



La culture de l'argousier



Centre de référence en agriculture
et agroalimentaire du Québec

La culture de l'argousier



Ce projet a été réalisé dans le cadre du programme
Initiative d'appui aux conseillers agricoles
selon les termes de l'entente Canada-Québec
sur le Renouveau du Cadre stratégique agricole.



Agriculture et
Agroalimentaire Canada

Agriculture and
Agri-Food Canada

**Agriculture, Pêcheries
et Alimentation**

Canada

Québec



Centre de référence en agriculture
et agroalimentaire du Québec

Avertissements

Ce document reflète l'état des connaissances et les façons de faire au moment de sa rédaction et son utilisation demeure sous l'entière responsabilité du lecteur. Certains renseignements ayant pu évoluer d'une manière appréciable depuis la rédaction, le lecteur est invité à en vérifier l'exactitude avant de les utiliser et de les mettre en application.

Dans le présent document, le masculin englobe le féminin et est utilisé uniquement pour alléger le texte.

Il est interdit de reproduire, traduire ou adapter ce document, en totalité ou en partie, sous quelque forme ou par quelque procédé que ce soit, sans l'autorisation écrite du Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec. Les formats PDF sont destinés à l'usage exclusif de l'acheteur et ne doivent en aucune façon être diffusés ou échangés avec d'autres utilisateurs.

Pour information et commentaires

Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec

Édifice Delta 1

2875, boulevard Laurier, 9e étage

Québec (Québec) G1V 2M2

Téléphone : 418 523-5411

Télécopieur : 418 644-5944

Courriel : client@craaq.qc.ca

Site Internet : www.craaq.qc.ca

© Gouvernement du Québec, 2008

© Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec, 2008

Publié par le CRAAQ avec l'autorisation du ministre de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation.

PPTF0007-PDF

ISBN 978-2-7649-0327-8

ISBN 978-2-7649-0203-5 (Imprimé, 2008)

Dépôt légal

Bibliothèque nationale du Canada, 2013

Bibliothèque nationale du Québec, 2013



Centre de référence en agriculture
et agroalimentaire du Québec

Un vaste réseau de concertation de 522 membres experts pour le transfert de connaissance et la diffusion du savoir...

L'essence du CRAAQ

- ☞ Une organisation mandatée par les organismes du milieu et le MAPAQ
- ☞ Une approche unique de concertation, de réseautage et de volontariat qui favorise la présence de tous les acteurs du milieu

Les réalisations

- ☞ Plus d'une quinzaine d'événements annuellement
- ☞ Un catalogue de 300 publications
- ☞ 25 banques d'informations spécialisées sur Agri-Réseau
- ☞ Plus de 265 feuillets regroupés dans les Références économiques

Les projets d'envergure en partenariat avec le milieu et en appui aux conseillers et professionnels

- ☞ Répertoire d'experts, Répertoire des services-conseils et Répertoire pour la relève agricole
- ☞ L'ABC du conseiller agricole
- ☞ Mesurez votre savoir être
- ☞ Banque de données sur les pesticides (SAGÉ)
- ☞ Banque d'imagerie scientifique et technique en phytoprotection
- ☞ Outil d'encadrement à la budgétisation
- ☞ Outil de diffusion d'informations agrométéorologiques
- ☞ Plateforme interactive pour le secteur de l'agrotourisme

Les offres de services

- ☞ Gestion et logistique d'événements
- ☞ Production de publications
- ☞ Conception graphique et mise en page
- ☞ Révision linguistique et gestion de l'impression
- ☞ Distribution
- ☞ Production de matériel publicitaire



www.craaq.qc.ca

Service à la clientèle (418) 523-5411
ou 1 888 535-2537

Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec
2875, boul. Laurier, 9^e étage, Québec (Québec) G1V 2M2



Centre de référence en agriculture
et agroalimentaire du Québec

Merci à nos membres partenaires

Membres partenaires

**Agriculture, Pêcheries
et Alimentation**

Québec 

**Un partenaire
de premier plan !**



Agriculture et
Agroalimentaire Canada

Agriculture and
Agri-Food Canada

Canada



**La Financière
agricole**

Québec 



**L'Union des
producteurs
agricoles**



www.craaq.qc.ca

Service à la clientèle (418) 523-5411
ou 1 888 535-2537

Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec
2875, boul. Laurier, 9^e étage, Québec (Québec) G1V 2M2

Un partenaire de premier plan!



**Agriculture, Pêcheries
et Alimentation**

Québec



Rédaction

Carl Boivin, agronome, M.Sc., professionnel de recherche, Institut de recherche et de développement en agroenvironnement inc. (IRDA), Québec

Julie Bouchard, agronome, biologiste, assistante de recherche, Institut de recherche et de développement en agroenvironnement inc. (IRDA), Québec

Daniel Bergeron, agronome, conseiller en horticulture, ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ), Direction régionale de la Capitale-Nationale-Côte-Nord, Québec

Michèle Roy, agronome-entomologiste, Ph.D., ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ), Direction de l'innovation scientifique et technologique, Québec

Eveline Fortier, agronome, M.Sc., chargée de projets, Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec (CRAAQ), Québec

Collaboration

Mario Fréchette, technicien agricole, ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ), Direction de l'innovation scientifique et technologique, Québec

Hélène Rousseau, M.Sc., chercheure, Institut de recherche et de développement en agroenvironnement inc. (IRDA), Québec

Révision

Conrad Cloutier, Ph.D., professeur, Université Laval, Département de biologie, Québec

Denis Giroux, agronome, conseiller agricole, Réseau de lutte intégrée Bellechasse (RLIB), Québec

Jean-Maurice Hamel, M.Sc., conseiller en aménagement du territoire et développement régional, ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ), Direction régionale de la Capitale-Nationale-Côte-Nord, Québec

La culture de l'argousier

Michel Lacroix, agronome-entomologiste, M.Sc., coordonnateur du Réseau d'avertissements phytosanitaires, ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ), Québec

Jacques Rioux, ex-conseiller en horticulture, région de Québec

Édition

Christine Jean, M.Sc., biologiste, correctrice-pigiste

Danielle Jacques, agronome, M.Sc., chargée de projets aux publications, CRAAQ, Québec

Coordination

Lyne Lauzon, biologiste, coordonnatrice des publications, CRAAQ, Québec

Sylvie Robitaille, infographiste, coordonnatrice de la production, CRAAQ, Québec

Conception graphique

Guylaine Verret, technicienne en infographie, CRAAQ, Québec

Photos de la page couverture

Carl Boivin, IRDA

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	1
LA CULTURE DE L'ARGOUSIER DANS LE MONDE	3
De l'Eurasie vers l'Amérique	3
De l'Ouest canadien jusqu'au Québec	3
ASPECTS BOTANIQUES	5
La classification taxinomique	5
Les caractères morphologiques de <i>H. rhamnoides</i>	6
La pollinisation et la mise à fruit	7
Les stades phénologiques	7
LES CULTIVARS	10
L'amélioration génétique dans le monde	10
Les essais de cultivars au Québec	10
<i>Les cultivars russes</i>	11
<i>Les cultivars lettons</i>	15
<i>Les cultivars allemands</i>	15
LA CONDUITE DE LA CULTURE	19
Le choix d'un site pour l'établissement d'une argouseraie	19
<i>Les facteurs climatiques</i>	19
<i>Le sol</i>	20
<i>Les cultures précédentes</i>	20
<i>Les sources d'approvisionnement en eau</i>	20
La préparation du sol avant la plantation	20
<i>Le désherbage</i>	21
<i>Le drainage</i>	21
<i>Le pH du sol</i>	21

<i>La fertilité du sol</i>	21
<i>Les amendements organiques et les engrais verts</i>	23
La plantation	24
<i>Le ratio mâle : femelle</i>	24
<i>Les types de plants</i>	26
<i>Les distances de plantation</i>	26
<i>Le tuteurage et l'utilisation de paillis</i>	26
L'entretien	27
<i>La fertilisation</i>	27
<i>L'irrigation</i>	28
<i>La taille</i>	29
LES PRINCIPALES MALADIES DIAGNOSTIQUÉES AU QUÉBEC	33
Les maladies fongiques affectant les fruits.....	33
<i>La pourriture brune des fruits</i>	33
<i>L'antracnose</i>	34
<i>La moisissure grise</i>	36
Les maladies fongiques affectant tout le plant	37
<i>Le flétrissement verticillien (verticilliose)</i>	37
<i>Le rhizoctone commun</i>	38
<i>Le chancre cytosporéen</i>	39
<i>La brûlure phomopsienne</i>	40
<i>Les champignons lignivores</i>	41
Clé diagnostique.....	41
LES PRINCIPAUX ACARIENS ET INSECTES RETROUVÉS AU QUÉBEC ..	43
L'importance du dépistage et de l'identification	43
Les acariens et insectes ravageurs	43
<i>Les acariens</i>	44
<i>Les insectes</i>	44
Les moyens de lutte contre les ravageurs.....	50

Les insectes bénéfiques communément observés.....	50
<i>Les prédateurs</i>	51
<i>Les parasitoïdes</i>	55
LA RÉCOLTE	57
La problématique de la récolte	57
<i>La récolte manuelle</i>	57
<i>La récolte mécanique</i>	57
<i>La récolte par la taille des branches fructifères</i>	58
Deux approches de récolte par la taille des branches fructifères	59
<i>La récolte de type « axe central ou à 50 % »</i>	59
<i>La récolte de type « renouvellement végétatif ou à 100 % »</i>	60
La congélation et le battage des fruits.....	63
Le nettoyage des fruits	64
ASPECTS ÉCONOMIQUES	65
Le contexte général	65
Le budget proposé.....	65
Le système de production	68
La mise en marché	68
Les dépenses	68
<i>Les approvisionnements</i>	68
<i>La main-d'œuvre</i>	69
<i>Le battage et le nettoyage</i>	69
LA MISE EN MARCHÉ	71
L'offre	71
<i>Le portrait du secteur</i>	71
<i>La concurrence</i>	71
La demande.....	71
<i>Les marchés actuels</i>	71

<i>Les marchés potentiels</i>	72
L'analyse des forces, faiblesses, opportunités et menaces.....	72
<i>Les forces</i>	72
<i>Les faiblesses</i>	72
<i>Les opportunités</i>	72
<i>Les menaces</i>	73
RÉFÉRENCES	74

INTRODUCTION

L'argousier (*Hippophae rhamnoides* L.) est un arbrisseau originaire d'Europe et d'Asie dont les fruits sont comestibles (**Photo 1**). Il est utilisé depuis des siècles, dans ses pays d'origine, pour ses propriétés nutritives et thérapeutiques. Entre autres, ses fruits sont riches en antioxydants et en vitamines A, C, E et K. L'argousier pourrait notamment traiter des affections cutanées et des troubles digestifs, mais la recherche en est encore à ses premiers pas. Aussi, il est utilisé à des fins ornementales et pour contrer l'érosion du sol. Sa culture est pratiquée dans un nombre grandissant de pays, dont le Canada.

La culture de l'argousier est encore toute nouvelle au Québec. Se lancer dans la production d'une culture aussi peu connue du milieu agricole comporte certains risques, d'autant plus quand il s'agit d'un produit encore peu familier aux consommateurs. Dans ce contexte, tant les aspects cultureux de l'argousier que sa commercialisation représentent un véritable défi. Les personnes intéressées par un tel projet se doivent donc d'être prudentes en regard du peu de ressources disponibles.

Ce guide technique se veut un outil favorisant le développement de la culture de l'argousier en tant que production fruitière. Les informations qu'il contient sont basées sur les résultats de projets de recherche et d'essais de cultivars réalisés depuis 1999 dans la région de Québec. Elles ont également été enrichies de l'expérience de producteurs passionnés. Cet ouvrage a pour objectif d'appuyer les conseillers agricoles dans leurs interventions auprès des producteurs. En fait, il veut rendre accessible l'information acquise par les producteurs et les intervenants impliqués dans les essais réalisés.

Comme l'argousier est une espèce exotique, l'objectif premier des essais consistait à vérifier son adaptabilité aux conditions climatiques québécoises. L'occasion était idéale pour en apprendre davantage sur les divers aspects de la conduite de cette culture.

Le développement de la culture de l'argousier s'inscrit également dans un souci d'assurer une utilisation durable des ressources et de favoriser la pérennité de la zone agricole. En ce sens, cette culture pourra jouer un rôle dans la diversification des entreprises agricoles des différentes régions du Québec et contribuer au développement d'un nouveau marché.

En résumé, ce guide aborde les principaux sujets de questionnement qui entourent la culture de l'argousier. La situation mondiale de cette production et la description botanique de l'argousier sont d'abord présentées. Par la suite, les différents cultivars qui ont fait l'objet d'essais sont décrits, de même que leurs performances sous nos conditions. Les divers aspects de la conduite de la culture sont traités ainsi que les principales maladies diagnostiquées depuis 1999 et les principaux insectes ravageurs et utiles. Enfin, la problématique de la récolte ainsi que les aspects économiques et la mise en marché sont discutés.

LA CULTURE DE L'ARGOUSIER DANS LE MONDE

De l'Eurasie vers l'Amérique

L'argousier est une plante de climat tempéré, naturellement distribuée longitudinalement entre 7 et 122° Est et en latitude entre 27 et 69° Nord. C'est dans les pays eurasiens, où cette plante est indigène, que l'industrie se rapportant à cette culture s'est développée en premier lieu.

À partir des années 1940, l'argousier fait l'objet de recherches en Russie. Par la suite, dans les années 1980, c'est au tour des scientifiques chinois de s'y intéresser. Avec près de 0,67 million d'hectares (ha) à l'état naturel et 1,33 million d'ha implantés en culture depuis 1985, la Chine est le pays qui possède les plus grandes ressources en argousier. Elle compte actuellement plus de 200 entreprises spécialisées dans la transformation des quelque 50 000 tonnes de fruits récoltés annuellement. À terme, ce volume de fruits représente plus de 200 000 tonnes en produit fini, soit une valeur de plus de 100 000 000 \$CAN. L'Inde est le deuxième pays en importance pour ses ressources en argousier avec plus de 100 000 ha en culture et à l'état naturel.

La majorité des cultivars commerciaux actuellement utilisés ont été développés en Russie, en Chine et en Allemagne. Les recherches qui ont cours depuis plusieurs années en Asie et en Europe ont inspiré d'autres initiatives de la sorte dans plusieurs pays du monde. C'est vers la fin des années 1930 que les premiers plants d'argousier provenant de Russie ont été introduits au Manitoba.

De l'Ouest canadien jusqu'au Québec

Jusqu'à tout récemment, l'argousier introduit au Manitoba était principalement utilisé à des fins ornementales, pour la valorisation des terres en friche et pour contrer l'érosion du sol. D'ailleurs, l'Administration du rétablissement agricole des Prairies (ARAP) a distribué plus d'un million de plants d'argousier dans le cadre de programmes de conservation, dont plus de 100 000 plants qui ont été plantés comme brise-vents, soit l'équivalent de 120 km.

La culture de l'argousier

Au Québec, l'argousier a d'abord été introduit comme plante ornementale. Ce n'est que vers la fin des années 1990 que les premiers vergers ont été implantés, principalement avec le cultivar canadien 'Indian Summer'. Pour l'instant, la superficie totale en argousier au Québec serait d'environ 20 ha. Ces plantations constituent de petits vergers où la production est transformée à la ferme.

ASPECTS BOTANIQUES

La classification taxinomique

L'argousier, plante du genre *Hippophae*, appartient à la famille des *Elaeagnaceae*. Cette dernière est représentée en Amérique par les genres *Shepherdia* (dont la shépherdie du Canada, autrefois nommée *Hippophae canadensis* par Linné) et *Elaeagnus*, relativement rare au Québec. Comme exemple plus connu, même si d'origine exotique, l'olivier, qui produit l'huile et les olives, appartient aussi à la famille des *Elaeagnaceae*. Il en est de même pour l'olivier de Bohême, arbrisseau qui provient d'Asie orientale et d'Europe méridionale, utilisé en Amérique du Nord en aménagement paysager.

Le genre *Hippophae* compte 6 espèces : *H. rhamnoides* L., *H. salicifolia* D. Don, *H. goniocarpa* (Lian) X.L. Chen et K. Sun, *H. gyantsensis* (Rousi) Lian, *H. neurocarpa* S.W. Liu et T.N. He et, finalement, *H. tibetana* Schlecht. L'espèce *rhamnoides* est la plus répandue et la plus intéressante au plan horticole; à elle seule, elle compte 8 sous-espèces.

La classification classique de cette famille est présentée au tableau 1. Il est à noter que la classification phylogénétique situe la famille des *Elaeagnaceae* dans l'ordre des Rosales.

Tableau 1. Classification classique du genre *Hippophae*

Classification classique	
Règne	<i>Plantae</i> - Plantes
Sous-règne	<i>Tracheobionta</i> - Plantes vasculaires
Division	<i>Magnoliophyta</i> - Angiospermes
Classe	<i>Magnoliopsida</i> - Dicotylédones
Sous-classe	<i>Rosidae</i>
Ordre	<i>Proteales</i>
Famille	<i>Elaeagnaceae</i>
Genre	<i>Hippophae</i>
Espèces	6 espèces

Les caractères morphologiques de *H. rhamnoides*

Mis à part ses fruits, l'argousier se caractérise par son port arbustif et ses branches épineuses (**Photos 1 et 2**). En général, sa hauteur varie entre 2 et 4 mètres. Ses feuilles sont vert foncé à la face supérieure et blanchâtres à la face inférieure en raison de leur pilosité abondante (**Photo 3**). Elles sont couvertes de trichomes, ou petits poils écailleux, dont la disposition donne une forme étoilée (**Photo 4**). Selon le cultivar, l'âge du plant et leur position sur la branche, les feuilles mesurent tout au plus 10 cm de longueur et 1 cm de largeur. Elles portent un court pétiole, et sont entières et linéaires (**Photo 3**). La phyllotaxie (disposition des feuilles sur les axes) est spiralée.

Le feuillage de l'argousier est dense, et ses feuilles, de petite dimension, possèdent une cuticule épaisse. Ces caractères, de même que l'*épinosité*, lui permettent de réduire son taux de transpiration et de tolérer des conditions plutôt sèches sans mettre en péril sa survie. De plus, les nodules présents sur ses racines rappellent son statut de plante symbiotique fixatrice d'azote (**Photo 5**). Cette symbiose se produit avec une bactérie du genre *Frankia*, qui fait partie d'une classe primitive des actinomycètes.

L'argousier est une plante dioïque, c'est-à-dire que les fleurs mâles (**Photo 6**) et femelles (**Photo 7**) sont portées sur des individus différents. Les fleurs apparaissent avant les feuilles. Elles sont formées en petits racèmes (grappes) à l'aisselle des feuilles et sont apétales (sans pétales). La fleur femelle est constituée de sépales soudés à la base (hypanthium), d'un périanthe à 2 lobes et d'un pistil. Ce dernier renferme un ovaire contenant lui-même un ovule. Les bourgeons floraux mâles sont plus gros que les bourgeons femelles. L'inflorescence mâle est composée de quatre à six fleurs apétales.

La classification botanique la plus adéquate du fruit du cultivar 'Indian Summer' serait un akène avec des téguments ligneux enchâssés dans un hypanthium charnu (**Photo 8**). Plus simplement, cela signifie que le fruit de l'argousier est charnu comme une cerise et possède un petit noyau qui contient une graine. L'épiderme du fruit, très mince, est facilement exposé à des déchirures lors de la récolte, ce qui occasionne des pertes de jus et une diminution de la qualité du fruit.

En ce qui a trait à la couleur des fruits, elle varie du jaune allant vers le rouge, et parfois jusqu'au noir, selon les espèces, sous-espèces et variétés. Les fruits sont petits, moins de 1 cm de diamètre, ils pèsent généralement moins de 1 gramme. Ils sont de forme sphérique ou ovale, ils peuvent même prendre la forme d'une

poire. Par ailleurs, ces derniers sont non climactériques, c'est-à-dire qu'ils doivent mûrir sur le plant car le mûrissement cesse après la cueillette, et ils ne tombent que rarement lorsqu'ils ont atteint leur maturité. Ils demeurent sur les branches tout l'hiver.

La pollinisation et la mise à fruit

Comme l'argousier est une espèce dioïque, le pollen produit par les fleurs mâles doit être transporté vers les fleurs des individus femelles pour la pollinisation et la formation ultérieure de fruits. Aussi, l'argousier ne produit aucun nectar, les insectes ne contribuent donc pas à sa pollinisation. Il est une plante anémophile, c'est-à-dire que c'est par l'intermédiaire du vent que la pollinisation est effectuée. Ce facteur devra être pris en compte dans la disposition des vergers.

La floraison se produit entre la mi-mai et le début juin, selon les conditions météorologiques et le cultivar. En conditions fraîches et humides, elle peut persister de 6 à 12 jours, tandis qu'en périodes chaudes et sèches, sa durée est réduite à 3 ou 4 jours.

