d'une seule et même espèce (Koopman et al., 1998; Koopman et al., 2001) et la laitue sauvage est un 'weedy biotype' qui s'est répandu dans le monde entier. Dans ce contexte, les chances de croisement de plantes de laitue cultivée non récoltées avec le biotype sauvage semblent beaucoup plus importantes qu'avec d'autres laitues cultivées. Si la phrase citée est conservée par l'OCDE, pourrait-elle être explicitée et justifiée?

Concernant les éléments d'information à considérer pour mieux appréhender les risques de flux de gène, les experts du CS du HCB proposent de compléter les points suivants avec les ajouts soulignés, relatifs à la reproduction sexuée :

- “*Reproductive biology of the comparator: generation time and duration, sexual & vegetative reproduction, pollination biology, propagule production, (...)*”
- “*Biology of sexually compatible relatives, in particular sexual/vegetative reproduction, pollination biology, weediness/invasiveness and interactions with other organisms.*”

4.3. Environmental Consideration : Organisms and Food Web

La question de l'impact potentiel des plantes transgéniques sur les organismes et les réseaux trophiques est bien posée. Un point pourrait être rajouté dans les éléments d'information nécessaires pour appréhender l'importance de cet impact : en plus des points sur la présence de l'espèce concernée dans l'environnement récepteur, et la nature des organismes qui pourraient être exposés à la nouvelle protéine ou au nouveau métabolite provenant de la plante transgénique, il est important de pouvoir estimer la fraction de la population de l'organisme concerné qui est effectivement exposée.

Enfin, mentionnée dans le paragraphe 40, la valeur esthétique, culturelle ou économique des organismes aurait plus sa place dans la partie biodiversité, qui gagnerait à être traitée en amont des autres parties pour faciliter le développement de ces arguments (cf. 4.7). On peut remarquer ici que des considérations relatives au concept de valeur intrinsèque de la biodiversité (hors de toute question utilitaire) n'apparaissent pas dans le document.

4.4 Environmental Consideration: Effects on Soil Function

Ces considérations restent très générales. De plus, le document ne considère que les effets liés à la plante transgénique elle-même et à l'expression des gènes du transgène. La possibilité d'un transfert d'ADN entre plantes et microorganismes n'est pas envisagée, bien qu'un tel transfert pourrait affecter les fonctions réalisées par les microorganismes de la rhizosphère et du sol.

4.5 Environmental Consideration: Crop Management Practices

Le paragraphe 49 pourrait être plus explicite sur le fait que l'itinéraire technique de la culture des PGM herbicides et/ou insecticides sera nécessairement modifié par rapport à celui de leur équivalent non transgénique, puisque c'est précisément l'objectif de ces événements de transformation.

Un élément supplémentaire pourrait être rajouté dans les éléments d'information : l'impact potentiel de la culture des plantes transgéniques et/ou des changements associés dans les pratiques de gestion des pathogènes sur les équilibres de l'entomofaune.

4.6 Environmental Consideration: Effects on Plant Health, and Incidental Exposure to Animals and Humans

Comme pour la section 4.4, la possibilité d'un transfert d'ADN entre plantes et microorganismes n'est pas envisagée. En particulier ici, la possibilité d'un transfert de gène de résistance aux antibiotiques devrait être considérée, même s'il est reconnu que, vu la présence en nombre de ces gènes (ou de gènes effectuant la même fonction) dans le sol, la probabilité qu'un tel transfert entraîne un impact quelconque dans l'environnement est très faible pour ne pas dire quasi nulle.

4.7 Environmental Consideration: Biodiversity

Il est louable que la biodiversité soit intégrée de manière explicite dans ce rapport comme concept d'intérêt à part entière quand on s'intéresse aux considérations environnementales de l'évaluation des risques des PGM.

