

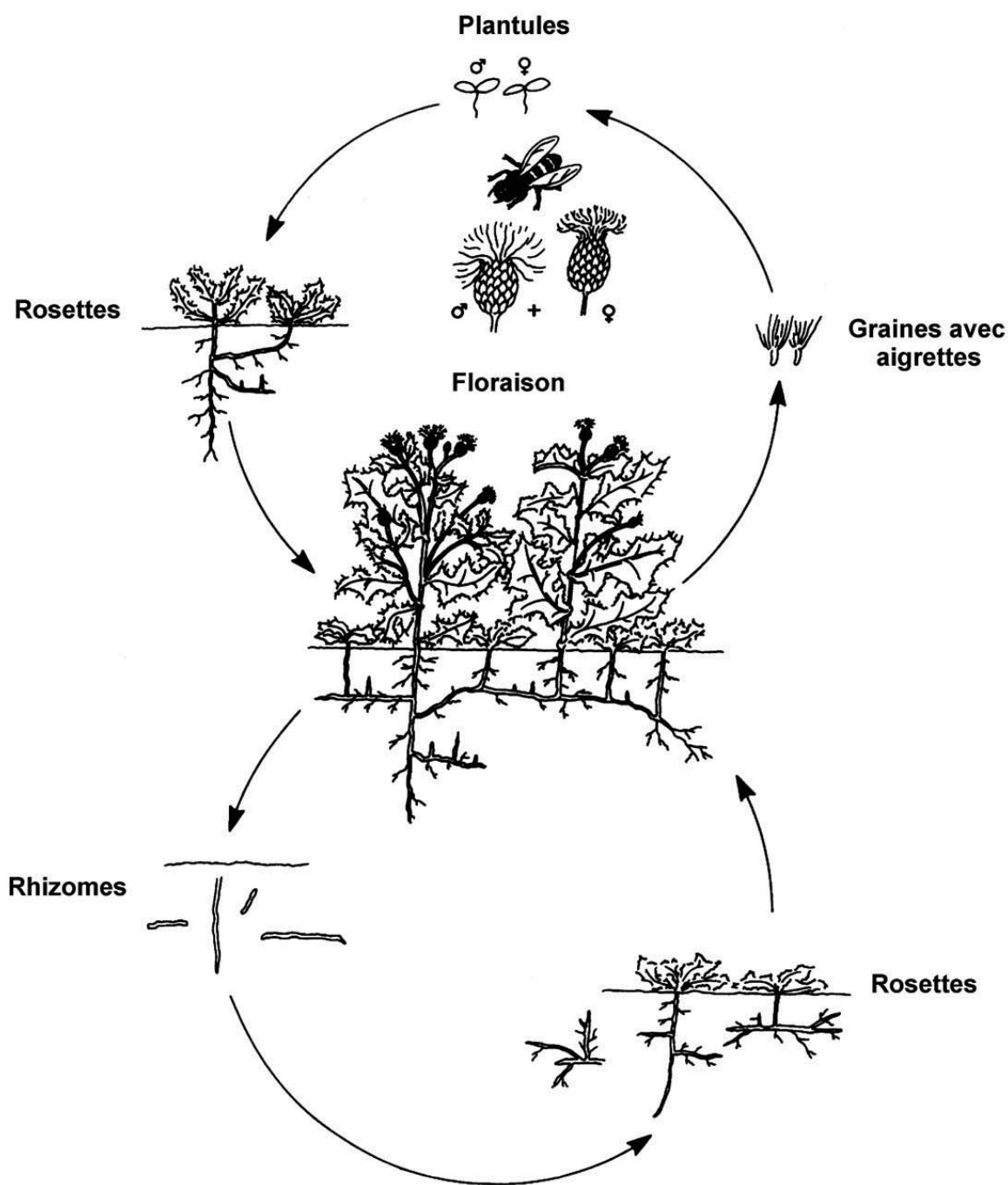
Moyens de lutte au chardon des champs (*Cirsium arvense*)



en production
biologique



Reproduction sexuée



Propagation végétative

Figure 1- Le cycle de vie du chardon (Dessin tiré de: B. Heimann et G.W. Cussans. 1996. The importance of seeds and sexual reproduction in the population biology of *Cirsium arvense* - a litterature review. Weed Research Vol. 36 (6): p. 496. © European Weed Research Society)



Table des matières

INTRODUCTION	4
BIOLOGIE	4
Description	4
Propagation	5
Cycle de vie	5
Écologie	6
UTILITÉS	6
MESURES PRÉVENTIVES	6
Prévenir la distribution des fragments de racines ou de rhizomes.	6
Prévenir la distribution des semences	6
ALLÉLOPATHIE	7
MOYENS DE LUTTE	7
Évaluation du niveau d'infestation	7
Les méthodes culturales.	8
La gestion des pâturages	9
Le travail du sol	9
Lutte biologique	11
Méthodes de répression uniquement pour les zones infestées	11
Une approche de lutte intégrée au cas par cas	12
ÉTUDES DE CAS	13
RÉFÉRENCES	16

Ce document est disponible GRATUITEMENT sur le site Agri-Réseau/agriculture biologique à l'adresse suivante : <http://www.agrireseau.qc.ca/agriculturebiologique/>

Copyright © Bio-Action 2005

Recherche et rédaction: Anne Weill, Ph.D., agr., club agro-environnemental Bio-Action

Avec la collaboration de: Daniel Cloutier, Ph.D., Institut de malherbologie et Jean Duval M. Sc., agr. club agro-environnemental Bio-Action

Photographies: Anne Weill (sauf si une autre source est mentionnée avec la photo)

Nous remercions pour leurs commentaires les personnes suivantes: Bernard Estevez, agr. M.Sc., Denis La France, enseignant et Élisabeth Vachon, agr.





Introduction

La répression des vivaces à enracinement profond comme le chardon ou le laiteron occasionnent un défi de taille pour les fermes en régie biologique. Alors qu'il est possible de réprimer le chiendent, qui a un enracinement superficiel, sans perdre une année de culture, c'est plus difficile pour les vivaces à enracinement profond.

En Europe, l'envahissement des fermes de grandes cultures biologiques par le chardon a pris des proportions inquiétantes. Au Québec, le chardon commence à être un problème dans les fermes biologiques où il y a peu de foin dans la rotation. Il faut donc se donner les moyens d'agir avant que la situation n'empire, d'où la présente publication.

La première étape dans la lutte au chardon est de bien connaître la plante et sa biologie. Comme très peu de recherche a été faite sur cette plante dans l'Est du Canada, l'information dans ce bulletin est basée principalement sur de la recherche faite en Europe et aux États-Unis. En plus des moyens de lutte décrits dans ce bulletin, il faut s'assurer d'adopter des méthodes préventives qui permettront d'éviter la contamination de l'ensemble de la ferme et qui limiteront aussi l'introduction du chardon dans les champs propres. Comme il est extrêmement difficile de se débarrasser de cette vivace sans perdre une année complète de production, une approche globale est de mise.