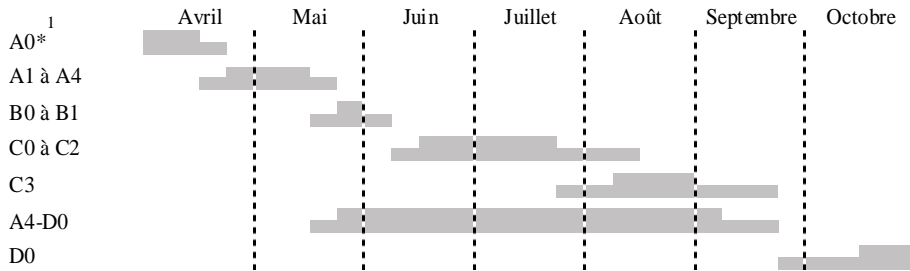
L'argousier met au moins trois ans avant de produire ses premiers fruits, selon l'âge de la bouture au moment de la plantation.

Les stades phénologiques

Le développement phénologique de l'argousier comprend 4 stades principaux : le développement végétatif, la floraison, la fructification et l'aoûtement. Chacun de ces stades comporte des subdivisions présentées au tableau 2, tandis que la figure 1 illustre la chronologie du développement de l'argousier.

Tableau 2. Stades phénologiques de l'argousier

Code	Définition	
Stade A : Développement végétatif		
A0	Dormance	Photo 9
A1	Gonflement des bourgeons	Photo 10
A2	Pointe verte	Photo 11
A3	1 ^{re} paire de bractées ouverte	Photo 12
A4	2 ^e paire de bractées ouverte	Photo 13
Stade B : Floraison		
Femelle		
B0	Floraison (pistil apparent)	Photo 7
B1	Brunissement du pistil	Photo 14
Mâle		
BM0	Capsules visibles et fermées	-
BM1	25 % des capsules sont ouvertes	-
BM2	Pleine floraison	Photo 6
Stade C : Fructification		
C0	Nouaison	Photo 15
C1	Grossissement du fruit	Photo 16
C2	Coloration du fruit	-
C3	Fruits mûrs	Photo 17
Stade D : Aoûtement		
D0	Élongation terminée pour 75 % des croissances annuelles (une épine apparaît à l'extrémité de la pousse)	Photo 18
D1	Moins du tiers des feuilles sont jaunes ou tombées	-
D2	Le tiers des feuilles sont jaunes ou tombées	-
D3	Les deux tiers des feuilles sont jaunes ou tombées	-
D4	Défoliation complète ou presque complète	-



1. Ces codes sont décrits au tableau 2.

Note : Le début, la fin et la durée des périodes varient selon le cultivar et la saison.

Figure 1. Patron temporel des stades phénologiques de l'argousier

LES CULTIVARS

L'amélioration génétique dans le monde

Le développement de cultivars d'argousier a débuté dans les années 1930 dans l'ancienne URSS, en Mongolie, en Allemagne de l'Est et en Finlande. Depuis, des travaux de recherche ont également cours en Chine, en Scandinavie et au Canada, entre autres. Certaines études portent sur les caractéristiques « chimiques » des fruits. Selon les pays et l'utilisation visée par la production, les croisements ont comme objectifs d'augmenter la productivité des plants, la rusticité (dans les pays nordiques), la hauteur, la flexibilité des branches, la grosseur ou le goût des fruits, le pourcentage d'eau et d'huile contenu dans les fruits, ou de réduire le nombre et la taille des épines.

Les essais de cultivars au Québec

C'est en 1999, à la Ferme Maurice et Philippe Vaillancourt de l'Île d'Orléans, que la première plantation commerciale d'argousiers a été réalisée. Soutenue financièrement et techniquement par la Direction régionale de la Capitale-Nationale du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ), cette plantation était composée des cultivars 'Indian Summer' et 'Sinensis'. Par la suite, l'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA) s'est joint au groupe et, en 2001, les premiers cultivars russes ont été implantés au Centre de recherche de Deschambault. En 2003, un premier verger expérimental, composé de 12 cultivars, a été implanté à la même entreprise de l'Île d'Orléans. En 2005, les essais se sont poursuivis en collaboration avec l'Association des producteurs d'argousier du Québec (APAQ) dans le cadre d'un projet ayant trait à la conduite de la culture de l'argousier. Les caractéristiques des deux sites expérimentaux sont présentées au tableau 3.

Tableau 3. Caractéristiques des sites d’essais de l’argousier au Québec

Caractéristiques	Deschambault (Centre de recherche)	Saint-Laurent, Île d’Orléans (Ferme Vaillancourt)
Type de sol	Loam sableux	Loam sablo-argileux
Latitude	46° 40’ N	46° 52’ N
Longitude	71° 58’ O	70° 54’ O
Zone de rusticité	4b	4b
Orientation des rangs	NO-SO	N-S
Densité de plantation	2 075 plants/ha	2 184 plants/ha

L’origine des cultivars qui font l’objet de ces essais est mentionnée dans les paragraphes qui suivent. La **photo 19** illustre les fruits de la plupart de ces cultivars.

Les cultivars russes

En Russie, la sélection de cultivars et la multiplication de ces derniers ont commencé au début des années 1930. Plus de 60 croisements et sélections ont été effectués à partir d’individus de l’espèce *H. rhamnoides* et de ses sous-espèces *mongolica* et *rhamnoides*.

L’Institut sibérien d’horticulture M.A. Lisavenko a développé 38 cultivars d’argousier pendant une période de 75 ans (trois générations de sélection). Sept de ces cultivars ont été implantés en 2001 au Centre de recherche de Deschambault : ‘Chuyskaya’, ‘Obilnaya’, ‘Orangevaya’, ‘Samorodok’, ‘Vitamnaya’, ‘535-73-2’ et le pollinisateur ‘Sergei’.

Tableau 4. Caractéristiques observées chez les cultivars russes à l'étude (site de Deschambault)

CULTIVAR 'CHUYSKAYA'			
Origine	Russie		
Années d'évaluation	2001 à 2006		
Site	Deschambault		
Caractéristiques agronomiques		Caractéristiques du fruit	
Vigueur	Bonne	Couleur	Jaune
Drageonnement	Faible	Goût	Doux
Quantité d'épines	Aucune ou très peu	Poids de 100 fruits (g)	97,3
Débourrement	Fin avril	Humidité (%)	87,4
Maturité des fruits	Mi-août		
Aoûtement	Fin septembre/début octobre		
Pollinisateur	'Sergeï'		
Rendement (kg/plant)	2004	2005 ¹	2006 ²
	1,9	3,3	-
CULTIVAR 'OBILNAYA'			
Origine	Russie		
Années d'évaluation	2001 à 2006		
Site	Deschambault		
Caractéristiques agronomiques		Caractéristiques du fruit	
Vigueur	Moyenne	Couleur	Jaune
Drageonnement	Faible	Goût	Doux
Quantité d'épines	Aucune ou très peu	Poids de 100 fruits (g)	86,4
Débourrement	Fin avril	Humidité (%)	86,6
Maturité des fruits	Mi-août		
Aoûtement	Fin septembre/début octobre		
Pollinisateur	'Sergeï'		
Rendement (kg/plant)	2004	2005	2006 ¹
	1,6	2,2	3,1

Tableau 4. Caractéristiques observées chez les cultivars russes à l'étude (site de Deschambault) (suite)

CULTIVAR 'ORANGEVAYA'			
Origine	Russie		
Années d'évaluation	2001 à 2006		
Site	Deschambault		
Caractéristiques agronomiques		Caractéristiques du fruit	
Vigueur	Bonne	Couleur	Jaune orange
Drageonnement	Faible	Goût	Très acide
Quantité d'épines	Aucune ou très peu	Poids de 100 fruits (g)	58,8
Débourrement	Fin avril	Humidité (%)	88,4
Maturité des fruits	Mi-août		
Aoûtement	Fin septembre/début octobre		
Pollinisateur	'Sergeï'		
Rendement (kg/plant)	2004	2005	2006 ²
	3,0	6,0	-
CULTIVAR 'SAMORODOK'			
Origine	Russie		
Années d'évaluation	2001 à 2006		
Site	Deschambault		
Caractéristiques agronomiques		Caractéristiques du fruit	
Vigueur	Moyenne	Couleur	Jaune
Drageonnement	Faible	Goût	Doux
Quantité d'épines	Aucune ou très peu	Poids de 100 fruits (g)	72,7
Débourrement	Fin avril	Humidité (%)	87,0
Maturité des fruits	Mi-août à fin août		
Aoûtement	Fin septembre/début octobre		
Pollinisateur	'Sergeï'		
Rendement (kg/plant)	2004	2005 ¹	2006 ²
	1,3	0,8	-

Tableau 4. Caractéristiques observées chez les cultivars russes à l'étude (site de Deschambault) (suite)

CULTIVAR 'VITAMINNAYA'			
Origine	Russie		
Années d'évaluation	2001 à 2006		
Site	Deschambault		
Caractéristiques agronomiques		Caractéristiques du fruit	
Vigueur	Bonne	Couleur	Jaune orange
Drageonnement	Faible	Goût	Acide
Quantité d'épines	Aucune ou très peu	Poids de 100 fruits (g)	61,7
Débourrement	Fin avril	Humidité (%)	88,9
Maturité des fruits	Mi-août		
Aoûtement	Fin septembre/ début octobre		
Pollinisateur	'Sergeï'		
Rendement (kg/plant)	2004	2005 ¹	2006 ²
	2,1	2,0	-
CULTIVAR '535-73-2'			
Origine	Russie		
Années d'évaluation	2001 à 2006		
Site	Deschambault		
Caractéristiques agronomiques		Caractéristiques du fruit	
Vigueur	Moyenne	Couleur	Orange rougeâtre
Drageonnement	Faible	Goût	Doux
Quantité d'épines	Aucune ou très peu	Poids de 100 fruits (g)	70,2
Débourrement	Fin avril	Humidité (%)	86,5
Maturité des fruits	Mi-août		
Aoûtement	Fin septembre/ début octobre		
Pollinisateur	'Sergeï'		
Rendement (kg/plant)	2004	2005 ¹	2006 ²
	0,4	0,9	-

1. Récolte par la taille des branches fructifères (à 100%). Le rendement n'inclut pas la quantité, relativement faible, de fruits laissés sur le plant.

2. Il n'y a aucune récolte l'année suivant une récolte par la taille des branches fructifères (voir section « La récolte » pour plus d'information).

Les cultivars lettons

Les sélectionneurs lettons Andrejs Bruvelis et Karlis Blums ont travaillé à partir de croisements initialement développés par le Dr T. Trofimov à l'Université d'État de Moscou avec les sous-espèces *rhamnoides*, *mongolica* et *fluvialis*. Ils ont continué d'adapter les individus initialement obtenus par rétrocroisement avec la sous-espèce *rhamnoides* et ont développé les cultivars 'Golden Rain', 'Mary', 'Sunny', 'Tatjana' et le cultivar mâle 'Lord'. Ces derniers ont été plantés en 2003 au Centre de recherche de Deschambault et au site de l'Île d'Orléans. (Tableau 5)

Les cultivars allemands

En Allemagne croissent principalement, à l'état naturel, l'espèce *rhamnoides* et ses sous-espèces *rhamnoides*, *fluvialis* et *carpatica*. Ces populations ont servi de matériel de base pour la sélection de cultivars qui a été effectuée à la Station de recherche en floriculture et en gestion de pépinière de Friesdorf, près de Bonn. Parmi les cultivars développés, cinq ont été implantés au Centre de recherche de Deschambault et à l'Île d'Orléans en 2003, soit les cultivars 'Askola', 'Hergo' et les pollinisateurs 'Pollmix 1', '2' et '4'. (Tableau 6)

Tableau 5. Caractéristiques observées chez les cultivars lettons à l'étude (site l'île d'Orléans)

CULTIVAR 'GOLDEN RAIN'			
Origine	Lettonie		
Années d'évaluation	2003 à 2006		
Site	Île d'Orléans		
Caractéristiques agronomiques		Caractéristiques du fruit	
Vigueur	Bonne	Couleur	Jaune orange
Drageonnement	Moyen	Goût	Très acide
Quantité d'épines	Peu	Poids de 100 fruits (g)	68,5
Débourrement	Fin avril	Humidité (%)	85,9
Maturité des fruits	Mi-août à fin août		
Aoûtement	Mi-octobre		
Pollinisateur	'Lord'		
Rendement (kg/plant)	2005	2006 ¹	
	0,2	2,3	
CULTIVAR 'MARY'			
Origine	Lettonie		
Années d'évaluation	2003 à 2006		
Site	Île d'Orléans		
Caractéristiques agronomiques		Caractéristiques du fruit	
Vigueur	Bonne	Couleur	Jaune orange
Drageonnement	Moyen	Goût	Acide
Quantité d'épines	Peu	Poids de 100 fruits (g)	65,3
Débourrement	Fin avril	Humidité (%)	85,5
Maturité des fruits	Mi-août à fin août		
Aoûtement	Mi-octobre		
Pollinisateur	'Lord'		
Rendement (kg/plant)	2005	2006 ¹	
	0,2	2,3	

Tableau 5. Caractéristiques observées chez les cultivars lettons à l'étude (site de l'Île d'Orléans) (suite)

CULTIVAR 'SUNNY'			
Origine	Lettonie		
Années d'évaluation	2003 à 2006		
Site	Île d'Orléans		
Caractéristiques agronomiques		Caractéristiques du fruit	
Vigueur	Bonne	Couleur	Jaune
Drageonnement	Moyen	Goût	Doux
Quantité d'épines	Peu	Poids de 100 fruits (g)	79,8
Débourrement	Fin avril	Humidité (%)	86,0
Maturité des fruits	Mi-août à fin août		
Aoûtement	Mi-octobre		
Pollinisateur	'Lord'		
Rendement (kg/plant)	2005	2006 ¹	
	0,2	2,5	
CULTIVAR 'TATJANA'			
Origine	Lettonie		
Années d'évaluation	2003 à 2006		
Site	Île d'Orléans		
Caractéristiques agronomiques		Caractéristiques du fruit	
Vigueur	Moyenne	Couleur	Orange rougeâtre
Drageonnement	Moyen	Goût	Acide
Quantité d'épines	Peu	Poids de 100 fruits (g)	73,9
Débourrement	Fin avril	Humidité (%)	85,7
Maturité des fruits	Mi-août		
Aoûtement	Mi octobre		
Pollinisateur	'Lord'		
Rendement (kg/plant)	2005	2006 ¹	
	0,1	1,3	

1. Récolte par la taille des branches fructifères (à 100 %). Le rendement n'inclut pas la quantité, relativement faible, de fruits laissés sur le plant.

Tableau 6. Caractéristiques observées chez les cultivars allemands à l'étude (site de l'Île d'Orléans)

CULTIVAR 'ASKOLA'			
Origine	Allemagne		
Années d'évaluation	2003 à 2006		
Site	Île d'Orléans		
Caractéristiques agronomiques		Caractéristiques du fruit	
Vigueur	Forte	Couleur	Orange brun
Drageonnement	Moyen	Goût	Très acide
Quantité d'épines	Moyenne	Poids de 100 fruits (g)	25,3
Débourrement	Fin avril	Humidité (%)	80,1
Maturité des fruits	Mi-septembre		
Aoûtement	Tardif		
Pollinisateur	'Lord'		
Rendement (kg/plant)	2005	2006 ¹	
	0,9	2,2	
CULTIVAR 'HERGO'			
Origine	Allemagne		
Années d'évaluation	2003 à 2006		
Site	Île d'Orléans		
Caractéristiques agronomiques		Caractéristiques du fruit	
Vigueur	Moyenne	Couleur	Jaune orange
Drageonnement	Moyen	Goût	Très acide
Quantité d'épines	Moyenne	Poids de 100 fruits (g)	27,6
Débourrement	Fin avril	Humidité (%)	80,1
Maturité des fruits	Mi-septembre à fin septembre		
Aoûtement	Tardif		
Pollinisateur	'Lord'		
Rendement (kg/plant)	2005	2006 ¹	
	-	4,1	

1. Récolte par la taille des branches fructifères (à 100%). Le rendement n'inclut pas la quantité, relativement faible, de fruits laissés sur le plant.

LA CONDUITE DE LA CULTURE

En milieu naturel, l'argousier pousse généralement sur les pentes ou les rivages, dans une grande diversité de types de sol. Dans un contexte d'aménagement, bien qu'il s'adapte à différentes conditions, il est impératif de considérer les facteurs qui lui assureront productivité et longévité, compte tenu des coûts considérables associés à son implantation. Le choix du site (pente, type de sol, drainage, etc.) et les différents éléments de la conduite de la culture mise en place doivent faire l'objet d'une évaluation rigoureuse pour renforcer les chances de succès.

Le choix d'un site pour l'établissement d'une argouseraie

Les facteurs climatiques

Selon la littérature, l'argousier peut résister à des températures variant de -43 à 40 °C, cela malgré le fait que la croissance des jeunes semis puisse être affectée si les températures excèdent 30 °C. Cette plante peut donc être considérée comme étant bien adaptée aux conditions québécoises de température. Il est cependant important de tenir compte du fait que ces données générales peuvent varier selon les cultivars, leur origine, leur croissance et leur facilité à bien aoûter.

La croissance optimale de l'argousier est favorisée par un ensoleillement quotidien maximal. Il faut donc éviter d'implanter cette culture immédiatement en bordure de boisés, que ce soit à l'est ou à l'ouest. En pareil cas, une allée de 15 à 20 mètres devrait être laissée entre la première rangée d'argousiers et l'orée du bois. Un terrain avec une pente orientée sud ou sud-ouest permet de maximiser l'ensoleillement.

Quant aux besoins en eau, ils sont relativement faibles. La majorité des populations naturelles d'argousier croissent dans des zones où les précipitations annuelles varient de 400 à 600 mm. Mais les essais réalisés au Québec ont démontré un effet bénéfique de l'irrigation sur la croissance lors de saisons sèches, particulièrement à la suite de l'implantation.

Le site choisi ne devra pas être trop exposé aux vents. Des vents excessifs peuvent limiter la croissance et endommager les branches pendant la saison de végétation. Aussi, si des pulvérisations phytosanitaires s'avèrent nécessaires, leur efficacité sera améliorée en l'absence de vents excessifs. Les risques de dérive s'en trouveraient d'ailleurs diminués. Par contre, les sites enclavés sont à bannir. La

ventilation naturelle de la plantation est essentielle pour limiter le développement des maladies fongiques sur le feuillage et les fruits.

En outre, les sites favorables aux fortes accumulations de neige sont également à éviter. Les branches de l'argousier sont fragiles et le poids de la neige pourrait les faire casser facilement, surtout à la fonte des neiges (**Photo 20**).

Le sol

Dans le choix d'un site, il est primordial de tenir compte du type de sol et de la qualité du drainage. L'argousier pousse mieux dans un sol léger avec un excellent drainage et dont le taux de matière organique est supérieur à 3 %. Il ne tolère pas les excès d'eau et les sols lourds. En pareille situation, l'enracinement est plutôt superficiel et les risques d'asphyxie et de gel racinaire sont élevés.

Les cultures précédentes

La prise en compte des cultures précédemment pratiquées est très importante avant l'implantation de l'argousier. Des résidus de pesticides au sol peuvent présenter des risques (se référer aux étiquettes des pesticides utilisés pour connaître les restrictions à ce chapitre), tout comme la contamination du sol par certaines maladies. À titre d'exemple, l'argousier a démontré dans certains sites une grande sensibilité à *Verticillium* sp. Des cultures comme la fraise et la pomme de terre sont reconnues pour être sensibles à ce champignon et sont des hôtes qui favorisent l'infestation par cette maladie. Une longue période sans culture sensible aux maladies peut s'avérer nécessaire avant l'implantation de l'argouseraie.

Les sources d'approvisionnement en eau

Une eau de qualité et en quantité suffisante est nécessaire pour l'implantation et l'irrigation de l'argouseraie. Les pulvérisations foliaires éventuelles pourraient également nécessiter un apport d'eau non négligeable. L'approvisionnement à même une source présente sur le site choisi est donc primordial. Autrement, il faudra creuser un étang ou un puits.

La préparation du sol avant la plantation

Comme l'argousier est une plante pérenne, il est très difficile de modifier les caractéristiques du sol et du site après l'implantation de la culture. Une préparation adéquate du sol un an, et même idéalement deux ans, avant la plantation s'avère

essentielle. Cette préparation vise à améliorer la lutte aux mauvaises herbes et la qualité des drainages de surface et souterrain, et à corriger, s'il y a lieu, le pH et les taux de fertilité et de matière organique.

Le désherbage

Avant l'implantation de l'argousier, les mauvaises herbes vivaces présentes qui pourraient constituer un potentiel de compétition important pour la culture doivent être détruites. L'utilisation d'un herbicide non sélectif, comme le glyphosate, s'avère souvent le moyen efficace retenu, lequel est suivi d'un travail du sol.