Elle aurait mérité cependant d'apparaître comme « porte d'entrée » de l'ensemble des autres considérations environnementales abordées dans la section IV. Une définition englobante de la biodiversité en tête de section, avec mention explicite de ses six composantes — la richesse spécifique, l'abondance relative, la composition en espèces, la gamme de traits fonctionnels, la distribution spatiale de la biodiversité et la caractéristique du réseau trophique (Diaz et al., 2006) —, ainsi qu'une déclinaison de ses fonctionnalités diverses, aurait permis de déduire logiquement son association avec toutes les autres considérations

environnementales décrites dans ce document. Cette définition plus complète de la biodiversité faciliterait l'appréhension et la description des différentes voies de perturbation possible par les plantes transgéniques. Un tel filtre d'analyse pourrait également être appliqué à l'analyse comparée des différents types d'agriculture et de pratiques agricoles pour mettre en évidence leurs différents impacts potentiels sur la biodiversité. Il serait opportun, dans ce contexte, de considérer par exemple l'effet sur la biodiversité de l'utilisation des herbicides associée à la culture de PGM tolérantes aux herbicides. Concernant les différentes considérations environnementales mentionnées dans ce document, les flux de gènes (IV 4.2.) par exemple peuvent être intégrés dans des considérations relatives à la biodiversité car ils peuvent conduire à une perte de la diversité génétique. Autre exemple, l'approche fonctionnelle de la biodiversité conduit à la notion de service écosystémique, qui peut conduire à revoir notre manière de mieux intégrer la biodiversité au mode de production agricole.

Par ailleurs, le CS du HCB regrette l'absence de considération d'une éventuelle modification de la diversité des microorganismes, avec des conséquences positives ou négatives. L'impact d'une PGM sur des parasites viraux, fongiques, ou bactériens pourrait en effet s'accompagner d'une modification de la structure des communautés de microorganismes, surtout au niveau de la rhizosphère, avec le remplacement de populations ciblées par ailleurs par d'autres pathogènes.

Il serait également souhaitable que l'OCDE prenne en compte la biodiversité qui pourrait jouer un rôle crucial dans le fonctionnement de l'écosystème sans qu'elle ne soit nécessairement classée dans la biodiversité considérée en danger, menacée, ou rare (ex : les pollinisateurs).

On peut enfin regretter que la simple possibilité de perte de diversité génétique (cultivée et sauvage) suite à la mise en culture de plantes transgéniques ne soit pas mentionnée dans ce chapitre.

2.3 Bibliographie

Diaz, S., Fargione, J., Chapin, F.S., 3rd, and Tilman, D. (2006). Biodiversity loss threatens human well-being. *PLoS Biol* 4, e277.

Koopman, W.J.M., Guetta, E., van de Wiel, C.C.M., Vosman, B., and van den Berg, R.G. (1998). Phylogenetic relationships among *Lactuca* (Asteraceae) species and related genera based on ITS-1 DNA sequences. *Am J Bot* 85, 1517-1530.

Koopman, W.J.M., Zevenbergen, M.J., and Van den Berg, R.G. (2001). Species relationships in *Lactuca* SL (Lactuceae, Asteraceae) inferred from AFLP fingerprints. *Am J Bot* 88, 1881-1887.

Annexe 1 : Compléments de définition proposés par le HCB

1) Les plantes adventices

Tandis que certaines plantes sauvages étaient peu à peu domestiquées, d'autres ont tiré parti de ces nouvelles conditions et se sont spécialisées dans les espaces perturbés par l'homme (Baker, 1965, 1974). S'il y a en général consensus sur la liste des plantes adventices, leurs définitions sont nombreuses. La définition du rapport de l'OCDE ("*Weediness is often thought of as a plant's ability to colonise managed ecosystems such as fields of forest plantations and successfully compete with cultivated crops in particular.*") rappelle celle de Baker : *a plant is a weed "if, in any specified geographical area, its populations grow entirely or predominantly in situations markedly disturbed by man (without, of course, being deliberately cultivated plants)"* (Baker, 1965, 1974). Les autres espèces sauvages qui n'occupent pas de tels espaces perturbés sont considérées comme non-adventices. Parmi les plantes adventices, on trouve beaucoup d'angiospermes. Dans les régions tempérées, sont très (sur)-représentées les Brassicaceae, les Asteraceae, les Apiaceae, les Poaceae, les Polygonaceae... (Baker, 1974).

D'après De Wet et Harlan (1975), les plantes adventices résultent de trois types possibles d'évolution :

1. la plupart des adventices sont directement des plantes sauvages adaptées aux perturbations régulières des agroécosystèmes ;
2. certaines dérivent de l'hybridation entre des plantes sauvages et des cultivars d'espèces domestiquées ;
3. d'autres résultent du rétablissement de traits adventices et notamment des mécanismes de dispersion des graines chez des espèces cultivées abandonnées.

