



Agence canadienne
d'inspection des aliments

Canadian Food
Inspection Agency

Document de biologie

BIO1994-09

La biologie de *Brassica napus* L. (Colza/canola)

**Cahier parallèle aux *Critères d'évaluation du risque environnemental associé
aux végétaux à caractères nouveaux* (Dir 94-08)**

(also published in English)

septembre 1994

Document publié par le Bureau de la biosécurité végétale. Pour de plus amples renseignements, communiquer avec le :

Bureau de la biosécurité végétale
Direction des produits végétaux
Agence canadienne d'inspection des aliments
59, promenade Camelot
Ottawa, Ontario K1A 0Y9
Téléphone : (613) 225-2342
Télécopieur : (613) 228-6140

Canada

Table des matières

Partie A - Généralités	3
A.1. Contexte	3
A.2. Portée	3
Partie B - Biologie du <i>B. napus</i>	4
B1. Description générale, utilisation agricole et origine de l'espèce	4
B2. Aperçu des méthodes culturales utilisées pour le <i>B. napus</i> oléagineux	5
B3. Biologie de la reproduction du <i>B. napus</i>	6
B4. Centres d'origine de l'espèce	6
B4.1 Origine géographique du <i>B. oleracea</i>	6
B4.2 Origine géographique du <i>B. rapa</i>	7
B4.3 Origine géographique du <i>B. montana</i>	7
B4.4 Origine géographique du <i>B. napus</i>	7
B5. Le <i>B. napus</i> cultivé, comme mauvaise herbe spontanée	8
B6. Résumé de l'écologie du <i>B. napus</i> et de ses espèces ancestrales	8
Partie C - Espèces voisines du <i>B. napus</i>	9
C1. Hybridation interspécifique et intergénérique	9
C2. Risque d'introggression génétique du <i>B. napus</i> vers les espèces voisines	11
C3. Répartition du <i>B. napus</i> et des espèces voisines au Canada	11
C4. Agroécologie des mauvaises herbes voisines du <i>B. napus</i>	13
Partie D - Interactions possibles entre le <i>B. napus</i> et d'autres organismes	13
Tableau 1. Interactions possibles de <i>B. napus</i> avec d'autres formes de vie pendant son cycle de vie.	14
Partie E - Bibliographie	15

Partie A - Généralités

A.1. Contexte

L'Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA) réglemente les essais au champ, au Canada, de végétaux à caractères nouveaux (VCN). Le VCN est une variété ou un génotype de végétal possédant des caractéristiques ni familières ni essentiellement équivalentes à celles présentes dans une population distincte et stable d'une espèce cultivée au Canada, et qui ont été volontairement sélectionnées, créées ou introduites dans une population de cette espèce par une modification génétique particulière. La « familiarité » équivaut à la connaissance des caractéristiques d'une espèce végétale et à l'expérience des utilisations de cette espèce au Canada. L'« équivalence essentielle » est l'équivalence d'un caractère nouveau, à l'intérieur d'une espèce particulière, quant à son utilisation particulière et à sa sûreté pour l'environnement et la santé humaine, aux caractères de cette même espèce déjà utilisée et jugée sûre au Canada sur la base d'arguments scientifiques solides.

Les VCN comprennent à la fois les produits de la technologie de l'ADN recombinant et les végétaux obtenus par les méthodes classiques de sélection. Les VCN doivent être soumis à des essais au champ réglementés si leurs caractères nouveaux risquent de soulever des préoccupations. Il arrive en effet que ces caractères, leur utilisation ou leur présence dans certaines espèces végétales soient jugés : (1) peu familiers par rapport aux produits déjà sur le marché; (2) essentiellement différents des types végétaux semblables familiers, déjà utilisés et considérés comme sûrs.

Avant que la dissémination d'un VCN en milieu ouvert soit autorisée, une évaluation du risque environnemental doit être effectuée. Les lignes directrices réglementaires intitulées Critères d'évaluation du risque environnemental associé aux végétaux à caractères nouveaux définissent les critères et les renseignements sur lesquels doit être fondée cette évaluation, pour que la sécurité de l'environnement soit garantie même si la dissémination se fait en milieu ouvert.

A2. Portée

Le présent document est un cahier parallèle à la Directive 94-08 (Dir94-08), intitulée « *Critères d'évaluation du risque environnemental associé aux végétaux à caractères nouveaux* ». Il fournit des renseignements de base sur la biologie du *Brassica napus* L., sur ses centres d'origine, sur les espèces voisines et sur le risque d'introgression génétique du *B. napus* vers ces espèces. Le présent document fournit également des précisions sur les organismes avec lesquels le *B. napus* a des interactions.

Le présent cahier, portant sur une seule espèce, servira de guide pour l'obtention de certains renseignements exigés dans la partie D de la Dir94-08. Il permettra notamment de déterminer si les nouveaux produits géniques du VCN induisent chez celui-ci des interactions différentes ou modifiées avec d'autres espèces. Ces interactions pourraient faire du VCN une mauvaise herbe

agricole, ou une plante envahissant les milieux naturels ou nuisant de quelque autre façon à l'environnement.

Les conclusions tirées dans le présent document au sujet de la biologie du *B. napus* ne visent que les végétaux non modifiés appartenant à cette espèce. En effet, si la plante est modifiée, les nouveaux caractères peuvent amener de nouvelles caractéristiques biologiques qui risquent d'avoir un impact sur l'environnement en cas de dissémination en milieu ouvert.