Le drainage

Les drainages de surface et souterrain doivent être excellents de façon à éviter la saturation du sol en eau dans la zone racinaire, ce qui entraînerait une asphyxie des racines.

Le pH du sol

Bien que l'argousier puisse s'adapter à des sols dont le pH varie de 5,5 à 7,0, il importe de considérer que, pour une meilleure disponibilité des éléments nutritifs et pour une croissance optimale, le pH du sol devrait se situer entre 6,0 et 7,0. Comme les résultats d'analyse du sol sont le reflet de l'acidité moyenne de l'ensemble de la plantation et qu'un pH moyen de 6,0 laisse supposer des zones plus acides dans l'argouseraie, le pH 6,0 représente un seuil minimal.

Aussi, comme l'argousier est une plante fixatrice d'azote qui vit naturellement en symbiose avec *Frankia* sp., il tolère difficilement l'acidité. La correction de l'acidité doit être faite au moins un an avant la plantation à l'aide de chaux calcique, magnésienne ou dolomitique. Cette dernière est tout indiquée si le niveau de magnésium du sol est faible.

La fertilité du sol

Comme l'argousier constitue une nouvelle culture pour la production de fruits, ses besoins précis quant à la fertilité optimale du sol n'ont pas encore été clairement établis. Toutefois, d'après la littérature consultée et les résultats de croissance observés dans des plantations établies au Québec, l'argousier ne se révèle pas une plante très exigeante en éléments fertilisants.

Pour corriger la fertilité du sol, la grille de fertilisation publiée par le CRAAQ pour l'implantation de framboisiers peut servir de référence. Le tableau 7 indique les quantités de phosphore et de potassium à appliquer pour corriger la fertilité du sol avant la plantation.

Tableau 7. Grille de fertilisation pour l'implantation d'une framboisière

Phosphore (P)		
Analyse (kg P/ha)		Recommandation (kg P₂O₅/ha)
Pauvre	0-50	310
	51-100	270
Moyen	101-150	215
	151-200	185
Bon	201-300	150
Riche	301-400	110
Excessivement riche	401 et +	55 ¹

Potassium (K)		
Analyse (kg K/ha)		Recommandation (kg K₂O/ha)
Pauvre	0-100	330
	101-200	270
Moyen	201-300	205
	301-400	170
Bon	401-500	140
Riche	501-600	85
Excessivement riche	601 et +	50 ¹

1. Quantité de démarrage.

Remarques :

-Appliquer une partie du potassium sous forme de sulfate (K₂SO₄).

-Surveiller les niveaux de bore et de magnésium, surtout dans les sols légers.

Tiré de : *Guide de référence en fertilisation*, 1^{re} éd., p. 221 (CRAAQ, 2003).

Les amendements organiques et les engrais verts¹

La matière organique améliore les propriétés physiques et chimiques du sol en augmentant la capacité de rétention en eau, en bonifiant la structure du sol, en diminuant le lessivage des éléments fertilisants et en favorisant un bon drainage. De plus, la matière organique augmente l'activité biologique du sol et accélère le renouvellement de l'humus. Ainsi, le maintien d'un niveau adéquat de matière organique contribue à l'établissement des plants et à la productivité fruitière. Il limite les périodes de stress attribuables, entre autres, à la sécheresse, aux carences minérales et aux excès d'eau.

L'enfouissement d'un couvre-sol est un bon moyen pour augmenter le pourcentage de matière organique du sol. Cependant, le compost, le fumier bien décomposé et les résidus papetiers constituent également des apports intéressants. Les amendements organiques sont particulièrement recommandés dans les sols où le taux de matière organique est inférieur à 3%, contribuant ainsi à maintenir un taux idéal de 3 à 5%. Les engrais verts, enfouis avant maturité, favorisent une activité microbienne intense après leur incorporation au sol. Mais ils contiennent peu de composés comme la cellulose et la lignine et contribuent peu à la production d'humus stable au sol. Les engrais verts matures, les prairies, les pailles de céréale et de maïs, les fumiers pailleux et les amendements organiques, quant à eux, aident davantage à augmenter le taux de matière organique du sol.

Les fumiers frais doivent être appliqués au moins un an avant la plantation, car ils libèrent des composés qui peuvent s'avérer toxiques pour les racines. De plus, la libération tardive de l'azote des fumiers peut nuire à l'aouïement des plants d'argousier, les rendant plus sensibles au gel hivernal. Plusieurs producteurs appliquent ainsi le fumier frais avant le semis d'engrais vert, pour fertiliser ce dernier. Les quantités appliquées seront fonction des besoins de la plante utilisée comme engrais vert. L'utilisation des fumiers permet de réduire l'apport d'engrais minéraux en fumure de fond. Les fumiers de bovins et de chevaux sont préférables au lisier de porc, qui apporte peu de matière organique. Le fumier de poulet pourrait aussi être utilisé, mais étant donné sa richesse en azote, la quantité appliquée doit être inférieure à celle des autres fumiers.

1. Texte adapté de : Charest et Mantha, 2005. *La préparation du terrain*. Dans : *L'implantation d'un verger de pommiers, volet 1*. CRAAQ, p.7-8.

Engrais vert

L'engrais vert est un végétal cultivé dans le but d'être incorporé au sol à un certain stade de sa croissance. Semé et enfoui l'année précédant la plantation de l'argouseraie, il améliore la structure du sol, élimine les mauvaises herbes et réduit l'érosion. De plus, certaines plantes utilisées comme engrais vert permettent de réduire les populations de nématodes nuisibles dans le sol. Enfoui à un jeune stade de croissance, l'engrais vert fournira toutefois peu de matière organique, car il se décompose rapidement.

Pour être efficace, l'engrais vert doit avoir une croissance optimale, il faut donc le fertiliser en conséquence. L'apport d'engrais minéraux ou de fumier avant le semis est recommandé. L'engrais vert doit être enfoui juste avant sa floraison pour éviter qu'il ne produise des graines et pendant la saison chaude pour permettre sa décomposition. Pour incorporer l'engrais vert au sol, le hersage est préférable au labour car l'enfouissement en surface favorise une décomposition plus complète de la matière organique.

Le millet perlé, le millet japonais, le sorgho et l'herbe de Soudan constituent des engrais verts intéressants. Ils doivent être semés en juin, lorsque le sol est suffisamment réchauffé. Les chaleurs du début de l'été favorisent une croissance rapide. Ces espèces couvrent uniformément le sol et offrent une très bonne maîtrise des mauvaises herbes. Elles ne survivent pas à l'hiver.

Pour plus d'information sur les engrais verts, consulter le document *Engrais verts et cultures intercalaires* (Jobin, P. et Y. Douville. 1998. Centre de développement d'agrobiologie. Sainte-Élizabeth-de-Warwick. 20 p.)

La plantation

Le ratio mâle : femelle

Les fleurs mâles et les fleurs femelles de l'argousier étant portées sur des individus différents, des spécimens des deux sexes doivent être implantés pour obtenir une fructification. Selon la littérature consultée, le ratio optimal mâle : femelle se situe entre 1:6 et 1:12. La plupart des auteurs suggèrent l'implantation en alternance d'une rangée avec un plant mâle à tous les cinq plants femelles et d'une rangée de plants femelles. Cette façon de faire est peu adaptée à la récolte mécanique comme la coupe des branches fructifères.

Une autre méthode développée en Allemagne consiste à implanter des rangées complètes de plants femelles et de plants mâles. La rangée de plants mâles y est aménagée à tous les huit rangs de plants femelles. Cette disposition de l'argouseraie facilite les opérations de récolte mécanique. Une implantation semblable a été réalisée avec succès au Québec, mais avec un espacement de six rangées de plants femelles entre les rangs mâles (**Photo 21**). Pour conserver une marge de sécurité, compte tenu de l'absence de recherche spécifique sur cet aspect au Québec, les plantations pourraient être effectuées avec une rangée de plants mâles à tous les sept rangs de plants femelles. Aussi, il faut veiller, avec cette méthode, à ce qu'il y ait une rangée de plants mâles à chaque extrémité de la plantation (Figure 2). Comme la pollinisation est assurée par le vent, il faut tenir compte du fait que celui-ci provient le plus souvent de l'est ou de l'ouest. Un tel aménagement présente un ratio mâle : femelle d'environ 1:6. Les plants mâles sont taillés de façon à ce qu'ils se développent davantage en hauteur que les plants femelles, permettant ainsi une meilleure dispersion du pollen (**Photo 22**). Pour atteindre une productivité maximale, les cultivars mâles doivent fleurir suffisamment longtemps pour couvrir la période de floraison des femelles, surtout si des cultivars femelles différents sont utilisés.



Figure 2. Disposition des rangs mâles (X) et femelles (O) dans l'aménagement d'une argouseraie destinée à la récolte mécanique ou semi-mécanisée

Les types de plants

Les plants disponibles en pots peuvent être plantés tout au long de la saison de croissance. Toutefois, la période idéale pour la plantation demeure tôt le printemps. Les plants profitent alors de l'humidité déjà présente au sol et ils ont le temps de bien s'enraciner avant la période hivernale, réduisant le risque de gel racinaire.

Il est également possible d'implanter une argouseraie à partir de plants issus de semis ou de boutures enracinées. Les semis présentent toutefois un risque plus grand d'hétérogénéité. Aussi, il n'est pas possible de déterminer le sexe des plants avant la formation des bourgeons floraux qui survient vers l'âge de 3 à 4 ans, ce qui complique l'aménagement de la plantation. Les boutures, quant à elles, permettent de reproduire des spécimens ayant les mêmes caractères que le plant mère. L'implantation d'une argouseraie à partir de plants issus de boutures dont le sexe est connu et qui proviennent de plants mères identiques est à privilégier. Cette pratique facilite l'aménagement et offre une maturité plus uniforme des fruits dans la plantation, ce qui permet une récolte simultanée.

Les distances de plantation

Les distances de plantation sont établies en fonction de la machinerie utilisée pour les différentes opérations culturales et du développement attendu du cultivar choisi. Dans le cas où peu de machinerie est requise, l'espacement recommandé est de 3 mètres entre les rangs et de 2 mètres sur le rang. Dans la plupart des cas, par contre, la circulation de tracteurs pour la tonte des allées et pour la récolte doit être prévue. Aussi, le développement attendu de la majorité des cultivars est relativement important. Le respect d'une distance minimale de 4 à 4,5 mètres entre les rangs et de 1,5 à 2 mètres sur le rang est alors préconisé.

Dans le cas où l'aménagement est constitué de rangées complètes de plants femelles et de plants mâles, la distance entre le rang mâle et chacun des rangs femelles qui le borde devrait être de 4,5 à 5 mètres. La conduite des plants mâles vise un développement plus important de ces derniers.

Le tuteurage et l'utilisation de paillis

Dès les premières années d'implantation, le tuteurage est essentiel pour assurer une bonne conduite de la culture. Le tuteur permet également de supporter le poids de la récolte et d'éviter la chute de l'arbuste en situation venteuse.

La méthode appropriée est d'installer, dès la plantation, un piquet de bois d'une hauteur de 1,8 mètre pour chaque plant (**Photo 23**).

Après sa mise en place au champ, l'argousier est peu compétitif avec la végétation qui l'entoure. La lutte contre les mauvaises herbes s'avère donc absolument nécessaire. Comme l'argousier possède un système racinaire peu profond, le travail du sol n'est pas recommandé. Par conséquent, l'utilisation d'un paillis sur le rang est tout indiquée. Le paillis réprime les mauvaises herbes et, du même coup, conserve l'humidité et la température du sol, favorisant une croissance optimale de l'argousier. Le paillis peut être principalement de deux types. Le premier, le plus traditionnel, est le paillis de polyéthylène noir de type forestier, installé avant la plantation (**Photo 24**). L'autre, constitué de bois raméal, comprend des fragments de tiges ou de rameaux de plusieurs essences de feuillus et est appliqué après la plantation au printemps (**Photo 25**). Bien entendu, les arbres sur lesquels ont été prélevés ces tiges ou rameaux doivent être exempts de maladies transmissibles à l'argousier.

Le paillis de polyéthylène favorise un meilleur réchauffement du sol, en particulier lors des premières années suivant l'implantation, et une meilleure répression des mauvaises herbes et des drageons de l'argousier. En contrepartie, le bois raméal permet l'apport de certains éléments fertilisants comme le potassium et le calcium.

L'engazonnement des allées est également recommandé (**Photo 21**). Il minimise l'érosion et facilite, même en période pluvieuse, la circulation de la machinerie et des ouvriers.

L'entretien

La fertilisation

Les besoins en éléments fertilisants ne sont pas encore clairement établis pour l'argousier. Les taux de croissance observés dans les plantations effectuées au Québec sur des sols fertiles depuis la fin des années 1990 tendent à confirmer la théorie selon laquelle cette plante est peu exigeante en de telles conditions. Toutefois, des besoins faibles ne signifient pas pour autant qu'aucun apport ne soit nécessaire.

Azote

Par sa relation symbiotique avec *Frankia* sp., l'argousier est une plante fixatrice de l'azote de l'air. Lorsque les conditions de sol sont favorables à cette symbiose, les apports d'azote ne sont donc pas requis et nuisent même à la fixation naturelle de l'azote. Si le sol est bien pourvu en matière organique, il ne sera pas nécessaire non plus de fertiliser en azote lors de l'implantation.

Autres éléments

Au cours des années d'implantation dans un sol dont la fertilité a été corrigée au départ, il n'y a pas lieu de fertiliser. À partir des années de fructification, la croissance observée annuellement servira à indiquer les doses à apporter. Si la croissance annuelle des tiges et la production de fruits sont satisfaisantes, des apports de potassium peuvent être faits au printemps à des doses de 50 kg de K_2O /ha. En ce qui a trait au phosphore, il n'est normalement pas nécessaire d'en ajouter si le taux de fertilité a été corrigé avant la plantation, car cet élément est peu mobile dans le sol.

Dans le cas où la croissance et la productivité seraient faibles, il faut d'abord s'assurer que des facteurs autres que la fertilisation ne sont pas en cause (ex. : pH, maladie racinaire, etc.). Ensuite, une analyse du sol et du feuillage est requise afin de connaître les éléments fertilisants qui pourraient être limitatifs. Les feuilles prélevées doivent être au même stade de développement (nouvellement matures) et provenir de plants du même cultivar et du même sexe. Il n'existe pas, actuellement, de références relatives à l'interprétation des résultats d'analyses foliaires. Par contre, en comparant les résultats des sections de champ où la croissance est déficiente avec ceux des zones où elle est optimale, il est possible de mieux évaluer l'état de fertilité de l'argouseraie. En fonction de ces résultats, les doses de fertilisants devront être ajustées.

L'irrigation

Les précipitations annuelles totales au Québec suffisent à combler les besoins en eau de l'argousier. Par contre, leur répartition souvent inégale au cours de la saison ne satisfait pas nécessairement les besoins pendant les périodes critiques comme la plantation, la floraison et l'accroissement du fruit. Des essais d'irrigation effectués dans d'autres pays, dont la Finlande, ont permis d'obtenir une meilleure croissance des plants et des fruits plus gros, se reflétant par des rendements accrus de 30 à 50%.

À la suite de la mise en terre, les plants sont particulièrement sensibles à de longues périodes sans pluie. Il est donc tout indiqué de prévoir une possibilité d'irrigation, et ce, dès l'implantation. Un apport régulier en eau assurera un enracinement optimal et rapide de la culture lors des premières années. De plus, il optimisera la croissance, la mise à fruit et, par la suite, les rendements. Pour veiller à ce que les quantités d'eau appliquées correspondent aux besoins de la plante et aux caractéristiques du sol, un suivi constant de la teneur en humidité du sol est nécessaire. Il existe, à cette fin, différents instruments dont le tensiomètre.

Pour une efficacité optimale de l'irrigation, la technique du goutte-à-goutte est à privilégier, particulièrement si un paillis de polyéthylène est mis en place sur le rang. Ce dernier limite la pénétration de l'eau dans le sol lorsque l'irrigation est faite par aspersion. Par ailleurs, la méthode du goutte-à-goutte offre également la possibilité de « fertiger », c'est-à-dire d'appliquer des fertilisants solubles tout en irriguant.

La taille

Certains éléments caractérisant la culture de l'argousier au Québec doivent être soulignés avant de traiter de la taille sous un angle technique. D'abord, l'utilisation de l'argousier à des fins de production fruitière remonte à quelques années seulement, soit la fin des années 1990. À bien des égards, cette culture est encore au stade expérimental. Les techniques de taille décrites dans cet ouvrage ne constituent donc pas des recommandations formelles. La taille d'automne exécutée au moment de la récolte des fruits est actuellement en évaluation. Elle requiert encore plusieurs années d'essais et d'observations dans les conditions de culture du Québec. De plus, les principes de taille suggérés s'appliquent à un verger implanté avec des boutures d'un an livrées à racines nues.

Les premiers vergers ont été implantés sans maîtriser toutes les exigences de la culture. Aussi, les méthodes de taille les plus adéquates pour favoriser la formation d'un arbrisseau productif et pour faciliter la récolte des fruits n'étaient pas connues. Maintenant que les premières plantations sont en production, des méthodes de récolte qui soient rentables doivent être évaluées (voir section « La récolte »). L'une de ces méthodes consiste à couper complètement les branches fructifères. Ces interventions sévères exigent des tailles de restructuration parfois très importantes et pour lesquelles encore peu d'expertise a été développée. Les effets à moyen et long terme sur la productivité et sur la longévité du plant ne sont pas encore connus. Bien qu'il existe plusieurs ouvrages traitant de la taille des arbres fruitiers, aucune méthode n'est aussi draconienne pour les plants.

Initialement, les producteurs et conseillers techniques se sont inspirés des grands principes de taille recommandés pour les autres productions fruitières, tels les pommiers, poiriers et cerisiers. Les plants sont d'abord formés en sélectionnant un certain nombre de branches charpentières bien distribuées autour d'un axe central dominant. Cette approche, valable pour les premières années de croissance de l'argousier, est remise en question à partir de la première récolte.

Par ailleurs, la taille est absolument nécessaire pour l'argousier; en son absence, il croîtrait de façon plutôt anarchique. Un grand nombre de branches seraient en compétition entre elles pour la lumière et les plants seraient souvent sans axe central. Conséquemment, ces derniers auraient à moyen et long terme des problèmes de structure difficiles à corriger.

Outre le développement du plant, le type d'intervention à privilégier dépend de plusieurs facteurs. D'abord, l'architecture naturelle de l'argousier varie selon les cultivars. Ainsi, l'angle formé par les branches avec le tronc est souvent aigu chez les cultivars allemands tels 'Askola' et 'Hergo'. Ces branches à angle étroit sont faibles, ce qui augmente les risques de bris lorsque le plant est plus âgé et chargé de fruits. De plus, les branches de ces deux cultivars sont moins flexibles que celles des cultivars provenant de la Lettonie comme 'Golden Rain', 'Mary', 'Sunny' et 'Tatjana'. La vigueur diffère aussi selon les cultivars. Un plant vigoureux tolère mieux une taille sévère qu'un autre dont la vigueur est moindre. Enfin, à l'épaisseur du couvert de neige accumulé au cours de l'hiver peuvent s'ajouter des épisodes de pluie, des périodes de gel et dégel et la fonte de la neige au printemps. Ces éléments contribuent à accroître le poids de la neige et augmentent le risque de bris des branches. Conséquemment, il est important de tenir compte, dans le choix des branches conservées, de l'angle et de la hauteur des premières charpentières. Dans les régions qui enregistrent de faibles chutes de neige, ces dernières pourront être plus basses que dans les secteurs plus neigeux.

Peu importe le type de taille et le degré de développement du plant, certains principes généraux s'appliquent en tout temps :

- Utiliser des outils bien aiguisés;
- Désinfecter les outils avant usage et en cours de taille, surtout lorsque les plants montrent des symptômes de maladies;
- Éliminer les branches cassées, malades ou mortes;
- Faire des coupes rases sans laisser de chicots mais en respectant l'anneau de cicatrisation;

- Tailler avant le débourrement des bourgeons au cours des premières années;
- Favoriser les branches à angle ouvert qui tendent vers l'horizontale en éliminant dans la mesure du possible les branches ayant un angle de moins de 35°;
- Conserver suffisamment de branches afin d'obtenir une surface foliaire optimale.

Printemps de la première année (plantation)

Comme les jeunes boutures enracinées ne possèdent souvent qu'une seule tige sans ramification, aucune intervention particulière n'est habituellement requise l'année de la plantation (**Photo 26**).

Printemps de la deuxième année

La croissance du plant au cours de la première année produit souvent des ramifications très près du niveau du sol. Au printemps de la deuxième année, le nombre de branches latérales varie normalement entre 3 et 7 (**Photo 27**). Un axe dominant est à privilégier, notamment afin que le plant émerge de la couverture de neige le plus rapidement possible. Les branches latérales dont le diamètre se rapproche de celui de l'axe principal sont enlevées ainsi que celles formant un angle trop aigu avec le tronc. Après la taille, le plant sera constitué d'un axe central fort sur lequel sont fixées 2 à 3 branches latérales orientées dans des directions différentes autour du tronc (**Photo 28**).

Printemps de la troisième année

Les charpentières sélectionnées au printemps de la deuxième année sont souvent devenues trop basses à la troisième année (**Photo 29**). Elles sont éliminées, en commençant par le bas. De nouvelles charpentières, plus hautes, sont donc sélectionnées. Idéalement, elles sont disposées en spirale autour du tronc et forment un angle de 120°, l'une par rapport à l'autre. Les plus grosses ramifications se trouvent au bas du plant. À mesure que l'on s'approche du sommet, des branches plus faibles sont conservées de manière à éviter l'étranglement de l'axe central (**Photo 30**).

Printemps de la quatrième année

Comme le plant produira des fruits probablement pour la première fois, la poursuite de la formation de l'arbuste se fera de préférence l'automne, simultanément à la récolte (**Photos 31 et 32**, respectivement avant et après la taille).

Par la suite, considérant que la méthode de récolte à l'essai consiste à couper les branches fructifères à l'automne (voir section « La récolte »), aucune taille supplémentaire ne devrait être requise au printemps. Seulement les branches brisées ou cassées au cours de l'hiver doivent être éliminées.

Photo 1



Carl Boivin, IRDA

Cultivar russe à sa 5^e année de croissance

Photo 2



Carl Boivin, IRDA

Rameau épineux d'argousier

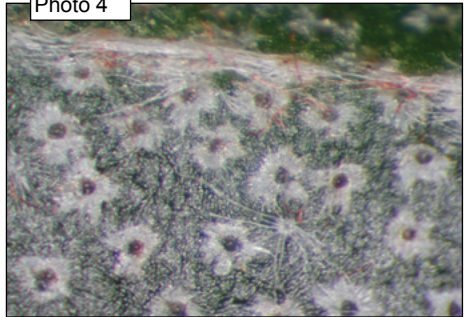
Photo 3



Carl Boivin, IRDA

Face inférieure (haut) et face supérieure (bas) de la feuille d'argousier

Photo 4



Carl Boivin, IRDA

Détail de la feuille (trichomes étoilés)

Photo 5



Carl Boivin, IRDA

Nodules présents sur les racines

Photo 6



Carl Boivin, IRDA

Fleurs mâles

La culture de l'argousier

Photo 7



Carl Boivin, IRDA

Fleurs femelles (pistil apparent)

Photo 8



Carl Boivin, IRDA

Fruit (akène)

Photo 9



Carl Boivin, IRDA

Rameau en dormance

Photo 10



Carl Boivin, IRDA

Gonflement des bourgeons

Photo 11



Carl Boivin, IRDA

Pointe verte apparente sur les bourgeons

Photo 12



Carl Boivin, IRDA

Première paire de bractées ouverte

Photo 13



Carl Boivin, IRDA

Deuxième paire de bractées ouverte

Photo 14



Carl Boivin, IRDA

Brunissement du pistil

Photo 15



Carl Boivin, IRDA

Fructification - nouaison

Photo 16



Carl Boivin, IRDA

Fructification - grossissement du fruit

Photo 17



Carl Boivin, IRDA

Fruits mûrs

Photo 18



Carl Boivin, IRDA

Croissance annuelle complétée

La culture de l'argousier

Photo 19



Carl Boivin, IRDA

Fruits de différents cultivars d'argousier. De gauche à droite, rangée du haut : 'Golden Rain', 'Mary', '535-73-2' et 'Chuyskaya'; rangée du centre : 'Sunny', 'Tatjana', 'Vitaminnaya' et 'Samorodok'; rangée du bas : 'Askola', 'Hergo' et 'Obilnaya'

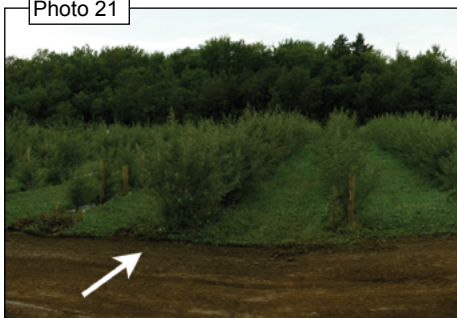
Photo 20



Carl Boivin, IRDA

Plant d'argousier endommagé par le poids de la neige

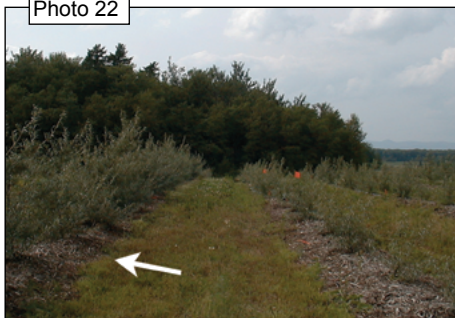
Photo 21



Carl Boivin, IRDA

Plantation dans laquelle se trouvent six rangs de plants femelles entre chaque rang de plants mâles (flèche)

Photo 22



Carl Boivin, IRDA

Plants mâles (flèche) ayant été taillés de façon à se développer en hauteur

Photo 23



Carl Boivin, IRDA

Installation de tuteurs

Photo 24



Carl Boivin, IRDA

Paillis de polyéthylène noir, installé avant la plantation

Photo 25



Carl Boivin, IRDA

Paillis de bois raméal, installé après la plantation

Photo 26



Carl Boivin, IRDA

Jeune bouture récemment plantée

Photo 27



Carl Boivin, IRDA

État du plant au printemps de la deuxième année

Photo 28



Carl Boivin, IRDA

Plant après la taille au printemps de la deuxième année

Photo 29



Carl Boivin, IRDA

État du plant au printemps de la troisième année

Photo 30



Carl Boivin, IRDA

Plant après la taille au printemps de la troisième année

La culture de l'argousier

Photo 31



Carl Boivin, IRDA

Plant chargé de fruits à sa quatrième année de croissance

Photo 32



Carl Boivin, IRDA

Plant à sa quatrième année de croissance, après la taille

LES PRINCIPALES MALADIES DIAGNOSTIQUÉES AU QUÉBEC

Bien que la production fructifère des vergers d'argousiers au Québec n'en soit qu'à ses débuts, il est clair que ce sont les maladies fongiques affectant les fruits qui engendrent les problèmes les plus importants. Un dépistage doit être effectué tout au long de la saison, même si les maladies demeurent souvent discrètes jusqu'au moment de la récolte. La pourriture brune des fruits (*Monilinia* sp.), l'antracnose (*Colletotrichum acutatum* J.H. Simmonds) et la moisissure grise (*Botrytis cinerea* Pers.:Fr.) seront les principales maladies fongiques à surveiller dans les prochaines années.

Le flétrissement verticillien (verticilliose), causé par le champignon *Verticillium dahliae* Kleb., représente aussi un problème important. Présent dans le sol, ce champignon infecte la plante par les racines. Il peut se propager à l'intérieur d'une plantation en quelques années. D'autres champignons tels que le *Rhizoctoni solani* Kühn, le *Cytospora* et le *Phomopsis* causent respectivement le rhizoctone commun, le chancre cytosporéen et la brûlure phomopsienne. Une coloration anormalement foncée des anneaux de croissance du bois peut également indiquer la présence d'un organisme fongique dans la plante.

Les maladies mentionnées ci-dessus sont celles ayant été diagnostiquées le plus fréquemment au Québec jusqu'à maintenant. Reconnaître leurs premiers signes ou symptômes dans un verger est d'autant plus important qu'aucun pesticide n'a encore été homologué pour cette culture actuellement. Dans cette section sont fournis des renseignements permettant de se familiariser avec ces maladies et quelques mesures pouvant aider à les prévenir. Aussi, une clé diagnostique facilitant l'identification des principales maladies rencontrées est présentée.

Les maladies fongiques affectant les fruits

La pourriture brune des fruits

Cycle évolutif

Le champignon causant la pourriture brune des fruits appartient au genre *Monilinia*. Chez l'argousier, l'agent pathogène hiverne sous la forme de mycélium ou de pseudosclérotés dans les fruits momifiés restés sur l'arbuste ou tombés au sol. Au printemps, deux sources d'inoculum peuvent initier l'infection : soit des conidies

(spores asexuées) produites à partir du mycélium, soit des apothèces produites à partir des pseudosclérotés, qui contiennent des ascospores (spores sexuées). Conidies et ascospores causent ainsi l'infection primaire en étant transportées par le vent vers les fleurs ou en étant éjectées des fruits de l'année précédente encore présents dans l'environnement du plant. La température et la durée de mouillure des feuilles jouent un rôle critique pour le développement de la maladie. À partir des sites d'infection primaire, la propagation du champignon et l'infection de nouveaux tissus sont favorisées par une humidité relative élevée et des températures se situant entre 15 et 20 °C.

Symptômes et signes

La pourriture brune des fruits peut affecter un grand nombre d'arbres fruitiers. Lorsqu'elle s'introduit dans un verger d'argousiers, cette maladie peut rapidement devenir une problématique majeure, surtout qu'aucun pesticide n'est homologué à ce jour pour lutter contre celle-ci dans la culture de l'argousier. Puis, la pourriture brune rend difficile la récolte des fruits sains par la taille des branches fructifères. En effet, les premiers symptômes apparaissent un peu avant le mûrissement du fruit. Ce dernier se met rapidement à pourrir, puis l'épiderme et la chair deviennent bruns et mous (**Photo 33**). Finalement, le fruit peut tomber prématurément, mais il peut également sécher, se momifier et demeurer sur l'arbuste.

Moyens de lutte

La présence de blessures sur les fruits favorise la propagation de la pourriture brune des fruits. De plus, les fruits momifiés qui demeurent sur le plant sont une source importante d'inoculum pour l'infection de nouveaux fruits. Il est recommandé d'enlever du plant les fruits affectés. Cette intervention est réalisable lorsque quelques plants seulement sont atteints. Mais elle est difficilement envisageable lorsque la maladie est bien implantée dans un verger, c'est pourquoi le dépistage est très important. Il est possible de détecter la présence de l'agent pathogène bien avant l'apparition des symptômes. Un laboratoire spécialisé peut facilement procéder à une analyse des fruits, dès que ceux-ci sont formés.

L'anthraxose

Cycle évolutif

L'agent phytopathogène identifié comme le responsable de l'anthraxose des argousiers des plantations québécoises est le *Colletotrichum acutatum*. Ce

champignon a été diagnostiqué sur les fruits d'autres cultures au Québec, notamment la fraise et le bleuet en corymbe. Il passe l'hiver sous la forme de mycélium dans les fruits affectés tombés au sol. Durant la saison de croissance, les conditions pluvieuses et les températures entre 20 et 25 °C favorisent le développement du mycélium et une production abondante de spores asexuées (conidies). Celles-ci se dispersent sous l'action du vent et de la pluie; elles sont aussi disséminées par la machinerie et les outils venant en contact avec les tissus affectés. Une fois sur les fruits, les conidies germent rapidement et il y a infection de nouveaux tissus.

Symptômes et signes

Selon la culture, l'antracnose peut infecter les feuilles, les tiges et les fruits. Mais les observations effectuées dans les plantations à l'étude ont permis de confirmer que cette maladie affecte uniquement les fruits chez l'argousier. Les premiers signes de la présence de la maladie se manifestent un peu avant que les fruits soient mûrs. Ils se caractérisent par la présence de minuscules points noirs protubérants. Ces derniers, nommés acervules, sont en fait les fructifications du champignon. Les symptômes apparaissent comme de petites lésions circulaires et légèrement déprimées au centre (**Photo 34**). Ces taches, brunes au début, puis devenant noires par la suite, peuvent couvrir toute la surface du fruit. Les fruits affectés par l'antracnose demeurent fermes, mais s'ils sont colonisés par d'autres organismes pathogènes, ils deviennent mous et ils pourrissent. Il en résulte un affaissement général du fruit, suivi de sa chute.

Moyens de lutte

À titre de mesure préventive contre l'antracnose, il importe d'éviter de mouiller les fruits afin de réduire la dispersion et la germination des spores. La proximité des arbustes entre eux peut favoriser la propagation de la maladie. Il est également recommandé de ramasser les feuilles et les fruits tombés au sol et de les détruire afin de réduire les sources d'inoculum de la maladie. Cette dernière opération peut toutefois s'avérer difficile. De plus, il ne faut jamais composter les débris végétaux infectés. La désinfection des outils entre chaque coupe avec le désinfectant Virkon® permet également de limiter la propagation de la maladie. Enfin, il est possible de détecter la présence de l'agent pathogène sur les fruits bien avant l'apparition des symptômes, un laboratoire spécialisé peut facilement effectuer ce travail. L'analyse peut être effectuée dès la formation des fruits.

La moisissure grise

Cycle évolutif

Le champignon responsable de la moisissure grise est le *Botrytis cinerea*. Il produit un abondant mycélium, des conidiophores (structures portant les conidies) et des conidies (spores). Ces structures fongiques qui sont visibles sur les fruits affectés se caractérisent par le développement d'un duvet grisâtre (**Photo 35**). Le champignon passe l'hiver dans les débris végétaux, sous la forme de mycélium ou de sclérotés (masse de mycélium compacte) irréguliers et noirs. Au printemps, lorsque les conditions climatiques sont favorables, c'est-à-dire une humidité relative élevée et une température se situant entre 15 et 20 °C, il y a production de conidies qui constituent l'inoculum primaire initiant l'infection. La germination des conidies et l'infection sont favorisées par la présence d'eau libre sur les tissus (pluie, rosée ou brouillard).

Symptômes et signes

La moisissure grise est parmi les maladies les plus fréquentes et les plus répandues autour du monde, et ce, dans diverses cultures. Elle peut apparaître sous la forme d'une pourriture des fruits, de chancres sur les tiges et le collet, de taches et de brûlures sur les feuilles ainsi que d'une pourriture basale chez certaines plantes (ex. : laitue). Chez l'argousier, ce sont uniquement les fruits qui sont affectés par cet agent pathogène. Les symptômes de la maladie apparaissent lors du mûrissement du fruit. Ce dernier commence à se déformer et prend une apparence qui rappelle celle d'une molaire (dépression). Par la suite, dans des conditions d'humidité relative élevée, le champignon produit un duvet grisâtre qui se développe à la surface des fruits affectés (**Photo 35**). Ce signe est très caractéristique d'une infection par le *Botrytis*. La pourriture du fruit se développe rapidement et la chair devient molle. Le duvet grisâtre, recouvrant les fruits affectés, est constitué de mycélium, de conidiophores et de conidies. Finalement, le fruit vient à se momifier (**Photo 36**).

Moyens de lutte

Afin de lutter contre la moisissure grise, il est important, dans la mesure du possible, d'amasser et d'éliminer les feuilles et les fruits tombés au sol. Cette pratique permet de réduire la quantité d'inoculum, étant donné que le champignon peut vivre à l'état de saprophyte dans les débris végétaux. Il est aussi recommandé d'enlever les fruits atteints sur le plant, car cette maladie se répand très rapidement.

De plus, les pratiques qui tendent à réduire l'humidité et à augmenter la circulation de l'air peuvent contribuer à diminuer les risques de développement de la moisissure grise.

Les maladies fongiques affectant tout le plant

Le flétrissement verticillien (verticilliose)

Cycle évolutif

Le champignon causant le flétrissement verticillien chez l'argousier est le *Verticillium dahliae*. Cette maladie est commune et le champignon se trouve dans plusieurs sols, affectant des centaines d'espèces de plantes. Le flétrissement verticillien peut devenir un problème grave pour les plantes hôtes très sensibles qui sont dans un sol contaminé. Le *Verticillium* se répand dans le système vasculaire de la plante, ce qui engendre son dépérissement. Il hiverne sous la forme de mycélium dans les tissus de son hôte, ou de microsclérotés dans les résidus de culture ou dans le sol. Les microsclérotés peuvent survivre jusqu'à 15 ans dans le sol. Lorsque le sol est humide et que les températures sont favorables (21 à 27°C), la germination des microsclérotés est stimulée par les exsudats racinaires. Par la suite, le champignon infecte l'arbuste directement par les racines ou par des blessures racinaires. Une fois dans les tissus de la plante, le champignon envahit le xylème où des conidies (spores) sont formées. Il peut se propager lors de la taille de branches atteintes ainsi que par l'érosion du sol par le vent ou l'eau.

Symptômes et signes

Les symptômes associés au flétrissement verticillien peuvent être observés tout au long de la saison de croissance, mais ils ont plus souvent tendance à apparaître en juillet et août. En réponse à l'invasion du pathogène, la plante hôte produit une gomme afin de limiter la progression du champignon dans ses tissus. Il s'ensuit une obstruction qui réduit le flux de l'eau des racines vers les parties aériennes, d'où l'apparition des premiers symptômes externes. Ces derniers se caractérisent par un jaunissement irrégulier des feuilles accompagné d'une brûlure et d'une chute prématurée de celles-ci (**Photo 37**). La tige peut aussi présenter une anomalie de coloration caractérisée par des zones de couleur orangée et de forme irrégulière. Par contre, cette décoloration de la tige peut être absente lors des premiers stades de développement de la maladie. Enfin, les vaisseaux conducteurs des branches et de la tige brunissent (**Photo 38**) et l'arbuste dépérit.

Le flétrissement verticillien est souvent confondu avec d'autres maladies parasitaires ou des dommages causés par les herbicides, les conditions environnementales défavorables ou les dommages mécaniques (**Photo 37**).

Moyens de lutte

Le champignon peut être introduit dans un sol non colonisé par des branches taillées ou des transplants qui sont infectés. Il est important de brûler les tiges et les branches infectées à la suite de leur taille. À l'inverse, la présence de sol contaminé sur des plants et sur l'équipement peut aussi permettre la propagation de la maladie.

La lutte contre le flétrissement verticillien est difficile. Le meilleur moyen demeure la prévention. Il faut d'abord s'assurer que ce champignon n'est pas présent dans le sol. La prudence est de mise avant d'implanter un verger dans un sol où il y a des antécédents culturaux comme le fraisier ou la pomme de terre, ces plantes sont sensibles au *Verticillium*. Cet agent pathogène demeure très longtemps dans le sol. Afin de s'assurer que les symptômes observés sont causés par le *Verticillium*, et non par un agent abiotique comme un manque ou un surplus d'eau, des analyses peuvent être effectuées par un laboratoire de diagnostic.

Le rhizoctone commun

Cycle évolutif

Le champignon *Rhizoctonia solani* est responsable de maladies très répandues qui occasionnent des pertes importantes dans plusieurs cultures. Il passe l'hiver sous la forme de mycélium ou de sclérotés (petites structures brunes à noires) dans le sol ou dans les plantes infectées. Il peut être dispersé par la pluie, l'eau d'irrigation, les outils ou tout autre matériel ayant été en contact avec un sol contaminé. La germination des sclérotés et la croissance du mycélium sont favorisées par des températures variant de 15 à 18°C.

Symptômes et signes

Les symptômes observés peuvent varier dépendamment de la culture, du stade de croissance de l'hôte et des conditions environnementales. Les plus communs sont la fonte des semis, la pourriture des racines, du collet ou de la tige et le développement de chancres sur le collet ou la tige. D'après les observations effectuées en verger,

le *Rhizoctonia solani* affecte le collet et les racines de l'argousier en causant leur brunissement. Sur les racines, des lésions brun rougeâtre apparaissent juste en dessous de la ligne du sol. Dans des conditions froides et humides, ces lésions progressent considérablement et viennent à couvrir toute la base du plant (collet) et plusieurs racines. S'ensuivent le jaunissement des feuilles, le flétrissement du plant (**Photo 37**) et son dépérissement, qui peut conduire à la mort.

Moyens de lutte

La lutte contre le rhizoctone commun est difficile, car une fois que le champignon est établi dans un champ, il y reste indéfiniment. C'est pourquoi la prévention est importante. Comme le développement du champignon est favorisé par des conditions de sol humides et fraîches, il est recommandé que le sol soit bien drainé. Il est aussi important de respecter les distances de plantation entre les arbustes pour favoriser une bonne circulation d'air entre les plants et au niveau du sol.

Le chancre cytosporéen

Cycle évolutif

Le champignon responsable du chancre cytosporéen appartient au genre *Cytospora*. Il passe l'hiver à l'intérieur des chancres ou dans les branches mortes. Les petites structures noires contenant les spores du champignon sont produites sur les zones affectées de l'écorce. Par la suite, les spores sont dispersées par la pluie, le vent ou les insectes. L'infection se fait par des blessures présentes sur l'arbuste. La croissance du mycélium dans les cellules de l'écorce se fait rapidement à des températures se situant entre 25 et 30 °C. Plusieurs infections apparaissent tard à l'automne ou tôt au printemps.