Les plantes adventices colonisant strictement les champs sont dites « agrestes », et celles qui poussent dans les espaces annexes non cultivés, comme les bords de champs, de routes, de cours d'eau, sont dites « rudérales » (Baker, 1965).

Vivant dans les mêmes habitats que les plantes cultivées, les plantes adventices s'en distinguent par le fait que la favorisation de leur reproduction par les hommes est involontaire. Elles sont adaptées au régime de perturbation des agro-écosystèmes, et par analogie aux plantes cultivées, présentent un syndrome d'adventicité. L'adventicité comprend un certain nombre de traits sélectionnés involontairement ou indirectement par les activités agricoles, qui leur permettent de prospérer dans les agroécosystèmes.

Selon Baker, les caractéristiques d'adventicité peuvent être réparties en trois catégories (Baker, 1965, 1974) :

1. des traits sélectionnés également chez les plantes cultivées (capture rapide des ressources, croissance rapide vers la reproduction, auto-compatibilité, pollinisateurs généralistes, production importante de graines...) ;
2. des traits conservés ou rétablis des parents sauvages (déhiscence des fruits, dormance primaire et secondaire (graines dormantes dans un environnement défavorable, assurant la germination quand les conditions sont favorables), longévité des banques de graines, mécanismes de protection des graines...) ;
3. des traits spécifiques (compétitivité ; plasticité environnementale ; germination, floraison et production de graines étalées dans le temps et possibles dans une large gamme de conditions ; capacité de dispersion à grande distance, par des mécanismes simples comme un transport par le vent ou l'eau...).

La plupart des adventices se sont répandues partout dans le monde, souvent de manière co-adaptative, en même temps que les cultures qu'elles colonisent préférentiellement (Warwick and Stewart, 2005). Certaines adventices ont réellement co-évolué avec une plante cultivée,

par exemple en développant du mimétisme des graines ou des jeunes pousses et rendant donc difficile l'élimination par le fermier (Ellstrand et al., 1999; Warwick and Stewart, 2005).

2) les plantes férales

Dans la très abondante littérature sur les invasions biologiques et les difficultés à déterminer des traits biologiques communs, génétiques et environnementaux les favorisant, une règle dite des dix, est assez communément admise : environ 10% des organismes introduits délibérément ou accidentellement dans l'environnement s'échappent. Parmi eux, 10% fondent des populations persistantes, parmi lesquelles 10% deviendront des « pestes » (Williamson, 1996). Parmi ses exceptions notables, se trouvent les plantes cultivées à des fins alimentaires. En Grande-Bretagne par exemple, la quasi totalité des cultures importées se sont échappées et forment des populations au moins temporaires (Williamson, 1994; Williamson and Fitter, 1996). L'explication serait que ces plantes ont été très fortement sélectionnées pour bien s'adapter à la région d'importation et sont donc capables de former des populations « férales ».

Initialement, le terme « féral » vient de la zoologie. Selon Gressel, un organisme est féral s'il a abandonné son caractère domestique et est en particulier capable de se reproduire en dehors de la domestication (Gressel, 2005). Transposé aux plantes, une plante férale est donc une plante qui dérive pleinement ou en partie d'une espèce cultivée et est capable de se reproduire seule, sans dépendre directement des pratiques agricoles (Gressel, 2005). Certaines peuvent devenir adventices, d'autres entièrement sauvages, donc complètement indépendantes des perturbations humaines.

Il faut noter qu'en fonction des auteurs, la notion de féralité varie. La définition ci-dessus de Gressel ne présage pas de sa situation géographique. Gressel considère ainsi que les repousses en champ peuvent être férales, ce qui est difficile à vérifier en ce qui concerne l'autonomie vis-à-vis des pratiques agricoles.

Chez d'autres auteurs, la féralité d'une population traduit à juste titre avant tout sa capacité à s'installer en dehors du compartiment cultivé, réservant aux populations en champ le terme de repousses. La notion d'autonomie des plantes férales, notamment vis-à-vis des pratiques agricoles, est donc assez importante. En revanche celle de la reproduction est parfois moins prégnante, certains auteurs qualifiant des populations de férales tout en doutant de leur capacité à se reproduire dans le milieu naturel (Crawley et al., 2001; Crawley et al., 1993).

