



Agence canadienne
d'inspection des aliments

Canadian Food
Inspection Agency

Document de biologie

BIO1994-10

La biologie du *Linum usitatissimum* L. (lin)

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

(also published in English)

Octobre 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 of Contents

Partie A - Généralités	3
A1. Contexte	3
A2. Portée	3
Partie B - Biologie du <i>L. usitatissimum</i>	4
B1. Description générale, culture et utilisation agricole	4
B2. Centres d'origine de l'espèce	5
B3. Biologie de la reproduction du <i>L. usitatissimum</i>	6
B4. Le <i>L. usitatissimum</i> cultivé, comme mauvaise herbe spontanée	6
B5. Résumé de l'écologie du <i>L. usitatissimum</i> et de ses espèces ancestrales	6
Partie C - Espèces voisines du <i>L. usitatissimum</i>	7
C1. Hybridation interspécifique et intergénérique	7
C2. Risque d'introgession génétique du <i>L. usitatissimum</i> vers les espèces voisines	8
C3. Répartition du <i>L. usitatissimum</i> au Canada	8
Partie D - Interactions possibles entre <i>L. usitatissimum</i> et d'autres organismes	8
Tableau 1. Interactions possibles de <i>L. usitatissimum</i> avec d'autres organismes durant son cycle de vie.	8
Partie E - Bibliographie	9

Partie A - Généralités

A1. Contexte

Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC) réglemente depuis 1988 les essais au champ, au Canada, de végétaux à caractères nouveaux (VCN) utilisés en agriculture et en horticulture. Le VCN est une variété ou un génotype de végétal qui possède 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 végétale 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 peuvent résulter d'une technique d'ADN recombinant ou d'une méthode classique de sélection. Si ses caractères nouveaux risquent de soulever des préoccupations, il faut le soumettre à des essais au champ réglementés. 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. La directive 94-08, intitulée « Critères d'évaluation du risque environnemental associé aux végétaux à caractères nouveaux », définit 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 Dir94-08. Il fournit des renseignements de base sur la biologie du *Linum usitatissimum* L., sur ses centres d'origine, sur les espèces voisines et sur le risque d'introgession génétique du *L. usitatissimum* vers ces espèces. Le présent document fournit également des précisions sur les organismes avec lesquels le *L. usitatissimum* 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 *L. usitatissimum* 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 *L. usitatissimum*

B1. Description générale, culture et utilisation agricole

Le lin (*L. usitatissimum* L.) est une espèce de la famille des *Linacées*. C'est une plante herbacée annuelle dressée, dont les ramifications s'élèvent en forme de corymbe au-dessus de la tige (Fernald, 1950). On cultive deux types de *L. usitatissimum*; le lin oléagineux, dont la graine produit une huile, est une plante relativement courte à ramifications secondaires nombreuses, tandis que le lin textile, dont la tige produit des fibres, est plus élevée et moins ramifiée (Gill, 1987). Le *L. usitatissimum* a une courte racine pivotante émettant des radicelles fibreuses pouvant atteindre 90 à 120 cm en sol léger. Les feuilles sont simples, sessiles, linéaires-lancéolées, entières, portées sur la tige et ses ramifications. L'inflorescence est une cyme ou grappe terminale lâche. Les fleurs, hermaphrodites et hypogynes, ont un pédoncule dressé et allongé, 5 sépales, 5 pétales (bleus), 5 étamines et un pistil formé de 5 carpelles séparés par autant de fausses cloisons. Le fruit, une capsule à cinq loges, contient un maximum de 10 graines. La graine est ovale, lenticulaire, longue de 4 à 6 mm, avec une surface lisse et luisante de couleur brun moyen à pâle. La graine contient de 35 % à 45 % d'huile et de 20 % à 25 % de protéine (Gill, 1987; Fernald, 1950).

Outre le Canada, les principaux pays producteurs de lin sont l'Argentine, l'Inde, les États-Unis et la Russie. La plus grande partie du lin canadien est exportée sous forme de graine de lin. L'huile de lin, extraite de cette graine, sert depuis longtemps à divers usages industriels, et le tourteau dégraissé pourrait servir à l'alimentation du bétail (il convient de le faire bouillir dans l'eau, pour neutraliser la linamarine, un glucoside cyanogénétique). Il n'y a aucune production commerciale de lin textile au Canada. Par ailleurs, des sélectionneurs viennent de réussir à créer un lin oléagineux à faible teneur en acide linoléique, qui pourrait servir à l'alimentation humaine. En plus des usages industriels du lin oléagineux, la graine entière de cette plante est beaucoup utilisée en pâtisserie en Europe (Daun, 1993).