Symptômes et signes

Le chancre cytosporéen est une maladie observée sur plusieurs espèces d'arbres et d'arbustes fruitiers. Il cause davantage de dommages dans les jeunes vergers où il peut engendrer la mort des arbustes. Dans un verger plus âgé, les sujets atteints verront leur productivité diminuer. L'agent pathogène attaque les argousiers par des blessures déjà existantes sur l'écorce ou les bourgeons. Il ne peut pénétrer les structures saines. De plus, les arbustes ayant subi des stress, comme des dommages par le gel hivernal ou un mauvais drainage, sont plus sensibles à cette maladie. L'un des premiers symptômes visibles est l'exsudation de gomme observée au

point d'infection. Le chancre commence à se développer circulairement en causant un brunissement des tissus internes de l'écorce. L'exsudat devient noir en présence d'humidité, car des champignons saprophytes s'y développent. Le chancre s'entoure de callosités surélevées. Chaque année, le chancre progresse par l'invasion des tissus sains adjacents aux tissus infectés (**Photo 39**).

Moyens de lutte

Un arbuste vigoureux peut limiter la propagation du chancre par des mécanismes de défense en formant une callosité autour de celui-ci. Par contre, il est recommandé de bien surveiller la présence de chancres. Ceux-ci peuvent être très petits, mais ils peuvent parvenir à entourer complètement la branche atteinte. La taille de toute la zone affectée empêche le développement de la maladie l'année suivante. Aussi, il importe de prévenir les blessures causées par le froid en évitant la formation de glace à la base de l'arbuste et en s'abstenant, entre autres, d'incorporer de l'azote en excès tard en saison. Les pratiques culturales qui permettent d'éviter les dommages causés par les petits animaux et de préconiser un bon drainage du sol doivent être privilégiées. La taille doit être effectuée adéquatement et réalisée dans des conditions appropriées. Elle ne devrait pas être pratiquée durant les périodes d'humidité élevée car la dissémination du champignon est alors favorisée. Finalement, après la taille, les tiges et les branches infectées doivent être brûlées.

La brûlure phomopsienne

Cycle évolutif

La brûlure phomopsienne est causée par un champignon du genre *Phomopsis*. Les pycnides, ou fructifications asexuées produisant des conidies, présentes sur les lésions permettent au champignon de passer l'hiver. Au printemps, la pluie et les températures fraîches (16 à 20 °C) favorisent la libération des spores à partir des pycnides. Les spores nouvellement libérées peuvent infecter les feuilles et les tiges. La germination des spores requiert la présence d'eau libre. Ainsi, le risque d'infection augmente avec la durée de mouillure.

Symptômes et signes

La brûlure phomopsienne peut infecter les tiges, les branches ou les ramilles. Les symptômes se caractérisent par le développement de taches tout le long de la tige ou de la branche (**Photo 39**). Lors de leur expansion, ces taches prennent une forme elliptique. Elles peuvent croître et former un chancre noir de forme irrégulière.

Par la suite, un brunissement des tissus vasculaires (xylème) peut engendrer un dépérissement éventuel complet de l'arbuste.

Au début de la saison, le jeune fruit peut également être atteint s'il y a des périodes prolongées de conditions pluvieuses et que l'inoculum est abondant. Cette infection demeure dormante ou latente jusqu'à ce que le fruit commence à mûrir, puis il y a progression de l'infection et développement d'une pourriture des fruits.

Moyens de lutte

Les pratiques culturales qui favorisent la pénétration de la lumière et la circulation de l'air dans l'argouseraie aident à réduire l'humidité. Elles devraient être bénéfiques pour diminuer les infections par le *Phomopsis* sp. Un drainage du sol approprié est aussi très important. Finalement, la taille et le brûlage des tiges et des branches infectées devraient diminuer la quantité d'inoculum pour la saison suivante.

Les champignons lignivores

Les champignons lignivores se nourrissent de la lignine du bois. La coloration foncée des anneaux de croissance peut signaler leur présence, souvent évidente, mais leur identification est très difficile, voire impossible.

Clé diagnostique

Une clé diagnostique (Tableau 8) résume les principaux symptômes qui servent à identifier les maladies observées jusqu'à maintenant chez l'argousier au Québec. Il est important de se rappeler que des analyses de laboratoire sont très souvent nécessaires pour confirmer la détermination d'une maladie.

Tableau 8. Clé diagnostique pour l'identification des maladies pouvant affecter l'argousier

Distribution des symptômes	Description des symptômes	Maladie ou autre cause possible	Remarques
Les fruits sont affectés lorsqu'ils sont presque à maturité.	Petites taches circulaires et noires demeurant sur le fruit même après un frottement	Anthracnose (Photo 34)	Ne pas confondre avec la pubescence naturelle présente à la surface du fruit.
	Malformation du fruit : dépression s'apparentant à celle d'une molaire (dent) Présence d'un duvet grisâtre (mycélium et spores)	Moisissure grise (Photos 35 et 36)	Le mycélium est visible lorsque le fruit est mûr.
	Pourriture et affaissement du fruit Fruit translucide	Pourriture brune des fruits (Photo 33)	
L'arbuste est affecté entièrement.	Flétrissement du feuillage Feuilles basales à coloration jaune	Flétrissement verticillien (Photos 37 et 38) Rhizoctone commun (Photo 37) Stress hydrique	Maladies difficiles à identifier précisément sans un diagnostic confirmé par des analyses de laboratoire.
	Présence de chancres sur la tige dans le cas du chancre cytosporéen et de la brûlure phomopsienne Anomalie de coloration des anneaux de croissance à l'intérieur de la tige	Chancre cytosporéen (Photo 39) Brûlure phomopsienne (Photo 39) Champignons lignivores	Maladies difficiles à identifier précisément sans un diagnostic confirmé par des analyses de laboratoire. Maladies presque impossibles à identifier, même en laboratoire.

LES PRINCIPAUX ACARIENS ET INSECTES RETROUVÉS AU QUÉBEC

Au Québec, une diversité d'acariens et d'insectes est observée dans les plantations d'argousiers. Plusieurs d'entre eux sont des alliés, mais quelques-uns sont des ravageurs causant occasionnellement des dommages au feuillage, aux boutons floraux ou aux fruits. Toutefois, l'argousier est rarement endommagé par un ravageur au point de mettre en péril le rendement. Il est cependant important de pouvoir identifier les acariens et les insectes présents afin de savoir s'il s'agit de ravageurs ou d'insectes utiles.

L'importance du dépistage et de l'identification

Une visite régulière de la plantation d'argousiers permet de vérifier la présence et l'évolution des acariens et des insectes. Chaque espèce possède ses caractéristiques propres et se présente sous différentes formes selon le stade de développement : œuf, larve, pupa, nymphe, adulte. L'identification d'un insecte est la première étape d'une saine gestion en lutte intégrée puisqu'elle permet de distinguer un ravageur d'un organisme bénéfique. Il peut être nécessaire, dans certains cas, de consulter un conseiller agricole pour procéder à l'identification d'un insecte ou la confirmer. Le Laboratoire de diagnostic en phytoprotection du MAPAQ offre aussi une expertise dans ce domaine. De plus, pour faciliter un diagnostic fiable et mesurer l'ampleur d'un problème phytosanitaire, il est souhaitable d'observer les dommages visibles sur l'argousier, de noter la date de leur apparition, leur évolution et de connaître le cycle évolutif du ravageur potentiel. Les descriptions qui suivent visent à aider les producteurs et leurs conseillers à identifier et à connaître les principaux insectes et acariens retrouvés chez l'argousier au Québec. Ces descriptions incluent, entre autres, les noms français et anglais lorsqu'ils existent, le nom latin, ainsi que l'ordre et la famille auxquels appartient l'organisme.

Les acariens et insectes ravageurs

Une vingtaine d'acariens et insectes nuisibles peuvent causer plus ou moins de dommages dans la culture de l'argousier à un stade ou l'autre de leur développement (par exemple au stade larvaire ou chenille dans le cas des papillons).

Les acariens

Aceria hippophaena (Nalepa)
(Acari : Eriophyidae)

L'acarien *Aceria hippophaena* mesure moins de 0,15 mm de longueur. Son corps fusiforme (en forme de fuseau) est recourbé. Il possède deux paires de pattes seulement. Les femelles pondent leurs œufs dans les bourgeons, ce qui provoque la formation de petites galles caractéristiques (**Photo 40**). Cet acarien produit plusieurs générations par année. Les dommages sont observés au printemps.

Tétranyque à deux points (Twospotted spider mite)
Tetranychus urticae Koch (Acari : Tetranychidae)

Le tétranyque à deux points est un acarien aranéiforme (qui a la forme d'une araignée) mesurant de 0,2 à 0,4 mm de longueur. Il possède deux taches noires sur le dos et quatre paires de pattes (**Photo 41**). Il produit de 4 à 6 générations par année. Actif de mai à septembre, il endommage l'argousier en piquant les cellules des feuilles pour se nourrir de leur contenu. Les larves, les nymphes et les adultes peuvent tous causer des dommages. Le feuillage affecté présente de petites décolorations ayant l'aspect de mouchetures jaunâtres (bronzage). Les dommages sont généralement limités.

Les insectes

Altise à tête rouge (Redheaded flea beetle)
Systema frontalis (F.) (Coleoptera : Chrysomelidae)

L'altise à tête rouge adulte est un petit insecte sauteur de forme allongée, mesurant 4-5 mm de longueur. Elle est noire avec une coloration rougeâtre sur le dessus de la tête. Ses antennes droites et filiformes (minces comme un fil) mesurent la moitié de la longueur du corps. Ses fémurs postérieurs, très développés, sont adaptés pour le saut (**Photo 42**). Elle produit une génération par année. Les dégâts sont surtout causés au printemps par les adultes qui s'alimentent sur le feuillage, laissant de petits trous, parfois abondants (feuillage criblé). La larve se nourrit de racines et passe inaperçue.

Charançon radicicole européen (European snout beetle)

Phyllobius oblongus (L.) (Coleoptera : Curculionidae)

et

Charançon vert pâle (Pale green weevil)

Polydrusus impressifrons Gyll. (Coleoptera : Curculionidae)

Les charançons sont caractérisés par une tête prolongée vers l'avant en un long bec (rostre), comme un museau. Ces deux espèces mesurent environ 5 mm de longueur. Le charançon radicicole européen est brun (**Photo 43**) alors que le charançon vert pâle est vert luisant (**Photo 44**). Ils produisent tous les deux une génération par année. Ils causent des dégâts au printemps et en été en mangeant le pourtour des feuilles.

Taupins (Click beetles)

(Coleoptera : Elateridae)

De forme allongée, les taupins adultes mesurent de 10 à 20 mm de longueur. La plupart sont bruns, noirs ou gris. Leur thorax (partie juste derrière la tête) possède deux pointes aux angles postérieurs. Les taupins ont la capacité de se projeter en l'air et de se retourner lorsqu'ils sont renversés sur le dos (**Photo 45**). La durée d'une génération varie de 1 à 3 ans selon la qualité de nourriture disponible pour la larve. Les taupins se nourrissent de feuillage, mais ne causent pas de dommages importants. Par contre, les larves, appelées vers fil-de-fer, peuvent endommager les racines.

Pentatomidés (punaises puantes) (Stink bugs)

(Heteroptera : Pentatomidae)

Larves et adultes pentatomidés se ressemblent. Leur corps large en forme de bouclier est orné, au centre, d'un triangle (**Photo 46**). Leur longueur varie de 10 à 15 mm. Leur tête petite et étroite porte de longues antennes. Leur couleur est variable, souvent grise, brune ou verte. Ils peuvent émettre une odeur nauséabonde distinctive, d'où le nom de punaises puantes. Il y a généralement une génération par année et les pentatomidés hibernent au stade adulte. Les dégâts sont causés tard au printemps et en été par les larves et les adultes qui s'alimentent en piquant les tissus du feuillage, des fleurs, des fruits et des tiges avec de fins stylets formant leur long bec.

Punaise quadrilignée (Four-lined plant bug)

Poecilocapsus lineatus (F.) (Heteroptera : Miridae)

La punaise quadrilignée adulte est un insecte au corps allongé et mesure de 7,1 à 7,5 mm de long. Elle possède deux larges bandes médianes dorsales et deux fines bandes latérales noires, avec un espace vert-jaune entre ces bandes (**Photo 47**). La larve est entièrement rouge orangé aux premier et deuxième stades. Aux stades suivants (3, 4 et 5), elle possède un abdomen distinct rouge orangé et des bourgeons d'ailes noirs. Il y a une génération par année et l'insecte hiverne sur les tiges au stade œuf. Actifs au printemps et pendant l'été, les larves et les adultes sucent la sève avec les stylets de leur bec. Ceci entraîne généralement la formation de petites taches annulaires nécrotiques à la surface du tissu des plantes.

Pucerons (Aphids)

(Homoptera : Aphididae)

Les pucerons sont de petits insectes au corps mou, en forme de poire. Ils possèdent de longues antennes fines ainsi que deux appendices (cornicules) au bout de leur abdomen.

- Puceron de l'argousier
Capitophorus hippophaes (Walk.)

Le puceron de l'argousier est vert pâle avec des taches transversales foncées sur le dos. Sa longueur varie de 1,7 à 2,4 mm au stade adulte. Brun-noir, les pucerons ailés présentent un dimorphisme (**Photo 48**, montrant adulte ailé et adulte aptère). Il s'agit d'une espèce cosmopolite trouvée uniquement sur l'argousier et d'un ravageur important dans l'Ouest canadien. Il produit plusieurs générations par année, présentant un cycle complexe avec des individus ailés et aptères (sans ailes). Le puceron pique avec les stylets de son bec ventral et suce la sève des feuilles, entraînant ainsi leur déformation et l'enroulement des nouvelles pousses. La déformation des feuilles peut se produire pendant toute la saison de croissance.

- Puceron noir de la fève (Black bean aphid)
Aphis fabae (Scopoli)

Le puceron noir de la fève est de couleur noir mat à verdâtre. Au stade adulte, il mesure de 1,5 à 3,1 mm de longueur (**Photo 49**). Il pique les feuilles et les tiges et en suce la sève avec les stylets de son bec. Plusieurs générations estivales de femelles non ailées se succèdent. En colonies denses et

abondantes, le puceron cause le jaunissement des feuilles et l'affaiblissement des arbustes. De plus, l'excrétion et le dépôt de miellat sur le feuillage favorisent le développement d'un champignon noir (fumagine). Par ses piqûres, le puceron peut transmettre certaines maladies à virus.

Cercepe des prés (Meadow spittlebug)

Philaenus spumarius (L.) (Homoptera : Cercopidae)

La larve verte ou brunâtre, peu mobile, du cercepe des prés vit cachée dans une masse de sécrétion écumeuse, savonneuse (**Photo 50**). L'adulte est un insecte mobile, sauteur, à tête triangulaire et yeux écartés; il ne sécrète pas d'écume. Sa couleur est variable, allant de brun à jaune ocre, noir, rougeâtre, taché de brun ou marqué de noir. Au repos, ses ailes, peu apparentes, sont repliées en toit sur le corps (**Photo 51**). Ses pattes postérieures, munies de petites couronnes d'épines, sont repliées sous le corps lui permettant de sauter. Sa longueur peut atteindre 6,8 mm. Le cercepe des prés produit une génération par année. Il se nourrit de la sève de diverses plantes au printemps et en été. Il n'a pas d'impact connu sur le rendement de l'argousier.

Chenille à tente estivale (Fall webworm)

Hyphantria cunea (Drury) (Lepidoptera : Arctiidae)

La chenille à tente estivale est très poilue; les longs poils blancs soyeux (**Photo 52**) sont insérés sur des verrues jaunâtres. Sa coloration générale est extrêmement variable. Son dos est garni d'une bande médiane pâle. La chenille atteint jusqu'à 25 mm de longueur à maturité. Il s'agit d'une espèce commune qui produit une génération par année et qui se nourrit sur une grande variété d'arbres et arbustes feuillus. Les chenilles vivent en groupe dans une tente tissée de soie qui s'agrandit au fur et à mesure que la défoliation progresse et qui peut recouvrir des branches entières. La défoliation est parfois spectaculaire, mais sans impact important pour la survie de l'argousier.

Arpenteuse cornue (ou phalène du bouleau) (Cleft-headed looper)

Biston betularia L. (Lepidoptera : Geometridae)

Les chenilles de type arpenteuse possèdent deux paires de fausses-pattes. Elles se déplacent de façon caractéristique en arquant le milieu du corps. Leur corps est nu, sans poils. La couleur de l'arpenteuse cornue varie de brunâtre à légèrement pourprée selon le stade. Deux protubérances ayant l'aspect d'oreilles de chat

ornent sa tête (**Photo 53**). La chenille atteint jusqu'à 60 mm de longueur à maturité. Lorsqu'elle est perturbée, l'arpenreuse cornue se raidit sur ses fausses-pattes pour se camoufler; elle ressemble alors à un bout de tige. Elle produit une génération par année et se nourrit, de juillet à la fin de septembre, du feuillage de plusieurs espèces d'arbres. Elle peut causer une défoliation visible mais sans grand impact sur le rendement.

Arpenreuse bossue de la pruche (Small engrailed)

Ectropis crepuscularia (Denis & Schiffermüller) (Lepidoptera : Geometridae)

L'arpenreuse bossue de la pruche est munie de deux paires de fausses-pattes. Sa tête est réduite et son corps épais, et elle est dépourvue de poils. Les jeunes chenilles sont brun foncé avec une marque blanche au-dessus de la première paire de fausses-pattes (**Photo 54**). Les chenilles matures prennent une coloration brun gris marbré avec des taches floues, rougeâtres en trapèze sur le dos. Elles atteignent jusqu'à 32 mm de longueur. La chenille se déplace de façon caractéristique en arquant le milieu du corps. Lorsque perturbée, elle se raidit sur ses fausses-pattes et ressemble à un bout de tige. Elle se nourrit du jeune feuillage et des boutons floraux de plusieurs espèces d'arbres et d'arbustes de la fin de mai jusqu'au début de septembre. L'arpenreuse produit deux générations par année. Généralement, elle n'affecte pas le rendement de l'argousier.

Spongieuse (Gypsy moth)

Lymantria dispar (Linné) (Lepidoptera : Lymantriidae)

La spongieuse est une chenille dont le corps est couvert de longs poils en touffes (**Photo 55**) portées par 11 paires de points ou tubercules dorsaux. Chez la jeune chenille, tous les points sont bleus. Chez les chenilles intermédiaires et matures, les cinq paires de points de la moitié antérieure sont bleus et les six paires de la partie postérieure sont rouges. Le dos noir de la jeune chenille devient gris à mesure qu'elle se développe. La chenille mature est gris moucheté, sa tête est pâle avec des mouchetures et des taches noires. Sa longueur peut atteindre 60 mm. La spongieuse produit une génération par année et se nourrit de nombreuses espèces d'arbres, conifères et feuillus. En grand nombre, elle peut causer, en été, une importante défoliation chez les jeunes arbres poussant sur des sites ensoleillés et dégagés.

Chenille à houppes blanches (Whitemarked tussock moth)

Orgyia leucostigma (J.E. Smith) (Lepidoptera : Lymantriidae)

La chenille à houppes blanches possède cinq paires de fausses-pattes. Sa tête est rouge orangé et son corps est jaune. Quatre touffes de poils jaunes denses, semblables à des brosses, ornent son dos (**Photo 56**). De plus, deux « pinceaux » noirs et un « pinceau » beige pointent vers l'avant et vers l'arrière respectivement. Deux tubercules rouges se trouvent sur la partie postérieure de son dos. À maturité, elle mesure jusqu'à 37 mm de longueur. Il y a une génération par année. De juillet à septembre, la chenille mange les feuilles de plusieurs espèces d'arbres ou arbustes, ne laissant que les nervures. Chez l'argousier, elle est généralement sans impact sur le rendement.

Orthosie verte (Speckled green fruitworm)

Orthosia hibisci (Guenée) (Lepidoptera : Noctuidae)

La chenille de l'orthosie verte possède cinq paires de fausses-pattes. La jeune chenille est vert feuille avec cinq lignes blanches distinctes : une ligne médiane sur le dos et deux de chaque côté du corps. À maturité, elle devient vert pomme avec de nombreux petits points blancs (**Photo 57**). Elle peut atteindre jusqu'à 40 mm de longueur. Il y a une génération par année. Active de la mi-mai à la fin d'août, la chenille mange les feuilles, les boutons floraux et les jeunes fruits de plusieurs essences d'arbres et arbustes fruitiers dont l'argousier. Elle n'a pas d'impact sur le rendement.

Fausse légionnaire (False armyworm)

Xylena nupera (Lintner) (Lepidoptera : Noctuidae)

Au premier stade larvaire, la fausse légionnaire possède trois paires de fausses-pattes, est de couleur jaunâtre garnie de petits points noirs portant chacun une soie noire. Aux stades larvaires suivants, elle est munie de cinq paires de fausses-pattes. Sa tête est jaune-vert, son dos est orné de trois étroites bandes longitudinales jaunâtres et de plusieurs paires de petits points blancs, et elle possède une large bande longitudinale blanche sur les côtés (**Photo 58**). À maturité, sa tête devient rousse et son dos brun, puis noir velouté, avec des bandes et des points jaunâtres plus accentués. Les stigmates (petites ouvertures situées sur les côtés de la larve et par lesquelles l'air pénètre) deviennent rouges, puis orangés; les bandes latérales deviennent surlignées d'une ligne noire. La larve atteint jusqu'à 60 mm de longueur à maturité. Il y a une génération par année. La chenille se nourrit de feuillage de

diverses plantes du début du printemps jusqu'à la fin de juin. Elle n'affecte pas le rendement de l'argousier.

Tordeuse à bandes obliques (Oblique banded leafroller)
Choristoneura rosaceana (Harris) (Lepidoptera : Tortricidae)

La chenille de la tordeuse à bandes obliques est munie de cinq paires de fausses-pattes, son corps est vert et sa tête noire (**Photo 59**). Elle peut atteindre une longueur de 25 mm à maturité. La chenille s'alimente de feuillage et de bourgeons. Lorsque dérangée, elle se tortille vigoureusement dans tous les sens. Elle est active de la mi-mai à la mi-juin et du début de juillet à la mi-septembre. Chez l'argousier, elle n'affecte pas le rendement.

Les moyens de lutte contre les ravageurs

Jusqu'à présent, aucun insecticide n'a encore été homologué pour la lutte chimique dans la culture de l'argousier. Toutefois, la présence d'ennemis naturels sur l'argousier contribue grandement à réduire les populations d'insectes et d'acariens nuisibles. Par ailleurs, une bonne gestion des mauvaises herbes peut limiter l'établissement et le développement de quelques ravageurs. En effet, certaines mauvaises herbes servent de sites d'hivernement ou de réservoirs d'infestation. La lutte mécanique peut également être utilisée à l'occasion. Par exemple, la coupe des branches infestées par la chenille à tente estivale permet de réduire fortement les populations de cet insecte.

Les insectes bénéfiques communément observés

Lors du dépistage, il est fréquent d'observer l'activité des ennemis naturels des ravageurs. Ces insectes auxiliaires forment deux groupes. Les prédateurs (adultes ou larves, ou les deux, selon les espèces) capturent et se nourrissent de plusieurs proies. En ce qui concerne les parasitoïdes, les femelles de plusieurs espèces de guêpes ou de mouches pondent leurs œufs dans l'hôte (œuf ou larve) ou sur celui-ci. La larve du parasitoïde se développe aux dépens de son hôte; elle s'en nourrit et il meurt.

Ces insectes bénéfiques sont de précieux alliés qui contribuent grandement à la lutte contre les insectes et acariens ravageurs; c'est pourquoi il est important de bien les reconnaître.

Les prédateurs

Punaise masquée (Two-spotted stink bug)

Perillus bioculatus (F.) (Hemiptera : Pentatomidae)

La larve et l'adulte de la punaise masquée se ressemblent, mais seul l'adulte a des ailes fonctionnelles. L'adulte mesure de 8,4 à 11 mm de longueur. C'est un insecte robuste au corps large, en forme de bouclier, de couleur noire garnie de rouge, d'orangé ou de crème (**Photo 60**). Sa tête étroite est noire, son thorax rouge possède deux taches noires. Un écusson triangulaire rouge avec une tache noire en forme de Y orne le centre de son dos. De couleur métallique, les œufs sont pondus sur le feuillage par groupes de 12 environ. Les jeunes larves, de forme arrondie, se déplacent très rapidement. Leur tête, leur thorax et leurs pattes sont noirs, alors que l'abdomen est rouge ou orangé avec des marques noires. Les larves et les adultes se nourrissent des œufs et des larves de chrysomèles et de lépidoptères. Insecte piqueur, la punaise masquée suce ses proies avec son fin bec articulé muni de stylets.

Chrysopes (Lacewings)

(Neuroptera : Chrysopidae)

Les chrysopes adultes possèdent de longues antennes, des yeux gros et luisants, un corps vert pâle et mesurent de 10 à 15 mm de long. Leurs ailes transparentes, finement réticulées et disposées en toit sur le dos, atteignant une envergure de 2,5 à 3 cm (**Photo 61**). Les œufs sont blancs, de forme elliptique et mesurent 1 mm de long. Ils sont fixés au bout d'un fil de soie dressé de 10 mm de long (**Photo 62**). Les larves ont un corps brun à rougeâtre, de forme allongée, leur abdomen se rétrécit vers l'extrémité (**Photo 61**). Elles mesurent de 7 à 10 mm de longueur. Elles possèdent trois paires de pattes bien développées et, devant la tête, une paire de mandibules acérées en forme de pinces permettant de capturer leurs proies et d'en aspirer le contenu. Seules les larves sont prédatrices. Voraces et très rapides, elles se nourrissent de pucerons, de cochenilles et d'autres insectes à corps mou. Les adultes se nourrissent de pollen, de nectar ou du miellat des pucerons.

Hémérobés (Brown lacewings)

(Neuroptera : Hemerobiidae)

Les hémérobés ressemblent fortement aux chrysopes, dont elles sont proches parents. Les adultes sont un peu plus petits que les chrysopes et légèrement velus,

et se distinguent par leur couleur beige à brun marron (**Photo 63**). L'œuf, ovale et de couleur beige, est déposé directement sur l'arbre ou la feuille hôte. Les larves, plus minces que celles des chrysopes, possèdent un corps fusiforme, mesurant de 4 à 7 mm de long. Seules les larves sont prédatrices; elles se nourrissent de pucerons et d'acariens. Les adultes se nourrissent de pollen, de nectar ou de miellat.

Cantharides (Soldier beetles)
(Coleoptera : Cantharidae)

Les cantharides sont des insectes au corps allongé, mince et plat, de 10 à 15 mm de long. Elles sont de couleur noire et jaune, orange ou rouge et possèdent de longues antennes filiformes (**Photo 64**). Très différentes, les larves sont allongées et cylindriques; elles mesurent de 5 à 20 mm de long et possèdent trois paires de pattes. Larves et adultes sont prédateurs. Les adultes, actifs sur les arbres, se nourrissent de pucerons, de cochenilles et d'autres insectes minuscules à corps mou, ainsi que de pollen et de nectar. Les larves vivent dans le sol et mangent des œufs et des larves d'insectes.

Carabes (Ground beetles)
(Coleoptera : Carabidae)

Les carabes sont des insectes au corps allongé, légèrement aplati avec de longues pattes. Ils mesurent de 10 à 25 mm de long et sont verts, bruns ou noirs, parfois bleu-violet métallique (**Photo 65**). Leur tête est plus étroite que le prothorax qui est bien distinct. Les yeux sont exorbités, les antennes filiformes et les mandibules proéminentes. Les larves, allongées et segmentées, sont de couleur foncée et mesurent de 2 à 50 mm de long. Elles possèdent trois paires de pattes, sont actives et se déplacent rapidement sur le sol. Larves et adultes sont prédateurs. Souvent inactifs et cachés le jour, surtout actifs la nuit, ils se nourrissent de chenilles, de pucerons et d'autres insectes à corps mou ainsi que de limaces.

Coccinelles (Ladybird beetles)
(Coleoptera : Coccinellidae)

Chez les coccinelles, larves et adultes sont très différents. Un stade pupa, intermédiaire entre la larve et l'adulte, peut aussi être observé sur les plantes. La coccinelle adulte a une forme arrondie, un peu comme une tortue. Selon l'espèce, elle mesure de 5 à 10 mm de long et sa coloration est rouge, jaune, brune ou orangée avec des bandes, des taches rondes ou des points noirs, ou encore noire

avec des taches rouges. Jaunes ou orangés, les œufs sont généralement pondus en petites masses de 10 à 20 œufs, parfois plus, et mesurent environ 1 mm de long (**Photo 66**). Les larves sont allongées, amincies vers l'extrémité de l'abdomen, un peu en forme d'alligator. Elles mesurent de 3 à 5 mm à l'éclosion. Leur coloration est noire ou gris-bleu foncé avec des taches ou des lignes jaunes ou orangées qui s'accroissent au fil de leur développement. Elles portent des soies ou des épines érigées sur le dos et possèdent trois paires de pattes bien développées (**Photo 67**). Des différences importantes sont observées relativement à la couleur, aux soies et aux épines selon les espèces, mais la forme est toujours semblable. Les pupes ressemblent peu aux larves. Fixées sur le feuillage, elles réagissent au toucher (**Photo 68**).

Adultes et larves sont prédateurs. Ils sont voraces, pouvant éliminer de grandes quantités de pucerons. Ils sont parmi les insectes les plus bénéfiques. Leurs proies sont les pucerons, les cochenilles, les œufs et petites larves d'insectes, et les acariens.

- Coccinelle à 14 points (Fourteen-spotted lady beetle)
Propylea quatuordecimpunctata L.

L'adulte est de forme bombée, jaune et noir avec un patron en forme de damier. Il mesure 5-6 mm de long (**Photo 69**). La larve peut atteindre 10 à 12 mm de long à maturité.

- Coccinelle maculée (Twelve spotted ladybird beetle)
Coleomegilla maculata lengi Timberlake

L'adulte, de forme ovale plutôt aplatie, est rouge ou rose foncé tacheté de noir. Il mesure 5-6 mm de long (**Photo 70**). La larve est de couleur foncée avec de fines lignes et points jaunâtres. Elle mesure 10 à 12 mm à maturité.

- Coccinelle à sept points (Seven-spotted lady beetle)
Coccinella septempunctata L.

L'adulte est orangé avec sept taches noires et a 7-8 mm de longueur (**Photo 71**). La larve bleu-gris porte des séries de deux points jaunes sur les côtés et peut atteindre 10 à 14 mm de longueur à maturité.

- Coccinelle asiatique (Multicolored asian lady beetle)
Harmonia axyridis (Pallas)

De couleur variable, l'adulte est le plus souvent rouge ou orangé avec de nombreux points noirs. Il mesure mesure 8 à 10 mm de long (**Photo 72**). La

larve, de couleur foncée, possède des épines très évidentes et deux bandes jaune orangé sur le dos (**Photo 67**). Elle mesure 14 à 18 mm de long à maturité.

Syrphes (Hoverflies)
(Diptera : Syrphidae)

Chez les syrphes, larves et adultes sont très différents. Le syrphe adulte est une mouche aux yeux proéminents qui ressemble à une guêpe, mais qui possède une seule paire d'ailes et des antennes courtes. Il mesure de 8 à 15 mm de long, est jaune, brun-noir ou orangé avec souvent l'abdomen rayé (**Photo 73**). C'est un insecte pollinisateur, non prédateur. La larve est vermiforme, sans tête distincte ni pattes, de couleur jaune verdâtre à brunâtre ou rougeâtre, ressemblant vaguement à une petite limace. Elle mesure de 8 à 12 mm de long et est souvent observée dans une colonie de pucerons (**Photo 74**). Prédatrices, les larves se nourrissent de pucerons, de cochenilles et de petits insectes à corps mou.

Cécidomyies (gall midges)
(Diptera : Cecidomyiidae)

Larves et adultes de cécidomyies sont très différents. Moucherons souvent orangés ressemblant à un minuscule moustique avec des pattes longues et fines, les adultes ont des antennes longues et noduleuses et deux ailes étroites. D'une longueur d'environ 1,5 mm, ils sont rarement observés.

Les œufs ovales, de couleur orangée, mesurant 0,1 mm sur 0,3 mm et sont pondus près des colonies de pucerons. Les larves, des asticots ou petits vers sans pattes, mesurent de 1,5 à 2 mm de long à maturité. Elles sont de couleur jaune à orangée (**Photo 75**). Les larves de quelques espèces sont prédatrices de pucerons et d'acariens.

Les parasitoïdes

Braconides (Braconids)

(Hymenoptera : Braconidae)

et

Ichneumonides (Ichneumons)

(Hymenoptera : Ichneumonidae)

Larves et adultes des guêpes parasitoïdes sont très différents. De taille variant de 1 à 40 mm de long selon l'espèce, les guêpes parasitoïdes possèdent deux paires d'ailes membraneuses d'inégale longueur, de longues antennes et un abdomen bien distinct du thorax (**Photo 76**). L'abdomen est muni, à son extrémité, d'un ovipositeur, organe de ponte parfois long et fin, bien visible, que la guêpe utilise pour piquer son hôte et pondre ses œufs, parasitant ainsi les hôtes un à un. Les braconides sont de petits insectes (de 15 mm de long tout au plus) (**Photo 76**). Ils parasitent donc de plus petits hôtes (comme les pucerons) que les ichneumons qui peuvent atteindre 40 mm.

Les hôtes parasités sont les pucerons, les larves de lépidoptères, de mouches et de coléoptères. L'œuf pondu dans l'hôte par le parasitoïde se transforme en larve qui se développe en se nourrissant des tissus internes de l'hôte, entraînant ainsi sa mort. Les pucerons parasités deviennent momifiés (**Photo 77**) ou noircis. Chez d'autres hôtes, il y a formation d'un cocon soyeux de forme cylindrique à la surface du corps de l'hôte (**Photo 78**).

Tachinides (Tachinid flies)

(Diptera : Tachinidae)

Larves et adultes tachinides sont très distincts. Les adultes ressemblent à une mouche domestique, mais plus poilue. Ils mesurent plus de 10 mm de longueur, sont gris, bruns ou noirs avec des marques blanches (**Photo 79**). Les larves, observables uniquement à l'intérieur de l'hôte, sont des asticots blancs ou jaunes mesurant de 6 à 25 mm de long. Sans tête différenciée et sans pattes, leurs extrémités sont rétrécies.

Selon les espèces, les œufs sont pondus sur le corps de l'hôte (**Photo 80**) ou à l'intérieur de ce dernier. Des larves de plusieurs espèces de lépidoptères (chenille à

tente, livrée, spongieuse, vers gris), de coléoptères et de sauterelles servent d'hôtes aux tachinides. Les larves du parasitoïde complètent leur développement en se nourrissant de leur hôte. Elles se transforment ensuite en pupes rigides, de couleur brune et sont immobiles.

Photo 33



Carl Boivin, IRDA

Pourriture brune des fruits

Photo 34



Carl Boivin, IRDA

Fruits affectés par l'antracnose

Photo 35



Carl Boivin, IRDA

Fruit affecté par la moisissure grise

Photo 36



Carl Boivin, IRDA

Fruit affecté par la moisissure grise, momifié

Photo 37



Carl Boivin, IRDA

Symptômes de flétrissement pouvant être causés par *Verticillium*, *Rhizoctonia* ou un stress hydrique

Photo 38



Carl Boivin, IRDA

Rameau dont les vaisseaux conducteurs sont affectés par *Verticillium*

La culture de l'argousier

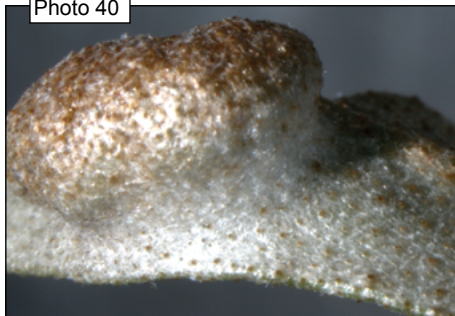
Photo 39



Carl Boivin, IRDA

Exemple de chancre pouvant être causé par *Cytospora* ou *Phomopsis*

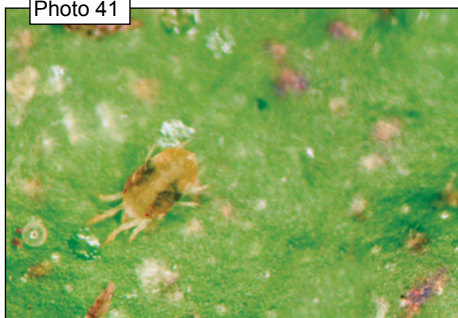
Photo 40



Willem N. Ellis (www.bladmineerders.nl)

Galle formée par l'acarien *Aceria hippophaena*

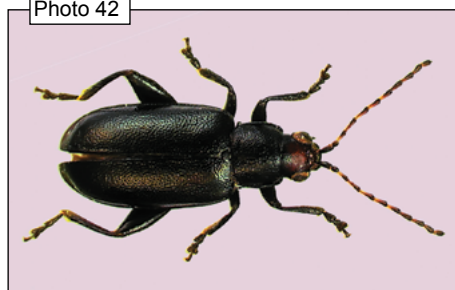
Photo 41



Mario Fréchette, MAPAQ

Tétranyque à deux points (adulte)

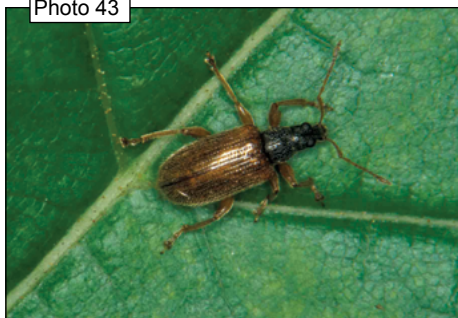
Photo 42



Jean-François Landry, AAC

Altise à tête rouge (adulte)

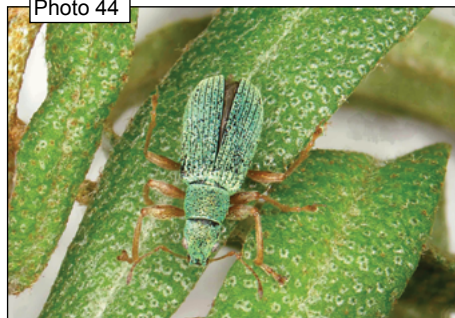
Photo 43



Lina Breton, MRNF

Charançon radicicole européen (adulte)

Photo 44



Olivier Lalonde, MAPAQ

Charançon vert pâle (adulte)

Photo 45



Olivier Lalonde, MAPAQ

Taupin (adulte)

Photo 46



Olivier Lalonde, MAPAQ

Pentatomidé (ou punaise puante) (adulte)

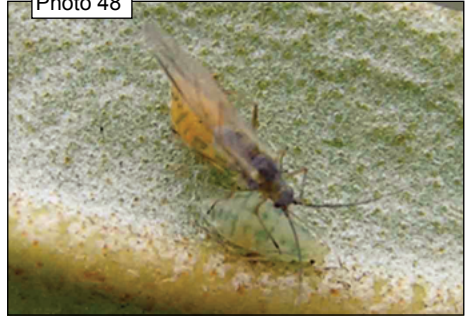
Photo 47



Olivier Lalonde, MAPAQ

Punaise quadrilignée (adulte)

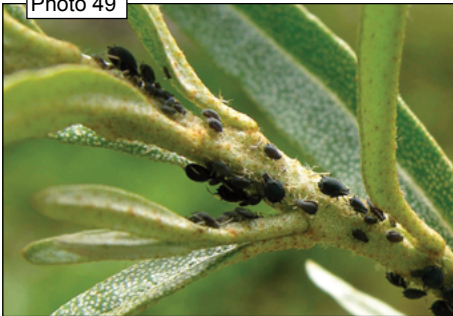
Photo 48



Carl Boivin, IRDA

Puceron de l'argousier (non ailé et ailé)

Photo 49



Carl Boivin, IRDA

Puceron noir de la fève (colonie)

Photo 50



Henri Goulet, AAC

Écume dans laquelle vit la larve du cercope des prés

La culture de l'argousier

Photo 51



Olivier Lalonde, MAPAQ

Cercope des prés (adulte)

Photo 52



Carl Boivin, IRDA

Chenille à tente estivale

Photo 53



Michèle Roy, MAPAQ

Arpenreuse cornue (chenille)

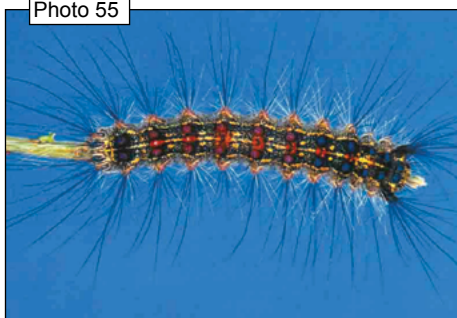
Photo 54



Michèle Roy, MAPAQ

Arpenreuse bossue de la pruche (chenille)

Photo 55



Michèle Roy, MAPAQ

Spongieuse (chenille)

Photo 56



Michèle Roy, MAPAQ

Chenille à houppes blanches

Photo 57



Michèle Roy, MAPAQ

Orthosie verte (chenille)

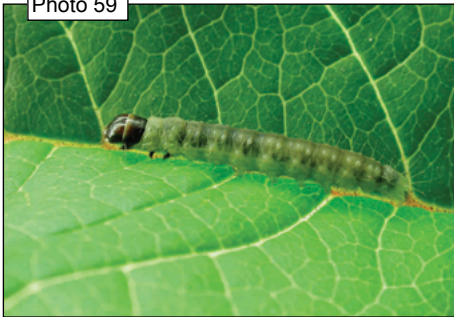
Photo 58



Michèle Roy, MAPAQ

Fausse légionnaire (chenille)