Les diverses approches se concilient. La féralité étant avant tout un processus (Gressel, 2005), il est concevable qu'elle présente différents degrés en fonction de l'espèce et de l'espace considérés.

Si certaines espèces cultivées sont sur la voie de devenir entièrement sauvages, donc complètement indépendantes des perturbations humaines, beaucoup évoluent vers des adventices. Les plantes férales représentent des intermédiaires du troisième type : une étape plus ou moins avancée vers la dé-domestication, notamment grâce à la présence ou l'acquisition de traits adventices. Certaines férales peuvent d'ores et déjà être considérées comme de nouvelles espèces ou sous-espèces adventices, obtenues uniquement par dé-domestication de la forme cultivée (endoféralité). Dans d'autres cas, l'introgession de gènes de populations sauvages semble avoir accéléré le processus (exoféralité).

De même que pratiquement toutes les plantes cultivées s'hybrident avec des apparentées sauvages dans au moins une partie de leur distribution géographique, la quasi-totalité des grandes cultures forme des populations férales plus ou moins émancipées dans au moins une région du monde. Parmi les 25 cultures les plus importantes en terme de surface, on compte des populations férales de blé, de riz, de maïs, de soja, d'orge, de sorgho, de millet, de coton, de haricots, d'arachides, de colza, de tournesol, de canne à sucre, de manioc, de café, de cocotiers, de pois chiche, d'oliviers, de seigle, certaines avec l'aide de leur apparentées sauvages.

3) Les plantes sauvages non-adventices

Elles ne dépendent de l'homme ni directement pour la survie ou la reproduction comme les plantes cultivées, ni indirectement par la relative dépendance aux habitats qu'il perturbe, contrairement aux plantes adventices. Elles tendent d'ailleurs à remplacer les adventices lorsque les perturbations ne sont plus suffisamment fréquentes, à condition que des sources de graines existent encore, soit par migration, soit par banque de graines (Baker, 1974). A ce titre, si les adventices sont souvent considérées comme performantes du point de vue de leur impact pour l'agriculteur, elles sont cependant souvent moins performantes (en termes de fitness) que les autres plantes sauvages, d'un point de vue évolutif (Baker, 1974).

Bibliographie

Baker, H.G. (1965). Characteristics and modes of origin of weeds. In *The genetics of colonizing species*, H.G. Baker, and G.L. Stebbins, eds., pp. 147-168.

Baker, H.G. (1974). The evolution of weeds. *Annu Rev Ecol Syst* 5, 1-24.

Crawley, M.J., Brown, S.L., Hails, R.S., Kohn, D.D., and Rees, M. (2001). Biotechnology - Transgenic crops in natural habitats. *Nature* 409, 682-683.

Crawley, M.J., Hails, R.S., Rees, M., Kohn, D., and Buxton, J. (1993). Ecology of transgenic oilseed rape in natural habitats. *Nature* 363, 620-623.

De Wet, J.M.J., and Harlan, J.R. (1975). Weeds and domesticates: Evolution in the man-made habitat. *Economic Botany* 29, 99-107.

Ellstrand, N.C., Prentice, H.C., and Hancock, J.F. (1999). Gene flow and introgression from domesticated plants into their wild relatives. *Annu Rev Ecol Syst* 30, 539-563.

Gressel, J. (2005). Introduction - The challenges of ferality. In *Crop ferality and volunteerism*, J. Gressel, ed. (Boca Raton, Florida, CRC Press), pp. 1-7.

Warwick, S.I., and Stewart, C.N.J. (2005). Crops come from wild plants - How domestication, transgenes, and linkage together shape ferality. In *Crop ferality and volunteerism*, J. Gressel, ed. (Boca Raton, Florida, CRC Press), pp. 9-30.

Williamson, M. (1994). Community response to transgenic plant release - Predictions from British-experience of invasive plants and feral crop plants. *Mol Ecol* 3, 75-79.

Williamson, M. (1996). Can the risks from transgenic crop plants be estimated? *Trends Biotechnol* 14, 449-450.

Williamson, M., and Fitter, A. (1996). The varying success of invaders. *Ecology* 77, 1661-1666.