Au Canada, le lin est principalement cultivé dans le sud des trois provinces des Prairies (Manitoba, Saskatchewan et Alberta). Les sols qui conviennent le mieux à la culture du lin sont les sols lourds à loam, qui retiennent bien l'humidité. À cause de son système racinaire peu développé, le lin ne pousse pas bien dans les sols sableux où l'eau est un facteur limitant. La plante tolère bien la salinité, à condition que les éléments nutritifs soient en quantité suffisante et

que l'humidité ne manque pas au moment de la germination. Un bon désherbage est essentiel, car le lin est un mauvais compétiteur.

Le lin peut être cultivé en rotation avec les céréales, dont le maïs, mais non après une culture de pomme de terre ou de betterave sucrière (à cause des maladies de racine) ni après une autre culture de lin. On recommande d'attendre trois ans entre les cultures de lin, afin d'éviter la flétrissure fusarienne. Après une culture de canola ou de moutarde, le lin risque d'avoir une croissance médiocre, mais une lutte contre les plantes spontanées peut atténuer ce problème.

On recommande de travailler superficiellement le sol avant le semis, afin d'assurer un lit de germination ferme et de limiter le nombre des graines de mauvaises herbes ramenées à la surface. Les techniques sans travail du sol ou à travail minimum sont également utiles, car elles produisent un sol plus riche en matière organique, qui retient mieux l'eau, et diminuent les problèmes d'encroûtement qui peuvent nuire à l'émergence des plantules (Daun, 1993).

Le semis se fait généralement quand la température du sol est assez élevée (vers la mi-mai, dans les Prairies), à un taux de 30 à 40 kg/ha et à une profondeur ne dépassant pas 2,5 à 4 cm. Si le tégument séminal a été endommagé au moment de la récolte, les champignons du sol risquent d'infecter la graine; l'application d'un fongicide sur les semences augmentera donc le taux d'émergence et la vigueur des plantules. Le lin ne requiert pas autant d'engrais que les céréales, mais ces produits sont utiles si l'azote ou le phosphore sont des facteurs limitants.

La plupart des variétés de lin résistent à la flétrissure (*Fusarium oxysporum* f.sp. *lini*) et à la rouille (*Melampsora lini*). Dans certaines conditions, une pourriture des racines du genre *Rhizoctonia* peut poser problème. Par ailleurs, il faut lutter contre les mauvaises herbes, afin de réduire au minimum les pertes de rendement dues à la compétition.

Le lin est généralement fauché quand 74 % des capsules sont mûres, de couleur brune; après séchage au champ, les plantes sont ramassées et battues à la moissonneuse-batteuse. Si les plantes et les graines sont déjà suffisamment sèches, on peut faire la récolte en coupe directe. Avant de battre du lin, il faut ajuster avec soin la moissonneuse-batteuse, pour éviter d'endommager les téguments séminaux et de laisser des graines sur le sol (Daun, 1993).

B2. Centres d'origine de l'espèce

Les origines du *L. usitatissimum* L. (n = 15), une des plus anciennes plantes cultivées, sont incertaines (Lay et Dybing, 1989). Des restes de plante appartenant à une espèce de lin, possiblement le *L. angustifolium* Huds. (n = 15), ont été découverts dans les sites archéologiques de civilisations anciennes. L'ancêtre le plus probable du *L. usitatissimum* est le *L. angustifolium*, mais d'autres espèces comme le *L. bienne* Mill. ont peut-être fourni du matériel génétique (Lay et Dybing, 1989). Étant donné les formes très diverses de lin qu'on y trouve, la région s'étendant à l'est de la Méditerranée vers l'Inde est généralement acceptée comme lieu d'origine du lin (Zeven et Zhukovsky, 1975). Un lin produisant des graines dont on pouvait extraire de l'huile était

cultivé dans le sud-ouest asiatique, tandis que le lin textile était surtout cultivé dans la région méditerranéenne. Selon Lay et Dybing (1989), la sélection de plantes annuelles aux capsules indéhiscentes ou partiellement déhiscentes s'est soldée par la production de génotypes convenant à l'agriculture moderne.