Ce bulletin couvre ces sujets et donne des exemples de stratégies de luttes qui ont été adoptées ou qui sont à l'essai par des entreprises membres de Bio-Action.

Il n'y a malheureusement pas de recette facile pour la répression du chardon. La stratégie est à adapter en fonction de chaque ferme et il reste encore de la mise au point à faire!

Biologie

Le chardon des champs (*Cirsium arvense*, Canada thistle en anglais) a été introduit d'Europe probablement au début du 17^{ième} siècle avec l'importation de semences par les colons. On le retrouve dans presque tous les milieux agricoles. Cette plante forme des colonies qui s'élargissent avec le temps. Une fois implanté, il est très difficile de s'en débarrasser.

Description

Le chardon est une mauvaise herbe vivace de la famille des composées qui se répand très rapidement par son système racinaire. Des tiges d'une hauteur de 30 cm à 1,5 m se développent à partir de bourgeons sur les racines.

Partie aérienne

Les feuilles du chardon sont découpées et piquantes (figure 2). Les fleurs sont violettes ou blanches et produisent des graines (akènes) avec des aigrettes plumeuses qui sont disséminées par le vent.

Lorsque le chardon s'installe dans un champ, on observe quelques très petites zones contaminées (talles) dans le champ. Les talles s'agrandissent avec les années. Elles ont tendance à être plus nombreuses près des sources de contamination comme les fossés mais elles sont souvent distribuées de façon aléatoire dans un champ.



Figure 2 – Plant de chardon en fleur

Partie souterraine

Le système souterrain du chardon est composé de trois parties (figure 3):

- les rhizomes horizontaux qui sont à une profondeur de 10 à 50 cm et dont la majorité se retrouve entre 10 et 30 cm¹⁰ ;
- les racines verticales qui peuvent descendre à plus de 2 m de profondeur et qui jouent un rôle important pour la fourniture en eau des plantes ainsi que pour leur nutrition. Ces racines serviraient aussi d'organe important de mise en réserve^{10,14} ;
- la partie souterraine des tiges aussi appelée parfois rhizome.

Il y a des bourgeons sur ces trois parties souterraines. Une partie de ces bourgeons reste dormante. La fauche du chardon ou la destruction par le travail du sol contribue à lever la dormance d'une partie des bourgeons⁹. La destruction précoce du chardon au stade début végétation favoriserait la croissance latérale des rhizomes. Les rhizomes vivent deux à trois ans¹⁰. La relève est assurée par de nouveaux rhizomes.

Les racines et les rhizomes sont cassants et difficiles à extirper du sol.



Figure 3 – Système racinaire du chardon – les rhizomes horizontaux sont profonds (20-30 cm) et sous la couche de sol travaillé

Propagation

Contrairement aux autres espèces de chardon présentes dans l'Est du Canada qui ne se reproduisent que par les graines, le chardon des champs se propage par les rhizomes et par les graines (figure 1). Le mode de propagation par les rhizomes est extrêmement difficile à réprimer.

Propagation par les rhizomes

Les rhizomes s'allongent de 2 à 4 m par an¹⁴. Selon certaines références, l'allongement peut aller jusqu'à 12 m/an². Ils peuvent se développer à partir d'autres rhizomes latéraux ou à partir de racines verticales.

Les racines et rhizomes peuvent s'adapter à la gestion réalisée sur la ferme de manière à ne pas être affectés par la profondeur de travail du sol qui y est fait de façon routinière¹⁴.

Lorsque les racines ou rhizomes sont coupés en fragments, chaque fragment peut donner naissance en quelques jours à un nouveau plant. De nouvelles pousses peuvent émerger à partir de fragments de 2.5 cm. Une expérience a montré que 100% des fragments coupés à 1.25 cm de longueur produisent un nouveau plant¹⁴. Toutefois, les petits fragments de rhizomes donnent une pousse peu vigoureuse qui peut être facilement détruite de façon définitive par le travail du sol. De plus, si les fragments sont enterrés en profondeur, les pousses ne seront pas viables³.

Propagation par les graines

Le chardon est une plante de jours longs. Il commence à fleurir à la fin juin et la floraison se continue jusqu'en fin de saison. Les fleurs de chardon sont en général soit mâles, soit femelles. La pollinisation est réalisée par les insectes, principalement par les abeilles⁹. Une tige peut produire plusieurs centaines voir plusieurs milliers de graines (figure 4). Un chiffre moyen de 1500 graines par tige a été avancé^{10,14}. Elles sont transportées par le vent grâce à une aigrette. La plupart des graines tombent au sol à moins de 30 m du pied mère, mais quelques unes peuvent aller jusqu'à une distance de 150 m de leur point d'origine¹⁴. La plupart des graines peuvent germer immédiatement si elles sont dans de bonnes conditions d'humidité. Pour pouvoir germer et lever, les graines doivent être enfouies à moins de 5 cm

de profondeur. Les graines enfouies dans la terre, qui ne peuvent pas germer, peuvent survivre facilement 10 ans et parfois jusqu'à 20 ans¹⁰.



Figure 4 – Chardon en graines – Les graines ont des aigrettes leurs permettant d'être transportées par le vent

Cycle de vie

Développement des plantules à partir des graines

Lorsqu'une plantule pousse, une racine pivotante fibreuse se développe en premier. En quelques mois, cette racine s'élargit et produit des racines latérales. Lorsque ces racines ont une taille de 6 à 12 cm, certaines se courbent pour descendre en profondeur. À la courbure, un nouveau rhizome se développe. Le chardon peut fleurir dès sa première année de végétation.

Cycle d'une plante établie

Lorsqu'au printemps la température du sol est suffisamment élevée (au moins 5°C), une partie des bourgeons qui se trouvent sur les rhizomes sort de dormance. Les pousses de chardon apparaissent sous forme de rosette (figure 5). Il est à noter que la sortie de dormance des bourgeons est graduelle et dure tout l'été. Une partie des bourgeons reste dormante jusqu'à l'année suivante. La sortie de dormance des bourgeons peut être accélérée par la destruction de la partie végétative⁹.



Figure 5 – Apparition des rosettes de chardon au printemps



Avec l'augmentation de température, la tige s'allonge et le bouton floral se forme. La floraison commence en juin et dure tout l'été. Elle est rapidement suivie par la formation de graines. De nouvelles tiges et fleurs apparaissent durant tout l'été. À la fin de l'été, les nouvelles pousses restent au stade de rosette. La floraison achève en début d'automne lorsque les jours raccourcissent.

La littérature scientifique ne précise pas la période d'allongement des rhizomes. Elle devrait commencer peu après l'apparition de la partie aérienne et continuer pendant tout l'été. Les basses températures de l'automne et la diminution de la photopériode provoquent une augmentation de la formation de bourgeons sur les rhizomes et empêche l'allongement de ces derniers⁵.

Au début de la saison végétative, les réserves du chardon sont à leur maximum. Elles diminuent au fur et à mesure que la plante pousse. Les recherches sont contradictoires en ce qui concerne le stade auquel elles sont à leur minimum. La majorité des chercheurs suggèrent que les réserves sont minimales au stade début floraison. Toutefois, des références assez récentes indiquent plutôt des réserves minimales au stade 8-10 feuilles^{3,5,14} ou lorsque le chardon a moins de 10 cm².

Écologie

Le chardon est adapté à une grande diversité de sols. Les sols loameux et argileux sont les plus favorables à son développement. La compaction et l'humidité sont des facteurs limitants. Il survit très bien dans des conditions de sécheresse grâce à son système racinaire profond. Il aime la lumière et son développement est ralenti par les plantes agressives, surtout quand celles-ci font de l'ombre.

Utilités

Dans le cas du chardon, ce chapitre est plutôt restreint! Il s'agit d'une bonne plante mellifère. Elle a des propriétés médicinales contre les varices. Les jeunes pousses peuvent être pâturées par les herbivores.

Mesures préventives

Prévenir la distribution des fragments de racines ou de rhizomes

Les outils de travail du sol peuvent entraîner des fragments de racine et par conséquent agrandir les zones contaminées (figure 6). Il s'agit là d'une des principales méthodes de propagation. De petits morceaux de racines peuvent coller aux pneus et à l'équipement et ainsi contaminer



Figure 6 – Étirement d'une talle par le travail du sol

d'autres champs. Les zones infestées étant petites au départ, il est difficile de les travailler séparément. Il est important de nettoyer les pneus de tracteur et les équipements avant de changer de champ.

Prévenir la distribution des semences

Le vent est responsable de la dissémination des graines sur de courtes distances. La distribution des semences sur de longues distances se fait principalement par l'intermédiaire de semences ou de foin contaminés.

Faucher les bords de fossés et de chemin

Le chardon envahit souvent les champs à partir des bords de chemin ou de fossé qui sont généralement enherbés (figure 7). La fauche de ces bandes enherbées permet de limiter la propagation par les graines et de diminuer la vigueur du chardon. Il peut aussi être nécessaire de faire un travail intensif le long de la bande herbacée et même de semer une plante fourragère afin de limiter l'envahissement du champ par les racines.



Figure 7 – Talle de chardon le long d'un fossé – le chardon envahit souvent les champs à partir des bords de fossé

Détruire les talles de chardons dans les champs avant sa floraison

Une telle opération permet de limiter la contamination des récoltes et la dispersion des graines par le vent. Elle est toutefois rarement réalisée car elle est fastidieuse et compliquée. Elle peut toutefois s'avérer une méthode de lutte intéressante dans certains cas comme nous le verrons plus tard.

Faucher les refus au pâturage

Il est fréquent de voir des pâturages envahis par le chardon (figure 8). Une bonne régie de fauche des refus permet de limiter le développement du chardon par les rhizomes et surtout la production de graines. En effet, ces dernières peuvent germer dans les endroits du pâturage où le sol est à nu et dans les champs avoisinants.

Faucher le foin avant la floraison du chardon

Le chardon s'installe difficilement dans une prairie. Si toutefois il y avait un problème de chardon, une bonne régie de fauche devrait prévenir la floraison du chardon. En effet, le chardon fleurit vers la mi-juillet dans le sud du Québec. À cette date, la première coupe devrait déjà être réalisée. Pour du foin fauché plus tard, une attention spéciale doit être portée à la régie de coupe afin de s'assurer de faucher avant la floraison du chardon. Si le chardon fleurit avant la fauche, non seulement le reste du champ ou les champs avoisinants peuvent être contaminés, mais les graines de chardon peuvent aussi être transportées dans le foin.



Moyens de lutte



Figure 8 – Pâturage envahi de chardon (photo: Jean Duval)

Utiliser des semences de céréales ou de soya propres

Il ne faut pas oublier que cette plante a été introduite au Canada par l'intermédiaire de semences contaminées. Comme le chardon fait ses graines pendant une grosse partie de l'été, plusieurs cultures peuvent être contaminées lors de la récolte.

Au mûrissement, les graines de chardon sont d'abord regroupées dans le capitule puis graduellement ce dernier s'ouvre et les graines se dispersent. Au moment du battage de la céréale, il est facile de récolter ces capitules remplis de graines avec la céréale (figure 9). En ce qui concerne la récolte du soya, les graines de chardon sont beaucoup plus mûres et se dispersent plus facilement. Le vent occasionné par la batteuse lors de la récolte en élimine une bonne partie. Le reste doit être éliminé au criblage. Toute autre culture récoltée en août et septembre peut être à risque si les champs sont infestés.

Utiliser des paillis végétaux exempts de graines

Si on applique un paillis de foin ou de paille, utiliser une matière première exempte de graines.



Figure 9 – Champ de céréales avec chardon en fleur – le capitule du chardon qui contient les graines reste fermé pendant quelques jours et se récolte avec la céréale

Le chardon des champs peut être contrôlé en régie biologique principalement par une combinaison de moyens cultureux et par le travail du sol. Les moyens de lutte à utiliser peuvent différer selon le système de culture.

Il est reconnu qu'une seule méthode n'est souvent pas suffisante pour obtenir une bonne répression. Il y a une claire synergie entre la rotation, le travail du sol, l'utilisation d'engrais verts agressifs et le type de cultures pratiquées.

Une enquête européenne¹⁷ a permis de faire la constatation suivante sur les fermes biologiques: les infestations de chardon étaient mineures sur les fermes avec du foin dans la rotation et majeures dans les rotations à base de céréales. Le même phénomène est observé ici. En ce qui concerne la production horticole, le travail du sol intensif qui s'y fait permet en général une bonne répression du chardon.

Les recherches réalisées en Europe montrent que le travail du sol ne peut pas à lui seul réprimer le développement du chardon. La rotation et l'utilisation de cultures agressives jouent un rôle capital dans la lutte au chardon¹⁸.

Évaluation du niveau d'infestation

L'évaluation du niveau d'infestation est très importante avant de décider d'une stratégie de lutte. En effet, la présence de quelques talles disséminées dans un champ ne justifie pas une intervention sur le champ au complet.

Nos observations indiquent que l'âge et la densité de la talle de chardon ont un lien avec son agressivité. Plus une talle est vieille, plus ses réserves seront importantes et sa repousse rapide. Plus une talle est dense, plus elle repousse rapidement et donc plus elle est difficile à détruire. Les interventions visant à détruire les talles doivent donc être ajustées en fonction de la densité de cette dernière. Il y a toutefois très peu d'information à ce sujet.

Allélopathie

Bien qu'il n'ait pas été prouvé de façon absolue que le chardon a des propriétés allélopathiques, plusieurs recherches ont montré que l'application au sol d'extrait de racine de chardon a empêché la germination de la luzerne, du blé et aussi de certaines mauvaises herbes^{5,19}.



Les méthodes culturales

L'implantation de prairie

La luzerne est reconnue comme une plante très compétitive contre le chardon (figure 10). Elle part en végétation avant le chardon, elle repousse plus vite après la fauche et elle est dense, du moins les premières années. Cela prend deux à quatre ans de fauche à raison de 2 à 3 coupes par année



Figure 10 - La prairie bien gérée est un excellent moyen de répression du chardon

pour éliminer le chardon. Plus la densité de départ du chardon est élevée plus ce sera long de le réprimer par les fauches répétées. Ces dernières doivent être faites assez tôt dans le développement du chardon.