Partie B - Biologie du *B. napus*

B1. Description générale, utilisation agricole et origine de l'espèce

Le colza (*B. napus* L.) est cultivé depuis très longtemps. Il appartient à la famille des Crucifères, ou *Brassicacées*, c'est-à-dire à la famille de la moutarde. Le mot « Crucifères » signifie « qui portent une croix » et fait allusion à la forme des fleurs, dont les quatre pétales sont disposés en forme de croix. Le *B. napus* a des feuilles vert bleuâtre foncé, glauques, glabres ou portant quelques poils épars près de la marge, partiellement embrassantes. La tige est assez ramifiée, mais ce caractère varie selon les variétés et les conditions du milieu; les ramifications prennent naissance à l'aisselle des feuilles supérieures de la tige, et chacune se termine par une inflorescence. L'inflorescence est une grappe allongée de fleurs jaunes rassemblées aux extrémités mais ne dépassant pas les bourgeons terminaux. Les fleurs s'ouvrent successivement à partir de la base de l'inflorescence. (Musil, 1950).

Il existe deux types de colza : le colza oléagineux, dont le canola est un type aux qualités particulières, et le rutabaga, ou navet du Québec. On peut subdiviser le type oléagineux en formes de printemps et d'hiver. On mentionne explicitement le colza oléagineux et la moutarde dans des textes sanskrits datant de 2000 à 1500 ans avant Jésus-Christ et dans des écrits grecs, romains et chinois remontant aux années 500 à 200 avant notre ère (Downey et Röbbelen, 1989). En Europe, on croit que la culture du colza a commencé au début du Moyen Âge et qu'elle est devenue commerciale aux Pays-Bas dès le 16^e siècle. À cette époque, l'huile de colza servait principalement de combustible à lampe. Plus tard, on l'a utilisée comme lubrifiant des moteurs à vapeur. L'huile de colza était largement utilisée comme huile comestible en Asie, mais, pour qu'elle devienne importante en Occident, il fallu attendre l'amélioration de sa qualité et des techniques de transformation. Depuis la Deuxième Guerre mondiale, par suite de l'amélioration de la qualité de l'huile et du tourteau, la production de colza a augmenté considérablement en Europe et au Canada. La Chine, l'Inde, l'Europe et le Canada sont maintenant les producteurs les plus importants, mais la plante pourrait aussi être cultivée avec succès en Australie, aux États-Unis et en Amérique du Sud.

Au Canada, les principales régions productrices sont les Prairies (Manitoba, Saskatchewan et Alberta) ainsi que la région de la rivière de la Paix (Alberta et Colombie-Britannique). Il y a aussi une certaine production en Ontario et au Québec. Aujourd'hui, deux espèces de *Brassica* ont des variétés de qualité canola : le *B. napus*, qui fait l'objet des présentes lignes directrices, et le *B.*

rapa (syn. *B. campestris*). La première espèce a besoin d'un plus grand nombre de jours sans gel que la seconde pour arriver à maturité. En effet, les variétés de *B. napus* exigent en moyenne 105 jours de culture du semis à la récolte, tandis que les variétés de *B. rapa* n'ont besoin en moyenne que de 88 jours. Par conséquent, les variétés de *B. napus* ont tendance à être cultivées au sud des régions productrices de *B. rapa*, c'est-à-dire dans le centre de l'Alberta et de la Saskatchewan et dans le sud du Manitoba.

B2. Aperçu des méthodes culturales utilisées pour le *B. napus* oléagineux (selon le Canola Growers Manual du Conseil canadien du canola, édition de 1994)

Le *B. napus* oléagineux est une culture d'été frais qui ne tolère pas autant la sécheresse que les céréales. Il s'adapte à toute une gamme de conditions et vient bien dans divers types de sols, à condition que l'eau et l'engrais soient en quantité suffisante. La température de l'air et du sol influe sur la croissance et la productivité du canola. La température optimale de croissance et de développement se situe juste au-dessus de 20°C, et la plante doit idéalement être cultivée à une température variant de 12°C à 30°C. Après l'émergence, les plantules préfèrent une température relativement fraîche jusqu'au moment de la floraison; à partir de la floraison, une température élevée accélère le développement de la plante et raccourcit ainsi la période qui sépare la floraison de la maturité.

Étant donné la sensibilité nouvelle aux questions de conservation du sol, il est recommandé de produire le canola en éliminant ou en réduisant au minimum le travail du sol : la majeure partie des bases de plantes et des débris végétaux sont laissés au champ, ce qui aide à retenir la neige, à réduire le ruissellement des eaux de fonte, à prévenir l'érosion et à augmenter la rétention d'eau par le sol. Cependant, pour être efficaces, les techniques à travail du sol réduit doivent être complétées par un programme systématique de lutte contre les mauvaises herbes.