Annexe 2 : Version anglaise à destination de l'OCDE

1. General comments

This OECD document on environmental considerations for risk/safety assessment for the release of transgenic plants is remarkably synthetic while remaining informative and relatively complete. However, the Scientific committee (SC) of the High Council for biotechnologies (HCB) considers that the following points still need improvement and/or enrichment:

- 1) No mention is made of possible transfer of transgenes from plants to microorganisms and the subsequent potential impact on the structure and biological functions of microbial communities.
- 2) The chapter on biodiversity is relatively weak and incomplete. It should be further developed, as explained in this report, and placed earlier in the document so as to underpin the other environmental considerations.
- 3) Some terms and concepts are poorly defined and require further development (see examples in sections IV 4.1 and 4.7).
- 4) No technical considerations are given about how to monitor the different elements of the environmental considerations.
- 5) Such a global document that lists general points without specifying the nature of information required for each of them is of limited use for framing the assessment of risk.

The SC of HCB deplores that most of these points had already been communicated to OECD in its 24 February 2010 comments of the draft annotated outline of environmental considerations (version of 12 January 2010).

2. Comments per section

Section III – Environmental Considerations: General Issues

The point “Effects on Biodiversity” would benefit from being considered upstream of the other points, rather than as one more point, which incorrectly suggests that the other environmental considerations have no link with biodiversity. Even changes in management practices (herbicide use, no-till) have implications on biodiversity.

Section IV – Environmental Considerations and Information Elements

4.1. Environmental Consideration: Persistence, Weediness and Invasiveness

Some terms are poorly defined. The definition of weediness should be further developed. Other terms are not defined at all, like ferality or wildness, which are alluded to later in the document without explanation. The SC of HCB proposes some elements to complete these definitions in an appendix of this report.

4.2 Environmental Consideration: Gene Flow

The term “agrologist” in paragraph 33 could be replaced by a term more familiar to the international community, such as “agriculturist”.

The second sentence of paragraph 37 (“*Rates of outcrossing to crop volunteers in agricultural settings may not be easily extrapolated to rates of outcrossing to weedy biotypes of the crop species, where in the latter case the rates may be substantially lower*”) seems incorrect to members of the SC of HCB, which put forward, as an example, the case of lettuce: cultivated lettuce (*Lactuca sativa*) and wild lettuce (*L. serriola*) are more and more acknowledged as part of a unique species (Koopman et al., 1998; Koopman et al., 2001); wild lettuce is a weedy biotype, which spread around the world. In that context, non-harvested cultivated lettuce

plants have more chances to cross with wild lettuce plants than with other cultivated plants. If that sentence remains in this OECD document, could it be clarified and justified?

Regarding information elements required to considering gene flux in environmental risk assessment, the SC of HCB suggests completing the following points with the underlined text, relative to sexual reproduction:

- *“Reproductive biology of the comparator: generation time and duration, sexual & vegetative reproduction, pollination biology, propagule production, (...)”*
- *“Biology of sexually compatible relatives, in particular sexual/vegetative reproduction, pollination biology, weediness/invasiveness and interactions with other organisms.”*

4.3. Environmental Consideration: Organisms and Food Web

The issue of the potential impact of transgenic plants on organisms and food web is appropriately addressed. However, one point could be added in the information elements in order to be able to assess the importance of this impact: in addition to the points on (1) the *“Presence of species of conservation concern in the receiving environment”* and on (2) the *“Organisms (individual species or groups) likely to be exposed to the novel protein/metabolite”*, it is important to estimate the fraction of the population of the concerned organisms that is effectively exposed.

Finally, the “aesthetic, cultural or economical importance” of organisms, currently mentioned in paragraph 40, should better be first introduced and developed in the section on biodiversity, which should be treated upstream of the other environmental considerations in order to facilitate the subsequent development of the biodiversity-associated points for each of them.

4.4 Environmental Consideration: Effects on Soil Function

These considerations remain very general. Furthermore, the document only considers the potential impact of the transgenic plant and the expression of the transgene in the plant. The possibility of a DNA transfer from the transgenic plant to microorganisms is not considered despite the fact that such a transfer could affect the functions of microorganisms in the rhizosphere and in the soil.

4.5 Environmental Consideration: Crop Management Practices

The paragraph 49, starting with the statement *“Changes in management of cropping systems may be associated with the introduction of a new plant variety.”*, could state more clearly the fact that cropping management practices of transgenic plants that are resistant to insects or tolerant to herbicides will necessarily be modified compared to that of their non transgenic comparators, given that these changes are precisely the goal of these transformation events.

The following information element could be added: “Potential impact of cultivation of the transgenic plants and / or changes in associated pest management practices on the entomofauna balances”.

4.6 Environmental Consideration: Effects on Plant Health, and Incidental Exposure to Animals and Humans

As in section 4.4, the possibility of DNA transfer from plants to microorganisms is not taken into account. In particular here, the possibility for transfer of an antibiotic resistance gene should be considered, even if it is acknowledged that, given the broad distribution of these genes (or genes performing the same function) in the soil, the probability for such a transfer to have any environmental impact is very low if not quasi null.

4.7 Environmental Consideration: Biodiversity

The fact that this document considers biodiversity as a concept of interest in itself with respect to environmental considerations for risk assessment of genetically modified plants is greatly appreciated.

However, biodiversity should be treated as an entry point for all the other environmental considerations considered in section IV. A broad definition of biodiversity, encompassing its six components — the number, relative abundance, composition, spatial distribution and interactions of genotypes, populations, species, range of functional types and traits, vertical diversity related to food web structure (Diaz et al., 2006) — as well as a functional approach of biodiversity with respect to ecosystem services, should highlight its implications in all the other environmental considerations described in this document.

Such a definition of biodiversity would facilitate the comprehension and description of the different paths through which transgenic plants may affect it. This analysis filter could also be used for a comparative analysis of the different impacts of different types of agriculture and cropping management practices on biodiversity. In this context, it could be applied to analyse the effect on biodiversity of herbicide use in association with cultivation of herbicide-tolerant genetically modified plant. With respect to the different environmental considerations mentioned in this document, gene flux (IV 4.2), for example, could be integrated into considerations relative to biodiversity in that it can lead to loss of genetic diversity. As another example, a functional approach of biodiversity leads to the notion of ecosystem service, which invites to reconsider the way biodiversity is integrated in the different modes of agricultural production.

In addition, the SC of HCB deplores that no mention is made of a potential modification in the diversity of microorganisms due to the release of genetically modified plants, with consequences that may be positive or negative. A genetically modified plant that targets viral, fungal or bacterial diseases may have a subsequent impact on the structure of microorganisms communities.

The SC of HCB also recommends that this document take into account biodiversity that could play a crucial role in ecosystem functions even though it may not be categorised as rare, endangered or threatened (e.g. pollinators).

Finally, the document should consider the simple loss of genetic diversity, wild or cultivated, that may be caused by the cultivation of genetically modified plants.

3. Bibliographie

Diaz, S., Fargione, J., Chapin, F.S., 3rd, and Tilman, D. (2006). Biodiversity loss threatens human well-being. *PLoS Biol* 4, e277.

Koopman, W.J.M., Guetta, E., van de Wiel, C.C.M., Vosman, B., and van den Berg, R.G. (1998). Phylogenetic relationships among *Lactuca* (Asteraceae) species and related genera based on ITS-1 DNA sequences. *Am J Bot* 85, 1517-1530.

Koopman, W.J.M., Zevenbergen, M.J., and Van den Berg, R.G. (2001). Species relationships in *Lactuca* SL (Lactuceae, Asteraceae) inferred from AFLP fingerprints. *Am J Bot* 88, 1881-1887.

4. Appendix : definition complements

1) Weed plants

While some wild plants were being domesticated, others have specialised to take advantage of new environments disturbed by man (Baker, 1965, 1974). Although there is a global

consensus as to which plants are weeds, definitions of a weed are numerous. The definition cited by the OECD report (*"Weediness is often thought of as a plant's ability to colonise managed ecosystems such as fields of forest plantations and successfully compete with cultivated crops in particular."*) recalls that of Baker: *a plant is a weed "if, in any specified geographical area, its populations grow entirely or predominantly in situations markedly disturbed by man (without, of course, being deliberately cultivated plants)"* (Baker, 1965, 1974). The other wild species, which do not grow in man-disturbed environments, are considered non-weeds. Weedy plants include many angiosperms. In temperate regions, they mostly consist of Brassicaceae, Asteraceae, Apiaceae, Poaceae, Polygonaceae... (Baker, 1974).