Des essais ont montré que les graminées fourragères sont moins efficaces que la luzerne pour faire compétition au chardon. Ceci est en partie dû à une régie de coupe moins intense et à une densité moindre de la culture⁴. Toutefois, une régie intensive de prairie de graminées telles que le dactyle, qui permet de faire trois à quatre coupes, si la fertilisation azotée est abondante, devrait être aussi efficace que la luzerne dans la répression du chardon.

Limiter l'utilisation de cultures sensibles dans la rotation

Les cultures les plus sensibles sont celles qui ont les caractéristiques suivantes :

- départ tardif au printemps;
- cultures non sarclées;
- cultures peu compétitives au niveau de la lumière et des éléments nutritifs.

Des cultures telles que les céréales de printemps, le lin ou le soya non sarclé font peu compétition avec le chardon. C'est d'ailleurs souvent dans les céréales que le chardon prend de l'ampleur. L'utilisation de mélanges de céréales avec des pois, qui sont plus compétitifs, peut limiter ce problème.

Favoriser l'utilisation de cultures compétitives

Le chardon ne pousse pas bien lorsqu'il y a peu de lumière. Sa croissance sera donc limitée dans des cultures qui font beaucoup d'ombre. Ainsi, le seigle d'hiver qui démarre tôt au printemps fait compétition au chardon. Le maïs qui pousse en général très haut laisse peu de lumière atteindre le chardon et lui fait ainsi compétition.

Les cultures sarclées sont aussi intéressantes à utiliser car le sarclage agressif permet de limiter le développement du chardon. Le soya cultivé à espacement large fait toutefois exception.

Semer des plantes couvre sol

Les cultures intercalaires (tableau 1) peuvent dans certains cas ralentir la croissance du chardon lors du mûrissement de la culture principale et après la récolte. On peut semer du trèfle rouge ou du trèfle blanc dans la céréale et un mélange raygrass-trèfle rouge dans le maïs. Une autre combinaison qui a donné d'excellents résultats sur une ferme en Montérégie contre le laiteron est l'utilisation de vesce velue en semis intercalaire dans le seigle. Le seigle ralentit la croissance initiale du laiteron et la vesce qui s'implante très bien étouffe le laiteron par la suite (figure 11). Une telle technique pourrait s'avérer efficace contre le chardon. Des résultats de recherche ont démontré que la combinaison d'un engrais vert avec la destruction en petits morceaux des rhizomes peut fortement réprimer le chardon¹⁶.



Figure 11 – Vesce velue 2 mois après la récolte de seigle



Tableau 1
Dose et date de semis d'engrais verts intercalaires

Culture principale	Espèce	Taux de semis	Moment du semis*
Céréales de printemps	Trèfle rouge	8 kg/ha	Avant le tallage
Céréales du printemps	Vesce velue	20 kg/ha	A la montaison de la céréale
Seigle d'hiver	Trèfle rouge	8 kg/ha	Au printemps lorsque le seigle repart
Seigle d'hiver	Vesce velue	20 kg/ha	A la montaison du seigle
Maïs	Trèfle-ray-grass	10 kg/ha	Au dernier sarclage

* Pour le sud du Québec

Introduire une culture fourragère pendant une saison dans la rotation

De bons résultats ont été obtenus en Europe avec l'implantation d'un mélange graminée-trèfle comme culture principale d'une saison. Un tel mélange est fauché et laissé dans le champ plusieurs fois durant l'été¹⁸. Certains de ces mélanges pourraient être utilisés comme foin.

La gestion des pâturages

Le chardon s'installe dans les zones de pâturage où l'herbe pousse peu ou pas. Il faut éviter le pâturage excessif et il faut fertiliser et chauler adéquatement afin d'assurer une bonne production d'herbe. Ceci permet non seulement d'éviter d'avoir des zones avec peu d'herbe où le chardon peut germer mais aussi d'avoir une bonne compétition contre le chardon s'il est déjà installé. Le chardon s'étend rapidement dans un pâturage mal géré. Le pâturage intensif avec fauchage des refus permet de diminuer la pression du chardon. La clef se trouve donc d'une part dans la gestion de la fertilité afin de promouvoir une pousse rapide de l'herbe et, d'autre part, dans la fréquence et le moment des paissances et de la fauche.

Le travail du sol

Le chardon envahit un champ de façon graduelle. Au début de son implantation, il n'est pas justifié de faire une intervention sur l'ensemble du champ. Il est plus économique de cibler uniquement les zones envahies (figure 12) et d'opter pour une répression localisée (voir plus loin la section intitulée « Méthodes de répression uniquement pour les zones infestées »). Une intervention immédiate lorsque le niveau d'infestation est

faible, est souhaitable. La difficulté est de bien identifier les zones à contrôler.

Comme les talles se développent indépendamment les unes des autres, elles ont des caractéristiques qui leurs sont propres. L'efficacité d'une méthode de destruction peut donc varier d'une situation à une autre⁴. Afin de bien cibler les opérations, il est utile de vérifier la profondeur du système racinaire car elle peut varier d'une colonie à l'autre et d'un système de travail de sol à un autre.

La jachère courte ne fonctionne pas

La jachère courte est effectuée après la récolte d'une culture hâtive telle que les céréales. Une fois la culture principale récoltée, le sol est travaillé plusieurs fois durant une période de 3 à 5 semaines afin de tuer les mauvaises herbes. Il s'agit d'une méthode assez efficace pour lutter contre les vivaces à enracinement superficiel telles que le chiendent⁷.

Cette méthode NE FONCTIONNE PAS pour le chardon car elle est réalisée en fin de saison au moment où le chardon a déjà refait ses réserves. Comme les organes de réserve du chardon sont profonds, il n'est pas possible de les extirper du sol. La seule solution est d'épuiser la plante par une destruction répétée et pour cela, il faut une période assez longue.

De plus, le chardon fleurit pendant une grande partie de l'été. Il peut donc y avoir production d'une large quantité de graines avant le début d'une jachère courte et par conséquent un risque de contamination des champs avoisinants.

La jachère longue est efficace

Les méthodes traditionnelles ont souvent impliqué une jachère longue avec des opérations culturales fréquentes.



Figure 12 – Talles disséminées dans un champ (photo: Jean Duval)



En général, ce sont les hersages fréquents qui ont été utilisés avec le plus de succès. La plupart des essais ont été faits avec des outils à dents. De bons résultats ont aussi été obtenus avec des outils à disques. Il est très important de commencer les passages d'outils tôt. La plupart des essais permettent de conclure qu'une bonne répression est obtenue avec trois à huit passages durant l'été. Selon plusieurs auteurs, il n'y pas d'avantage à passer trop souvent^{4,11,12}. Des passages trop fréquents vont aussi affaiblir la structure du sol et augmenter les coûts énergétiques.

Une enquête sur le chardon réalisée sur 156 fermes biologiques en Allemagne, a permis de constater que le nombre de passages et le moment du passage d'outil de travail du sol étaient plus importants que le type d'outil. C'est surtout la combinaison du travail du sol fait au bon moment avec une rotation offrant une bonne compétition au chardon qui permet de contrôler cette mauvaise herbe^{4,17}.

De façon générale, il est recommandé de:

- planifier au moins trois passages durant l'été dont un absolument avant le stade bouton;
- commencer les opérations culturales lorsque le chardon a autour de 8 à 10 feuilles;
- couper les racines et les rhizomes du chardon à différentes profondeurs¹⁷.

Autres méthodes de travail de sol intéressantes

Plusieurs méthodes ont donné des résultats intéressants lors d'essais. Bien que ces méthodes n'aient pas été testées de façon extensive ou que leur efficacité soit controversée, elles peuvent servir de point de départ pour essayer de trouver d'autres solutions.

Un labour profond annuel (figure 13) permet de stabiliser le chardon et même de l'affaiblir alors que, sans labour, les infestations de chardon augmentent beaucoup¹³. La charrue coupe les rhizomes et les enfouit dans le sol. Ces derniers doivent donc utiliser plus d'énergie pour produire des repousses que s'ils sont laissés proche de la surface. Ceci est un peu contraire à l'esprit de l'agriculture biologique et aux économies d'énergie mais demeure envisageable pour de petites superficies.

Un travail de sol profond à l'aide d'un chisel à pattes d'oie (figure 13) à l'automne a permis chez plusieurs agriculteurs de diminuer la pression du chardon. Le but est de travailler le sol en dessous des rhizomes horizontaux. Il faut d'abord vérifier à quelle profondeur ils se situent afin d'ajuster la profondeur de travail. Cette opération demande beaucoup d'énergie, comme le labour profond, mais a l'avantage de ne pas inverser le sol.

Le passage d'un cultivateur avec dents en pattes d'oie (figure 13) au printemps, combiné à un labour post-récolte suivi de deux déchaumages, a donné de bons résultats dans un essai réalisé dans le Dakota du sud¹⁵.

Des sarclages fréquents (figure 13) dans une culture telle que du maïs permettent de limiter ou stopper le développement du chardon. Ce dernier n'est toutefois pas éliminé⁸.



Un labour profond annuel permet de stabiliser le chardon

Le travail profond avec un chisel à patte d'oie affaiblit le chardon



Le sarclage intensif affaiblit le chardon mais ne l'élimine pas (Photo : Daniel Cloutier)

Le déchaumage est un élément important de la stratégie – un cultivateur à dents en patte d'oie permet de couper toutes les racines (Photo : Daniel Cloutier)



Figure 13 – Certains types de travail du sol permettent d'affaiblir le chardon sans toutefois suffire à le contrôler



Le déchaumage (figure 13) à lui seul ne permet pas de réprimer le chardon mais il est un élément important de la stratégie de lutte. Des recherches ont montré que l'envahissement par le chardon était beaucoup plus rapide lorsqu'il n'y a pas de déchaumage après la récolte de céréale¹³.

La charrue à deux couches (figure 14) permet de réduire la pression du chardon de façon assez efficace^{13,17}. Il s'agit d'une charrue qui permet de faire un labour peu profond à une profondeur de 15 cm et un ameublissement de la couche de sol juste en dessous sur une épaisseur d'environ 10 cm. Cet ameublissement est réalisé par les dents qui sont montées sur la charrue. Cet outil permet donc de combiner un labour superficiel avec un sous-solage léger.

Figure 14 – Charrue à deux couches (Photo : Denis La France)



ATTENTION, UN TRAVAIL DE SOL INSUFFISANT PEUT EMPIRER LA SITUATION :

Certains outils de travail du sol comme les rotoculteurs découpent les rhizomes en morceaux. Chaque morceau peut donner naissance à une nouvelle plante. Si le sol n'est plus travaillé ensuite, ce premier travail du sol aura seulement servi à multiplier le chardon. Par contre si le sol est à nouveau travaillé durant l'été, les nouvelles pousses seront facilement détruites.

D'autre part, la fauche du chardon au printemps stimulerait le développement des rhizomes. Si la fauche n'est pas suivie par d'autres interventions visant à détruire le chardon, elle aura seulement servi à accélérer l'agrandissement de la talle.

Lutte biologique

Beaucoup de recherche se fait actuellement sur des procédés de lutte biologique tels que l'utilisation de rouille du chardon (*Puccinia suaveolens*), de bactéries (*Pseudomonas syringae* pv. *Tagetis*) ou d'insectes (figure 15). Ces méthodes de répression ne sont pas encore au point pour les utiliser dans les champs cultivés.



Figure 15 – Mineuse dans les feuilles de chardon (photo: Jean Duval)

Méthodes de répression uniquement pour les zones infestées

Comme le chardon n'affecte que certaines zones d'un champ, il peut être souhaitable de détruire le chardon uniquement dans ces zones et ainsi ne pas perdre une année de production pour le champ au complet. Une telle façon de procéder est particulièrement adaptée à la production maraîchère. Elle peut l'être aussi en système de grandes cultures durant les premières années d'infestation.

Le principe de base reste le même : il s'agit de faire une jachère longue avec au moins trois destructions durant l'été, dont au moins une avant le stade bouton du chardon, de préférence au stade 8 à 10 feuilles. Seulement les zones affectées sont détruites.

Choix de l'année de traitement dans la rotation

Il est préférable de détruire des talles de chardon dans une culture où elles sont faciles à repérer. Une autre considération est la valeur commerciale de la culture. En effet il y aura non seulement des pertes de rendement

provenant des zones détruites mais aussi provenant du passage de machines pour aller d'une zone à l'autre. Il est donc judicieux de choisir une culture qui donne une marge plus faible que les autres. Les céréales correspondent à ces deux critères. L'inconvénient d'un tel choix est le manque de compétition qu'offrent les céréales de printemps.

Méthodes de destruction

Plusieurs méthodes de destruction peuvent être utilisées de façon localisée :

- le fauchage répété;
- le brûlage à l'aide d'une torche au propane (figure 16).

Cette méthode permet de se déplacer en véhicule tout terrain d'une zone à l'autre, ce qui est rapide. Le résultat est équivalent à celui d'une fauche;



Figure 16 – Brûlage à la torche à propane

- le brûlage à l'aide d'herbicides de contact autorisés en agriculture biologique par certains organismes. Deux herbicides sont disponibles sur le marché : l'herbicide « Ecoclear » est à base d'acide acétique et l'herbicide « Topgun » est à base d'acide gras. Avant d'utiliser ces herbicides, il faut toujours vérifier leur acceptabilité avec l'organisme de certification;
- le sarclage manuel effectué à une profondeur de 5 à 15 cm;
- l'utilisation d'un rotoculteur, d'un cultivateur rotatif ou toute autre machine permettant de travailler le sol sur une petite superficie (figure 17);
- l'utilisation de géotextile noir qui recouvre la zone infestée pendant toute la saison de croissance et empêche ainsi la croissance du chardon.

Le fauchage, le brûlage au propane ou à l'herbicide de contact exigent de nombreux passages si la culture environnante n'offre pas beaucoup de compétition car le chardon s'épuise peu. En effet, il refait de la photosynthèse très rapidement après sa destruction car les tiges sont détruites au-dessus de la surface du sol.

La destruction en profondeur dans le sol est beaucoup plus efficace car la plante s'épuise beaucoup plus après chaque destruction.

La méthode du géotextile peut être utilisée quand les zones sont petites. Elle permet d'éviter de retourner plusieurs fois pendant l'été pour faire les traitements.



Le rotoculteur permet de détruire les rhizomes à une profondeur de 5-10 cm (photo : Daniel Cloutier)



Le cultivateur rotatif permet de détruire les rhizomes jusqu'à une profondeur de 25 cm (Photo : Ghislain Jutras)

Figure 17 – Rotoculteur et cultivateur rotatif

Une approche de lutte intégrée au cas par cas

Pour avoir le plus de succès dans la lutte au chardon, il faut combiner :

- des façons culturales profondes qui brisent les racines à différentes profondeurs;
- des engrais verts étouffants (seigle, vesce, moutarde, sarrasin);
- des cultures dans la rotation permettant un sarclage régulier;
- des cultures dans la rotation qui offrent une bonne compétition au chardon.

La lutte contre le chardon doit être adaptée à la rotation de la ferme et au niveau d'infestation. Voici donc une synthèse des approches selon la situation rencontrée.

Un dépistage est à faire vers la fin mai ou en juin lorsque le chardon commence à être visible. La destruction du chardon est à privilégier dans la céréale. En effet, cette culture offre moins de revenus et le chardon est facile à repérer. Le texte qui suit offre toutefois des options dans des cultures autres que les céréales.

OPTIONS DE RÉPRESSION SELON LA SITUATION

Attention : vu le peu de recherche qui a été fait sur ce sujet au Québec, la section suivante ne fait que proposer des pistes de solution. Il ne s'agit pas de recommandations.

Nombre de talles faible : de 1 à 5 talles de chardon dans un champ*.

Lorsque le nombre de talles est faible, il est possible de faire soit une destruction mécanisée soit une destruction manuelle. Trois situations se présentent :

- La culture est peu ou moyennement compétitive - exemple : céréales, soya
Considérer une destruction localisée répétée avec travail du sol le plus profond possible au rotoculteur, cultivateur rotatif ou toute autre machine permettant de travailler le sol sur une petite superficie. Aucune compétition n'est offerte par la culture dans ce cas. La fréquence de destruction est à ajuster selon l'agressivité de la talle.
- La culture est compétitive et sarclée - exemple : maïs
Grâce à la compétition offerte par la culture, il est possible de détruire uniquement le feuillage du chardon, ce qui est plus rapide. Considérer une destruction localisée répétée par brûlage du feuillage ou par sarclage manuel. Le sarclage est plus long que le brûlage mais le nombre d'interventions est plus faible car le chardon épuise plus vite ses réserves. Une destruction mécanique avec rotoculteur, cultivateur rotatif ou toute autre machine permettant de travailler le sol sur une petite superficie peut être utilisée mais la culture sera détruite là où le tracteur passe.
- La culture est compétitive et non sarclée - exemple : seigle
Une telle culture ralentit le développement du chardon et empêche son expansion. Une telle compétition peut être complétée par l'implantation d'un engrais vert intercalaire étouffant lorsque le seigle est au stade tallage ou montaison.

Nombre de talles moyen : de 5 à 10 talles de chardon dans un champ*

Les interventions manuelles sont à éliminer car elles deviennent trop fastidieuses. Considérer une destruction localisée répétée avec travail du sol le plus profond possible au rotoculteur, cultivateur rotatif ou toute autre machine permettant de travailler le sol sur une petite superficie.

Nombre de talles élevé : plus de 10 talles de chardon dans un champ*

Lorsque le nombre de talles est vraiment élevé et que l'on considère que les interventions ci-dessus prendraient trop de temps, il faut considérer l'implantation d'une prairie ou faire une jachère complète avec travail du sol aux 3 semaines.

* Ces chiffres sont à adapter selon le temps que chacun est prêt à investir dans le contrôle localisé du chardon. Un champ moyen de 3 ha est considéré.

Si les talles sont denses, il faut augmenter la fréquence des interventions. Il faut aussi planifier de détruire les racines en profondeur à la fin de la saison ou au printemps lorsque c'est possible. D'autre part, la rotation reste le complément indispensable à tout moyen de lutte contre le chardon.

Études de cas

Le projet du club Bio-Action intitulé «Moyens de lutte au chardon et laiteron en production végétale biologique» consistait à évaluer des moyens de lutte au chardon et au laiteron qui permettent de garder le champ en production. Le but était de mettre au point des méthodes faciles et efficaces permettant d'éliminer le chardon ou le laiteron seulement dans les zones infestées. Le principe de la jachère longue était utilisé pour les zones de champ infestées. Les méthodes de destruction du chardon ou du laiteron étaient adaptées en fonction des ressources de la ferme.

Les essais se sont déroulés sur huit sites qui étaient soit infestés avec du chardon soit avec du laiteron. Il ne s'agissait pas de faire des essais avec répétition mais plutôt de trouver des stratégies de lutte qui soient adaptées aux moyens et aux équipements de chaque entreprise. Les essais concernant le chardon sont décrits ci-dessous.

Sites 1 et 2

Description des parcelles

Sur cette ferme de grandes cultures de la Montérégie, le chardon a commencé à être un problème au cours des cinq dernières années. Le nombre de zones infestées a augmenté avec les années ainsi que la densité de ces mauvaises herbes à l'intérieur d'une même zone. Le sol est argileux et bien drainé. Le site 1 avait une pression initiale de chardon de 76 tiges/m² et le deuxième avait une pression de 44 tiges/ m². La culture en 2004 était de l'orge et celle en 2005 du soya.

Moyen de lutte et observations

En 2003, avant le début de ce projet, les propriétaires de la ferme avaient commencé à mettre au point une stratégie de lutte. La répression se fait durant l'année où le champ est en céréale car le chardon est facile à voir lorsqu'il est en fleur et parce que les pertes financières provenant de la destruction de la culture dans les zones infestées sont moins élevées (orge ou blé) qu'avec le soya ou le maïs. Les zones infestées sont détruites trois fois durant la saison de croissance. La première destruction se fait à l'aide d'un rotoculteur attelé au tracteur en juillet lors de la floraison du chardon. Dans les zones rotocultées, la céréale est aussi détruite (figure 18). La deuxième destruction est faite à l'aide d'un cultivateur lourd à pattes d'oie lors du déchaumage après la récolte. Un engrais vert d'avoine est semé après le déchaumage. La troisième destruction est faite en octobre avec le même outil. La même méthode a été suivie en 2004 dans le cadre du projet. Les traitements ont été similaires dans les deux sites.