Les mauvaises herbes peuvent constituer un des facteurs qui limitent le plus la production du colza. À cet égard, de nombreuses crucifères causent souvent des problèmes : la moutarde des champs, le thlaspi des champs, la bourse-à-pasteur, la neslie paniculée, la sagesse des chirurgiens, le vélar fausse-girolée, le vélar d'Orient et la lépidie densiflore. Le colza oléagineux n'est pas capable de concurrencer les mauvaises herbes aux premiers stades de leur croissance, car il pousse lentement et met du temps à couvrir le sol. Il faut donc commencer le désherbage assez tôt, pour éviter les pertes de rendement dues à la compétition. Par ailleurs, de nombreux insectes peuvent ravager les cultures de colza, mais il faut planifier la lutte antiparasitaire de manière à réduire l'application inutile ou coûteuse d'insecticides, à éviter une augmentation de la résistance des insectes à ces produits et à épargner les abeilles et les insectes pollinisateurs indigènes. Les principaux ravageurs du colza oléagineux sont les altises. Les maladies peuvent aussi poser problème dans les grandes zones de production et sont généralement liées aux pratiques culturales et aux facteurs écologiques; un programme phytosanitaire est donc à conseiller.

Dès l'ouverture des premières siliques, le *B. napus* est généralement fauché juste au-dessous des

siliques et déposé en andains. L'application d'un agent dessiccateur réduit l'égrenage prématuré et permet ainsi la récolte en coupe directe.

Il ne faut pas cultiver le colza oléagineux plus d'une année sur quatre dans le même champ, pour éviter l'accumulation de pathogènes, d'insectes et de mauvaises herbes. Les plantes spontanées provenant de cultures antérieures (sarrasin, etc.) et les résidus chimiques d'herbicides sont également des facteurs à considérer au moment du choix d'un champ.

B3. Biologie de la reproduction du *B. napus*

La plupart des cultivars du *B. napus* cultivés au Canada sont annuels, l'espèce affichant un piètre taux de survie à des températures inférieures à -6°C, bien qu'on produise dans la partie la plus chaude du sud de l'Ontario une certaine quantité du type rustique d'hiver, semé à l'automne. Les ovules sont généralement fertilisés par autopolinisation, bien que des taux d'allofécondation de 20 à 30 % aient été signalés (Rakow et Woods, 1987). Le pollen, lourd et collant, ne peut être porté par le vent à une grande distance. Il est donc transporté par les insectes, et principalement par les abeilles. Dans le cas de plantes situées à proximité l'une de l'autre, la pollinisation croisée peut également résulter du contact entre les grappes de fleurs. Les générations successives sont issues de graines des générations antérieures. On ne signale pour le Canada aucun cas de reproduction asexuée sur le terrain.

B4. Centres d'origine de l'espèce

Les origines du *B. napus* (plante amphidiploïde, $n = 19$) sont obscures. U (1935) a d'abord proposé qu'il y avait eu hybridation naturelle entre les deux espèces diploïdes *B. oleracea* ($n = 9$) et *B. rapa* (syn. *campestris*) ($n = 10$), mais les conclusions d'une analyse récente de l'ADN dans les chloroplastes et les mitochondries (Song et Osborn, 1992) donnent à penser que le *Brassica montana* ($n = 9$) pourrait être très voisin du prototype commun qui a donné naissance aux cytoplasmes du *B. rapa* et du *B. oleracea*. On a aussi suggéré que le *B. napus* aurait une origine multiple et que la plupart des formes cultivées de cette espèce proviendraient d'un croisement dont le parent femelle serait une espèce très voisine ancêtre du *B. rapa* et du *B. oleracea*.

B4.1 Origine géographique du *B. oleracea*

Le chou (*B. oleracea*) a été cueilli à des fins alimentaires dès le Néolithique (Prakash et Hinata, 1980), et on estime que toutes les formes cultivées du même groupe sont issues de l'espèce sauvage, par mutation, sélection humaine et adaptation. Même si l'origine des divers cultivars n'est pas entièrement comprise, on peut supposer que le chou sauvage est leur ancêtre commun. Les changements dans la structure chromosomique ne semblent pas avoir joué un rôle important dans le développement des nombreux types de cultivars, puisque leur architecture génétique est semblable à celle du type sauvage (Harberd, 1972).

Les formes sauvages du *B. oleracea* sont des plantes vivaces suffrutescentes (arbustes bas dont

les tiges ont une partie inférieure ligneuse et une partie supérieure herbacée). Elles poussent depuis la côte méditerranéenne de la Grèce jusqu'aux côtes atlantiques de l'Espagne et de la France, ainsi que sur les côtes de l'Angleterre et, en petit nombre, dans l'île de Helgoland (Snogerup *et al.*, 1990). On trouve typiquement la forme sauvage sur les falaises de calcaire et de craie, dans les endroits à l'abri des animaux brouteurs. On trouve parfois des plantes isolées sous les falaises, dans les éboulis, où elles poussent entre les autres arbustes, et certaines populations poussent sur les pentes abruptes herbeuses. À Helgoland, on trouve des populations sur les terrains ouverts rocheux.

En Europe et en Amérique du Nord, on a signalé la présence de types cultivés considérés comme échappés de culture, mais ceux-ci ne forment pas de populations pouvant se maintenir par eux-mêmes en dehors des zones cultivées. Le *B. oleracea* est une introduction récente en Amérique du Nord.

B4.2 Origine géographique du *B. rapa*

On considère que le *B. rapa* sauvage (ssp. *sylvestris* L.) est à l'origine des sous-espèces rapa (navet cultivé) et oleifera (navette). La plante est indigène en Europe, en Russie, en Asie centrale et au Proche-Orient (Prakash et Hinata, 1980), et l'Europe est proposée comme un des centres d'origine de l'espèce. L'origine du type asiatique et proche-oriental suscite un certain débat : on se demande s'il provient d'un centre d'origine indépendant situé en Afghanistan et se serait déplacé vers l'est, où il aurait été cultivé. Prakash et Hinata (1980) suggèrent que le *B. rapa* ssp. *oleifera* serait apparu à deux endroits et aurait donné naissance à deux races différentes, une race européenne et une race asiatique.