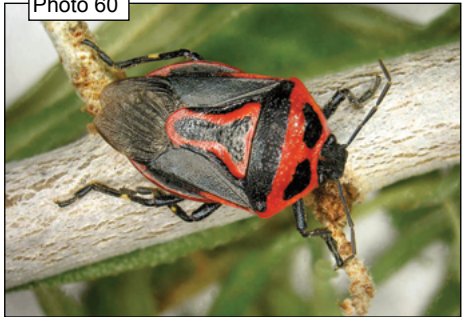
Photo 59



Nathalie Laplante, MAPAQ

Tordeuse à bandes obliques (chenille)

Photo 60



Olivier Lalonde, MAPAQ

Punaise masquée (adulte)

Photo 61



Bernard Drouin, MAPAQ

Chrysope (larve et adulte)

Photo 62



Bernard Drouin, MAPAQ

Chrysope (oeuf)

La culture de l'argousier

Photo 63



Olivier Lalonde, MAPAQ

Hémérobe (adulte)

Photo 64



Audrey Roy, MAPAQ

Cantharide (adulte)

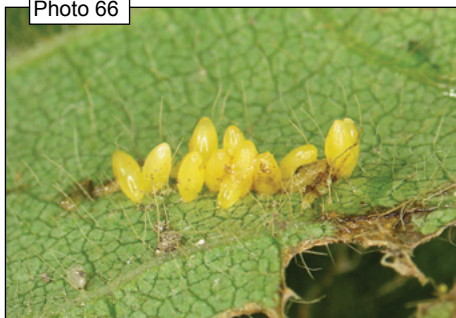
Photo 65



Olivier Lalonde, MAPAQ

Carabe (adulte)

Photo 66



Olivier Lalonde, MAPAQ

Masse d'œufs de coccinelle

Photo 67



Henri Goulet, AAC

Coccinelle asiatique (larve)

Photo 68



Henri Goulet, AAC

Coccinelle (pupe)

Photo 69



Olivier Lalonde, MAPAQ

Coccinelle à 14 points (adulte)

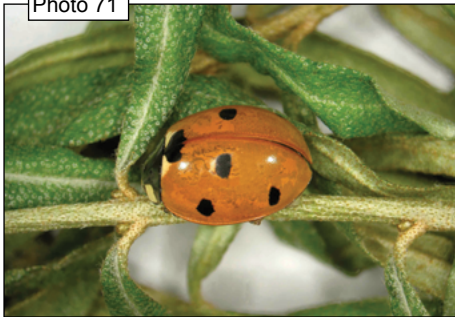
Photo 70



Olivier Lalonde, MAPAQ

Coccinelle maculée (adulte)

Photo 71



Olivier Lalonde, MAPAQ

Coccinelle à sept points (adulte)

Photo 72



Olivier Lalonde, MAPAQ

Coccinelle asiatique (adulte)

Photo 73



Audrey Roy, MAPAQ

Syrphe (adulte)

Photo 74

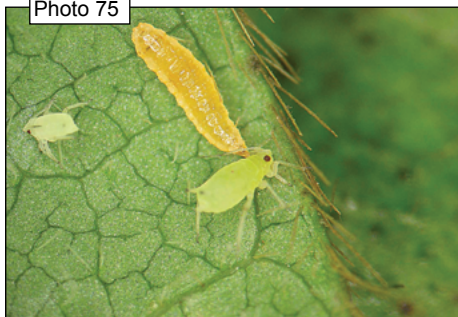


Audrey Roy, MAPAQ

Syrphe (larve)

La culture de l'argousier

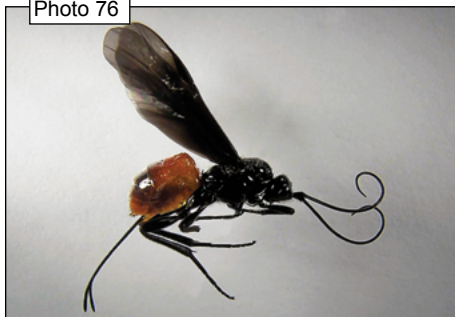
Photo 75



Olivier Lalonde, MAPAQ

Cécidomyie (larve)

Photo 76



Olivier Lalonde, MAPAQ

Guêpe braconide (adulte)

Photo 77



Jeanne Camirand, MAPAQ

Puceron momifié

Photo 78



Nathalie Laplante, MAPAQ

Cocon d'ichneumon

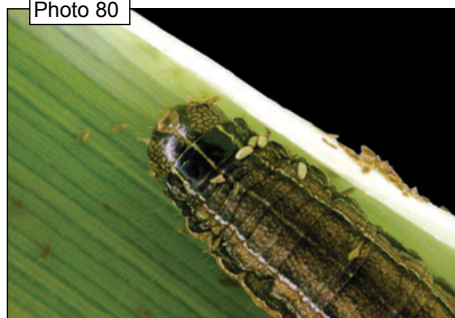
Photo 79



Olivier Lalonde, MAPAQ

Mouche tachinide (adulte)

Photo 80



Mélessa Duval, MAPAQ

Œufs de tachinide pondus sur une chenille de noctuelle

LA RÉCOLTE

La problématique de la récolte

La récolte des fruits est un véritable défi dans la culture de l'argousier. De petite dimension, les fruits, dont l'épiderme est mince, sont habituellement solidement attachés aux rameaux. En outre, selon le cultivar, les branches sont parfois très épineuses rendant la récolte encore plus difficile (**Photo 2**). Parmi les différentes méthodes utilisées pour récolter les fruits, certaines peuvent être dommageables pour ceux-ci et pour les branches, coûteuses et même peu efficaces.

Différents essais de récolte ont été effectués dans le cadre des projets de recherche et d'observation. Pour l'instant, la récolte par la taille des branches fructifères semble la méthode la plus accessible et la plus efficace dans le contexte québécois de production.

La récolte manuelle

En Russie et en Chine, les fruits sont le plus souvent récoltés à la main. Un ouvrier expérimenté peut récolter de 8 à 15 kg de fruits en une journée. Toutefois, la récolte manuelle endommage considérablement les fruits et exige une main-d'œuvre abondante. Elle peut représenter un coût excessif dans un contexte nord-américain.

Les fruits du cultivar 'Askola' par exemple sont très petits; il en faut environ 100 pour obtenir 25 g. Pour un rendement de 5 kg par plant, cela représente plus de 20 000 fruits à récolter. Il suffit de multiplier ce nombre par le nombre d'arbustes que compte la plantation pour réaliser l'ampleur de la tâche, d'autant plus que la fenêtre d'intervention pour la récolte est relativement courte et que les fruits fermentent rapidement une fois mûrs.

La récolte mécanique

La récolte mécanique consiste à secouer mécaniquement les branches fructifères afin d'en faire tomber les fruits. Cette technique occasionne souvent des bris aux branches et aux fruits, ce qui diminue la qualité de ces derniers. De plus, les fruits doivent être congelés dans les deux à trois heures suivant la récolte afin d'en limiter la dégradation.

Pour toutes ces raisons, cette méthode est actuellement peu intéressante. Cependant, elle pourrait le devenir si des équipements mieux adaptés étaient développés et que des cultivars dont les fruits se détachent plus facilement étaient disponibles. Au Canada, comme ailleurs dans le monde, des recherches sont effectuées pour mettre au point des récolteuses mécaniques qui utilisent ce principe ou pour améliorer celles déjà développées. Toutefois, les entreprises québécoises, caractérisées par des superficies en argousiers généralement petites, ont des possibilités limitées de rentabiliser l'acquisition d'équipement spécialisé et généralement coûteux.

La récolte par la taille des branches fructifères

Comme les fruits de l'argousier se récoltent difficilement par les méthodes habituelles, une technique de récolte par la taille des branches fructifères a été développée en Allemagne, il y a plusieurs années. Actuellement, elle est la méthode la plus accessible et la plus efficace dans le contexte québécois de production. La récolte est suivie de la congélation, du battage et de l'effeuillage des fruits. Cette pratique exige cependant l'enlèvement d'une quantité importante de branches à une période où l'arbuste devrait commencer à aoûter. D'ailleurs, en arboriculture fruitière, il est généralement déconseillé d'enlever plus de 30 % du matériel végétal chaque année. Ainsi, la taille des branches en août et en septembre peut être risquée pour le plant. Au moment de la récolte, l'argousier a terminé sa croissance végétative et ses bourgeons sont pratiquement formés pour l'année suivante. Éliminer un pourcentage important des parties aériennes alors que les conditions extérieures sont encore propices à la croissance risque d'entraîner chez l'arbrisseau une succession de réactions physiologiques pouvant mener à sa perte. Les bourgeons risquent de débourrer et la croissance qui s'ensuit expose le plant à des dégâts causés par le gel. Ce risque est particulièrement important lorsque la récolte est effectuée hâtivement.

La récolte par la taille des branches fructifères doit donc être utilisée avec prudence. Il existe un grand nombre de cultivars et ces derniers peuvent répondre différemment à cette pratique. C'est pourquoi il est préférable de tester d'abord cette méthode de récolte sur un nombre restreint de plants afin de s'assurer qu'elle est appropriée au cultivar en question. De plus, des essais à petite échelle permettent de mieux maîtriser les techniques liées à la taille des branches fructifères. Par la suite, il sera possible d'envisager l'utilisation de cette technique pour de plus grandes superficies.

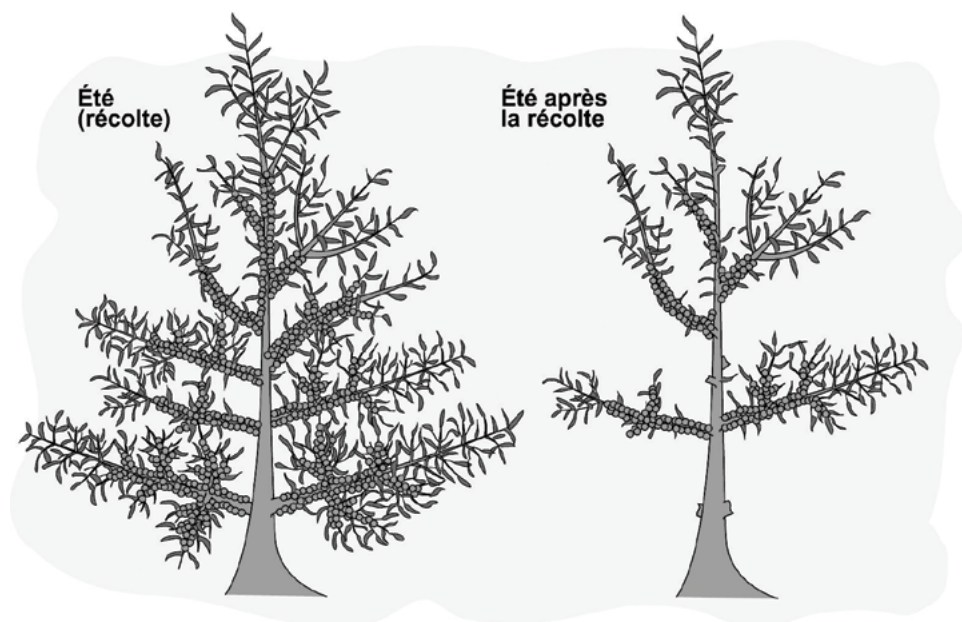
L'argousier initie cependant ses bourgeons floraux l'année précédant sa mise à fruit. Conséquemment, les fruits sont produits sur le bois âgé de deux ans. Le plant dont la récolte est effectuée par la taille des branches produira des fruits annuellement ou à un intervalle de deux ou trois ans selon le type de récolte (50 ou 100 % des branches) et la vigueur du cultivar.

Par ailleurs, la récolte par la taille des branches fructifères permet un renouvellement végétatif. En effet, la production fructifère d'un argousier « laissé à lui-même » est de plus en plus éloignée du centre du plant qui, par manque de lumière, devient dépourvu de fruits et souvent de feuilles. L'élagage naturel de la plante lui permet de mettre son énergie à poursuivre sa croissance et à occuper le plus d'espace possible.

Deux approches de récolte par la taille des branches fructifères

La récolte de type « axe central ou à 50 % »

La récolte de type « axe central ou à 50 % » s'effectue de façon à laisser un ou quelques axes centraux au plant. La proportion des branches fructifères taillées représente environ 50 % du volume de fruits produit (Figure 3, **Photos 81 et 82**). Ce type d'intervention permet d'obtenir une production fruitière plus régulière d'une saison à l'autre. Toutefois, il peut devenir difficile de maintenir, au fil des années, un équilibre dans la structure du plant, car ce dernier produira beaucoup de ramifications.

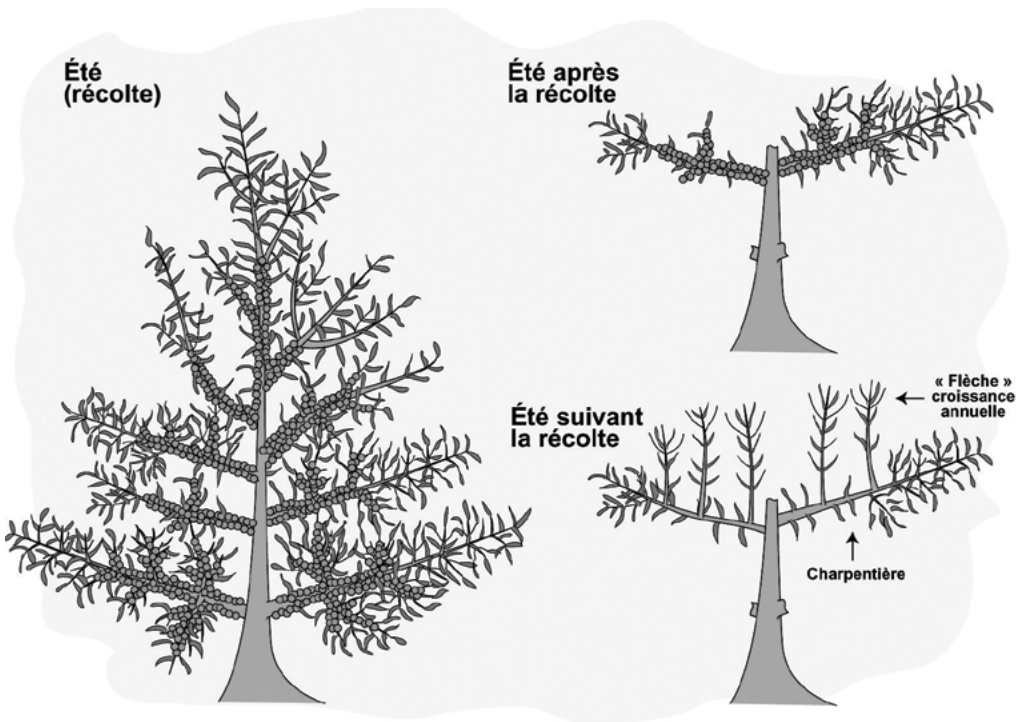


Source : Frédérique Maranda, IRDA

Figure 3. Représentation schématique d'une récolte de type « axe central ou à 50 % »

La récolte de type « renouvellement végétatif ou à 100 % »

Avec la récolte de type « renouvellement végétatif ou à 100 % », la proportion des branches taillées représente près de 100 % du volume de fruits produit par l'arbrisseau. La figure 4 montre un argousier avant et immédiatement après la récolte à 100 %, ainsi qu'à la saison suivante. Cette technique favorise le renouvellement végétatif du plant. Toutefois, il n'y a pas de production fruitière l'année qui suit. Pour ce type de récolte, il est important de considérer les notions de tire-sève, de branche charpentière et de flèche ou croissance annuelle.

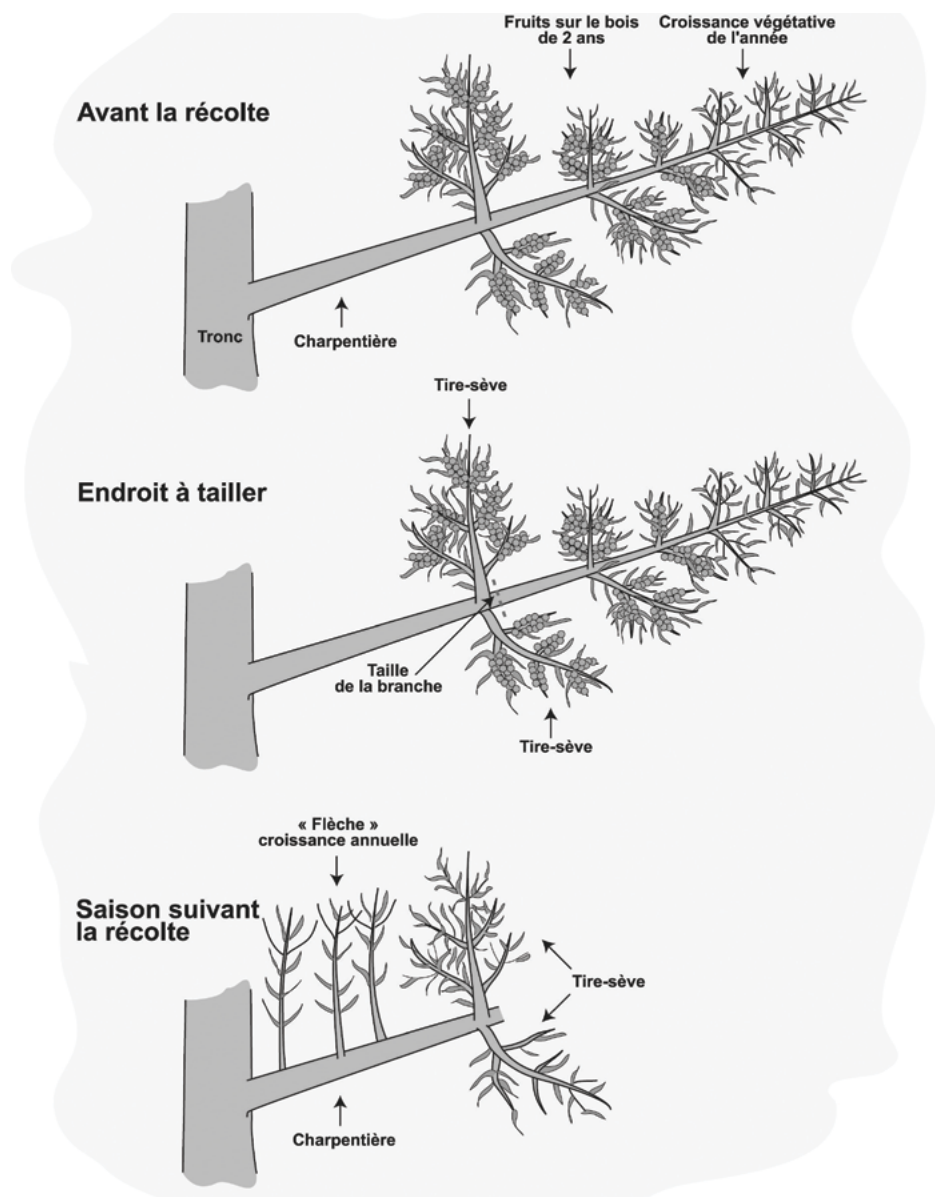


Source : Frédérique Maranda, IRDA

Figure 4. Représentation schématique d'une récolte de type « renouvellement végétatif ou à 100 % » et comportement du plant l'été suivant

Tire-sève

Le tire-sève est défini comme une partie de branche conservée pour favoriser différentes fonctions physiologiques du plant. À la suite de la taille, le tire-sève se situe à l'extrémité de la branche et permet de maintenir la circulation de la sève dans cette dernière durant le reste de l'été et pendant l'automne (Figure 5). De cette façon, le risque associé au débourrement des bourgeons nouvellement formés sur la partie restante de la branche se trouve diminué. Le tire-sève sert aussi à augmenter les chances de survie de la branche au printemps suivant, en permettant la circulation de la sève.



Source : Frédérique Maranda, IRDA

Figure 5. Représentation schématique de la taille d'une branche fructifère, de façon à laisser un tire-sève, et impacts sur la croissance végétative du plant l'été suivant la taille

Branche charpentière

Les charpentières tendent vers l'horizontale avec un angle d'environ 45° vers le haut par rapport au tronc (Figures 4 et 5). Ce sont ces branches qui portent les fruits. Elles doivent être situées à une distance suffisamment élevée par rapport au sol afin de diminuer les risques de blessures occasionnées par la fonte de la neige. En fait, une fois que les branches situées près du sol ont produit des fruits, elles peuvent être coupées afin de dégager le bas du tronc. Aussi, elles devraient de préférence ne pas être trop longues, car une charpentière longue est davantage exposée à ces bris.

Flèche ou croissance annuelle

La pousse de flèches annuelles est une réaction du plant au printemps qui suit l'enlèvement d'une importante partie de ses branches secondaires lors de la récolte. Les flèches sont situées sur les charpentières et sont plus ou moins nombreuses selon la longueur de celles-ci et l'importance du tire-sève (Figure 5). Si ce dernier est trop long, le développement végétatif sera moins important sur la charpentière.

Sur la figure 4, l'axe central du plant a été coupé. Au printemps suivant la taille, les flèches (ou croissances annuelles) permettent un renouvellement végétatif; éventuellement, elles porteront des fruits. Entre-temps, les fruits produits par les tire-sève pourront être récoltés. Les **photos 83, 84 et 85** montrent également ces étapes associées à la taille.

La congélation et le battage des fruits

Pour détacher facilement les fruits, les branches doivent être préalablement congelées à une température suffisamment basse pour que les fruits soient très durs. Certains producteurs allemands congèlent les branches fructifères à -25 °C pour une période de deux semaines et augmentent par la suite la température à -20 °C. Les fruits bien congelés peuvent facilement être détachés des branches par battage. Ce travail peut être fait manuellement, mais une « batteuse » a été développée dans l'Ouest canadien (**Photo 86**). Elle peut s'avérer utile si le volume de branches à battre est important. Les branches insérées à une extrémité de la machine sont entraînées par une succession de rouleaux métalliques disposés en quinconce et munis de « doigts » (**Photos 87 et 88**). Les fruits sont ainsi détachés et récupérés sous la batteuse (**Photo 89**) et les branches sortent à l'autre extrémité de la machine (**Photo 90**).

Le battage doit être effectué à basse température, car les fruits doivent demeurer congelés pendant ces manipulations. Ils décongèlent rapidement lorsque la température de l'air augmente. Des fruits mous se brisent plus facilement, ce qui favorise leur adhérence aux feuilles et complique l'opération.

Le nettoyage des fruits

Le battage a pour effet de détacher non seulement les fruits, mais également des feuilles. Certains producteurs possèdent une « effeuilleuse » qui nettoie efficacement les fruits. Cet équipement permet d'enlever les feuilles à l'aide d'un courant d'air, les fruits avançant sur un plateau incliné troué pour laisser passer l'air qui sépare les feuilles des fruits (**Photo 91**).

Photo 81



Carl Boivin, IRDA

Argousier avant la récolte des fruits par la taille de 50 % des branches fructifères

Photo 82



Carl Boivin, IRDA

Argousier (même plant qu'à la photo 81) après la récolte des fruits par la taille de 50 % des branches fructifères

Photo 83



Carl Boivin, IRDA

Argousier avant la récolte des fruits par la taille de 100 % des branches fructifères

Photo 84

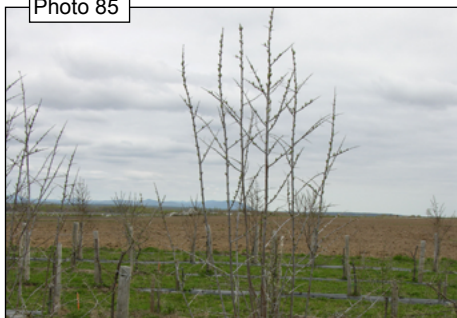


Carl Boivin, IRDA

Argousier (même plant qu'à la photo 83) après la récolte des fruits par la taille de 100 % des branches fructifères

La culture de l'argousier

Photo 85



Carl Boivin, IRDA

Argousier avec flèches au printemps suivant la taille

Photo 86



Carl Boivin, IRDA

Batteuse développée dans l'Ouest canadien

Photo 87



Carl Boivin, IRDA

Rouleaux métalliques de la batteuse munis de « doigts »

Photo 88



Carl Boivin, IRDA

Rouleaux métalliques de la batteuse munis de « doigts » (détail)

Photo 89



Carl Boivin, IRDA

Bac dans lequel sont recueillis les fruits pendant le battage

Photo 90



Carl Boivin, IRDA

Récupération des branches à une extrémité de l'appareil après le battage

Photo 91



Carl Boivin, IRDA

Appareil qui sépare les feuilles des fruits

ASPECTS ÉCONOMIQUES

Le contexte général

La production de fruits d'argousier est relativement peu développée au Québec. Le volume de fruits produit n'étant pas assez important et régulier, il est difficile d'en faire la mise en marché. C'est d'ailleurs un élément majeur qui limite l'expansion de cette production à l'échelle québécoise.

Il est important de noter que, dans bien des cas, l'argousier est cultivé en complément à d'autres types de productions ou sources de revenus qui assurent la rentabilité de l'entreprise. Du moins, la production de fruits d'argousier n'est pas la principale source de revenus du producteur. Il existe donc une certaine hétérogénéité entre les fermes en ce qui a trait à cette production. Il n'y a pas de ferme type.

Le budget proposé

Dans ce contexte de production marginale, un budget sommaire pour 1 hectare, comprenant les charges variables, est proposé (Tableau 7). Il ne s'agit pas d'un budget d'entreprise. Il tente de refléter la réalité telle qu'elle est. Il est à noter que ce budget présente les résultats probables d'un modèle d'entreprise obtenant une efficacité technique et économique de production satisfaisante dans le contexte des prix qui prévalaient au moment de la rédaction. L'utilisateur doit l'adapter à chaque situation. Ce budget n'a pas été établi à partir d'une enquête effectuée auprès de producteurs sur leurs coûts de production.

Tableau 7. Budget sommaire pour 1 hectare de culture d'argousier

	Année	0	1	2	3	4
		Préparation	Plantation	Croissance	Récolte (1 ^{re})	Récolte (2 ^e)
Produits						
Fruits (\$)		0	0	0	5 658	25 458
Charges variables						
Approvisionnement						
Engrais vert		58	-	-	-	-
Herbicide		69	-	-	-	-
Plants		-	12 188	1 222	306	-
Irrigation (goutte-à-goutte)		-	1 774	-	-	-
Paillis de plastique et tuteurs		-	8 250	-	-	-
Contenants		-	-	-	6	29
Fertilisants		229	-	-	-	46
Total Approvisionnements		356	22 212	1 222	312	75
Opérations culturales						
Labour, semis et pulvérisation		33	-	-	-	-
Hersage		12	6	-	-	-
Épandage d'engrais		1	-	-	-	3
Installation paillis et goutte-à-goutte		-	10	-	-	-
Irrigation		-	28	28	28	28
Tonte		-	-	33	33	33
Effeuilage		-	-	-	1	1
Total Opérations culturales		46	44	61	62	65
Mise en marché						
Congélation		-	-	-	199	897
Total Mise en marché		0	0	0	199	897
Autre coûts						
Main-d'œuvre (11 \$/h)						
Plantation		-	275	33	7	-
Désherbage		-	66	66	-	-
Taille		-	-	66	-	-
Récolte et taille		-	-	-	66	209
Battage et effeuillage		-	-	-	88	319
Entretien et réparation (goutte-à-goutte)						
		-	106	106	106	106
Intérêt sur financement à court terme						
		-	-	-	31	63
Total Autres coûts		0	447	271	298	697
Total Charges variables		402	22 703	1 554	871	1 734
Marge sur charges variables		-402	-22 703	-1 554	4 787	23 724

5	6	7	8	9	10	Année
Croissance	Croissance	Récolte (3 ^e)	Croissance	Croissance	Récolte (4 ^e)	
0	0	38 183	0	0	38 183	Produits Fruits (\$)
						Charges variables
						Approvisionnements
-	-	-	-	-	-	Engrais vert
-	-	-	-	-	-	Herbicide
-	-	-	-	-	-	Plants
-	-	-	-	-	-	Irrigation (goutte-à-goutte)
-	-	-	-	-	-	Paillis de plastique et tuteurs
-	-	43	-	-	43	Contenants
30	30	46	30	30	46	Fertilisants
30	30	89	30	30	89	Total Approvisionnements
						Opérations culturales
-	-	-	-	-	-	Labour, semis et pulvérisation
-	-	-	-	-	-	Hersage
1	1	3	1	1	3	Épandage d'engrais
						Installation paillis et goutte-à-goutte
22	22	28	22	22	28	Irrigation
33	33	33	33	33	33	Tonte
-	-	1	-	-	1	Effeuilage
56	56	65	56	56	65	Total Opérations culturales
						Mise en marché
-	-	1 345	-	-	1 345	Congélation
0	0	1 345	0	0	1 345	Total Mise en marché
						Autre coûts
						Main-d'œuvre (11 \$/h)
-	-	-	-	-	-	Plantation
-	-	-	-	-	-	Désherbage
66	66	-	66	66	-	Taille
-	-	209	-	-	209	Récolte et taille
-	-	385	-	-	385	Battage et effeuillage
106	106	106	106	106	106	Entretien et réparation (goutte-à-goutte)
-	-	83	-	-	83	Intérêt sur financement à court terme
172	172	783	172	172	783	Total Autres coûts
258	258	2 282	258	258	2 282	Total Charges variables
-258	-258	35 901	-258	-258	35 901	Marge sur charges variables

Le système de production

Le budget reflète les coûts relatifs à 1 hectare en production sur lequel 1 875 plants ont été mis en terre. Idéalement, cette culture doit se pratiquer sur un sol léger avec un pH de 6,0 à 6,5. Un sol bien drainé et irrigué est à privilégier. Les plants à racines nues sont mis en terre au printemps. La production fruitière commence généralement la deuxième année après la plantation si les plants sont vigoureux. L'espacement entre les rangs est de 3,5 mètres et les plants sont distancés de 1,52 mètre sur le rang.

Ce budget tient compte d'une conduite de la culture qui n'est pas usuelle dans la production de petits fruits. Contrairement à la pratique de certains pays, la technique de récolte des fruits d'argousier à l'essai au Québec (taille des branches fructifères) entraîne une production aux deux ou trois ans, selon la vigueur du cultivar, et non annuellement. De plus, étant donné que cette méthode est actuellement en développement, les rendements pour l'année 7 et les suivantes ne sont pas encore déterminés. Il s'agit donc de situations hypothétiques dans le budget présenté.

La mise en marché

La mise en marché n'étant pas développée pour ce fruit, son expansion demeure grandement limitée pour l'instant. La vente sur le marché frais est quasi inexistante. Le producteur doit lui-même trouver des acheteurs et des débouchés. À l'heure actuelle, peu de fruits sont commercialisés à l'état frais. Dans la majorité des cas, les producteurs transforment eux-mêmes leur produit lorsqu'ils disposent des installations et des permis requis. Les principaux types de produits offerts à base d'argousier sont des savons, gelées, gâteaux, poudre, huiles, etc. (voir section « La mise en marché »). Dans ce budget, le prix retenu pour la vente de fruits congelés pour la mise en marché se situe aux alentours de 8,80 \$/kg.

Les dépenses

Les approvisionnements

Avant la mise en terre des plants, une année est requise pour la préparation du sol; un engrais vert est alors semé. Au printemps suivant, la plantation est faite à la main, après la pose du paillis de type forestier (polyéthylène noir). Le prix de détail retenu dans le présent budget est de 6,00 \$/plant. Toutefois, ce dernier peut être plus élevé si les plants sont commandés d'Europe par exemple. Un taux de remplacement des plants de 10 % est considéré pour la première année, soit celle suivant la plantation; il est de 2,5 % l'année suivante. Étant une plante fixatrice

d'azote, l'argousier n'est pas exigeant en cet élément. D'une façon générale, les besoins en fertilisation sont faibles pour cette culture au moment de l'implantation et durant les premières années de production. Au besoin, et selon les analyses de sol, de l'engrais peut être incorporé (voir section « La conduite de la culture »).

La main-d'œuvre

Étant donné que la production de l'argousier est faite à petite échelle, les besoins en main-d'œuvre ne sont pas très élevés. L'exploitant effectue la majeure partie des travaux lui-même. Il est important de noter que les coûts inclus dans le budget ne comprennent que la main-d'œuvre salariée. Tout le travail effectué par l'exploitant n'est pas comptabilisé. D'une façon générale, l'exploitant accapare entre la moitié et les deux tiers des heures requises pour les diverses opérations. Le reste est fait par les salariés. Le salaire horaire retenu, 11,00 \$/heure, comprend les charges sociales.

Le battage et le nettoyage

Le battage des fruits préalablement congelés doit se faire dans un endroit suffisamment froid pour éviter que les fruits ne décongèlent. Il peut être effectué manuellement ou avec un appareil (batteuse). Dans le budget présenté, les branches sont brassées manuellement pour en détacher les fruits. Cette opération est relativement simple et les fruits se détachent facilement. Le battage mécanique laisse parfois plus de petits résidus parmi les fruits. Ces deux façons de faire sont adéquates et relativement rapides, mais la batteuse est indispensable pour un grand volume de fruits. Il faut environ 50 heures pour battre 3 000 kg de fruits avec l'appareil qui coûte approximativement 5 000 \$.

Pour le nettoyage des fruits, une « effeuilleuse » est utilisée. Cet appareil est dans la plupart des cas fabriqué maison et représente un investissement d'environ 400 \$. La capacité de cette machine est plus élevée que celle de la batteuse; 14 heures sont nécessaires pour nettoyer 3 000 kg de fruits.

D'une manière générale, la production de l'argousier demande un investissement de près de 25 000 \$ pour les premières années, avant la première petite récolte. À cela s'ajoutent tous les frais fixes qui ne sont pas inclus dans ce budget à l'hectare, notamment l'entretien du fonds de terre. De plus, même si cette production semble rentable sur papier à long terme, encore faut-il établir son réseau de contacts et faire sa propre mise en marché. Il n'est pas facile de trouver des débouchés pour

ce produit à l'heure actuelle. Il est donc important de bien évaluer la situation de l'entreprise avant de se lancer dans cette production.

Pour plus d'information, le lecteur est invité à consulter le document Adgex 238/821b, *Argousier – Budget* de la collection des Références économiques du Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec (CRAAQ) (www.craaq.qc.ca/ReferencesEconomiques).

LA MISE EN MARCHÉ

L'offre

Le portrait du secteur

Actuellement, une quarantaine de producteurs répartis dans plusieurs régions du Québec cultivent l'argousier et le nombre total de plants est estimé à 70 000. Au début des années 2000, afin de favoriser le développement de cette industrie, des producteurs se sont regroupés pour fonder l'Association des producteurs d'argousier du Québec (APAQ). Pour le moment, le volume de fruits produit est plutôt faible lorsqu'il est comparé à ceux d'Europe et d'Asie. Toutefois, de plus en plus de produits à base de fruits de l'argousier sont offerts sur le marché, tels de la gelée, des jus, du savon et de la liqueur alcoolisée pour ne nommer que ceux-ci. Ces produits sont développés par les producteurs et sont disponibles dans des marchés publics, expositions agricoles, commerces locaux, à la ferme et même à la Société des alcools du Québec (SAQ).

La concurrence

Actuellement, l'envergure du marché est davantage d'ordre local. Une source importante de concurrence provient de l'offre qui existe déjà dans le marché des produits du terroir. En effet, les produits à base d'argousier doivent se démarquer des autres produits locaux. Une autre forme de concurrence est celle occasionnée par les autres fruits reconnus pour leurs propriétés nutritionnelles comme la canneberge. De plus, la concurrence doit aussi être considérée d'un point de vue mondial, car plusieurs produits à base d'argousier sont disponibles par importation et sont offerts à des prix abordables.

La demande

Les marchés actuels

Pour l'instant, la demande en produits à base d'argousier est relativement faible et provient essentiellement de la clientèle qui recherche des produits du terroir. Les différentes vitrines dont profite l'argousier depuis les dernières années ont permis de présenter aux consommateurs plusieurs produits à base de ce fruit. Les consommateurs qui fréquentent les foires commerciales et les expositions et le public qui recherche des produits du terroir sont les principaux clients. Il existe

aussi une demande de la part de certains chefs cuisiniers qui incorporent le fruit de l'argousier à leurs créations.

Les marchés potentiels

D'autres marchés permettant d'écouler de gros volumes de fruits restent à développer, soit ceux des produits nutraceutiques, cosmétiques et pharmaceutiques. D'ailleurs, à l'Institut des nutraceutiques et des aliments fonctionnels (INAF) de l'Université Laval, des travaux de recherche portent sur l'aspect nutraceutique des fruits de l'argousier. En Europe et en Asie, les différentes parties de la plante entrent dans la confection de produits utilisés pour la prévention et le traitement de différentes maladies tels les ulcères d'estomac, les troubles digestifs, les maladies cardiovasculaires, les brûlures et maladies de peau. Des recherches sont nécessaires pour démontrer certaines propriétés de l'argousier.

L'analyse des forces, faiblesses, opportunités et menaces

Les forces

- Le fruit possède des propriétés nutritionnelles intéressantes.
- Il existe une association de producteurs (APAQ).
- De la recherche et du développement sont effectués en ce qui a trait à la conduite de la culture, à la transformation et à la valorisation du fruit.

Les faiblesses

- L'argousier demeure peu connu du consommateur.
- La capacité de production est plutôt faible pour l'instant.
- Les sites de production sont dispersés.
- L'offre de produits est relativement faible.
- Les coûts de production demeurent élevés.

Les opportunités

- L'intérêt du consommateur pour les aliments riches en antioxydants et en vitamines, entre autres, est grandissant.
- Quoiqu'ils demeurent pour l'instant spéculatifs, les marchés des

pharmaceutiques, des cosmétiques et des nutraceutiques représentent des occasions d'affaires intéressantes.

Les menaces

- Les produits importés offerts sont très variés, accessibles et à prix abordable.
- En ce qui a trait à la qualité, la différenciation entre les produits québécois et ceux importés demeure difficile.
- La concurrence des autres produits du terroir est vive.

Dans l'ensemble, l'essor de l'industrie de l'argousier passe, entre autres, par le développement de son offre de produits, mais aussi par la qualité de ces derniers, leur prix et leur disponibilité. Les propriétés des produits gagneront aussi à être davantage connues du consommateur et des grandes compagnies. Au fur et à mesure que les différents marchés potentiels se développeront, la concurrence deviendra de plus en plus forte. Enfin, les volumes de fruits produits devront augmenter et les coûts de production diminuer.

RÉFÉRENCES

- Boivin, C. 2007. *L'influence de la régie d'irrigation, du cultivar et du type de paillis sur la disponibilité des nutriments : impacts sur la croissance végétative de six cultivars d'argousiers (Hippophae rhamnoides L.)*. Mémoire de maîtrise, Université Laval, Québec. 78 p.
- Boivin, C., H. Rousseau et A. Germain. 2007. *Régie des vergers*. Rapport, IRDA, Québec. 55 p.
- Charest, J. et S. Mantha. 2005. *La préparation du terrain*. Dans : L'implantation d'un verger de pommiers, volet 1. Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec. p. 7-8.
- CRAAQ. 2008. Agdex 238/821b, *Argousier-Budget*. Collection des Références économiques. Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec. Avril. 8 p.
- CRAAQ. 2003. *Guide de référence en fertilisation*, 1^{re} édition. Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec. p. 221
- Dommergues, Y., E. Duhoux et H.G. Diem. 1999. *Les arbres fixateurs d'azote*. Éditions Espaces 34, Montpellier. 499 p.
- Harrison, J.E. et T. Beveridge. 2002. *Fruit structure of Hippophae rhamnoides cv. Indian Summer (sea buckthorn)*. Can. J. Bot. 80 : 399-409.
- Li, T.S.C. et T.H.J. Beveridge. 2003. *Sea buckthorn (Hippophae rhamnoides L.): production and utilization*. NRC Research Press, Ottawa. 134 p.
- Li, T.S.C. et W.R. Schroeder. 1996. *Sea buckthorn (Hippophae rhamnoides L.): A multipurpose plant*. HortTechnology 6(4) : 370-380.
- Li, T.S.C. et B. Schroeder. 1999. *A growers guide to sea buckthorn*. Agriculture et Agroalimentaire Canada, Indian Head, Saskatchewan. 70 p.
- Mann, D.D., D.S. Petkau et W.R. Schroeder. 2001. *Removal of sea buckthorn (Hippophae rhamnoides L.) berries by shaking*. Can. Biosyst. Engineer. 43 : 2.23-2.28.

- Martel, S. 2004. *L'argousier une culture en développement*. Rapport, Université Laval, Québec. 46 p.
- Pesonen, H. 1999. *The seabuckthorn book*. Gummerus Printing, Jyväskylä, Finlande. 81 p.
- Rongsen, L. [s.d.]. *Seabuckthorn – A multipurpose plant for fragile mountains*. ICIMOD, Kathmandu, Népal. 64 p.
- Rousseau, H. 2002. *Développement des techniques de reproduction végétative et essais de cultivars d'argousiers*. Rapport projet # 0121, IRDA, Québec. 36 p.
- Rousseau, H. et D. Bergeron. 2003. *Introduction of seabuckthorn and research trials in the province of Quebec*. Proc. 1st Congress of the International Seabuckthorn Association, Berlin, Allemagne. p. 169-171.
- Singh, V., H. Kallio, R.C. Sawhney, R.K. Gupta, L. Rongsen, I.P. Eliseev, S.N. Khabarov, M.A. Korovina, G.M. Skuridin et N.S.H. Shchapov. 2003. *Seabuckthorn (Hippophae L.) a multipurpose wonder plant*. Vol. 1. Indus Publishing Company, New Delhi, Inde. 518 p.