Cette technique a donné d'excellents résultats préliminaires en 2004, suite à la répression faite en 2003 (figure 18). Le chardon était éliminé à plus de 90%. La répression faite en 2004 dans le cadre du projet a permis l'élimination du chardon à 75% dans le site 1 et à 91% dans le site 2 (juin 2004 versus juin 2005).

En 2005, du soya a été semé aux 76 cm. Il a été sarclé deux fois en juin. La densité des tiges de chardon a été suivie. Dans le site qui avait la densité la plus élevée, le nombre de tige a doublé durant la saison. Dans l'autre site, la densité n'a pas augmenté.

Analyse des interventions

Il s'agit de la technique qui semble la plus prometteuse de tous les essais.



Zone détruite par un rotoculteur au stade floraison du chardon.



Résultat un an plus tard; les zones détruites sont plus vertes probablement grâce à un surcroît d'azote provenant du travail de sol intensif. Le chardon est inexistant.

Figure 18 – Destruction par zones du chardon avec un rotoculteur dans un champ de céréales

Le plus faible taux de destruction du chardon du site 1 s'explique par l'agressivité de la talle. En effet, cette dernière comptait presque le double de tiges par rapport au site 2. Un sarclage agressif du soya peut contribuer à limiter l'expansion du chardon lorsqu'il n'est pas trop dense.

La destruction du chardon pourrait être plus efficace si elle était faite un peu plus tôt dans la saison, avant le stade bouton. La principale difficulté d'une destruction précoce est d'arriver à localiser les talles de chardon. Un compromis serait de le faire au stade bouton. D'autres améliorations peuvent aussi être considérées dans la mesure où elles sont compatibles avec la ferme :

- un semis dense de sarrasin ou autre espèce à croissance très rapide à s'implanter après la première destruction qui permettrait de faire compétition au chardon;
- un travail de sol plus profond surtout pour la première destruction afin d'épuiser le chardon le plus possible quand il fait ses repousses;
- un travail d'automne avec dents profondes (type chisel avec dents en pattes d'oie) et larges afin de couper les rhizomes en profondeur.

Site 3

Description de la parcelle

Le chardon a envahi graduellement la partie sud d'un champ (loam argileux) à partir du fossé sur cette ferme de grandes cultures de Lanaudière. La densité initiale variait selon les endroits de 35 à 60 tiges par mètre carré. Le champ était cultivé en maïs en 2004 et en soya avec espacement de 17,5 cm.

Moyens de lutte et observations

La technique de lutte utilisée dans ce cas a été de couper manuellement toutes les tiges présentes à 10-15 cm de profondeur avec une pelle après les travaux habituels de désherbage (sarclages).



Figure 19 - Le sarclage permet de réprimer le chardon dans l'entre-rang mais il est nécessaire de détruire le chardon sur le rang pour obtenir une bonne répression (photo: Jean Duval)

En 2004, lors des observations faites à la mi-juillet, avant le début des traitements, le sarclage avait détruit 90% des pousses présentes dans l'entre-rang (figure 19). Presque tous les plants restant se trouvaient sur le rang et avaient des boutons floraux. Suites à ces observations, les tiges furent coupées une première fois sur les rangs de maïs. L'observation faite à la mi-août a révélé, dans les zones traitées, la présence d'une moyenne de 35 tiges de chardon par mètre carré ayant 3 à 6 feuilles, aucune n'étant en floraison. Les tiges ont été coupées une deuxième fois. Au 21 septembre, il n'y avait aucune repousse.

En 2005, le champ a été semé en soja après un labour de printemps. La densité au 6 juillet dans les zones non traitées variait de 12 à 20 tiges par mètre carré (trois fois moins que la densité initiale en 2004), certaines tiges, environ 15%, ayant déjà des boutons floraux. Toutes les tiges ont été coupées à 10-15 cm de profondeur comme en 2004. A la fin août, la densité moyenne était de 4 tiges par mètre carré, dont 20% étaient en fleur. Sans qu'aucune tige ne soit coupée de nouveau, l'observation faite à la fin septembre a révélé un accroissement très variable du nombre de tiges, probablement relié à l'âge de la talle. Ainsi dans la talle la plus vieille située en bordure du champ, le nombre de tiges avait doublé alors que dans les talles plus jeunes et plus éloignées du foyer d'infestation, le nombre de tiges était à peine supérieur à celui observé en août.

Analyse des interventions

Cette méthode a donné d'excellents résultats en 2004. En 2005, le chardon a été coupé une fois au lieu de deux et les résultats ont été médiocres. Il est donc important de faire l'opération à deux reprises pour avoir une bonne répression.

Bien qu'elle puisse se faire rapidement, l'application de cette méthode n'est possible que dans les cas de début d'infestation lorsque les talles sont encore petites.

Cet essai permet aussi de conclure que la culture du maïs, le sarclage d'entre-rang et le labour de printemps avant le semis de soja ont eu des effets importants sur la répression du chardon. Cependant, sans la coupe des tiges en profondeur, le chardon aurait quand même pu produire des graines et développer ses parties souterraines comme l'ont révélé les parties laissées sans traitement (figure 20).

Une des difficultés est de couper les tiges sur le rang sans couper aussi les racines de la culture. Le soja, peu compétitif même s'il était à faible espacement, a permis au chardon de reprendre de la vigueur.



Figure 20 - Zone traitée (sans chardon) à côté d'une zone non traitée (avec chardon), (photo: Jean Duval)

Site 4

Description de la parcelle

Sur cette vaste ferme de grandes cultures des Basses Laurentides, on retrouve des problèmes de chardon dans certains champs acquis récemment et ceux où la prairie revient moins souvent dans la rotation. Le champ choisi pour l'essai, de texture argileuse, comportait de grandes zones envahies par le chardon avec des densités souvent supérieures à 75 tiges par mètre carré. Il était cultivé en maïs en 2004 et en soja en rangs espacés de 76 cm en 2005.

Moyens de lutte et observations

Le traitement utilisé contre le chardon consistait en deux ou trois passages de rotoculteur dans les talles de chardon durant l'été. Le traitement impliquait la destruction de la culture dans les zones travaillées.

En 2004, le rotoculteur a été passé le 4, juin, le 21 juin et partiellement le 15 septembre. A cette dernière date, toutes les talles n'étaient pas accessibles à cause du maïs. En 2005, le rotoculteur a été passé les 28 juin et 19 août.

En 2004, il y avait aussi eu un plastique et une toile de paillage installés sur une partie d'une talle de chardon.

La première observation intéressante a été faite à la fin de juin 2004, neuf jours après le deuxième passage du rotoculteur. En effet, il y avait une grande différence dans la repousse des différentes talles de chardon, certaines n'ayant aucune repousse, d'autres ayant des repousses déjà très abondantes. Ceci nous fait croire que l'âge de la talle ou la grosseur des réserves souterraines a de l'importance dans la reprise de la croissance du chardon⁶. Toujours en 2004, le troisième passage de rotoculteur ayant été retardé, plusieurs plants de chardon ont pu fleurir.