On trouve typiquement le *B. rapa* dans les basses terres côtières, dans les zones montagnardes de haute altitude (pentes des vallées perchées des chaînes de montagnes) et dans les zones alpines de haute altitude des sierras. Au Canada, où il a été introduit récemment, on le trouve dans les terrains perturbés, typiquement dans les cultures, les champs, les jardins, les bords de routes et les terrains vagues (Warwick et Francis, 1994).

B4.3 Origine géographique du *B. montana*

Le *B. montana*, ancêtre possible du *B. napus* (voir ci-dessus), est également une plante vivace suffrutescente. Il est originaire de la région côtière de la Méditerranée, entre l'Espagne et le nord de l'Italie (Snogerup *et al.*, 1990).

L'espèce pousse typiquement sur les falaises de calcaire ou au bas de celles-ci et sur les rochers, les murs et autres substrats semblables, souvent perturbés. On le trouve habituellement dans les régions côtières et sur les îlots rocheux, mais on a signalé sa présence à 1000 mètres d'altitude, assez loin de la mer.

B4.4 Origine géographique du *B. napus*

Le *B. napus* aurait une origine multiple et résulterait de plusieurs hybridations naturelles indépendantes entre le *B. oleracea* et le *B. rapa*. L'espèce, et surtout sa forme d'hiver, est devenue en Europe une crucifère jaune commune le long des routes et dans les terrains vagues, les terres cultivées, les ports, les villes, les dépotoirs, les champs arables et les bords de rivières. Dans les îles Britanniques, par exemple, elle est naturalisée dans les endroits où on cultive le colza oléagineux. Le *B. napus* a été introduit assez récemment au Canada et aux États-Unis, et on le décrit comme une mauvaise herbe occasionnelle et une plante échappée ou spontanée dans les champs cultivés (Munz, 1968; Muenscher 1980). Il pousse typiquement dans les cultures, les champs et les jardins, en bordure des routes et dans les terrains vagues.

B5. Le *B. napus* cultivé, comme mauvaise herbe spontanée

Comme chez toute espèce de grande culture, des graines de *B. napus* peuvent s'échapper au moment de la récolte et demeurer jusqu'au printemps dans le sol, où elles germent avant ou après l'ensemencement de la culture suivante. Dans certains cas, ces plantes spontanées peuvent soumettre la culture ensemencée à une forte compétition, justifiant ainsi des mesures de lutte chimique ou mécanique.

Le problème des plantes spontanées dans les cultures subséquentes est commun à la plupart des espèces de grande culture. Les façons culturales utilisées pour la production de chaque culture ont un rôle important à jouer pour la réduction de ce problème : par exemple, le fait que les plantes aient répandu des graines au moment de la récolte, le réglage de l'équipement servant à la récolte et la vitesse de la récolte elle-même déterminent si une quantité plus ou moins importante de graines est perdue au moment de la récolte. Chez les Crucifères, à cause de la petite taille et du nombre considérable des graines, les mauvaises pratiques culturales peuvent entraîner des problèmes graves d'envahissement des cultures subséquentes par des plantes spontanées. C'est notamment le cas des variétés cultivées du *B. juncea* et du *B. rapa*.

B6. Résumé de l'écologie du *B. napus* et de ses espèces ancestrales

Le *B. napus* et ses ancêtres sont des végétaux d'habitats perturbés. Dans les écosystèmes naturels, ces espèces doivent être considérées comme « pionnières », car elles sont les premières à tirer profit des terres perturbées, où elles concurrencent pour l'espace les végétaux de types semblables. À moins qu'il s'agisse d'un habitat régulièrement perturbé, comme un bord de falaise, de rivière ou de sentier pratiqué par les animaux, les populations de ces types végétaux finissent par être supplantées par des espèces intermédiaires puis par les végétaux formant le climax, comme les graminées vivaces des prairies, et les arbres ainsi que les arbustes vivaces des forêts.

Dans les écosystèmes aménagés, notamment les bords de routes, les zones industrielles et les terrains vagues, de même que dans les terres cultivées, il est possible qu'en raison de leur nature pionnière ces espèces se maintiennent en populations permanentes. Ce sont d'ailleurs les types d'habitats mentionnés pour ces espèces dans les diverses flores du Canada et d'Amérique du

Nord. Leur succès dépend donc de leur capacité à concurrencer pour l'espace les autres plantes pionnières, en particulier les mauvaises herbes qui ont de la facilité à s'établir. Leur établissement dépend ensuite de la mesure dans laquelle ces espèces sont adaptées aux conditions climatiques, édaphiques et autres, particulières à chaque lieu.

Dans les systèmes de production végétale, la récolte des graines du *B. napus* peut être incomplète en raison de mauvaises pratiques culturales, et des quantités importantes de ces graines se retrouvent ainsi dans le sol. Il est alors possible que ces dernières soient à l'origine de mauvaises herbes spontanées dans les cultures subséquentes, notamment si leur densité est élevée.