According to De Wet and Harlan (1975), weedy plants may result from three possible evolutions:

1. Most weeds are wild plants adapted to the disturbances of agroecosystems;
2. Some derive from hybridisation between wild plants and cultivars from domesticated plants;
3. Others result from the re-establishment of weedy traits, notably the mechanisms of seed dispersal, in abandoned cultivated species.

Weedy plants that only grow in cultivated fields are said "agreste" (French terminology) whereas those that grow in neighbouring non-cultivated spaces, like field margins, roadsides, and along water courses, are said ruderal (Baker, 1965).

Weedy plants grow in the same habitats as cultivated plants, but they differ from cultivated plants in that they are only involuntarily favoured by man's activities. They are adapted to the disturbance of agroecosystems, and by analogy to cultivated plants, present a weediness syndrome. Weediness consists of a number of traits that have been involuntarily or indirectly selected by agricultural activities, which enable weedy plants to prosper in agroecosystems.

Weediness characteristics fall into three categories according to Baker (Baker, 1965, 1974):

1. Traits also selected in cultivated plants (efficacy in using resources, rapid growth towards reproduction, self-compatibility, generalist pollinators, high seed production);
2. Traits conserved or re-established from wild plants (fruit dehiscence, primary and secondary dormancy, enabling seed to go through unfavourable conditions and germinate when conditions are favourable, longevity of seed banks, mechanism for seed protection...);
3. Specific traits (competitiveness with crop plants, environmental plasticity, germination, flowering and seed production for as long as possible in a wide range of conditions, adaptation for long-distance dispersal by simple mechanisms like wind or water transport).

Most weeds are spread out around the world, often in a co-adaptive way, along with the crops they colonise preferentially (Warwick and Stewart, 2005). Some weeds have co-evolved with a cultivated plant, for example by developing mimicry to the seeds and shoots of cultivated plants, making it difficult for the farmer to distinguish them for their elimination (Ellstrand et al., 1999; Warwick and Stewart, 2005).

2) Feral plants

In the abundant literature on biological invasions and on the difficulties to identify specific biological, genetic and environmental traits that favour them, it is commonly acknowledged that about 10% of the organisms that have been deliberately or accidentally introduced in a given environment escape. Among them, 10% establish persistent populations, among which 10% will become pests (Williamson, 1996). Cultivated plants for food and feed are notable exceptions to this rule. In Great Britain, for example, most of the imported crops have escaped and have established populations, at least for a time (Williamson, 1994; Williamson and Fitter, 1996). This is explained by the fact that those plants have been highly selected to adapt to the target regions for cultivation, and are those capable to form feral populations.

The term “feral” originally comes from zoology. According to Gressel, an organism is feral if it has abandoned domesticated traits, and is in particular able to reproduce outside of domestication” (Gressel, 2005). Transposed to plants, a feral plant is a plant that partly or wholly derives from a cultivated species, and is able to reproduce alone, without depending directly on agricultural practices (Gressel, 2005). Some can become weedy, others can become entirely wild, *i.e.* completely independent of human disturbances.

The concept of ferality varies with authors. Gressel's definition gives no precision about geography. Gressel considers that volunteers can be feral, although their independence from agricultural practices cannot be verified. Other authors correctly precise that a population is feral only if it is able to establish outside of cultivated land. Plants growing in cultivated fields are considered volunteers. Autonomy of feral plants relatively to agricultural practices is important. Reproduction criteria are less essential, and some authors may qualify populations as feral without knowing whether they can reproduce in the wild (Crawley et al., 2001; Crawley et al., 1993).

But ferality is above all a process (Gressel, 2005), and as such, it can be found at different degrees depending on a given species or space. Some cultivated species are in the process of becoming entirely wild, *i.e.* completely independent from human disturbances, while many others become weeds. Feral plants are a third, intermediate type, more or less evolved towards dedomestication, notably thanks to the acquisition of weedy traits. Some feral plants can already be considered as new weedy species or sub-species, directly resulting from the dedomestication of a cultivated form (endoferality). Others may have benefited along the way from introgression of genes from wild populations, which have accelerated the process (exoferality).

It can be acknowledged that practically all cultivated plants hybridise with wild relatives in at least one part of their geographic distribution, and that most crops form feral populations, more or less advanced, in at least one region of the world. Among the 25 most cultivated crops in the world, feral populations have been identified for wheat, rice, maize, soybean, barley, sorghum, millet, cotton, beans, peanuts, rape, sunflower, sugarcane, cassava, chickpeas, olive trees, rye, some through hybridisation with their wild relatives.

3) *Wild non-weedy plants*

Wild non-weedy plants do not depend on man for their survival or for their reproduction, neither directly, as cultivated plants do, nor indirectly through a partial dependence to man-disturbed habitats, as weed plants do. They can replace weed plants when the human disturbances become infrequent, as long as seed are present, either from migration or from seed bank conservation (Baker, 1974). Weed plants are often considered highly competitive, relative to their impact for the farmer, but from an evolutionary view point, they are often less competitive, in terms of fitness, than other wild plants (Baker, 1974).

Bibliography

Baker, H.G. (1965). Characteristics and modes of origin of weeds. In *The genetics of colonizing species*, H.G. Baker, and G.L. Stebbins, eds., pp. 147-168.

Baker, H.G. (1974). The evolution of weeds. *Annu Rev Ecol Syst* 5, 1-24.

Crawley, M.J., Brown, S.L., Hails, R.S., Kohn, D.D., and Rees, M. (2001). Biotechnology - Transgenic crops in natural habitats. *Nature* 409, 682-683.

Crawley, M.J., Hails, R.S., Rees, M., Kohn, D., and Buxton, J. (1993). Ecology of transgenic oilseed rape in natural habitats. *Nature* 363, 620-623.

De Wet, J.M.J., and Harlan, J.R. (1975). Weeds and domesticates: Evolution in the man-made habitat. *Economic Botany* 29, 99-107.

Ellstrand, N.C., Prentice, H.C., and Hancock, J.F. (1999). Gene flow and introgression from domesticated plants into their wild relatives. *Annu Rev Ecol Syst* 30, 539-563.

Gressel, J. (2005). Introduction - The challenges of ferality. In *Crop ferality and volunteerism*, J. Gressel, ed. (Boca Raton, Florida, CRC Press), pp. 1-7.

Warwick, S.I., and Stewart, C.N.J. (2005). Crops come from wild plants - How domestication, transgenes, and linkage together shape ferality. In *Crop ferality and volunteerism*, J. Gressel, ed. (Boca Raton, Florida, CRC Press), pp. 9-30.

Williamson, M. (1994). Community response to transgenic plant release - Predictions from British-experience of invasive plants and feral crop plants. *Mol Ecol* 3, 75-79.

Williamson, M. (1996). Can the risks from transgenic crop plants be estimated? *Trends Biotechnol* 14, 449-450.

Williamson, M., and Fitter, A. (1996). The varying success of invaders. *Ecology* 77, 1661-1666.

Annexe 3 : Elaboration des commentaires

Ces commentaires ont été élaborés par le CS du HCB, composé de :

Jean-Christophe Pagès, Président, Jean-Jacques Leguay, Vice-Président,

et par ordre alphabétique des noms de famille : Yves Bertheau, Pascal Boireau, Denis Bourguet, Florence Coignard, François-Christophe Coléno, Jean-Luc Darlix, Elie Dassa, Maryse Deguergue, Hubert de Verneuil, Robert Drillien, Anne Dubart-Kupperchmitt, Nicolas Ferry, Claudine Franche, Philippe Guerche, Joël Guillemain, Mireille Jacquemond, André Jestin, Bernard Klonjkowski, Marc Lavielle, Jane Lecomte, Olivier Le Gall, Yvon Le Maho, Stéphane Lemarié, Didier Lereclus, Rémy Maximilien, Antoine Messéan, Bertrand Ney, Jacques Pagès, Daniel Parzy, Catherine Regnault-Roger, Pierre Rougé, Patrick Saindrenan, Pascal Simonet, Virginie Tournay, Bernard Vaissière, Jean-Luc Vilotte.

Aucun des membres du CS n'a déclaré avoir de conflits d'intérêts qui auraient pu interférer avec l'élaboration de ces commentaires.