B3. Biologie de la reproduction du *L. usitatissimum*

Le lin cultivé est une annuelle se reproduisant par la graine. Étant donné la structure de la fleur et le fait que le pollen, de type collant, est rarement disséminé par les insectes (Beard et Comstock, 1980), le lin a un taux d'autopollinisation élevé. Le pollen demeure viable pendant quelques heures seulement (4 à 7 heures), soit depuis la déhiscence des anthères jusqu'à celle des pétales environ (Lay et Dybing, 1989; Dillman, 1938). Lorsque la fleur s'ouvre, les anthères se réunissent et forment une sorte d'ombrelle au-dessus des stigmates. Dillman (1938), dans son étude sur les croisements naturels du lin, mentionne un taux de croisement naturel de 0 % à 5 %, qui varie selon les génotypes. Plus de 8000 observations portant sur la variété « Bison » n'ont permis de relever aucun cas de croisement naturel.

B4. Le *L. usitatissimum* cultivé, comme mauvaise herbe spontanée

Comme chez toute espèce de grande culture, il arrive que des graines échappent à la récolte et restent jusqu'au printemps dans le sol, où elles germent avant ou après l'ensemencement de l'espèce suivante. Parfois, ces plantes spontanées peuvent livrer une forte concurrence à l'espèce ensemencée, justifiant le recours à une lutte chimique ou mécanique, ou à une combinaison des deux. Le problème des plantes spontanées dans les cultures subséquentes est commun à la plupart des grandes cultures. La gravité du problème dépend en grande partie des pratiques culturales utilisées : la quantité de graines libérées avant la récolte, le réglage de l'appareil utilisé pour la récolte et la vitesse de la récolte sont autant de facteurs qui déterminent la quantité plus ou moins grande de graines qui échapperont à la récolte.

B5. Résumé de l'écologie du *L. usitatissimum* et de ses espèces ancestrales

Le *L. usitatissimum* 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 lieu ouvert dont le sol léger ou sableux est balayé par le vent ou 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 des végétaux formant le climax, comme les graminées vivaces des prairies, les arbres, ainsi que les arbustes vivaces des forêts.

Dans les systèmes de production végétale, les mauvaises pratiques culturales et d'autres facteurs peuvent faire en sorte qu'une grande quantité de graines de *L. usitatissimum* sont laissées au

champ au moment de la récolte. Il est alors possible que ces graines produisent des mauvaises herbes spontanées dans les cultures subséquentes, notamment si leur densité est élevée.

Partie C - Espèces voisines du *L. usitatissimum*

C1. Hybridation interspécifique et intergénérique

Au moment d'évaluer l'impact environnemental que pourrait avoir la dissémination en milieu ouvert du *L. usitatissimum* 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'introgession 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. Le genre *Linum*, auquel appartient le *L. usitatissimum*, comprend plus de 100 espèces, dont le nombre chromosomique est variable ($2n = 16, 18, 30, 36$ ou 60) (Seetharam, 1972). Chez neuf espèces de *Linum* dont le nombre chromosomique est de $2n = 30$, Gill et Yermanos (1967a) ont signalé les hybridations réussies suivantes, où le *L. usitatissimum* est un des parents :

L. usitatissimum x *L. angustifolium*
L. usitatissimum x *L. africanum*
L. corymbiferum x *L. usitatissimum*
L. usitatissimum x *L. decumbens*
L. nervosum x *L. usitatissimum*
L. pallescens x *L. usitatissimum*

Seetharam (1972) mentionne pour sa part les croisements réussis suivants, également entre espèces de *Linum* dont le nombre chromosomique est $2n = 30$:

L. angustifolium x *L. usitatissimum*
L. hirsutum x *L. usitatissimum*
L. floccosum x *L. usitatissimum*
L. tenue x *L. usitatissimum*
L. africanum x *L. usitatissimum*
L. pallescens x *L. usitatissimum*

Bari et Godward (1970) mentionnent les croisements suivants :

L. africanum x *L. usitatissimum*
L. pallescens x *L. usitatissimum*

Seetharam (1972) a essayé de croiser diverses espèces n'ayant pas le même nombre de

chromosomes, mais sans succès. Gill et Yermanos (1967b) ont obtenu des résultats semblables.