Le *B. napus* n'est pas considéré comme une mauvaise herbe nuisible dans l'*Arrêté sur les graines de mauvaises herbes* de 1986. On ne le mentionne pas comme plante nuisible ou mauvaise herbe des écosystèmes aménagés du Canada, ni comme plante envahissant les écosystèmes naturels. En résumé, rien ne prouve qu'au Canada le *B. napus* se comporte comme une mauvaise herbe ou comme une plante nuisible.

Partie C - Espèces voisines du *B. napus*

C1. Hybridation interspécifique et intergénérique

En examinant l'impact environnemental que pourrait avoir la dissémination en milieu ouvert du *B. napus* génétiquement modifié, il est important de comprendre le risque d'hybridation interspécifique ou même intergénérique entre cette espèce et les espèces voisines. La production d'hybrides peut entraîner l'introgression de caractères nouveaux dans ces espèces et ainsi avoir les répercussions suivantes :

- ▶ l'espèce voisine peut se comporter encore plus comme une mauvaise herbe;
- ▶ un caractère nouveau risquant de perturber l'écosystème peut être introduit dans l'espèce voisine.
- ▶ La présente section pourra faire l'objet de mises à jour à mesure que de nouvelles données seront disponibles. Selon la teneur des renseignements de base du présent document, le demandeur devra évaluer le risque environnemental associé à un éventuel flux génique.

Bien que de nombreux croisements interspécifiques et intergénériques aient été réalisés entre le *B. napus* et les espèces voisines (Warwick et Black, 1993), nombre d'entre eux ont nécessité une intervention comme la culture d'ovaires ou d'ovules, le sauvetage d'embryons et la fusion de protoplastes. La liste suivante des hybrides interspécifiques et intergénériques obtenus par croisement du *B. napus* avec des espèces voisines est tirée de l'étude approfondie de Warwick et Black (1993).

Les hybridations suivantes ont été observées dans les études sur l'allofécondation au champ de Bing *et al.* (1991) :

B. napus x *B. juncea* (Alam *et al.* 1992, Bing *et al.* 1991)
B. juncea x *B. napus* (Alam *et al.* 1992, Bing *et al.* 1991)
B. napus x *B. rapa* (Bing *et al.* 1991, Reiger *et al.* 1999)
B. rapa x *B. napus* (Bing *et al.* 1991, Brown et Brown 1996)

Les hybridations suivantes ont été obtenues par pollinisation à la main (généralement par émasculature du plant femelle, suivie d'un transfert de pollen du plant mâle à l'aide d'un pinceau) :

B. napus x *B. carinata* (Alam *et al.* 1992)
B. napus x *B. nigra* (Bing *et al.* 1991)
B. nigra x *B. napus* (Bing *et al.* 1991)
Diplotaxis eruroides x *B. napus* (Ringdahl *et al.* 1987)
D. muralis x *B. napus* (Ringdahl *et al.* 1987)
B. napus x *Hirschfeldia incana* (*Brassica adpressa*) (Lefol *et al.* 1991)
H. incana x *B. napus* (Lefol *et al.* 1991)
B. napus x *Raphanus raphanistrum* (Lefol, E., R.K. Downey et G. Séguin-Swartz 1993 communication personnelle, Reiger *et al.* 1999)
B. napus x *Sinapis arvensis* (Reiger *et al.* 1999)
B. napus x *Sinapis alba* (Brown *et al.* 1997)
B. napus x *Erucastrum gallicum* (Lefol, E., R.K. Downey et G. Séguin-Swartz 1993 communication personnelle)

Les espèces voisines du *B. napus* mentionnées ci-dessus peuvent également former entre elles des hybrides résultant de la reproduction sexuée :

B. carinata x *B. juncea* (Alam *et al.* 1992)
B. juncea x *B. carinata* (Alam *et al.* 1992)
B. carinata x *Sinapis arvensis* (Bing *et al.* 1991)
B. juncea x *B. nigra* (Bing *et al.* 1991)
B. nigra x *B. juncea* (Bing *et al.* 1991)
B. juncea x *Sinapis arvensis* (Bing *et al.* 1991)
B. juncea x *S. arvensis* (Bing *et al.* 1991)
B. oleracea x *B. rapa* (Wojciechowski 1985)
B. rapa x *B. oleracea* (Wojciechowski 1985)
B. rapa x *B. nigra* (Bing *et al.* 1991)
D. muralis x *B. rapa* (Salisbury 1989)
B. rapa x *Raphanus sativus* (Ellerström 1978)
R. sativus x *B. rapa* (Ellerström 1978)
H. incana x *B. nigra* (Mattson 1988)
B. nigra x *H. incana* (Mattson 1988)
R. sativus x *B. oleracea* (Harberd et McArthur 1980)

Pour qu'un caractère s'intègre au génome d'une espèce, il faut que les hybrides intermédiaires soient rétrocroisés à des plantes de l'espèce et que la descendance de ces croisements soit viable et fertile.

C2. Risque d'introgression génétique du *B. napus* vers les espèces voisines

Le *S. arvensis* (moutarde des champs) est peut-être la pire des espèces de mauvaises herbes voisines du genre *Brassica*, en particulier dans les principales régions productrices de canola du Manitoba, de la Saskatchewan et de l'Alberta. Une plante issue du croisement entre le *B. juncea* et le *S. arvensis* a été rétrocroisée au *B. juncea* et au *S. arvensis* (Bing *et al.* 1991). Les plantes résultantes étaient faibles ou stériles et ne produisaient aucune graine après pollinisation libre; on peut donc croire que ce croisement n'entraînerait pas l'introduction stable de caractères transférés naturellement dans l'une ou l'autre espèce.

Deux autres espèces de mauvaises herbes, le radis sauvage (*Raphanus raphanistrum*), plus abondant dans l'est du Canada que dans la région des Prairies, et la moutarde des chiens (*Erucastrum gallicum*), assez abondante localement dans les terres cultivées des provinces des Prairies, ont formé des hybrides avec le *B. napus* comme parent femelle. Des travaux sont en cours à Saskatoon (G. Séguin-Swartz, 1993, communication personnelle), qui visent à déterminer si les hybrides F1 sont viables, s'ils produisent du pollen fertile pouvant être rétrocroisé à l'un ou l'autre des parents et s'il est possible d'obtenir des populations stables. D'autres études prévues visent à déterminer si l'allofécondation naturelle peut avoir lieu au champ.

Des hybrides issus des croisements *D. muralis* x *B. napus* et *D. eruroides* x *B. napus* étaient androstériles (Ringdahl *et al.*, 1987).

Le même résultat a été signalé pour le rétrocroisement d'hybrides résultant du croisement *B. nigra* x *B. napus*.

Bing *et al.* (1991) ont suggéré que, parmi les croisements qu'ils avaient tentés, il était possible pour des hybrides issus de croisements entre le *B. napus*, le *B. juncea* et le *B. rapa* de produire des semences viables pouvant survivre jusqu'à la génération suivante. Ces trois espèces sont communément cultivées pour la production de canola et de moutarde.

Les hybrides réussis ayant le *B. napus* comme parent femelle méritent toujours d'être étudiés quant aux possibilités de flux génique, car ils risquent d'agir comme ponts génétiques.

C3. Répartition du *B. napus* et des espèces voisines au Canada

Parmi les espèces énumérées ci-dessus, le *B. carinata* et le *Hirschfeldia incana* ne sont pas signalés pour le Canada (Warwick, 1993), et le *Diplotaxis eruroides* est rare, limité à la Gaspésie, au Québec. Le *B. oleracea*, à l'exception de ses types sauvages dans les habitats originaux d'Europe, est rarement présent à l'extérieur des zones cultivées. Parmi les autres

espèces, on signale les suivantes :

- ▶ Le *B. napus* est présent dans le District de Mackenzie des Territoires du Nord-Ouest (T. N.-O. - M), au Labrador (Labr.), à Terre-Neuve (T.-N.), à l'Île-du-Prince-Édouard (Î.-P.-É.), en Nouvelle-Écosse (N.-É.), au Nouveau-Brunswick (N.-B.), au Québec (QC), en Ontario (Ont.), au Manitoba (Man.), en Saskatchewan (Sask.), en Alberta (Alb.) et en Colombie-Britannique (C.-B.). Le *B. napus* ne figure pas dans Les mauvaises herbes du Canada ni dans Weeds of Ontario.
- ▶ Le *B. juncea* est présent dans le territoire et les provinces suivants : T. N.-O. - M, T.-N., N.-É., Î.-P.-É., N.-B., QC, Ont., Man., Sask., Alb. et C.-B. Selon Les mauvaises herbes du Canada, il est présent dans chaque province et le plus abondant dans les provinces de l'Ouest. Selon Weeds of Ontario, sa distribution est semblable à celle du *S. arvensis*, bien qu'il soit généralement moins commun.
- ▶ Le *B. nigra* est présent dans les provinces suivantes : T.-N., N.-É., Î.-P.-É., N.-B., QC, Ont., Sask., Alb. et C.-B. Selon Les mauvaises herbes du Canada, il ne serait pas très commun dans l'Ouest du pays. Dans Weeds of Ontario, on signale sa présence dans quelques localités du sud de la province, en particulier dans les champs et les terrains vagues longeant les vallées fluviales et le long des chemins de fer.
- ▶ Le *B. rapa* est signalé pour les territoires et provinces suivants : T. N.-O. - M, Yukon (Yuk.), Labr., T.-N., N.-É., Î.-P.-É., N.-B., QC, Ont., Man., Sask., Alb. et C.-B. Selon Les mauvaises herbes du Canada, il est parfois abondant et, dans certaines régions de l'Est du Canada, la forme sauvage appelée « moutarde des oiseaux » supplante le *S. arvensis* sur de vastes étendues. Selon Weeds of Ontario, l'espèce est présente dans quelques champs de céréales et terrains vagues du sud de cette province.
- ▶ Le *Diploaxis muralis* est présent dans les provinces suivantes : N.-É., Î.-P.-É., N.-B., QC, Ont., Man., Sask., Alb. et C.-B. Il ne figure pas dans Les mauvaises herbes du Canada. Dans Weeds of Ontario, on signale qu'il est habituellement présent dans les sols grossiers le long des routes, des chemins de fer et des plages ainsi qu'autour des édifices et dans les terrains vagues du sud de l'Ontario.
- ▶ *L'erucastrum gallicum* est présent dans les provinces suivantes : T.-N., N.-É., Î.-P.-É., N.-B., QC, Ont., Man., Sask., Alb. et C.-B. Selon Les mauvaises herbes du Canada, il est le plus abondant au Manitoba et en Saskatchewan, dans les champs, les terrains vagues, les bords de chemins de fer, les jardins et les vergers. Il est très commun le long des routes et est une mauvaise herbe abondante dans les champs de nombreuses localités de l'Ouest canadien. En Ontario, on trouve l'espèce dans toute la province, mais elle est plus commune dans le sud, souvent dans les gares de triage, les terrains vagues, les vergers et les jardins, le long des routes et, à l'occasion, dans les champs de céréales.
- ▶ Le *Raphanus raphanistrum* est présent dans le territoire et provinces suivants : Labr., T.-N., N.-É., Î.-P.-É., N.-B., QC, Ont., Man., Sask., Alb. et C.-B. Selon Les mauvaises herbes du Canada, cette espèce est très abondante dans toutes les provinces de l'Atlantique. Au Québec et en Ontario, son importance est moindre, et on signale sa présence dans les parties les plus humides du Manitoba et de la Saskatchewan. Selon Weeds of Ontario, elle est présente uniquement dans quelques localités dispersées de cette province, où elle envahit les champs

cultivés et les terrains vagues.

- ▶ Le *Raphanus sativus* est signalé dans les provinces suivantes : T.-N., N.-É. Î.-P.-É., N.-B., QC, Ont., Man. et C.-B. Selon Les mauvaises herbes du Canada, cette espèce persiste à l'occasion dans les jardins (par suite de la culture).
- ▶ Le *S. arvensis* est présent dans les territoires et provinces suivants : T. N.-O. - M, Yuk., Labr., T.-N., N.-É., Î.-P.-É., N.-B., QC, Ont., Man., Sask., Alb. et C.-B. Selon Les mauvaises herbes du Canada, il est une des mauvaises herbes annuelles les plus communes. Présent dans toutes les provinces, il est le plus envahissant dans les riches vallées fluviales de l'Ouest. Ses habitats comprennent les champs de céréales, les autres champs cultivés, les terrains vagues et le bord des clôtures et des routes. Selon Weeds of Ontario, l'espèce est présente dans tout l'Ontario et est la plus fréquente dans les champs cultivés et les jardins, mais elle apparaît à l'occasion le long des clôtures et des routes et dans les terrains vagues.

C4. Agroécologie des mauvaises herbes voisines du *B. napus*

Parmi les espèces voisines traitées, le *S. arvensis* et le *R. raphanistrum* sont considérées comme mauvaises herbes nuisibles primaires dans l'Arrêté sur les graines de mauvaises herbes de 1986, tandis que l'*E. gallicum* y figure comme mauvaise herbe nuisible secondaire. Les trois espèces sont sans doute les mauvaises herbes les plus envahissantes des terres cultivées. Toutes sont relativement faciles à enrayer dans les cultures d'espèces autres que les Brassica, par l'utilisation d'herbicides sélectifs.

L'abondance de ces trois espèces dans les terres cultivées dépend en partie des pratiques culturales. En effet, les systèmes de culture et les façons culturales peuvent avoir un effet considérable sur l'abondance de ces mauvaises herbes. Mentionnons entre autres l'adoption récente de systèmes de production végétale sans travail du sol ou à travail du sol minimal ainsi que l'abandon de la jachère de labour comme moyen de conservation des sols.

Les espèces susmentionnées croissent toutes dans des habitats perturbés. Leur succès dépend de leur capacité à concurrencer pour l'espace les autres espèces de colonisation primaire et notamment les mauvaises herbes réussissant à envahir les mêmes habitats. Cette capacité dépend à son tour de l'adaptation de chaque espèce aux conditions climatiques, édaphiques et autres, particulières à l'endroit.

Partie D - Interactions possibles entre le *B. napus* et d'autres organismes

Les renseignements du tableau 1 visent à aider le demandeur à déterminer les impacts possibles de la dissémination du VCN sur les organismes non visés mais **ne devraient pas être considérés comme étant exhaustifs**. En cas d'impact important du VCN sur tout organisme visé ou non visé, il peut être nécessaire d'évaluer les effets secondaires de cet impact.

Tableau 1. Interactions possibles de *B. napus* avec d'autres formes de vie pendant son cycle de vie.

<u>Autre organisme</u>	<u>Type d'interaction avec <i>B. napus</i></u> (Pathogène; Symbiote ou organisme utile; Consomateur; Transfert de gène)
<i>Albugo candida</i>	Pathogène
<i>Alternaria</i> spp.	Pathogène
<i>Botrytis cinerea</i>	Pathogène
<i>Erysiphe</i> spp.	Pathogène
<i>Leptosphaeria maculans</i>	Pathogène
<i>Peronospora parasitica</i>	Pathogène
<i>Plasmodiophora brassicae</i>	Pathogène
<i>Pythium debaryanum</i>	Pathogène
<i>Rhizoctonia solani</i>	Pathogène
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	Pathogène
<i>Xanthomonas</i> spp.	Pathogène
Virus de la mosaïque du navet	Pathogène
Mycoplasme jaune de l'aster	Pathogène
Pollinisateurs	Symbiote ou organisme utile; Consomateur
Champignons mycorhiziens	Symbiote ou organisme utile
Oiseaux	Consomateur
Animaux brouteurs	Consomateur
Microbes du sol	Symbiote ou organisme utile
Vers de terre	Symbiote ou organisme utile
Insectes terricoles	Consomateur
autres <i>B. napus</i>	Transfert de gène
<i>B. rapa</i>	Transfert de gène

<i>B. juncea</i>	Transfert de gène
<i>B. nigra</i>	Transfert de gène
<i>Raphanus raphanistrum</i>	Transfert de gène
<i>Erucastrum gallicum</i>	Gene transfer
Autres ---	

Partie E - Bibliographie

- Alam, M., H. Ahmad, M. H. Quazi and H. I. T. Khawaja (1992) Cross compatibility studies within the genus Brassica 1. Amphidiploid combinations. *Sci. Khyber* 5: 89–92.
- Bing, D. J., R. K. Downey and G. F. W. Rakow (1991) Potential of gene transfer among oilseed Brassica and their weedy relatives. *GCIRC 1991 Congress*. pp. 1022:1027.
- Downey, R. K. and G. Röbbelen (1989) Brassica species. In: *Oil Crops of the World* edited by G. Röbbelen, R. K. Downey and A. Ashri. McGraw-Hill, New York. pp. 339 - 362.
- Ellerström, S. (1978) Species crosses and sterility in Brassica and Raphanus. *Cruciferae Newsletter* 3: 16-17.
- Fan, Z., W. Tai and B. R. Stefanson (1985) Male sterility in Brassica napus L. associated with an extra chromosome. *Can. J. Genet. Cytol.* 27: 467–471.
- Harberd, D. J. (1972) A contribution to the cytotaxonomy of Brassica (Cruciferae) and its allies. *Bot. J. Linn. Soc.* 65: 1–23.
- Harberd, D. J. and E. D. McArthur (1980) Meiotic analysis of some species and genus hybrids in the Brassiceae. In: *Brassica crops and wild allies*. Edited by S. Tsunoda, K. Hinata, and C. Gómez -Campo. Japan Scientific Societies Press, Tokyo. pp. 65-67.
- Lefol, E., V. Danielou, H. Darmency, M.-C. Kerlan, P. Vallee, A. M. Chèvre, M. Renard and X. Reboud (1991) Escape of engineered genes from rapeseed to wild Brassiceae. *Proc. Brighton Crop Protection Conference: Weeds* 3: 1049:1056.
- Mattson , B. (1988) Interspecific crosses within the genus Brassica and some related genera. *Sveriges Utsadesforenings Tidskrift* 98: 187-212.
- Muenschler, W. G. (1980) *Weeds*. Second Edition. Cornell University Press, Ithaca and London: 586 pp.

Munz, P. A. (1968) A Californian Flora. University of California Press, Berkeley and Los Angeles: 1681 pp.

Musil, A.F. (1950) Identification of Brassicas by seedling growth or later vegetative stages. USDA Circular 857. 26 pp.

Prakash, S. and K. Hinata (1980) Taxonomy, cytogenetics and origin of crop Brassicas , a review. Opera. Bot. 55: 3-57

Rakow, G. and D. L. Woods (1987) Outcrossing in rape and mustard under Saskatchewan prairie conditions. Can. J. Plant Sci. 67: 147:151.

Ringdahl, E. A., P. B. E. McVetty and J. L. Sernyk (1987) Intergeneric hybridization of *Diplotaxis* ssp. with *Brassica napus*: a source of new CMS systems? Can. J. Plant Sci. 67: 239–243.

Salisbury, P. (1989) Potential utilization of wild crucifer germplasm in oilseed Brassica breeding. Proc. ARAB 7th Workshop, Toowoomba, Queensland, Australia. pp. 51-53.

Snogerup, S., M. Gustafsson and R. Von Bothmer (1990) Brassica sect. Brassica (Brassicaceae). I. Taxonomy and Variation. Willdenowia 19: 271-365.

Song, K. and T. C. Osborn (1992) Polyphyletic origins of Brassica napus: new evidence based on organelle and nuclear RFLP analyses. Genome 35: 992–1001.

Thomas P. (1994) Canola Growers Manual. Canola Council of Canada. Toxeopus, H., E. H. Oost and G. Reuling (1984) Current aspects of the taxonomy of cultivated Brassica species. The use of *B. Rapa* L. versus *B. campestris* L. and a proposal for a new intraspecific classification of *B. Rapa* L. Crucifer Newsletter 9: 55–57.

U, N. (1935) Genomic analysis in Brassica with special reference to the experimental formation of *B. napus* and peculiar mode of fertilization. Jpn. J. Bot. 7: 389–452.

Warwick, S. I. (1993) Guide to the Wild Germplasm of Brassica and Allied Crops, Part IV: Wild Species in the Tribe Brassiceae (Cruciferae) as Sources of Agronomic Traits. Technical Bulletin 1993 17E, Centre for Land and Biological Resources Research, Agriculture and Agri-Food Canada.

Warwick, S. I. and L. D. Black (1993) Guide to the Wild Germplasm of Brassica and Allied Crops, Part III: Interspecific and Intergeneric Hybridization in the Tribe Brassiceae (Cruciferae). Technical Bulletin 1993 – 16E, Centre for Land and Biological Resources Research, Agriculture and Agri-Food Canada.

Warwick, S. I. and A. Francis (1994) Guide to the Wild Germplasm of Brassica and Allied Crops, Part V: Life History and Geographical Data for Wild Species in the Tribe Brassiceae (Cruciferae). Technical Bulletin 1994, Centre for Land and Biological Resources Research, Agriculture and Agri-Food Canada.

Wojciechowski, A. (1985) Interspecific hybrids between *Brassica campestris* and *B. oleracea* L.
1. Effectiveness of crossing, pollen tube growth, embryogenesis. *Genetica Polonica* 26: 423-436.