Le plastique épais a bien empêché la croissance du chardon mais la toile de paillage s'est fendue en quelques endroits, permettant au chardon de repousser.



En 2005, après les travaux de printemps et le semis de soya, on retrouvait au début de juin, dans les zones traitées en 2004, une abondance de tiges de chardon ayant jusqu'à 10 feuilles. Les talles se démarquaient les unes des autres encore une fois par la densité ou l'avancement du stade des tiges. Après les sarclages faits en juin, il y avait au début de juillet une moyenne de 70 tiges par mètre carré de façon assez régulière dans les talles. Les différences entre les talles tenaient surtout au stade des tiges, les plus vieilles talles ayant plus de tiges en fleurs. Les passages de rotoculteur effectués par après ont fait en sorte que le chardon n'avait aucune repousse à la fin août, sauf entre les passages du rotoculteur (figure 21). A la fin septembre, sans



Figure 21 - Repousses de chardon fin août entre les passages de rotoculteur (photo: Jean Duval)

nouveau passage de rotoculteur, toutes les talles avaient produit une abondance de tiges peu hautes avec une quasi absence de floraison. La différence de reprise entre les talles persistait, certaines ayant une plus haute densité de tiges mais des tiges plus petites que les autres.

Analyse des interventions

Le traitement utilisé a le désavantage de n'offrir aucune compétition au chardon car la culture est aussi détruite par le rotoculteur. Il est donc important avec cette méthode d'intervenir à temps faute de quoi le chardon peut reprendre de la vigueur. C'est d'ailleurs ce qui s'est passé en 2004 où le 3e passage de rotoculteur a été retardé. De plus en 2004, il était difficile d'accéder à toutes les talles dans le champ sans détruire une grande quantité de plants de maïs étant donné la hauteur des plants. Par contre, ce n'était pas un problème en 2005 dans le soya.

Cette approche de répression du chardon semble mieux adaptée à la culture du soya ou de céréales qu'à celle du maïs. Pour cette dernière culture, l'idéal serait sans doute d'avoir un rotoculteur ou un groupe de rotoculteurs (appareils qui existent d'ailleurs en maraîchage) qui ne travaillerait que la largeur de l'entre-rang de façon à ce que le maïs fasse compétition au chardon par après.

Conclusion

Conclusion des études de cas

Les principaux points qui ressortent de cette étude de cas sont les suivants :

- la destruction répétée du chardon durant la saison de croissance doit se faire en profondeur afin de l'épuiser de façon plus efficace;
- le nombre d'interventions nécessaires pour l'élimination du chardon dépend de la densité de la talle et probablement de son âge. La même technique peut donc donner des résultats variables selon les talles;
- il est important de faire toutes les interventions au bon moment sinon le chardon ne sera pas réprimé;
- la combinaison du labour de printemps avec une culture compétitive comme le maïs et le sarclage freine le développement du chardon. Au contraire, le chardon se développe facilement dans la culture du soya;
- la destruction manuelle des plants de chardon dans une culture de maïs donne des résultats prometteurs. Une telle technique permet de minimiser la destruction du maïs et de profiter de son effet de compétition;
- la destruction du chardon à l'aide d'un rotoculteur est mieux adaptée au soya et aux céréales car le passage de cet outil dans le champ occasionne peu de destruction des plants. D'autre part, ces cultures offrent peu de compétition et il n'y a donc pas d'avantage à essayer de faire seulement une destruction sélective du chardon dans le but de maintenir l'effet compétitif de la culture.

Références

1. Arny, A.C. 1926. Succesfull eradication of perennial weeds. Annual Report of the Department of Agriculture of the Province of Ontario.
2. Dierauer H. 2000. Contrôle du chardon des champs. Service romand de vulgarisation, Jordils 1, CH-1000 Lausanne 6. 4 pp.
3. Dock Gustavsson, A.M. 1997. Growth and regenerative capacity of plants of *Cirsium arvense*. Weed Research 37:229-236.
4. Donald W.W. 1990. Management and control of Canada Thistle (*Cirsium arvense*). Rev. Weed Sci. 5:193-250.
5. Donald W.W. 1994. The biology of Canada Thistle (*Cirsium arvense*). Rev. Weed Sci. 6:77-101.
6. Donald W.W. 1993. Root versus shoot measurement to evaluate recovery of Canada Thistle (*Cirsium arvense*) after several years of control treatment. Can. J. Plant Sci. 73:369-373.
7. Duval J. 2004. Moyen de lutte au chiendent (*Elytrigia repens*) en production biologique. Programme de soutien au développement de l'agriculture biologique. MAPAQ. <http://www.agrireseau.qc.ca/agriculturebiologique/>
8. Graglia E., B. Melander, H. Grondal and R.K. Jensen. 2004. Effect of repeated hoeing on growth of *Cirsium arvense*. 2004. XII ième colloque international sur la biologie des mauvaises herbes. Dijon, 31 août- 2 septembre 2004.
9. Montegut J. 1982. Pérennes et vivaces. Edition de l'imprimerie INSERENVELOP 12, chemin du haut de Saint-Denis. 93300 Aubervilliers. ISBN 2-904 024 – 00 – X
10. Moore, R.J. 1975. The biology of Canadian weeds. 13. *Cirsium arvense* (L.) Scop. Can. J. Plant Sci. 55:1033-1048.
11. Pammel L.H. 1911. Weeds of the farm and garden. Iowa State College. Orange Judd Company. 281 p.
12. Pavlychenko T.K., L.E. Kirk and W. Kossar. 1940. Eradication of perennial weeds by the shallow cultivation method. University of Saskatchewan, College of Agriculture, Agricultural Extension Bulletin 100, 8 p.
13. Pekrun C. and C. Wilhelm. 2004. The effect of stubble tillage and primary tillage on population dynamics of Canada Thistle (*Cirsium arvense*) in organic farming. J. Plant Disease and protection. Special Issue. XIX. pp. 483-490.
14. Pousset J. 2003. Agricultures sans herbicides. Principes et méthodes. Edition Agridécision. 8 cité Paradis, 75 493 Paris cedex 10.
15. Sullivan, P. G. 2004. Thistle control alternatives. National Sustainable Information Service. ATTRA. www.attra.ncat.org.
16. Thomsen M.G., L.O. Brandsaester and H. Fykse. 2004. Temporal sensitivity of *Cirsium arvense* in relation to competition, and simulated premechanical treatment. 6th EWRS Worksho on Physical and Cultural Weed Control. Lillehammer, Norway 8-10 March 2004.
17. Verschwele A. and A. Häusler. 2004. Effect of crop rotation and tillage on infestation of *Cirsium arvense* in organic farming systems. 6th EWRS on Physical and Cultural Weed Control. Lillehammer, Norway 8-10 March 2004.
18. Verschwele A. and A. Häusler. Strategies to control *Cirsium arvense* in organic farming systems. Proceedings of the BCPC Congress – Crop Science and Technology, Glasgow, 481-486.
19. Wilson R.G. 1981. Effect of Canada Thistle (*Cirsium arvense*) residue on growth of some crops. Weed Sci. Soc. Am. J. 29:159-164.