C2. Risque d'introgression génétique du *L. usitatissimum* vers les espèces voisines

Aucune des espèces voisines énumérées dans la section C.1.0 n'est présente dans la flore canadienne. L'espèce sauvage la plus commune est le *L. lewisii* Pursh, plante vivace dont le nombre de chromosomes est $2n = 18$. Moss (1983) mentionne que le *L. rigidum* Pursh, grande annuelle à fleurs jaunes, est présent dans les pentes exposées et les prairies du sud de l'Alberta. L'espèce est également signalée pour les terrains secs et ouverts du Manitoba (Fernald, 1950). Selon Budd (1987), le *L. rigidum* est localement commun dans les dunes de sable et les sols sablonneux très légers. L'espèce est peu répandue, mais abondante là où on la trouve. Scoggan (1978) en donne une distribution semblable. On ne signale aucun cas d'hybridation entre le *L. usitatissimum* et le *L. rigidum*, et il semble n'y avoir au Canada aucune espèce voisine du *L. usitatissimum* avec laquelle celui-ci pourrait s'hybrider.

C3. Répartition du *L. usitatissimum* au Canada

Outre les cultures de lin, le *L. usitatissimum* est signalé comme plante échappée de culture dans les terrains vagues et le long des routes.

Partie D - Interactions possibles entre *L. usitatissimum* 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 *L. usitatissimum* avec d'autres organismes durant son cycle de vie.

<u>Autre organisme</u>	<u>Type d'interaction avec le <i>L. usitatissimum</i></u> (Pathogène; Symbiote ou organisme utile; Consommateur; Transfert de gènes)
<i>Melampsora lini</i>	Pathogène
<i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>lini</i>	Pathogène
<i>Septoria linicola</i>	Pathogène
<i>Rhizoctonia solani</i>	Pathogène

<i>Polyspora lini</i>	Pathogène
<i>Colletotrichum lini</i>	Pathogène
Pourriture des semis ou des plantules (préciser)	Pathogène
Autres maladies (préciser)	Pathogène
Mycoplasme de la jaunisse de l'aster	Pathogène
Noctuelle du lin	Consommateur
Pucerons	Consommateur
Insectes utiles	Symbiote ou organisme utile
Champignons mycorhiziens	Symbiote ou organisme utile
Oiseaux	Consommateur
Animaux brouteurs	Consommateur
Microbes du sol	Symbiote ou organisme utile; Consommateur
Vers de terre	Consommateur
Insectes du sol	Consommateur
Autres plants de <i>L. usitatissimum</i>	Transfert de gènes

Partie E - Bibliographie

Bari, G. and M.B.E. Godward. 1970. Interspecific crosses in *Linum*, *Euphytica* 19: 443 - 446.

Beard, B.H. and V.E. Comstock. 1980. Flax. In *Hybridization of Crop Plants*. W.R. Fehr and H.H. Hadley (eds.), American Society of Agronomy - Crop Science Society of America, Madison, WI.

Budd, A.C. 1987. *Budd's Flora of the Canadian Prairie Provinces*. Agriculture Canada.

Daun, J.K. 1993. Flaxseed. Pp. 853 - 860, in: *Grains and Oilseeds*, 4th ed., Vol. 2. Canadian International Grains Institute, Winnipeg, MB

Dillman, A.C. 1938. Natural Crossing in Flax. *J. Am. Soc. Agron.* 30: 279 - 286.

Fernald, M.L. 1950. *Gray's Manual of Botany*. Eight edition (Corrected Printing, R.C. Rollins,

1970). D. Van Nostrand Company, New York, NY. 1632 p.

Gill, K.S. 1987. Linseed. Publications and Information Division, Indian Council of Agricultural Research, New Delhi. 386 p.

Gill, K.S. and D.M. Yermanos. 1967a. Cytogenetic studies on the Genus *Linum*: I. Hybrids among taxa with 15 as the haploid chromosome number. *Crop Sci.* 7: 623 - 627.

Gill, K.S. and D.M. Yermanos. 1967b. Cytogenetic studies on the Genus *Linum*: II. Hybrids among taxa with 9 as the haploid chromosome number. *Crop Sci.* 7: 627 - 631.

Lay, C.L. and C.D. Dybing. 1989. Linseed. Pp. 416 - 430, in: *Oil Crops of the World*. Edited by G. Röbbelen, R.K. Downey and A. Ashri. McGraw-Hill, New York.

Moss, E. H. 1983. *Flora of Alberta* (2nd ed., revised by J.G. Packer). University of Toronto Press.

Scoggan, H.J. 1978. *The Flora of Canada, Part 3*. National Museum of Natural Sciences, Ottawa, Canada.

Seetharam, A. 1972. Interspecific Hybridization in *Linum*. *Euphytica* 21: 489 - 495.

Zeven, A.C. and P.M. Zhukovsky. 1975. *Dictionary of Cultivated Plants and their Centres of Diversity*. Centre for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen.