



CIPRA

Centre informatique
de prévision des ravageurs
en agriculture

Guide des cultures



CIPRA

Centre informatique de prévision des ravageurs en agriculture

Dominique Plouffe (1)
Gaétan Bourgeois (1)
Nathalie Beaudry (1)
Gérald Chouinard (2)
Danielle Choquette (1)

1 AAC-CRD de Saint-Jean-sur-Richelieu (Québec)

2 Institut de recherche et de développement en agroenvironnement Inc., Saint-Bruno-de-Montarville (Québec)



CIPRA - Centre informatique de prévision des ravageurs en agriculture : guide des cultures

© Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, représentée par le ministre de l'Agriculture et de l'Agroalimentaire (2022).

N° de catalogue A42-119/2022F-PDF

ISBN 978-0-660-44197-9

No d'AAC 13122F

Issued also in English under the title

CIPRA - Computer Centre for Agricultural Pest Forecasting: Crop Guide

Pour de plus de détails, rendez-vous au www.agr.gc.ca ou composez sans frais le 1-855-773-0241.

CIPRA - Guide des cultures

AVERTISSEMENT

Les modèles mathématiques sont développés sous des conditions climatiques précises et dans des régions particulières. Avant d'utiliser un modèle qui n'a pas été validé dans une région, il devrait être testé sous les conditions locales durant quelques saisons afin de s'assurer qu'il s'appliquera à cette région. Certains modèles peuvent supposer la présence de conditions déterminées qui ne se retrouveront pas nécessairement partout. Il est donc important de comprendre que les modèles sont des outils d'aide à la prise de décision et doivent être utilisés conjointement avec les autres outils qui s'offrent aux intervenants en agriculture pour comprendre ce qui se passe au champ.

Remerciements

Les auteurs remercient sincèrement toutes les personnes qui ont travaillé et participé de façon active à la création et au développement du logiciel CIPRA au cours des années, incluant les nombreux étudiants et stagiaires. Leur collaboration et leur soutien ont grandement contribué à la diffusion de cet outil d'aide à la décision qui s'avère désormais très utile dans le cadre d'une agriculture durable respectueuse de l'environnement.

Table des matières

INTRODUCTION.....	8
ARBRES DE NOËL	9
INSECTES.....	10
<i>Cochenille des aiguilles du pin (Chionaspis pinifoliae (Fitch))</i>	10
<i>Puceron des pousses du sapin (Mindarus abietinus)</i>	12
<i>Tétranyque de l'épinette (Oligonychus ununguis (Jac))</i>	14
BLEUETIER.....	16
PHÉNOLOGIE DU BLEUETIER EN CORYMBE.....	17
PHÉNOLOGIE DU BLEUETIER NAIN	19
INSECTES.....	23
<i>Mouche du bleuët (Rhagoletis mendax (Curran))</i>	23
MALADIES	25
<i>Pourriture sclérotique (Monilinia vaccinii-corymbosi ou Monilia vaccinii-corymbosi)</i>	25
CAMERISIER.....	28
PHÉNOLOGIE DU CAMÉRISIER.....	29
CANNEBERGE.....	32
PHÉNOLOGIE DE LA CANNEBERGE.....	33
INSECTES.....	36
<i>Cécidomyie de la canneberge (Dasineura oxycoccana (Johnson))</i>	36
<i>Pyrale de l'atoca (Acrobasis vaccinii (Riley))</i>	39
<i>Tordeuse des canneberges (Rhopobota naevana (Hübner))</i>	41
CAROTTE.....	43
PHÉNOLOGIE DE LA CAROTTE	44
INSECTES.....	46
<i>Charançon de la carotte (Listronotus oregonensis (LeConte))</i>	46
<i>Mouche de la carotte (Psila rosae (Fabricius))</i>	49
MALADIES	51
<i>Brûlure alternarienne de la carotte (Alternaria dauci (Kühn) Groves & Skolko)</i>	51
<i>Brûlure cercosporéenne (Cercospora carotae (Pass.) Solheim)</i>	53
COURGE.....	55
INSECTES.....	56
<i>Perceur de la courge (Melittia cucurbitae (Harris))</i>	56
CRUCIFÈRES (BROCOLI, CHOU, CHOU BRUXELLES)	58
PHÉNOLOGIE DU BROCOLI	59
INSECTES.....	61
<i>Fausse-teigne des crucifères (Plutella xylostella (L.))</i>	61
<i>Mouche du chou (Delia radicum (L.))</i>	64
<i>Piéride du chou (Pieris rapae (L.) (syn. Artogeia rapae (L.))</i>	67
FRAISIER.....	70
PHÉNOLOGIE DU FRAISIER.....	71
INSECTE.....	75
<i>Anthonome de la fleur du fraisier (Anthonomus signatus Say)</i>	75
MALADIE	77
<i>Anthraxose (Colletotrichum spp.)</i>	77

<i>Pourriture grise (Botrytis cinerea Pers.)</i>	79
<i>Tache commune du fraisier (Mycosphaerella fragariae (Tul.) Lindau)</i>	81
FRAMBOISIER	83
PHÉNOLOGIE DU FRAMBOISIER.....	84
INSECTE.....	87
<i>Drosophile à ailes tachetées (Drosophila suzukii)</i>	87
GAZON	89
INSECTES.....	90
<i>Aphodius (Aphodius granarius)</i>	90
<i>Charançon du pâturin annuel (Listronotus maculicollis Kirby)</i>	92
<i>Scarabée noir (Ataenius spretulus Haldeman)</i>	95
<i>Ver-gris noir (Agrotis ipsilon Hufnagel)</i>	97
GRANDES CULTURES	101
PHÉNOLOGIE DU BLÉ DE PRINTEMPS ET DE L'ORGE.....	102
INSECTE.....	105
<i>Légionnaire uniponctuée (Mythimna unipuncta (Haworth))</i>	105
<i>Punaise verte (Nezara viridula (L.))</i>	108
<i>Ver-gris occidental des haricots (Striacosta albicosta Smith)</i>	110
MALADIE.....	113
<i>Fusariose de l'épi (Fusarium graminearum)</i>	113
HARICOT	115
PHÉNOLOGIE DU HARICOT.....	116
LAITUE	119
PHÉNOLOGIE DE LA LAITUE.....	120
MALADIE.....	122
<i>Mildiou de la laitue (Bremia lactucae Regel)</i>	122
MAÏS SUCRÉ	124
PHÉNOLOGIE DU MAÏS SUCRÉ.....	125
INSECTE.....	128
<i>Légionnaire d'automne (Spodoptera frugiperda (J.E. Smith))</i>	128
<i>Pyrale du maïs (Ostrinia nubilalis (Hübner))</i>	131
<i>Ver de l'épi du maïs (Helicoverpa zea (Boddie))</i>	134
MELON	136
MALADIES.....	137
<i>Alternariose (Melcast)</i>	137
<i>Anthracnose (Melcast)</i>	139
OIGNON	141
INSECTE.....	142
<i>Mouche de l'oignon (Delia antiqua (Meigen))</i>	142
MALADIE.....	145
<i>Brûlure de la feuille (Botrytis squamosa J.C. Walker)</i>	145
<i>Mildiou (Peronospora destructor (Berk.) Casp. in Berk)</i>	148
PLANTES FOURRAGÈRES	150
PHÉNOLOGIE DE LA FLÉOLE DES PRÉS.....	151
PHÉNOLOGIE DE LA LUZERNE.....	153
PHÉNOLOGIE DU TRÈFLE ROUGE.....	155

PLANTES ORNEMENTALES	156
INSECTE.....	157
<i>Altise à tête rouge (Systema frontalis (Fabricius))</i>	157
POIREAU	159
INSECTE.....	160
<i>Teigne du poireau (Acrolepiopsis assectella (Zeller))</i>	160
POIS.....	163
PHÉNOLOGIE DU POIS	164
POMME DE TERRE	167
INSECTE.....	168
<i>Doryphore de la pomme de terre (Leptinotarsa decemlineata (Say))</i>	168
MALADIE	170
<i>Mildiou de la pomme de terre (Phytophthora infestans (Mont.) de Bary)</i>	170
POMMIER	173
FERMETÉ DE LA MCINTOSH	174
PHÉNOLOGIE MCINTOSH.....	175
DÉSORDRES PHYSIOLOGIQUES.....	181
<i>Brunissement du cœur (Empire)</i>	181
<i>Brunissement humide de la chair (Honeycrisp)</i>	183
<i>Brunissement vasculaire</i>	185
<i>Échaudure molle (Honeycrisp)</i>	187
<i>Échaudure superficielle</i>	189
<i>Tache amère (Honeycrisp)</i>	190
INSECTES.....	192
<i>Carpocapse de la pomme (Cydia pomonella (L.))</i>	192
<i>Cécidomyie du pommier (Dasineura mali)</i>	195
<i>Charançon de la prune (Conotrachelus nenuphar)</i>	197
<i>Hoplocampe des pommes (Hoplocampa testudinea)</i>	199
<i>Mineuse marbrée (Phyllonorycter blancardella (Fabricius))</i>	201
<i>Mouche de la pomme (Rhagoletis pomonella (Walsh))</i>	203
<i>Noctuelle du fruit vert (Orthosia hibisci)</i>	205
<i>Punaise marbrée (Halyomorpha halys (Stål))</i>	207
<i>Punaise terne (Lygus lineolaris (P. de B.))</i>	209
<i>Sésie du cornouiller (Synanthedon scitula)</i>	211
<i>Tétranyque rouge (Panonychus ulmi (Koch))</i>	213
<i>Tordeuse à bandes obliques (Choristoneura rosaceana (Harris))</i>	215
<i>Tordeuse à bandes rouges (Argyrotaenia velutinana (Wik.))</i>	218
<i>Tordeuse du pommier (Archips argyrospila (Wik.))</i>	220
<i>Tordeuse orientale du pêcher (Grapholita molesta)</i>	222
MALADIES	225
<i>Brûlure bactérienne (Erwinia amylovora)</i>	225
<i>Tavelure du pommier (Venturia inaequalis (Cke.) Wint.)</i>	228
SUREAU	233
PHÉNOLOGIE DU SUREAU	234
TOMATE	237
MALADIE	238
<i>TOM-CAST: Alternariose (Alternaria solani Sorauer), septoriose (Septoria lycopersici Speg.) et anthracnose (Colletotrichum coccodes Wallr.; syn. Colletotrichum atramentarium Berk. & Broome)</i>	238

VIGNE	240
PHÉNOLOGIE DE LA VIGNE.....	241
RÉSISTANCE AU FROID.....	248
INSECTE.....	250
<i>Cicadelles (Empoasca fabae (Harris), Erythroneura comes (Say), Erythroneura vitis (Harris), Erythroneura tricincta Fitch)</i>	<i>250</i>
<i>Phylloxera de la vigne (Daktulosphaira vitifoliae (Fitch))</i>	<i>253</i>
<i>Punaise terne (Lygus lineolaris (P. de B.))</i>	<i>255</i>
<i>Scarabée japonais (Popillia japonica) Newman.....</i>	<i>257</i>
<i>Tordeuse de la vigne (Endopiza viteana)</i>	<i>259</i>
MALADIE	261
<i>Blanc de la vigne (Uncinula necator (syn. Erysiphe necator))</i>	<i>261</i>
BIBLIOGRAPHIE.....	265

Introduction



CIPRA : Centre informatique de prévision des ravageurs en agriculture

Il existe dans la littérature plusieurs modèles prévisionnels des maladies, des insectes ravageurs et de la croissance des cultures. Cependant, seuls quelques-uns sont utilisés, les autres étant délaissés faute de convivialité. Le système du CIPRA fut conceptualisé et développé pour permettre une utilisation beaucoup plus vaste de ces modèles et les rendre accessibles aux intervenants du secteur agricole, qu'ils soient conseillers, agronomes, chercheurs ou producteurs. Il est né d'une concertation entre plusieurs institutions pour permettre l'implantation et l'utilisation en temps réel de modèles prévisionnels applicables à l'agriculture, spécifiquement dans la province de Québec et au Canada en général.

CIPRA est un logiciel convivial qui permet de visualiser les prévisions d'attaque d'insectes ou de maladies, l'incidence de désordres physiologiques de même que la phénologie de certaines plantes cultivées. En utilisant des modèles mathématiques alimentés par les données météorologiques en temps réel, le CIPRA génère des graphiques permettant d'évaluer d'un coup d'œil les indices de risques de certaines maladies, le développement de populations d'insectes et la croissance de cultures spécifiques.

Ce guide a été rédigé pour le logiciel CIPRA et contient toute l'information trouvée dans le menu d'aide de celui-ci. Certains modèles sont tirés directement de la littérature, sans modifications, et devraient donc être validés pour une utilisation en conditions réelles. Les autres ont été développés dans le cadre des travaux de recherches de l'équipe de bioclimatologie et modélisation du Centre de recherche et de développement de Saint-Jean-sur-Richelieu d'Agriculture et agroalimentaire Canada. Dans tous les cas, la source des modèles est indiquée sous la section « Référence pour le modèle ».

Cette version constitue l'ultime mise à jour et contient l'entièreté des modèles implantés dans CIPRA en date du mois d'août 2021.

Équipe de développement



Agriculture et
Agroalimentaire Canada Agriculture and
Agri-Food Canada

Gaétan Bourgeois (retraité), Dominique Plouffe, Nathalie Beaudry, Danielle Choquette, Gaétan Racette
Centre de recherche et de développement de Saint-Jean-sur-Richelieu

René Audet (retraité)
Centre de recherche et de développement de Québec



Gérald Chouinard
Centre de recherche de Saint-Bruno, Saint-Bruno-de-Montarville

Arbres de Noël



Insectes

Cochenille des aiguilles du pin

Puceron des pousses du sapin

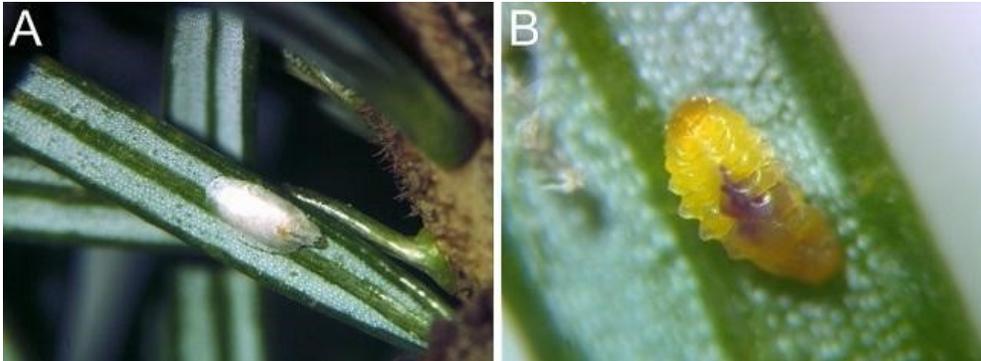
Tétranyque de l'épinette

Insectes

Cochenille des aiguilles du pin (*Chionaspis pinifoliae* (Fitch))



DESCRIPTION DU RAVAGEUR



Cochenilles des aiguilles du pin adultes avec écaïlle cireuse protectrice blanche (A) et sans écaïlle cireuse (écaïlle retirée manuellement) (B).

Photos tirées de Guay et coll. (2018)

La cochenille des aiguilles du pin est un insecte suceur de sève indigène d'Amérique du Nord. Souvent observée en plantations d'arbres de Noël de sapin baumier (*Abies balsamea*) et de sapin Fraser (*Abies fraseri*), on l'aperçoit aussi sur d'autres conifères ornementaux, notamment les pins et les épinettes. Son cycle vital, observé au Québec par Guay et coll. (2018), indique la présence d'une seule génération. L'éclosion des œufs hivernants surviendrait à la mi-juin, après quoi les jeunes larves L1 (pouvant se déplacer) s'installeraient rapidement sur les aiguilles après quelques jours. Le passage au stade larvaire L2 (fixé de façon permanente sur une aiguille) aurait lieu au début du mois de juillet, et les premiers adultes apparaîtraient dans les premiers jours d'août. La ponte s'amorçerait ensuite rapidement et se poursuivrait jusqu'à tard en septembre. La dispersion des larves mobiles L1 se limite aux aiguilles et pousses adjacentes (surface inférieure), créant des foyers d'infestation localisés. Le plus souvent, ce sont surtout les branches inférieures de l'arbre qui sont affectées. Sachant que la mortalité naturelle peut être importante et que les cochenilles peuvent persister pendant plusieurs années, il est important de vérifier leur concentration afin d'avoir une estimation juste du niveau actuel d'infestation dans une plantation.

Au Québec, la cochenille des aiguilles du pin porte le statut de ravageur émergent, ce qui signifie qu'elle ne cause pas de dommages importants aux arbres. Cependant, elle peut représenter un obstacle à l'exportation vers des marchés extérieurs, où ce type de ravageur est strictement réglementé. L'infestation de conifères hôtes indigènes en bordure de certaines plantations pourrait expliquer la présence de ce ravageur dans certaines plantations plutôt que d'autres. Toutefois, la contamination des semis à la source demeure une autre cause possible (Guay et coll. 2018).

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Cochenille des aiguilles du pin

Doherty J.F., J.F. Guay et C.Cloutier. 2018. Novel temperature-dependent development rate models for postdiapause egg eclosion of three important arthropod pests found in commercial Christmas tree plantations of southern Québec, Canada. *Environmental Entomology* 47:715-724

Degrés-jours cumulés pour chaque seuil de développement

Température de base = 9,3 °C

Température optimale = 30 °C

Méthode = standard simple no 2

Début des calculs = 1^{er} mars

Hôte : arbres de Noël	Degrés-jours (°C)
Éclosion printanière des œufs	278

[Arbres de Noël](#)

Puceron des pousses du sapin (*Minidarus abietinus*)



DESCRIPTION DU RAVAGEUR



Colonie de pucerons sur une branche de sapin et dommages causés par le puceron des pousses du sapin

Photos : A) ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Québec; B) MAPAQ, Estrie

Tiré de : IRIIS phytoprotection (<http://www.iriisphytoprotection.qc.ca/>)

Le puceron des pousses du sapin est un des principaux ravageurs des arbres de Noël. Il cause des dommages économiques importants sur les pousses annuelles du sapin, ce qui affecte sa qualité esthétique. Il s'attaque principalement au sapin baumier en raison de son débourrement hâtif au printemps.

L'adulte mesure entre 2 et 2.5 mm de long et peut avoir ou non des ailes. Son corps en forme de poire est mou et de couleur vert-brun ou vert-jaune. La larve est semblable à l'adulte, mais plus petite. Elle n'a pas d'ailes, et sa couleur va de brun à jaune-brun selon les générations. L'œuf du puceron mesure 0.1 mm, est jaune et devient noir en vieillissant, et est recouvert de bâtonnets cireux blancs.

Le puceron des pousses du sapin comporte de trois ou quatre générations par année. Seules les première et deuxième générations causent des dommages économiques sur les arbres. L'insecte passe l'hiver au stade œuf à la base des rameaux de l'année précédente. Au printemps, les femelles issues des œufs, appelées fondatrices, se déplacent sous les aiguilles pour se nourrir. Elles passent par quatre stades de développement avant de devenir adultes. Lorsque les bourgeons des sapins ouvrent, les fondatrices devenues adultes se déplacent et pénètrent entre les aiguilles pour fonder la colonie de pucerons de la deuxième génération. Chaque fondatrice peut produire jusqu'à 70 larves. La fondatrice et sa progéniture forment une colonie qui croît rapidement et s'alimente sur les jeunes pousses en croissance. Quand les conditions de température et d'humidité sont optimales, vers la fin de juin, les pucerons ailés adultes s'envolent vers d'autres arbres de la plantation ou vers la forêt avoisinante. Les pucerons aptères quant à eux demeurent dans les pousses et s'y reproduisent. Par la suite, leurs filles, toutes ailées, se dispersent vers d'autres arbres à leur tour. L'ensemble de ces pucerons ailés donne naissance à la dernière génération (sexuée). Ces pucerons aptères s'accoupleront sur les arbres. Dès le début de juillet, les femelles fécondées pondent un ou deux œufs sur les pousses de l'année courante, où ils passeront l'hiver.

Les aiguilles et les pousses affectées sont recroquevillées et rabougries. La présence abondante de miellat dans les pousses peut favoriser le développement de la fumagine (champignons) qui donne une apparence noirâtre aux pousses.

(ref.: RAP 2020)

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Puceron des pousses du sapin no 1

Doherty J.F., J.F. Guay et C.Cloutier. 2018. Novel temperature-dependent development rate models for postdiapause egg eclosion of three important arthropod pests found in commercial Christmas tree plantations of southern Québec, Canada. *Environmental Entomology* 47:715-724

Puceron des pousses du sapin no 2

Le puceron des pousses du sapin. Partenariat Innovation Forêt, Ressources naturelles Canada et Agriculture, Pêcheries et alimentation Québec.

<https://afsq.org/wp-content/uploads/2017/07/Pucerons-des-pousses-du-sapin.pdf>

RAP. Fiche technique : Arbres de Noël. Puceron des pousses du sapin. 2019.

https://www.agrireseau.net/documents/Document_97663.pdf

Degrés-jours cumulés pour chaque seuil de développement

Modèle no 1 (Doherty)

Température de base = 5,4 °C

Température optimale = 30 °C

Méthode = standard simple no 2

Début des calculs = 1^{er} mars

Hôte : arbres de Noël	Degrés-jours (°C)
Éclosion printanière des œufs	106

Modèle no 2

Température de base = 2 °C

Température optimale = 30 °C

Méthode = standard simple no 2

Début des calculs = 1^{er} mars

Hôte : arbres de Noël	Degrés-jours (°C)
1 ^{re} génération, 50 % nymphes stade 1	95
1 ^{re} génération, 50 % nymphes stade 2	160
1 ^{re} génération, 50 % nymphes stade 3	200
1 ^{re} génération, 50 % nymphes stade 4	255
1 ^{re} génération, 50 % adultes	280
2 ^e génération	300

[Arbres de Noël](#)

Tétranyque de l'épinette (*Oligonychus ununguis* (Jac))



DESCRIPTION DU RAVAGEUR



Colonie de tétranyques dans leur toile. Colonie de tétranyques

Photos : A) MAPAQ; B) Club agroenvironnemental de l'Estrie

Tiré de : IRIIS phytoprotection (<http://www.iriisphytoprotection.qc.ca/>)

Le tétranyque de l'épinette est un minuscule acarien qu'on retrouve sur certains conifères, dont le sapin. En se nourrissant de sève à la surface des aiguilles, il détruit les cellules responsables de la photosynthèse et cause un changement de couleur par plaques sur le feuillage. Dans le cas d'attaque grave, les aiguilles peuvent tomber prématurément. Les sapins de Noël sont alors décolorés et dégradés.

L'adulte mesure 0,5 mm (grosseur d'un grain de sel), est vert foncé à brun foncé et muni de quatre paires de pattes. L'œuf est sphérique, d'une grosseur d'environ 0,1 mm et jaune pâle virant au brun rougeâtre. La larve mobile possède trois paires de pattes, est rosâtre et verdit dès qu'elle se nourrit. La nymphe est semblable à l'adulte et de couleur verdâtre.

Ce ravageur hiverne sous forme d'œufs collés sous les écailles détachées des bourgeons, à la base des aiguilles, sous les branches ou sur le tronc. Ces œufs éclosent au printemps, au début de juin, donnant naissance à la première génération de l'année. Vers la mi-juin ou le début juillet, les premières femelles pondent 40 à 50 œufs sur les aiguilles. Au total, trois à six générations se succèdent ainsi durant l'été et jusqu'au début de l'automne, avec des intervalles de deux à trois semaines entre chaque génération. Les œufs d'hiver sont pondus à partir de septembre jusqu'à l'arrivée des grands froids. Les individus des premières générations se nourrissent des aiguilles âgées, alors que les générations subséquentes préfèrent les pousses de l'année.

(réf. : <https://www.agrireseau.net/horticulture-arbresdenoel/documents/Tetra.pdf>)

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Tétranyque de l'épinette (Doherty)

Doherty J.F., J.F. Guay et C.Cloutier. 2018. Novel temperature-dependent development rate models for postdiapause egg eclosion of three important arthropod pests found in commercial Christmas tree plantations of southern Québec, Canada. *Environmental Entomology* 47:715-724

Degrés-jours cumulés pour chaque seuil de développement

Température de base = 7,1 °C

Température optimale = 30 °C

Méthode = standard simple no 2

Début des calculs = 1^{er} mars

Hôte : arbres de Noël	Degrés-jours (°C)
Éclosion printanière des œufs	161

[Arbres de Noël](#)

Bleuetier



Phénologie du bleuetier en corymbe

Phénologie du bleuetier nain

Insectes

Mouche du bleuet (ou mouche de l'airelle)

Maladies

Pourriture sclérotique

Phénologie du bleuetier en corymbe



DESCRIPTION DE LA PHÉNOLOGIE



Gonflement des bourgeons (BBCH = 51) : début du gonflement des bourgeons; les écailles sont pourvues d'une bordure claire.

Pointe verte (BBCH = 54) : les extrémités des feuilles dépassent les écailles.



Boutons dégagés (BBCH = 59) : tous les boutons floraux sont bien séparés les uns des autres.

Floraison (BBCH = 65) : pleine floraison; au minimum 50 % des fleurs sont ouvertes, les premiers pétales tombent.



Nouaison (BBCH = 71) : début de la formation des fruits, les premiers fruits apparaissent à la base de la grappe.

Fruit vert (BBCH = 75) : au moins 50 % des fruits sont formés et présentent une coloration verte.



Véraison (BBCH = 81) : début de la maturation des fruits, les premiers fruits deviennent bleus.

Fruit mature-récolte (BBCH = 87) : la plupart des fruits sont mûrs et bleus; ils ont atteint la maturité nécessaire pour la récolte.

Photos : Gaétan Racette, Agriculture et Agroalimentaire Canada

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Phénologie du bleuetier en corymbe

Meier, U. 2001. Stades phénologiques des mono-et dicotylédones cultivées; BBCH monographie. 60-62.

Bleuet en corymbe. Guide de protection. CRAAQ 2012. 27 p.

Modèle développé par l'équipe de bioclimatologie et modélisation du Centre de recherche et de développement de Saint-Jean-sur-Richelieu d'Agriculture et Agroalimentaire Canada, à partir de données provenant des avertissements du Réseau d'avertissements phytosanitaires du MAPAQ de 2005 à 2016 et des données récoltées par l'équipe de bioclimatologie et modélisation durant les saisons de croissance de 2014 à 2016. Données compilées par Antoine Hénault à l'hiver 2017.

Degrés-jours cumulés pour chaque seuil de développement (Cultivar : Patriot)

Température de base = 0 °C

Température optimale = 30 °C

Méthode = sinus simple

Début des calculs = 1^{er} mars

Bleuetier en corymbe (BBCH)	Degrés-jours (°C)
Gonflement des bourgeons (51)	173
Pointe verte (54)	267
Boutons dégagés (59)	462
Floraison (65)	576
Nouaison (71)	765
Fruit vert (75)	929
Véraison (81)	1275
Fruit mature-récolte (87)	1598

[Bleuetier](#)

Phénologie du bleuetier nain



DESCRIPTION DE LA PHÉNOLOGIE



Gonflement des bourgeons (BBCH = 51) : gonflement des bourgeons des inflorescences et des feuilles, les bourgeons sont fermés et pourvus d'écaillés brun clair.

Éclatement des bourgeons (BBCH = 53) : les écaillés s'écartent, apparition de taches vert clair sur les bourgeons



Émergence des boutons floraux (BBCH = 55) : apparition des premiers boutons floraux en grappe dense, à l'aisselle des feuilles déployées.

Boutons floraux (BBCH = 59) : les boutons floraux atteignent leur plein développement (dégagés).



Pleine floraison (BBCH = 65) : 50% des fleurs sont ouvertes, les premiers pétales tombent.
Fin de la floraison (BBCH = 67) : la floraison s'achève, la plupart des pétales sont tombés.



Nouaison (BBCH = 71) : début de la formation des fruits, les premiers fruits apparaissent à la base de la grappe.
Fruit vert (BBCH = 75) : au moins 50 % des fruits sont formés et présentent une coloration verte. La croissance est ralentie.



Véraison (BBCH = 81) : début de la maturation des fruits, les premiers fruits deviennent bleus.
Fruit mûre-récolte (BBCH = 87) : la plupart des fruits sont mûrs et bleus; ils ont atteint la maturité nécessaire pour la récolte.

Photos : Raphaël Porlier-Fournier, MAPAQ

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Phénologie du bleuetier nain

Meier, U. 2001. Stades phénologiques des mono-et dicotylédones cultivées; BBCH monographie. 60-62.

AAC. 2011. Profil de la culture du bleuet nain au Canada. 61 p.

CRAAQ. 2013. Guide d'identification - Alliés et ennemis du bleuet nain. 33 p.

Modèle développé par l'équipe de bioclimatologie et modélisation du Centre de recherche et de développement de Saint-Jean-sur-Richelieu d'Agriculture et agroalimentaire Canada, à partir de données provenant des avertissements du Réseau d'avertissements phytosanitaires du MAPAQ de 2005 à 2016. Données compilées par Stéphanie Lavergne à l'hiver 2017.

Degrés-jours cumulés pour chaque seuil de développement

Modèle 1

Température de base = 0 °C

Température optimale = 28 °C

Méthode = sinus simple

Début des calculs = 1^{er} mars

Bleuetier nain (BBCH)	Degrés-jours (°C)
Gonflement des bourgeons (51)	221
Éclatement des bourgeons (53)	296
Émergence des boutons floraux (55)	329
Boutons floraux (59)	410
Pleine floraison (65)	554
Fin de la floraison (67)	603
Nouaison (71)	777
Fruits verts (75)	982
Véraison (81)	1138
Fruits matures-récolte (87)	1516

Modèle 2 : avec couverture de neige

Température de base = 0 °C

Température optimale = 28 °C

Méthode = sinus simple

Début des calculs = dernier jour où la couverture de neige au sol est de 10 cm¹

Bleuetier nain (BBCH)	Degrés-jours (°C)
Gonflement des bourgeons (51)	187
Éclatement des bourgeons (53)	247
Émergence des boutons floraux (55)	285
Boutons floraux (59)	358
Pleine floraison (65)	498
Fin de la floraison (67)	548
Nouaison (71)	720
Fruits verts (75)	926
Véraison (81)	1083
Fruits mures-récolte (87)	1443

¹ Date déterminée par l'utilisateur ou estimée par le modèle de prévision du couvert de neige intégré au CIPRA.

[Bleuetier](#)

Insectes

Mouche du bleuët (*Rhagoletis mendax* (Curran))



DESCRIPTION DU RAVAGEUR



Larves de la mouche du bleuët



Pupe et adulte de la mouche du bleuët

Photos : Laboratoire d'expertise et de diagnostic en phytoprotection – MAPAQ.

Tiré de : IRIIS phytoprotection (<http://www.iriisphytoprotection.qc.ca/>)

Les adultes de la mouche du bleuët sont brun foncé, et leur abdomen porte trois (mâles) ou quatre (femelles) bandes blanches. Ils mesurent 4 à 5 mm de longueur et ont une envergure d'environ 8 mm. Leurs ailes sont ornées de bandes noires semblant former les lettres « I F ». Les adultes émergent du sol de la fin juin à la mi-juillet. Les œufs, de couleur blanc crème plus ou moins foncés, sont pondus à l'intérieur des fruits, à raison d'un par fruit. La ponte peut s'échelonner sur trois semaines. À l'éclosion, 3 à 10 jours après la ponte, les larves sont d'abord translucides et difficiles à observer, puis deviennent blanches et atteignent 8 mm à maturité. Elles sont dépourvues de pattes et leur bouche est munie de deux crochets. Les dommages sont causés par les larves qui se développent à l'intérieur des fruits. Les fruits dont la pulpe a été consommée ramollissent et peuvent tomber prématurément. À la mi-août, les larves matures sortent des fruits et s'enfouissent à environ 5 cm de profondeur dans le sol. Elles se transforment ensuite en pupe, stade sous lequel elles hivernent. La diapause à ce stade peut durer jusqu'à 4 ans. La mouche du bleuët ne compte qu'une génération par année. (Roy et coll., 2013)

La mouche du bleuët peut être confondue avec la mouche de la pomme (*Rhagoletis pomonella*), aussi nommée ver-chemin-de-fer. Pour les distinguer, il faut observer la face antérieure du fémur, qui est entièrement jaune chez la mouche du bleuët et brun foncé chez la mouche de la pomme.

Référence : Fiche technique : Mouche du bleuet. IRIIS phytoprotection, CRAAQ.
<https://www.iriisphytoprotection.qc.ca/Fiche/Insecte?imageId=7823>

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Mouche du bleuet

Teixeira, L.A. et S. Polavarapu. 2001. Postdiapause development and prediction of emergence of female blueberry maggot (Diptera: Tephritidae). *Environmental Entomology* 30(5): 925-931.

Degrés-jours cumulés pour chaque seuil de développement

Température de base = 4.7 °C

Température optimale = 30 °C

Méthode = sinus simple

Début des calculs = 1^{er} mars

Hôte : bleuetier	Degrés-jours (°C)
1 % adultes	735
5 % adultes	764
10 % adultes	789
25 % adultes	847
50 % adultes	934
75 % adultes	1044
90 % adultes	1157
95 % adultes	1231
99 % adultes	1379

[Bleuetier](#)

Maladies

Pourriture sclérotique (*Monilinia vaccinii-corymbosi* ou *Monilia vaccinii-corymbosi*)



DESCRIPTION DE LA MALADIE



- A) Bleuets momifié tombé au sol et apothécies
B) Brunissement d'une tige et des feuilles



- C) Brunissement en forme de V sur une feuille
D) Brunissement de boutons floraux



- E) Coloration anormale chez les fruits infectés

Photos :

A) Bill Cline, North Carolina State University. Tiré de : Schilder et coll., 2008

B, C, D, E) Laboratoire d'expertise et de diagnostic en phytoprotection - MAPAQ. Tiré de : IRIIS phytoprotection (<http://www.iriisphytoprotection.qc.ca/>)

La pourriture sclérotique est une maladie causée par le champignon ascomycète *Monilinia vaccinii-corymbosi* (ou *Monilia vaccinii-corymbosi* en forme asexuée). Cette maladie est la plus fréquente dans les bleuetières, particulièrement en champs mal drainés et peu aérés. Elle peut grandement réduire le rendement des cultures de bleuets. Les temps pluvieux et les gels printaniers peuvent gravement favoriser la maladie (Annis et coll.; IRIIS phytoprotection; Schilder et coll., 2008).

La pourriture sclérotique infecte les bleuétiers en deux temps : l'infection primaire, la plus néfaste pour la production de bleuets, et l'infection secondaire. Le champignon passe l'hiver dans les bleuets momifiés tombés au sol et peut demeurer latent et survivre 2 à 3 ans. Au printemps, l'humidité et la chaleur (10-16 °C) permettent au champignon de germer et de produire des apothécies qui libèrent des ascospores. L'infection primaire se produit au stade « pointe verte » et au dégageant des boutons floraux (BBCH 54 à 59). Les ascospores infectent les tiges, les feuilles et les boutons floraux. On observe alors le brunissement et le flétrissement de ces structures. Sur les feuilles, le champignon progresse de façon caractéristique, en se dispersant le long de la nervure centrale depuis la base du limbe, formant un V. L'infection secondaire se produit ensuite à l'approche de la floraison; les structures infectées se couvrent alors d'une sporulation gris clair à blanchâtre dont les conidies infectent à leur tour le stigmate des fleurs ouvertes par l'intermédiaire des insectes pollinisateurs, du vent et de la pluie. L'infection progresse alors du stigmate vers le style et l'ovaire, et les fruits issus de ces fleurs se momifieront. Les fruits momifiés se ratatinent, deviennent rose saumon ou brun pâle, puis tombent et noircissent.

La pourriture sclérotique peut être confondue avec la moisissure grise, mais une sporulation grise sur les pétioles et les pédicelles est caractéristique de la pourriture sclérotique.

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Pourriture sclérotique

Hildebrand, P. D., P. G. Braun. 1991. Factors affecting infection of lowbush blueberry by ascospores of *Monilinia vaccinii-corymbosi*. Canadian Journal of Plant Pathology 13 (3): 232-240.

Tableau des risques d'infection

Modèle de Hildebrand et Braun

Début des calculs = 1^{er} mars ou dernier jour où la couverture de neige au sol est de 10 cm¹

Hôte : bleuetier	Indice de risque
Risque faible	1
Risque moyen	2
Risque élevé	3

Modèle de AAC/INRA

Début des calculs = 1^{er} mars ou dernier jour où la couverture de neige au sol est de 10 cm¹

Hôte : bleuetier	Risque d'infection (%)
Risque faible	8
Risque moyen	15
Risque élevé	23

¹ Date déterminée par l'utilisateur ou estimée par le modèle de prévision du couvert de neige intégré au CIPRA.

INTERPRÉTATION DE LA COURBE

Le modèle calcule l'indice d'infection à partir de la durée de mouillure des feuilles et de la température. La bande jaune sur le graphique représente la période la plus à risque d'apparition de la maladie. Chez le bleuetier nain, cette période correspond aux stades émergence des boutons floraux (329 DJ) à boutons floraux (410 DJ) et chez le bleuetier en corymbe, environ aux stades pointe verte (267 DJ) à boutons dégagés (462 DJ).

Ce texte a été révisé pour la dernière fois en avril 2021.

[Bleuetier](#)

Camerisier



Phénologie du camérisier

Phénologie du camérisier



DESCRIPTION DE LA PHÉNOLOGIE



Débourrement (BBCH = 53) : les extrémités des feuilles sont visibles.

Débourrement avancé (BBCH = 54) : les premières feuilles se dégagent.



Boutons serrés (BBCH = 55) : les boutons floraux apparaissent à l'aisselle des feuilles.

Début floraison (BBCH = 60) : les premières fleurs sont ouvertes. (Pleine floraison [BBCH = 65] : la majorité des fleurs sont ouvertes.)



Véraison (BBCH = 81) : les fruits débutent leur coloration.

Fruits bleus (BBCH = 85) : les fruits atteignent une coloration bleue, mais ne sont pas encore mûrs.



Début fruits mûrs (BBCH = 87) : les premiers fruits sont mûrs.

Fruits mûrs (BBCH = 89) : 75 % des fruits atteignent la maturité.

Photos : Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Phénologie du camérisier

Meier, U. 2001. Stades phénologiques des mono-et dicotylédones cultivées; BBCH monographie.

Modèle développé par l'équipe de bioclimatologie et modélisation du Centre de recherche et de développement de Saint-Jean-sur-Richelieu d'Agriculture et Agroalimentaire Canada. Les données utilisées ont été recueillies de 2017 à 2019 dans une trentaine de sites par des conseillers du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ) des régions du Bas-Saint-Laurent, de l'Estrie, de la Gaspésie, du Lac Saint-Jean, de Chaudière-Appalaches et de la Montérégie (Québec). Données compilées par Dominique Plouffe à l'hiver 2020.

Degrés-jours cumulés pour chaque seuil de développement

Note : Un stade est atteint lorsque 50 % des bourgeons, des boutons floraux ou des fruits ont atteint ce stade, excepté pour les stades début floraison (5 %), début fruits mûrs (5 %) et fruits mûrs (75 %).

Température de base = 3 °C

Température optimale = 25 °C

Méthode = sinus simple

Début des calculs = 1^{er} mars

Berry Blue (BBCH)	Degrés-jours (°C)
Débourrement (53)	82
Débourrement avancé (54)	117
Boutons serrés (55)	160
Début floraison (60)	187
Pleine floraison (65)	267
Véraison (81)	636
Fruits bleus (85)	665
Début fruits mûrs (87)	709
Fruits mûrs (89)	772

Indigo Gem (BBCH)	Degrés-jours (°C)
Débourrement (53)	104
Débourrement avancé (54)	143
Boutons serrés (55)	189
Début floraison (60)	213
Pleine floraison (65)	316
Véraison (81)	663
Fruits bleus (85)	694
Début fruits mûrs (87)	709
Fruits mûrs (89)	795

Aurora (BBCH)	Degrés-jours (°C)
Débourrement (53)	99
Débourrement avancé (54)	148
Boutons serrés (55)	193
Début floraison (60)	228
Pleine floraison (65)	316
Véraison (81)	751
Fruits bleus (85)	790
Début fruits mûrs (87)	901
Fruits mûrs (89)	994

Camérisier

Canneberge



Phénologie de la canneberge

Insectes

Cécidomyie de la canneberge

Pyrale de l'atoca

Tordeuse des canneberges

Phénologie de la canneberge



DESCRIPTION DE LA PHÉNOLOGIE (Guérin, 2009a)



1) Dormance

Les feuilles sont généralement de couleur violacée. Les bourgeons terminaux n'ont pas commencé à gonfler.

2) Gonflement des bourgeons

Augmentation de la taille du bourgeon par 3 à 4 fois. Il y a trois sous-catégories relatives au gonflement des bourgeons :



« Tight bud » (Bourgeon serré); « Bud swell » (Gonflement); « Cabbagehead » (Pomme de chou)



3) Débourrement

Les écailles des bourgeons s'écartent laissant entrevoir les nouvelles feuilles.

4) Élongation des bourgeons

Les feuilles et les bractées commencent à croître à l'extérieur du bourgeon. Les nouvelles structures sont accolées à la tige et parallèles à celle-ci.



5) « Roughneck »

Une élévation significative de la tige se produit et les bractées et boutons floraux sont tous visibles. Les nouvelles feuilles sont encore parallèles à la tige. L'élévation des pédicelles des fleurs n'a pas commencé.

6) Crochet

L'élévation des pédicelles floraux se produit depuis la partie inférieure de la tige jusqu'à son sommet. Le bouton floral s'incline pour donner la forme caractéristique de crochet. Les nouvelles feuilles commencent à devenir perpendiculaires à la tige. L'évaluation de ce stade peut se faire en pourcentage.



7) Floraison

Les fleurs s'ouvrent progressivement, du bas vers le haut de la tige. L'évaluation de l'évolution de la floraison peut être faite en pourcentage.

8) Nouaison

Phase initiale de la formation du fruit. Correspond au stade suivant la fécondation de l'ovaire. L'évaluation de la nouaison peut être faite en pourcentage.



9) Croissance des fruits

Peut être évalué en pourcentage par rapport à la taille finale. Peut aussi être évalué en millimètre (6, 8, 10, 12, 15 et 18 mm),

10) Coloration des fruits

Les fruits commencent à rougir.



11) Récolte

Les fruits ont atteint la maturité et sont prêts pour la récolte.

Photos : Mark Longstroth, Steven Gordon, Ben Lear de la Michigan State University.

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Phénologie de la canneberge : modèle développé par l'équipe de bioclimatologie et modélisation du Centre de recherche et de développement de Saint-Jean-sur-Richelieu d'Agriculture et Agroalimentaire Canada à partir de données recueillies par le Club environnemental et technique Atocas Québec (CETAQ) en 2007 et 2008 dans la région du Centre-du-Québec. Données compilées par Samanta Fortin Guérin à l'automne 2009.

Degrés-jours cumulés pour chaque seuil de développement

Température de base = 5 °C

Température optimale = 30 °C

Méthode = sinus simple

Début des calculs = 1^{er} mars

Canneberge	Degrés-jours (°C)
Début élongation	365
Début crochet	503
10 % floraison	663
50 % floraison	756
10 % nouaison	777
95 % floraison	867
50 % nouaison	877
95 % nouaison	949

Canneberge

Insectes

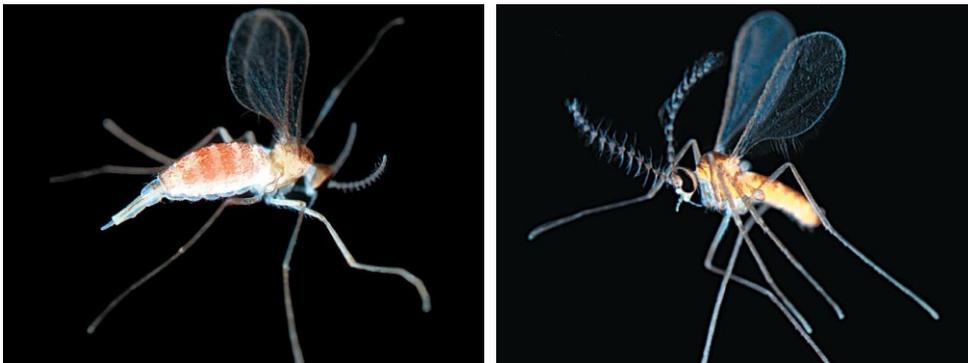
Cécidomyie de la canneberge (*Dasineura oxycoccana* (Johnson))



DESCRIPTION DU RAVAGEUR



Larves de stade 1, 2 et 3 de la cécidomyie de la canneberge



Adulte femelle et mâle de la cécidomyie de la canneberge

Photos : Laboratoire d'expertise et de diagnostic en phytoprotection – MAPAQ
Tiré de : IRIIS phytoprotection (<http://www.iriisphytoprotection.qc.ca/>)

La cécidomyie de la canneberge appartient à l'ordre des diptères et à la famille des cécidomyiidés. Ce minuscule insecte ne mesure pas plus de 2 à 3 mm de long à l'âge adulte et a l'aspect d'une délicate mouche grise. La femelle possède un abdomen de couleur rougeâtre. Les œufs sont minces, cylindriques, translucides et pigmentés d'orange rougeâtre. Ce diptère possède trois stades larvaires distincts. L'ensemble de ces stades s'échelonne sur une période de 7 à 10 jours, dépendamment de la température et du nombre de larves présentes sur la tige terminale. La larve est dépourvue de pattes à tous les stades larvaires.

La cécidomyie possède un cycle de vie très court, c'est pourquoi en moyenne trois générations peuvent se succéder par été au Québec. La durée d'une génération est de 2 à 4 semaines, sauf pour la période hivernale où la cécidomyie entre en diapause. En effet, l'espèce passe l'hiver sous forme de pupes à l'intérieur d'un cocon de soie situé au sol. La pupes est d'abord orange et devient de plus en plus foncée à mesure que l'émergence de l'adulte approche. Cette émergence se produit habituellement vers la mi-mai, en même temps que l'élongation des tiges. Les adultes s'accouplent, puis la femelle vole jusqu'aux plantes

de canneberge, où elle pond près de la base des feuilles terminales. Elle peut pondre 1 à 5 œufs au total. Après un court temps d'incubation, les œufs éclosent et laissent place au stade larvaire.

La larve passe ensuite au stade pupal, à l'intérieur d'un cocon. Cette phase dure environ 3 jours lorsque la période de l'année permet le développement d'une autre génération. Sinon, la pupe passera l'hiver au sol et émergera au printemps suivant et commencera un nouveau cycle de reproduction.

La cécidomyie de la canneberge est considérée comme un ravageur d'importance au Québec, parce qu'elle est bien adaptée aux cultures de canneberge et qu'en l'absence de mesures de lutte, elle peut causer d'importants dégâts économiques. La consommation des feuilles et des tiges terminales par les larves cause un retournement des feuilles, qui vont jusqu'à se refermer complètement sur elles-mêmes. Les feuilles deviennent ensuite brunes ou noires et finissent par tomber. Ces dommages sont parfois confondus avec les dommages causés par le froid ou avec les symptômes de la brûlure. La perte de ces feuilles s'avère importante puisque ce sont les jeunes feuilles intérieures de la tige principale qui porteront les fleurs et les fruits plus tard dans la saison. Ainsi, le plant de canneberge affecté devra développer de nouvelles tiges latérales afin de compenser la perte de sa tige principale. Les plantes touchées par la première génération parviennent généralement à se rétablir, en produisant de nouvelles pousses. Toutefois, la deuxième génération est plus abondante et cause des dommages qui sont souvent plus importants au niveau de la quantité de fruits produits. L'importance des dommages causés est en fonction de la longueur de la saison de croissance. En effet, dans les régions où la saison de croissance est suffisamment longue, les dommages sont d'importance moindre puisque les plantes ont le temps de produire des tiges latérales. Pour ce qui est de la troisième génération, elle comporte généralement un moins grand nombre d'individus et cause par le fait même, moins de dégâts (Guérin, 2009b).

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Cécidomyie de la canneberge : modèle développé par l'équipe de bioclimatologie et modélisation du Centre de recherche et de développement de Saint-Jean-sur-Richelieu d'Agriculture et Agroalimentaire Canada à partir de données recueillies par le Club environnemental et technique Atocas Québec (CETAQ) de 2007 à 2009 dans la région du Centre-du-Québec. Données compilées par Samanta Fortin Guérin à l'automne 2009.

Degrés-jours cumulés pour chaque seuil de développement

Température de base = 10 °C

Température optimale = 30 °C

Méthode = sinus simple

Début des calculs = 1^{er} mars

Hôte : canneberge	Degrés-jours (°C)
1 ^{re} génération, 5 % ponte	174
1 ^{re} génération, 50 % ponte	214
1 ^{re} génération, 95 % ponte	262
2 ^e génération, 5 % ponte	327
2 ^e génération, 50 % ponte	401
2 ^e génération, 95 % ponte	481
3 ^e génération, 5 % ponte	585
3 ^e génération, 50 % ponte	660
3 ^e génération, 95 % ponte	738

[Canneberge](#)

Pyrale de l'atoca (*Acrobasis vaccinii* (Riley))



DESCRIPTION DU RAVAGEUR



Anonyme



Anonyme

Larves de la pyrale de l'atoca



Anonyme



Anonyme

Adultes de la pyrale de l'atoca

Photos : Insectes ravageurs de la canneberge au Québec, 2001

La pyrale des atocas est un insecte nuisible qui fait partie de l'ordre des lépidoptères et de la famille des pyralidés. L'adulte est un petit papillon gris de 9 à 10 mm de long, qui présente deux taches blanches caractéristiques sur les ailes antérieures qui permettent de le distinguer des autres espèces de pyrales. La larve est brune à l'état jeune et passe au vert luisant à maturité. La larve possède 3 paires de vraies pattes en position thoracique ainsi que 5 paires de fausses pattes. Elle peut atteindre une longueur de 12 à 16 mm. Pour ce qui est des œufs, ils sont ovales, d'une taille d'environ 0,4 mm et verdâtres au moment de la ponte et présentent une ligne orange juste avant l'éclosion.

La pyrale de l'atoca ne complète qu'un cycle vital par année et produit donc une seule génération durant la saison estivale. Durant la période hivernale, la pyrale est en diapause sous forme de larve mature à l'intérieur d'un cocon. Ce cocon, constitué de soie et de sable, est situé sur ou dans le sol pendant tout l'hiver. Tôt au printemps, la larve se transforme en puppe qui, cinq semaines plus tard, fait place à une pyrale adulte. L'émergence des adultes se fait de la mi-juin à la fin juillet inclusivement. La présence de ceux-ci est rarement perçue au champ étant donné qu'ils sont actifs la nuit seulement, préférant rester cachés parmi les plantes durant la journée.

Le début de la ponte coïncide avec le stade phénologique de la nouaison de la canneberge. L'oviposition se fait sur le fruit immature, à l'intérieur de la coupe que forme le calice. Chaque femelle a une capacité de

ponse d'environ 50 œufs, qui sont déposés individuellement sur chacun des fruits. L'éclosion survient approximativement 5 à 10 jours suivant la ponte. La petite larve fraîchement éclosée se déplace vers l'extrémité pédonculaire du fruit et perce un trou tout près du pédoncule. Après être entrée à l'intérieur du fruit, la larve referme le trou avec de la soie et commence à se nourrir de la pulpe. Lorsque la larve a consommé la totalité du fruit, elle migre vers un autre fruit en laissant derrière elle un mélange d'excréments et de soie. Cependant, pour les fruits suivants, la larve n'entre pas nécessairement à un point spécifique et n'obstrue plus l'ouverture par laquelle elle a fait son entrée avec de la soie. Chacune des larves peut ainsi se nourrir, au total, de 5 à 8 fruits durant son développement. Cette phase larvaire s'étend généralement de juillet à septembre inclusivement. Lorsque les larves atteignent la maturité, elles se laissent tomber au sol afin de se préparer pour la phase de dormance en tissant un cocon.

L'infestation de cet insecte cause de sérieuses conséquences économiques pour les cultures de canneberges lorsqu'aucune mesure n'est prise pour limiter sa population. La pyrale de l'atoca est donc considérée comme un ravageur d'importance au Québec. Les dommages ne sont visibles que sur le fruit. En effet, les fruits attaqués commencent à rougir prématurément puis se ratatinent et se flétrissent. Les fruits ainsi desséchés deviennent brun noirâtre et prennent l'aspect d'un raisin sec. De plus, lorsque la larve se déplace d'un fruit à l'autre, elle produit des fils de soie et des excréments qui entourent les fruits infestés et les fruits sains. Ceci amène donc la perte de plusieurs autres fruits, qui au départ, étaient sains (Guérin, 2009c).

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Pyrale de l'atoca : modèle développé par l'équipe de bioclimatologie et modélisation du Centre de recherche et de développement de Saint-Jean-sur-Richelieu d'Agriculture et Agroalimentaire Canada, à partir de données recueillies par le Club environnemental et technique Atocas Québec (CETAQ) en 2007 et 2008 dans la région du Centre-du-Québec. Données compilées par Samanta Fortin Guérin à l'automne 2009.

Degrés-jours cumulés pour chaque seuil de développement

Température de base = 10 °C

Température optimale = 30 °C

Méthode = sinus simple

Début des calculs = 1^{er} mars

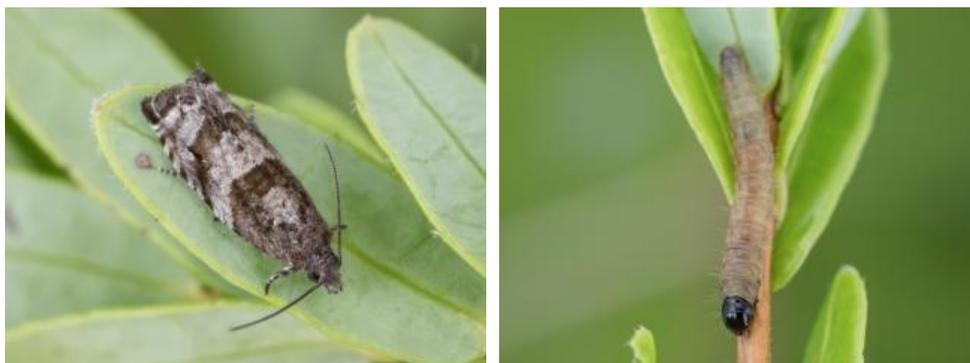
Hôte : canneberge	Degrés-jours (°C)
5 % adultes	265
50 % adultes	364
95 % adultes	492

[Canneberge](#)

Tordeuse des canneberges (*Rhopobota naevana* (Hübner))



DESCRIPTION DU RAVAGEUR



Adulte et larve mature de la tordeuse des canneberges



Domages sur plants de canneberge

Photos : Laboratoire d'expertise et de diagnostic en phytoprotection – MAPAQ

Tiré de : IRIIS phytoprotection (<http://www.iriisphytoprotection.qc.ca/>)

L'adulte de la tordeuse des canneberges est un papillon gris ou brun olive qui présente une teinte cuivrée et des bandes transverses grises plus ou moins foncées. Au repos, ses ailes lui donnent une forme de tente. L'envergure de ses ailes est de 9 à 11 mm. Les œufs, qui mesurent environ 0.7 mm de diamètre, sont ovales, jaune pâle ou blanchâtres et deviennent rouges pendant l'hibernation. La chenille possède cinq paires de fausses pattes. Son corps est jaune verdâtre ou brun beige et est parsemé de petits tubercules surmontés de fins poils.. Sa tête, son thorax et ses pattes sont noirs. À maturité, elle mesure 10 mm de longueur et se tortille vigoureusement lorsqu'elle est dérangée.

La tordeuse des canneberges produit deux générations par année. Elle hiberne au stade d'œuf, et l'éclosion survient en mai. Les adultes de la première génération émergent en juin, et les femelles pondent leurs œufs individuellement sous les feuilles des nouvelles pousses. Les chenilles de la deuxième génération s'observent en juillet. En août, les adultes de la deuxième génération émergent et sont actifs jusqu'à la mi-septembre. Les œufs pondus à cette période entrent en diapause à l'automne. Les adultes

sont peu mobiles; ils sont actifs le jour, sauf lors des journées chaudes et nuageuses. Leur pic d'activité se situe au crépuscule.

Au printemps, les larves nouvellement écloses se nourrissent des feuilles d'où elles viennent d'émerger. Elles creusent des sillons sous le vieux feuillage et tissent ensuite une toile de soie en rassemblant plusieurs feuilles à l'extrémité d'une tige. Elles y mangent les bourgeons terminaux et les feuilles, ne laissant que les nervures. Au fur et à mesure qu'elles s'alimentent, elles ajoutent des tiges à leur toile. En cas d'infestation grave, le feuillage devient brunâtre et semble avoir été brûlé par le feu. En été, les chenilles de la deuxième génération dévorent les nouvelles pousses, les fleurs et les fruits. Elles rassemblent dans un filet de soie plusieurs fruits qu'elles peuvent percer ou dans lesquels elles creusent des sillons. Les feuilles consommées finissent par tomber, laissant la tige dénudée et donnant à la plante cette apparence roussie. Les fruits mangés affectent la production de la saison en cours, alors que les bourgeons endommagés ont un effet sur la production de l'année suivante (Le Duc 2004; IRIIS phytprotection).

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Tordeuse des canneberges : modèle développé par l'équipe de bioclimatologie et modélisation du Centre de recherche et de développement de Saint-Jean-sur-Richelieu d'Agriculture et Agroalimentaire Canada en collaboration avec l'équipe d'Annabelle Firlej de l'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA) de Saint-Bruno-de-Montarville, à partir de données recueillies par le Club environnemental et technique Atocas Québec (CETAQ) de 2004 à 2015 dans la région du Centre-du-Québec. Données compilées par Marie-Pier Ricard à l'automne 2017.

Degrés-jours cumulés pour chaque seuil de développement

Température de base = 10 °C

Température optimale = 30 °C

Méthode = sinus simple

Début des calculs = 1^{er} mars

Hôte : canneberge	Degrés-jours (°C)
1 ^{re} génération 5 % larves	103
1 ^{re} génération 50 % larves	142
1 ^{re} génération 95 % larves	192
1 ^{re} génération 5 % adultes	295
1 ^{re} génération 50 % adultes	390
2 ^e génération, 5 % larves	471
1 ^{re} génération 95 % adultes	495
2 ^e génération, 50 % larves	558
2 ^e génération, 95 % larves	653
2 ^e génération, 50 % adultes	806

[Canneberge](#)

Carotte



Phénologie de la carotte

Insectes

Charançon de la carotte

Mouche de la carotte

Maladies

Brûlure alternarienne de la carotte

Brûlure cercosporéenne

Phénologie de la carotte



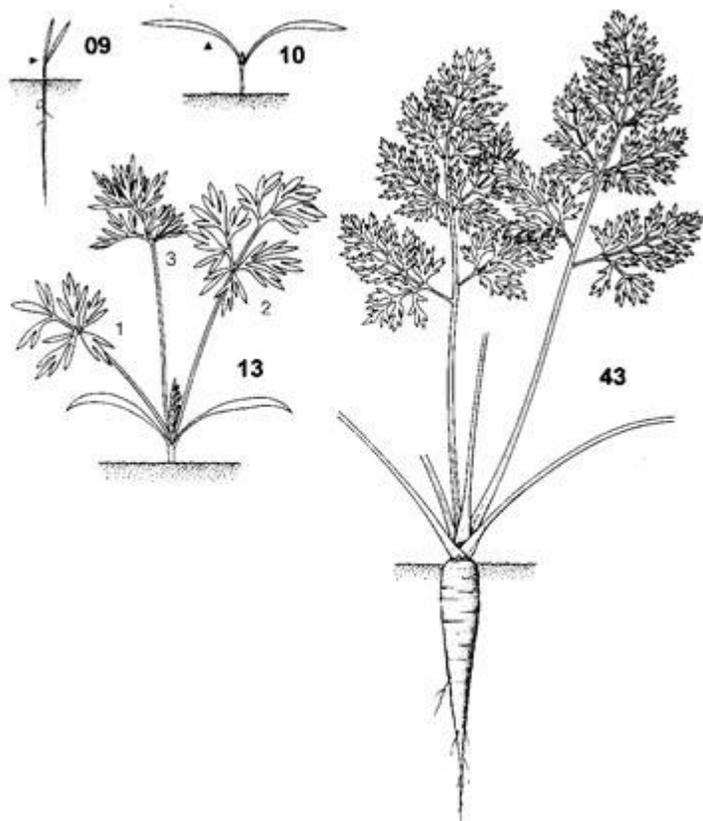
DESCRIPTION DE LA PHÉNOLOGIE

Pour un producteur de carottes, il est essentiel de prédire la phénologie afin d'obtenir une récolte optimale et répondre aux besoins du marché pendant la saison de croissance. De plus, la modélisation simultanée de la phénologie de la carotte et de ses bioagresseurs (charançon de la carotte, brûlure alternarienne, brûlure cercosporéenne) peut être utilisée dans la planification des interventions phytosanitaires, pour coordonner l'atteinte de stades vulnérables à la présence des ravageurs/maladies et le moment d'intervention.

L'échelle BBCH utilisée pour le modèle phénologique de la carotte est formée d'un code à deux chiffres donnant une description précise des stades de développement principaux et secondaires de la culture. Le modèle présente une phase foliaire suivie d'une phase commerciale.

Échelle BBCH des stades phénologiques des espèces à racines ou tubercules (Meier, 2001)
(carotte = *Daucus carota* ssp. *sativus*)

Code	Description
Stade principal 0 : germination, bourgeonnement	
00	semence sèche
01	début de l'imbibition des graines
03	imbibition complète
05	la racine sort de la graine
07	hypocotyle et cotylédons percent les téguments de la graine
09	levée: les cotylédons percent la surface du sol
Stade principal 1 : développement des feuilles (tige principale)	
10	cotylédons étalés, point végétatif des premières vraies feuilles visible
11	première feuille étalée
12	2 feuilles étalées
13	3 feuilles étalées
1 .	et ainsi de suite ...
19	9 ou davantage de feuilles étalées
Stade principal 4 : développement des organes végétatifs de récolte	
41	racines, tiges ou tubercules commencent à se développer (diamètre > 0.5 cm)
42	racines, tiges ou tubercules ont atteint 20% de leur taille finale
43	racines, tiges ou tubercules ont atteint 30% de leur taille finale
44	racines, tiges ou tubercules ont atteint 40% de leur taille finale
45	racines, tiges ou tubercules ont atteint 50% de leur taille finale
46	racines, tiges ou tubercules ont atteint 60% de leur taille finale
47	racines, tiges ou tubercules ont atteint 70% de leur taille finale
48	racines, tiges ou tubercules ont atteint 80% de leur taille finale
49	racines, tiges ou tubercules ont atteint leur taille finale typique pour la variété



RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Phénologie de la carotte

Meier, U. 2001. Stades phénologiques des mono-et dicotylédones cultivées; BBCH monographie. 117-119.

Modèle développé par l'équipe de bioclimatologie et modélisation du Centre de recherche et de développement de Saint-Jean-sur-Richelieu d'Agriculture et Agroalimentaire Canada à partir de données recueillies entre 2005 et 2006 à la ferme expérimentale de Sainte-Clotilde (Québec).

Début des stades BBCH

Début des calculs = variable (date de semis, de transplantation ou d'observation)

Carotte

Insectes

Charançon de la carotte (*Listronotus oregonensis* (LeConte))



DESCRIPTION DU RAVAGEUR



Carottes endommagées par le charançon de la carotte



Adulte et larves du charançon de la carotte

Photos : Richard et Boivin (1994)

Les adultes du charançon de la carotte sont allongés et brun foncé à noirs, avec des rayures sur le thorax et les ailes antérieures. Ils mesurent en moyenne 7 mm de longueur et 2,5 mm de largeur, et les mâles sont habituellement plus petits que les femelles. Les œufs sont jaune pâle au moment de la ponte, et deviennent plus foncés avec l'âge.

Chez la carotte, les larves du charançon causent des dommages économiques en creusant des galeries dans les pétioles, le cœur et la racine de la plante. Les galeries des jeunes larves sont petites, mais celles des larves plus âgées mesurent jusqu'à 5 à 8 mm de diamètre. Les larves qui se nourrissent laissent en surface une mince couche de cellules, qui s'affaisse pendant la saison en laissant des cicatrices visibles sur les racines. En général, les galeries des larves se retrouvent dans le tiers supérieur de la racine. Les jeunes plants de carotte peuvent flétrir et mourir à la suite de ces attaques, et les bactéries et les champignons peuvent envahir les carottes par les galeries creusées par les larves. Dans les champs commerciaux incorrectement traités, les dommages peuvent atteindre 12 % de la culture. Dans les champs non traités, le charançon de la carotte peut entraîner des dommages supérieurs à 70 % (Richard et Boivin, 1994).

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Charançon de la carotte

Génération d'hiver : modèle développé par l'équipe de bioclimatologie et modélisation du Centre de recherche et de développement de Saint-Jean-sur-Richelieu d'Agriculture et Agroalimentaire Canada. Les données qui ont servi à la calibration de ce modèle ont été recueillies à la ferme expérimentale de Sainte-Clotilde par l'équipe d'entomologie de Guy Boivin, de 1983 à 2008. Données compilées par Dominique Plouffe au printemps 2011.

Génération d'été et ponte/diapause : les cumuls thermiques pour les stades de larves, pré-pupes, pupes et adultes (2^{ème} génération ou génération d'été), ont été dérivés d'expérimentations effectuées en laboratoire par l'équipe de recherche en entomologie de Guy Boivin.

Degrés-jours cumulés pour chaque seuil de développement

Génération d'hiver

Température de base = 4 °C

Température optimale = 32 °C

Méthode = sinus simple

Début des calculs = 1^{re} capture d'adultes

Hôte: carotte	Degrés-jours (°C)
5 % adultes	127
50 % adultes	246
95 % adultes	508

Génération d'été

Température de base = 7 °C

Température optimale = 32 °C

Méthode = sinus simple

Début des calculs = date du stade 3 feuilles de la carotte

Hôte: carotte	Degrés-jours (°C)
1 ^{re} gén., 5 % adultes	18
1 ^{re} gén., 50 % adultes	117
1 ^{re} gén., 50 % larves	232
1 ^{re} gén., 95 % adultes	340
1 ^{re} gén., 50 % pré-pupes	502
1 ^{re} gén., 50 % pupes	600
2 ^e gén., 5 % adultes	617
2 ^e gén., 50 % adultes	716
2 ^e gén., 5 % ponte	753
2 ^e gén., 50 % ponte	852

INTERPRÉTATION DE LA COURBE¹

Génération d'hiver

Les courbes développées pour le charançon de la carotte ont chacune leur importance. Lorsque la courbe indique le début des captures (5 % adultes), il est temps de poser les pièges. L'intervention sera nécessaire si et seulement si les carottes ont atteint le stade de la deuxième vraie feuille et si l'historique du champ et/ou le dépistage permettent de croire que l'insecte dépassera le seuil économique. Il est bon de se souvenir que dans les petits champs, le risque d'atteinte du seuil économique est toujours beaucoup plus important que dans les grands champs où on peut envisager un traitement de bordure. Le charançon ne se disperse pas sur de grandes distances.

Lorsque la courbe indique 95 % de captures, on peut s'attendre à ce que le nombre de captures cesse d'augmenter, mais pour cette génération seulement. De fait, depuis quelques années, le charançon trouve le temps de produire une seconde génération au Québec. En l'occurrence, il serait sage de consulter votre conseiller.

Ce texte a été révisé pour la dernière fois en mars 1998.

Génération d'été

L'approche utilisée pour ce modèle est similaire à celle utilisée pour la génération hivernante du charançon de la carotte. La différence principale est que le modèle de génération d'été tient compte du stade de développement de la culture en débutant le cumul thermique à la date d'atteinte du stade de 3 feuilles de la carotte. On présume alors que la ponte débute à ce moment et que le cycle de vie du charançon de la carotte puisse se poursuivre vers les stades de larves, pré-pupes, pupes et adultes (2^{ème} génération ou génération d'été).

Ponte/diapause

Les courbes de prédiction des pourcentages d'adultes (génération d'été), qui entrent ou non en diapause de reproduction, sont initialisées avec le modèle du charançon de la carotte (génération d'été). Au printemps, pour chaque journée de ponte de la génération hivernante (1^{ère} génération), une cohorte d'individus est créée et suivie indépendamment des autres cohortes de ponte pendant toute la saison jusqu'à l'émergence des adultes d'été. Entre l'émergence de ces adultes et le début de la ponte de ceux-ci (temps estimé à 136 degrés-jours), les individus de chaque cohorte sont exposés à des conditions quotidiennes d'une interaction entre la température et la photopériode, ce qui permet de réguler le signal d'entrée en diapause des charançons adultes. En bref, plus la température est froide pendant cette période d'exposition, plus la photopériode devra être élevée pour que les adultes puissent poursuivre leur ponte et causer des dommages aux racines de carotte.

Ce texte a été révisé pour la dernière fois en juin 2022.

[Carotte](#)

¹ Texte écrit avec la collaboration de Pierre Sauriol, agronome retraité, ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, Saint-Rémi (Québec).

Mouche de la carotte (*Psila rosae* (Fabricius))



DESCRIPTION DU RAVAGEUR



Adulte de la mouche de la carotte

Photo : Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec

Les adultes de la mouche de la carotte sont noirs, mesurent environ 6 mm de longueur et ont une tête rougeâtre et de longues pattes jaunes. La larve est apode, blanc crème et munie de crochets buccaux foncés. La pupa est brun rougeâtre et cylindrique et mesure environ 4,5 mm de longueur.

Les larves, responsables des dommages causés par la mouche de la carotte, sont attirées par le dioxyde de carbone émis par les plants de carotte et se nourrissent sur les racelles. En début de saison, les dommages causés aux racelles peuvent tuer les jeunes plantes, ou entraîner la formation de racines fourchues, rabougries ou fibreuses chez la plante à maturité. Les larves plus âgées entrent dans la racine pivotante et creusent des galeries dans le tiers inférieur de la racine. Au Québec et en Ontario, la première génération d'été devient adulte avant qu'elle puisse endommager les carottes hâtives, et la plupart des dommages sont causés par la deuxième génération d'été. En Colombie-Britannique, les première et troisième générations d'été causent aussi des dommages. Les zones à proximité de plantes-abris sont les plus susceptibles de subir des dommages, alors que les cultures de carottes dans les zones ouvertes ne sont généralement pas affectées par cet insecte. Les adultes de la mouche de la carotte ne transmettent pas de parasites. Cependant, les bactéries et les champignons peuvent envahir la carotte par les galeries creusées par les larves, et les larves âgées causent de graves dommages aux carottes entreposées (Richard et Boivin, 1994).

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Mouche de la carotte : modèle développé par l'équipe de bioclimatologie et modélisation du Centre de recherche et de développement de Saint-Jean-sur-Richelieu d'Agriculture et Agroalimentaire Canada. Les données qui ont servi à la calibration de ce modèle ont été recueillies à la ferme expérimentale de Sainte-Clotilde par l'équipe d'entomologie de Guy Boivin, de 1983 à 2009. Données compilées par Dominique Plouffe au printemps 2011.

Degrés-jours cumulés pour chaque seuil de développement

Température de base = 3 °C

Température optimale = 30 °C

Méthode = sinus simple

Début des calculs = 1^{er} mars

Hôte : carotte	Degrés-jours (°C)
1 ^{re} génération, 5 % adultes	444
1 ^{re} génération, 50 % adultes	538
1 ^{re} génération, 95 % adultes	718
2 ^e génération, 5 % adultes	1806
2 ^e génération, 50 % adultes	2034
2 ^e génération, 95 % adultes	2247

INTERPRÉTATION DE LA COURBE^{1,2}

Pour utiliser le modèle de développement de la mouche de la carotte, il est impératif d'avoir une bonne idée de la population d'insectes en relevant les pièges collants et en identifiant l'insecte, tâche délicate pour certains. De plus, on doit avoir une idée précise de l'historique du champ pour éviter des traitements inutiles. En effet, la mouche ne constitue pas souvent un problème au Québec. Le modèle est théorique et prévoit les captures d'adultes.

Si on pense devoir traiter en raison d'antécédents de dégâts, on doit le faire entre le début des captures et la date prévue de 50 % des captures (d'après la courbe). On doit profiter de cette marge de manoeuvre pour traiter seulement lorsque les conditions météorologiques sont particulièrement favorables. L'insecte vole mal et se cache par temps venteux; intervenir par temps calme maximisera les effets de l'insecticide en plus de réduire la dérive.

Il est bon de garder à l'esprit que les interventions, lorsque requises, peuvent souvent être localisées près des brise-vent. De plus, selon certains, les rotations de cultures éliminent presque totalement la nécessité d'intervenir. Enfin, selon de récentes études, il est inutile de traiter les carottes qu'on prévoit récolter avant le début octobre; si le champ a un historique de dommages et qu'on n'a pas fait de rotations, il peut être avantageux de devancer les semis.

Ce texte a été révisé pour la dernière fois en mars 1998

Carotte

Texte écrit avec la collaboration de :

¹ Pierre Sauriol, agronome retraité, ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, Saint-Rémi (Québec).

² Mario Asselin, agronome, Productions en régie intégrée du Sud de Montréal, enr. (PRISME), Sherrington (Québec).

Maladies

Brûlure alternarienne de la carotte (*Alternaria dauci* (Kühn) Groves & Skolko)



DESCRIPTION DE LA MALADIE



Foliole de carotte touchée par la brûlure alternarienne et spore du champignon.

Photo : Richard et Boivin (1994)

L'alternariose est la maladie foliaire la plus commune de la carotte. Elle réduit les rendements en restreignant la surface foliaire disponible pour la photosynthèse et en détruisant les parties aériennes de la carotte nécessaires à la récolte mécanique. L'infection hâtive peut causer la fonte des semis. Les lésions foliaires sur les plantes adultes ressemblent à celles causées par la brûlure cercosporéenne (*Cercospora carotae*), mais elles ont des formes plus irrégulières. Généralement, les lésions apparaissent d'abord sur la marge des folioles; elles sont brun foncé à noires et bordées d'un liseré jaune. Lorsqu'elles sont nombreuses, les taches s'unissent et les folioles se rident et meurent, ce qui donne à la plante une apparence brûlée. Lorsque les conditions sont fraîches et humides, une couche superficielle veloutée est visible à l'oeil nu à la surface des feuilles. La fusion des lésions entraîne la formation d'un anneau continu autour du pétiole, et la feuille entière est détruite et meurt. Les parties aériennes flétries de la carotte se brisent lorsqu'elles sont agrippées par les arracheuses mécaniques, et la carotte est ainsi laissée dans le sol. Les racines charnues ne sont pas attaquées par *Alternaria dauci*. Dans les exploitations commerciales, l'alternariose apparaît souvent plus tardivement que la brûlure cercosporéenne parce que les feuilles plus âgées sont plus sensibles à l'*Alternaria* que les jeunes feuilles (Richard et Boivin, 1994).

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Alternariose

Gillespie, T.J. et J.C. Sutton. 1979. A predictive scheme for timing fungicide applications to control *Alternaria* leaf blight in carrots. Can. J. Plant Pathol. 1:95-99.

Le modèle a été évalué par l'équipe de bioclimatologie et modélisation du Centre de recherche et de développement de Saint-Jean-sur-Richelieu d'Agriculture et Agroalimentaire Canada, à partir de données recueillies par Agro-Production Lanaudière entre 1999 et 2001, dans la région de Lanaudière, au Québec.

Tableau des risques d'infection

Début des calculs = 1^{er} avril

Hôte : carotte	Indice d'infection
Faible	1
Moyen	2
Élevé	3

INTERPRÉTATION DE LA COURBE

Le système calcule un indice de risque d'infection sur une échelle de 1 à 3, 1 représentant un risque d'infection faible, 2 étant le seuil de traitement (infection modérée) et 3 correspondant à un risque d'infection grave. Les critères utilisés par le modèle sont les suivants :

- 1) aucun traitement fongicide avant l'apparition de symptômes sur 1 à 2% des feuilles;
- 2) traitement fongicide si les prévisions météorologiques des prochaines 36 heures sont favorables à l'infection des feuilles de carotte par l'*Alternaria*. Les traitements devraient donc être appliqués lorsque la courbe des prévisions dépasse le seuil de 2.
- 3) intervalle entre les traitements de 7 à 10 jours.

Ce texte a été révisé pour la dernière fois en juillet 1999.

[Carotte](#)

Brûlure cercosporéenne (*Cercospora carotae* (Pass.) Solheim)



DESCRIPTION DE LA MALADIE



Taches nécrotiques circulaires sur folioles et lésions elliptiques sur pétioles, causées par la brûlure cercosporéenne de la carotte.



Parcelle de carottes atteintes de la brûlure cercosporéenne.

Photos : Dominique Plouffe, Agriculture et Agroalimentaire Canada

La brûlure cercosporéenne est souvent un problème sérieux. Au Québec, elle fait plus de dommages que l'alternariose. Généralement la brûlure cercosporéenne survient plus tôt que l'alternariose. Dans les deux cas, les pertes sont dues principalement aux carottes laissées dans le champ par les arracheuses mécaniques. Les premières lésions apparaissent sur la marge des folioles et causent un enroulement latéral. Ces lésions sont allongées, alors que celles qui ne sont pas sur la marge ont tendance à être plutôt rondes. Sur la feuille, les lésions apparaissent d'abord sous forme de mouchetures nécrotiques qui s'agrandissent et deviennent rapidement de petites taches brun clair, brunes ou presque noires, dont le centre nécrotique est entouré d'une zone jaunâtre aux bords mal définis. À mesure que les lésions se multiplient et grandissent, elles s'unissent et toute la foliole se dessèche et meurt. Sur les pétioles et les tiges, les lésions sont elliptiques, brunâtres et à centre pâle alors que par temps humide les taches sont plus foncées et le fond de la lésion paraît gris pâle ou argenté à cause des masses de conidies hyalines, caractéristique de cette maladie. Les lésions peuvent apparaître à la surface de la tige, l'engainer et causer éventuellement la destruction et la mort de toute la feuille. Lorsque les arracheuses mécaniques agrippent les carottes flétries, les fanes se brisent facilement en laissant les carottes dans le sol. Lorsque les parties florales des carottes de semence sont infectées précocement, elles se flétrissent avant la production des graines; lorsque l'infection se produit plus tard, le pathogène peut entrer dans la graine, qui devient alors une source d'inoculum. Le *Cercospora carotae* n'attaque pas les racines charnues (Brodeur et coll.).

RÉFÉRENCES POUR LE MODÈLE

Brûlure cercosporéenne

Carisse, O. et A.C. Kushalappa. 1990. Development of an infection model for *Cercospora carotae* on carrot based on temperature and leaf wetness duration. *Phytopathology* 80:1233-1238.

Carisse, O. et A.C. Kushalappa. 1992. Influence of interrupted wet periods, relative humidity and temperature on infection of carrots by *Cercospora carotae*. *Phytopathology* 82:602-606.

Développement du modèle : Le système employé provient d'une amélioration du système élaboré par Odile Carisse (1992). Développé en 1993 à partir des données de 1987, 1988 et 1990. Il est évalué au moyen du CIPRA depuis 1995.

Tableau des risques d'infection

Début des calculs : S.O.

Hôte : carotte	Indice d'infection
Seuil de traitement	2

INTERPRÉTATION DE LA COURBE^{1, 2, 3}

Le système calcule des indices d'infection, sur une échelle de 0 à 10. Ces indices sont très concrets et ont été validés au champ. Par exemple, quand l'indice est inférieur à 2, on n'observe peu ou pas d'apparition de taches sur les feuilles après la période d'incubation de 8 à 12 jours. L'indice constitue un facteur de multiplication, c.-à-d. que si l'indice est de 5 et qu'aucune tache n'est observée dans le champ, le risque d'éclosion est très faible. Par contre, on peut parfois être forcé de traiter même lorsque l'indice est faible. Par exemple, si l'indice est de 3, mais que le champ est déjà passablement atteint et qu'en plus les prévisions météorologiques annoncent une longue période de mouillure ou que la courbe de prévision monte encore, il est préférable de traiter.

La décision relative au traitement incombe totalement à l'utilisateur et dépend de plusieurs facteurs dont l'âge des carottes, le cultivar, la date de récolte, le nombre d'infections précédant celle concernée, la couverture de fongicide et, bien sûr, les prévisions météorologiques. Le Conseil des productions végétales du Québec recommande d'attendre que les carottes aient environ 15 cm de hauteur avant de commencer à traiter. Il propose par ailleurs de ne pas traiter avant la mi-fermeture des rangs sauf en cas de conditions exceptionnelles de précipitations. De plus, règle générale, il n'est pas nécessaire de traiter les carottes hâtives. Enfin, à partir de septembre, il n'y a plus de risque à craindre du côté de la brûlure cercosporéenne. Par contre, on doit alors dans certains cas se méfier d'une autre maladie, la [brûlure alternarienne](#) qui se développe plutôt sous des températures fraîches.

D'autres moyens pour maintenir le rendement tout en évitant des traitements se trouvent dans le bulletin d'information : « [La cercosporose de la carotte, Stratégies de lutte](#) ». Consulter la bibliographie.

Ce texte a été révisé pour la dernière fois en mars 1998

Texte préparé avec la collaboration de :

¹ Odile Carisse, phytopathologiste au Centre de recherche et de développement de Saint-Jean-sur-Richelieu d'Agriculture et Agroalimentaire Canada.

² Pierre Sauriol, agronome retraité, Ministère de l'Agriculture des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, Saint-Rémi.

³ Mario Asselin, agronome, Productions en régie intégrée du Sud de Montréal, enr. (PRISME), Sherrington.

Courge



Insectes

Perceur de la courge

Insectes

Perceur de la courge (*Melittia cucurbitae* (Harris))



DESCRIPTION DU RAVAGEUR



Larves du perceur de la courge



Adulte du perceur de la courge

Photos : Laboratoire d'expertise et de diagnostic en phytoprotection – MAPAQ

Tiré de : IRIIS phytoprotection (<http://www.iriisphytoprotection.qc.ca/>)

Le perceur de la courge (*Melittia cucurbitae*) est un lépidoptère de la famille des Sesiidae. Ce papillon nocturne a une envergure de 25 à 38 mm. Les ailes antérieures sont vertes à noires et ont un aspect métallique. Les ailes postérieures sont en partie translucides. L'abdomen est poilu rouge-orange éclatant et la face dorsale présente un point noir au centre de plusieurs segments. Les femelles sont plus grosses et de couleur moins éclatante que les mâles. Les œufs mesurent environ 1 mm de longueur et sont ovales et brun rougeâtre. Les larves atteignent 25 mm de longueur à maturité. Leur corps est blanc et leur tête est noir-brun. La plaque thoracique est ornée de deux lignes brunes convergentes. Les pupes sont brun rougeâtre et font 14 mm de longueur. Elles sont protégées dans un cocon de soie et de terre.

Une seule génération est produite au Québec. La larve mature ou la pupa hiverne dans un cocon dans le sol. Les adultes émergent à partir de la fin juin et ont une courte longévité. Une femelle peut pondre entre 150 et 200 œufs. Ils sont pondus individuellement sur la tige principale, les pétioles, les feuilles, les boutons floraux et parfois même dans le sol près de la tige de la plante. Les larves émergent en deux semaines

environ et pénètrent rapidement dans les tiges pour s'alimenter. À maturité, les larves s'enfouissent à 25 à 50 mm de profondeur pour se métamorphoser en pupes.

Se nourrissant des tissus végétaux à l'intérieur des tiges, les larves coupent le flux de sève. Les plantes infestées se flétrissent alors de façon permanente. Au point d'entrée de la larve, il est possible d'observer des excréments ressemblant à de la sciure. Six larves suffisent à tuer un plant de courrouille. Selon les régions, des dommages pourraient aussi être observés sur les fruits si l'émergence des adultes est plus tardive. Les dommages causés par les larves rendent aussi les plantes vulnérables à d'autres pathogènes (Couture, 2020; IIRIS phytoprotection).

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Modèle développé par l'équipe de bioclimatologie et modélisation du Centre de recherche et de développement de Saint-Jean-sur-Richelieu d'Agriculture et Agroalimentaire Canada. Les données utilisées ont été recueillies en 2019 et 2020 dans 13 sites, par des conseillers du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'alimentation du Québec (MAPAQ) dans plusieurs régions du Québec. Données compilées par Dominique Plouffe à l'hiver 2021.

Degrés-jours cumulés pour chaque seuil de développement

Température de base = 10 °C

Température optimale = 30 °C

Méthode = sinus simple

Début des calculs = 1^{er} mars

Hôte : courrouille	Degrés-jours (°C)
2 % adultes	422
5 % adultes	444
50 % adultes	587
95 % adultes	839

Courrouille

Crucifères (brocoli, chou, chou Bruxelles)



Brocoli

Phénologie du brocoli

Insectes
Fausse-teigne
Mouche du chou
Piéride du chou



Chou

Insectes
Fausse-teigne
Mouche du chou
Piéride du chou



Chou de Bruxelles

Insectes
Fausse-teigne
Mouche du chou
Piéride du chou

Phénologie du brocoli



DESCRIPTION

L'échelle BBCH utilisée pour le modèle phénologique du brocoli est formée d'un code à deux chiffres donnant une description précise des stades de développement principaux et secondaires de la culture. Le modèle présente une phase foliaire et une phase commerciale consécutives.

Échelle BBCH des stades phénologiques des légumes « choux » (Meier, 2001)

(chou de Bruxelles = *Brassica oleracea* L. var. *gemmifera* DC./Zenk, chou-fleur = *Brassica oleracea* L. var. *bortytis*, brocoli = *Brassica oleracea* L. var. *italica* Plenck)

Code	Définition
------	------------

Stade principal 0 : germination, bourgeonnement

- | | |
|----|---|
| 00 | semence sèche |
| 01 | début de l'imbibition des graines |
| 03 | imbibition complète |
| 05 | la radicule sort de la graine |
| 07 | hypocotyle et cotylédons percent les téguments de la graine |
| 09 | levée : les cotylédons percent la surface du sol |
-

Stade principal 1 : développement des feuilles (tige principale)

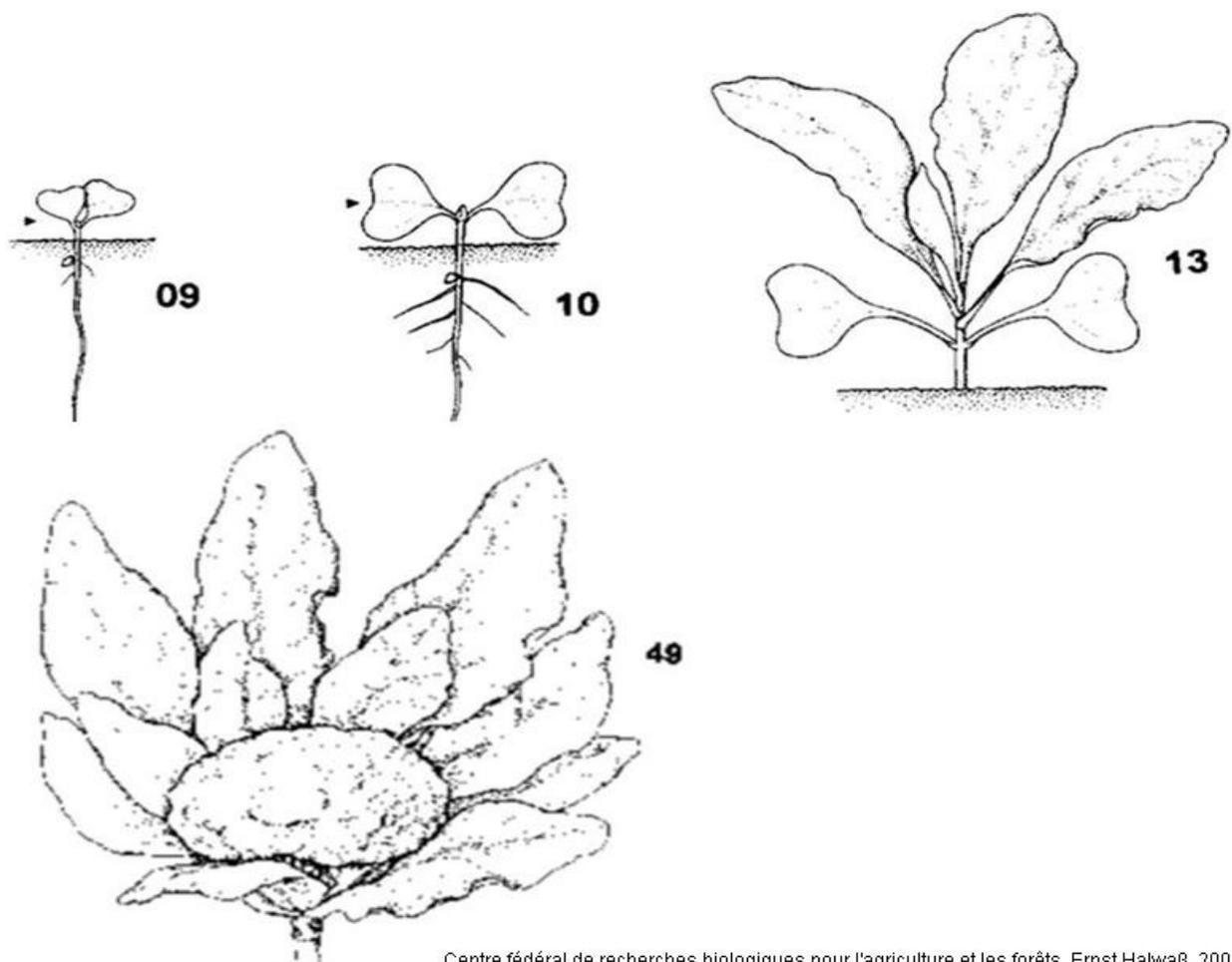
- | | |
|-----|---|
| 10 | cotylédons étalés, point végétatif apical ou initiales des premières vraies feuilles visibles |
| 11 | première feuille étalée |
| 12 | 2 feuilles étalées |
| 13 | 3 feuilles étalées |
| 1 . | et ainsi de suite ... |
| 19 | 9 ou davantage de feuilles étalées |
-

Stade principal 2: formation de pousses latérales

- | | |
|-----|--|
| 21 | 1 pousse latérale visible |
| 22 | 2 pousses latérales visibles |
| 23 | 3 pousses latérales visibles |
| 2 . | et ainsi de suite ... |
| 29 | 9 ou davantage de pousses latérales visibles |
-

Stade principal 4 : développement des organes végétatifs de récolte

- | | |
|----|---|
| 41 | les boutons floraux de la tige se développent, largeur > 1 cm |
| 43 | les têtes ont atteint 30 % de leur taille finale |
| 45 | les têtes ont atteint 50 % de leur taille finale |
| 46 | les têtes ont atteint 60 % de leur taille finale |
| 47 | les têtes ont atteint 70 % de leur taille finale |
| 48 | les têtes ont atteint 80 % de leur taille finale |
| 49 | les têtes ont atteint leur forme et taille typiques et elles sont fermées |
-



Centre fédéral de recherches biologiques pour l'agriculture et les forêts, Ernst Halwaß, 2001.

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Phénologie du brocoli

Meier, U. 2001. Stades phénologiques des mono-et dicotylédones cultivées; BBCH monographie. 130-133.

Modèle développé par l'équipe de bioclimatologie et modélisation du Centre de recherche et de développement de Saint-Jean-sur-Richelieu d'Agriculture et Agroalimentaire Canada. Les données qui ont servi à la calibration de ce modèle proviennent :

- des expériences en cabinets de croissance effectuées entre 1999 et 2003
- de différents champs de producteurs dans les régions de Lanaudière et de la Montérégie Est recueillies en 2007 et 2008.

Données compilées par Marianne Blondin au printemps 2009.

Début des stades BBCH

Cultivars : Domador, Legacy, Monaco et Patron

Début des calculs = variable (date de semis, de transplantation ou d'observation)

[Brocoli](#)

Insectes

Fausse-teigne des crucifères (*Plutella xylostella* (L.))



DESCRIPTION DU RAVAGEUR



Larves de la fausse-teigne des crucifères



Adultes de la fausse-teigne des crucifères



Pupe de la fausse teigne et dommage sur chou



Photo : Richard et Boivin (1994)

La fausse-teigne des crucifères (Plutellidae; le nom Yponomeutidae est aussi utilisé) est un papillon nocturne orné de trois taches blanc argenté en forme de losange, visibles lorsque l'adulte est au repos et que ses ailes sont repliées. Les œufs mesurent moins de 0,5 mm de longueur, sont ovales et jaunâtres à vert pâle. Les larves qui peuvent atteindre 12 mm de longueur, sont relativement glabres, vertes à vert-gris et presque cylindriques. Lorsqu'elles sont dérangées, elles se tortillent et se laissent tomber au bout d'un fil. À maturité, elles se métamorphosent en nymphes à l'intérieur d'un cocon lâche à grandes mailles. La chrysalide mesure moins de 8 mm de longueur. Au départ, elle est vert pâle, mais elle devient plus foncée au fil de sa maturation. L'adulte est brun-gris et a une envergure d'environ 13 mm.

Les larves de premier stade creusent des galeries dans les tissus foliaires. Les larves plus âgées se nourrissent sur la face inférieure des feuilles, en grignotant des trous irréguliers dans le feuillage. Chez les feuilles gravement endommagées, seul l'épiderme supérieur demeure intact, ce qui donne à la feuille une couleur argentée. Les larves plus âgées se nourrissent sur les inflorescences de brocoli et de chou-fleur et creusent des galeries dans les parties comestibles du chou et du chou de Bruxelles. Chez le rutabaga, les larves endommagent parfois le collet.

La fausse-teigne des crucifères ne propage pas de maladies aux crucifères; cependant, les dommages infligés aux plantes par les larves favorisent l'entrée d'organismes secondaires (Richard et Boivin, 1994).

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Modèle ponte

Godin C., et G. Boivin. 1998. Seasonal occurrence of lepidopterous pests of cruciferous crops in southwestern Quebec in relation to degree-day accumulations. *The Canadian Entomologist*, 130: 173-185.

Modèle larves : modèle développé par l'équipe de bioclimatologie et modélisation du Centre de recherche et de développement de Saint-Jean-sur-Richelieu d'Agriculture et Agroalimentaire Canada à partir de données recueillies par le réseau de dépistage PRISME (Productions en Régie Intégrée du Sud de Montréal enr.) dans la région de Sainte-Clotilde, en Montérégie, de 2000 à 2004. Données compilées par Caroline Dubé à l'hiver 2005.

Degrés-jours cumulés pour chaque seuil de développement

Ponte

Température de base = 10 °C

Température optimale = 30 °C

Méthode = sinus simple

Début des calculs = 1^{er} avril

Hôtes : chou / chou de Bruxelles / brocoli	Degrés-jours (°C)
1 ^{re} génération, 10 % ponte	170
1 ^{re} génération, 50 % ponte	201
2 ^e génération, 10 % ponte	425
2 ^e génération, 50 % ponte	521
3 ^e génération, 10 % ponte	724
3 ^e génération, 50 % ponte	780

Larves

Température de base = 7,5 °C

Température optimale = 30 °C

Méthode = sinus simple

Début des calculs = 1^{er} avril

Hôtes : chou / chou de Bruxelles / brocoli	Degrés-jours (°C)
1 ^{re} génération, 10 % larves	377
1 ^{re} génération, 50 % larves	431
2 ^e génération, 10 % larves	645
2 ^e génération, 50 % larves	710
3 ^e génération, 10 % larves	955
3 ^e génération, 50 % larves	1037
4 ^e génération, 10 % larves	1269
4 ^e génération, 50 % larves	1330

[Crucifères](#) (brocoli, chou, chou de Bruxelles)

Mouche du chou (*Delia radicum* (L.))



DESCRIPTION DU RAVAGEUR



Larves et pupes de la mouche du chou



Adultes de la mouche du chou

Photo : Richard et Boivin (1994)

Les œufs de la mouche du chou (Anthomyiidae) ressemblent à ceux de la mouche des semis. Cependant, sous grossissement, on voit que les œufs de la mouche du chou ont des stries longitudinales et un sillon qui s'étend sur la face ventrale. L'œuf de la mouche des semis est quant à lui réticulé en surface, et le sillon ventral ne s'étend que sur le tiers de la longueur de l'œuf environ. On distingue la larve apode (asticot) et la puppe (puparium) de chacune des espèces par les caractéristiques de la partie postérieure ventrale de leur corps; la mouche du chou possède une paire de tubercules médians fourchus à leurs extrémités, alors que les tubercules de la mouche des légumineuses ne sont pas fourchus.

Les larves de la mouche du chou se nourrissent généralement sur les racines des plantes-hôtes. Lorsqu'elles sont nombreuses, elles détruisent ou retardent sérieusement le développement des jeunes plantes. Les infestations chez les plantes dont le développement est plus avancé retardent la croissance, réduisent les rendements et diminuent la qualité. Lorsque le temps est frais et humide, la survie des œufs et des larves nouvellement émergées est maximale, et les dommages aux racines sont habituellement très graves.

Les asticots de la première génération, progéniture des mouches issues des pupes hivernantes, causent habituellement les dommages les plus importants, car les conditions météorologiques en début de saison favorisent la survie des œufs et des larves. Les crucifères non tubéreuses semées en plein champ et les

plantes repiquées après la mi-juin échappent habituellement aux dommages importants. En effet, ces plantes sont déjà bien établies lorsque les asticots des générations d'été apparaissent, moins d'œufs survivent dans les régions où surviennent des sécheresses estivales, et les prédateurs des œufs et des larves sont plus abondants et plus actifs en juillet et en août.

À la fin de l'été ou durant les périodes prolongées de temps sec, la ponte et le développement des larves ont lieu sur les parties aériennes. Les jeunes larves creusent des galeries dans les tissus de la tige à la naissance des feuilles, et il faut enlever les feuilles affectées avant la mise sur le marché. Le chou chinois est particulièrement sujet aux dommages causés par les asticots issus des œufs pondus à la naissance des feuilles, et il faut enlever de nombreuses feuilles détériorées par les larves.

La mouche du chou cause des dommages chez le navet, le radis et le rutabaga tout au long de la saison de croissance, car elle attaque les parties comestibles de ces plantes. Les blessures causées par les larves de la première génération produisent des tissus cicatriciels qui persistent sous forme de zones rudes et disgracieuses qui déprécient la culture. Les larves des générations suivantes creusent des sillons à la surface ou près de la surface des racines. Ces sillons ne cicatrisent pas avant la récolte et, s'ils ne sont pas enlevés lors du parage, il peuvent rendre la récolte invendable. De plus, lors de la récolte, la présence de larves creusant des galeries à l'intérieur des racines entraîne de graves problèmes à l'entreposage et à la mise sur le marché. La mouche du chou cause des dommages particulièrement importants chez le radis, car la présence de seulement quelques asticots peut rendre la récolte impropre à la vente.

La production de navets et de rutabagas commercialisables repose sur une gestion efficace des dommages causés par la mouche du chou. Les dommages causés par celle-ci sur le brocoli, le chou, le chou de Bruxelles, le chou-fleur ou le chou frisé peuvent être moins importants. Cependant les infestations provoquent la diminution de la taille des plantes et de la qualité et de la quantité des produits mis sur le marché; dans les cas les plus graves, elles peuvent entraîner le flétrissement et la mort des plantes. (Richard et Boivin, 1994)

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Modèle développé par l'équipe de bioclimatologie et modélisation du Centre de recherche et de développement de Saint-Jean-sur-Richelieu d'Agriculture et Agroalimentaire Canada à partir de données de dépistage et historiques recueillies dans des champs de crucifères de quatre régions du Québec (Capitale-Nationale/Chaudière-Appalaches, Lanaudière, Laurentides et Montérégie) par des clubs conseils et dans le cadre de projets scientifiques dans la région de Sainte-Clotilde, de 1992 à 2018. Données compilées par Charles Girard et Jenny-Ann Rioux et mises à jour par Dominique Plouffe à l'été 2019.

Degrés-jours cumulés pour chaque seuil de développement

Température de base = 4 °C

Température optimale = 30 °C

Méthode = sinus simple

Début des calculs = 1^{er} mars

Hôte : chou	Degrés-jours (°C)
Génération hivernante, 5 % adultes	234
Génération hivernante, 50 % adultes	351
Génération hivernante, 95 % adultes	500
1 ^{re} génération, 5 % adultes	788
1 ^{re} génération, 50 % adultes	975
1 ^{re} génération, 95 % adultes	1248
2 ^e génération, 5 % adultes	1466
2 ^e génération, 50 % adultes	1621
2 ^e génération, 95 % adultes	1838

INTERPRÉTATION DE LA COURBE

Le modèle prédit l'accumulation de degrés-jours nécessaire pour que les stades des populations de la mouche du chou soient atteints. Il est en évaluation au Québec (été 2019).

Chou

Piéride du chou (*Pieris rapae* (L.) (syn. *Artogeia rapae* (L.)))



DESCRIPTION DU RAVAGEUR



Richard

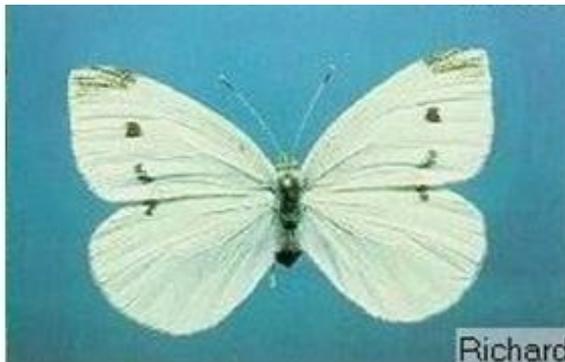


Richard

Larves de la piéride du chou



Richard



Richard

Pupe (chrysalide) et adulte de la piéride du chou

Photo : Richard et Boivin (1994)

L'adulte est un papillon blanc (Pieridae) bien connu des maraîchers. L'œuf est ovale, pointu à l'extrémité distale et plat du côté en contact avec la feuille. Sa surface présente 12 crêtes longitudinales. Au moment de la ponte, l'œuf est blanc crème; il devient jaune pâle à mesure que l'embryon arrive à maturité. La larve, une chenille, mesure 30 mm de longueur et est vert pâle à pleine maturité; elle est munie de cinq paires de pattes abdominales et présente une bande jaune-orange sur toute la longueur du milieu du dos et des bandes latérales plus pâles à la hauteur des stigmates. De courtes soies blanches lui donnent une apparence veloutée. La nymphe (chrysalide) mesure environ 18 mm de longueur et est verte à brune selon le substrat sur lequel elle est fixée. Les ailes de l'adulte sont blanches et ont 50 mm d'envergure; les femelles sont légèrement plus grandes que les mâles. Les mâles ont une seule tache noire au milieu de l'aile antérieure. Les femelles ont deux taches semblables. Chez les deux sexes, les ailes antérieures ont une tache sombre à l'apex et des écailles noires à la bordure antérieure. Les ailes postérieures présentent de petites plages noires à la bordure extérieure.

Les larves grignotent des trous dans les feuilles des plantes et, une fois que les pommes et les inflorescences ont commencé à se former, une seule larve suffit à déprécier les pommes de chou ou les inflorescences de chou-fleur. Lorsque le brocoli, le chou et le chou-fleur sont bien établis, ils tolèrent des dommages de nutrition plus importants. Les excréments des larves contaminent les feuilles et les inflorescences comestibles.

Les adultes de la piéride du chou ne transmettent pas d'agents phytopathogènes, mais les dommages que causent les larves permettent l'entrée d'organismes secondaires (Richard et Boivin, 1994).

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Modèle ponte et modèle larves : modèles développés par l'équipe de bioclimatologie et modélisation du Centre de recherche et de développement de Saint-Jean-sur-Richelieu d'Agriculture et Agroalimentaire Canada à partir de données recueillies par le réseau de dépistage PRISME (Productions en Régie Intégrée du Sud de Montréal enr.) dans la région de Sainte-Clotilde en Montérégie de 2000 à 2004. Données compilées par Caroline Dubé à l'hiver 2005.

Degrés-jours cumulés pour chaque seuil de développement

Ponte

Température de base = 8 °C

Température optimale = 30 °C

Méthode = sinus simple

Début des calculs = 1^{er} avril

Hôtes : chou / chou de Bruxelles / brocoli	Degrés-jours (°C)
1 ^{re} génération, 10 % ponte	189
1 ^{re} génération, 50 % ponte	208
2 ^e génération, 10 % ponte	597
2 ^e génération, 50 % ponte	668
3 ^e génération, 10 % ponte	964
3 ^e génération, 50 % ponte	1054
4 ^e génération, 10 % ponte	1266
4 ^e génération, 50 % ponte	1311

Larves

Température de base = 10 °C

Température optimale = 30 °C

Méthode = sinus simple

Début des calculs = 1^{er} avril

Hôtes : chou / chou de Bruxelles / brocoli	Degrés-jours (°C)
1 ^{re} génération, 10 % larves	161
1 ^{re} génération, 50 % larves	198
2 ^e génération, 10 % larves	551
2 ^e génération, 50 % larves	601
3 ^e génération, 10 % larves	843
3 ^e génération, 50 % larves	909
4 ^e génération, 10 % larves	1123
4 ^e génération, 50 % larves	1138

Crucifères (brocoli, chou, chou de Bruxelles)

Fraisier



Phénologie du fraisier

Insectes

Anthronome de la fleur du fraisier

Scarabée japonais (voir vigne)

Maladies

Anthracnose

Pourriture grise

Tache commune du fraisier

Phénologie du fraisier



DESCRIPTION DE LA PHÉNOLOGIE



Début développement des feuilles (BBCH = 10) : apparition des premières feuilles.

Début bouton vert (BBCH = 55) : apparition des ébauches florales au centre de la rosette.



Bouton vert avancé (BBCH = 58) : les premières fleurs forment avec leurs pétales un ballon creux.

Floraison (BBCH = 65) : pleine floraison; les fleurs secondaires et tertiaires sont ouvertes, les premiers pétales tombent.



Source : <https://pixabay.com>

Fruit vert (BBCH = 73) : les akènes apparaissent clairement sur le réceptacle et ont une couleur nettement verte.

Fruit blanc (BBCH = 81) : début de la maturation des fruits, la plupart des fraises sont blanches.

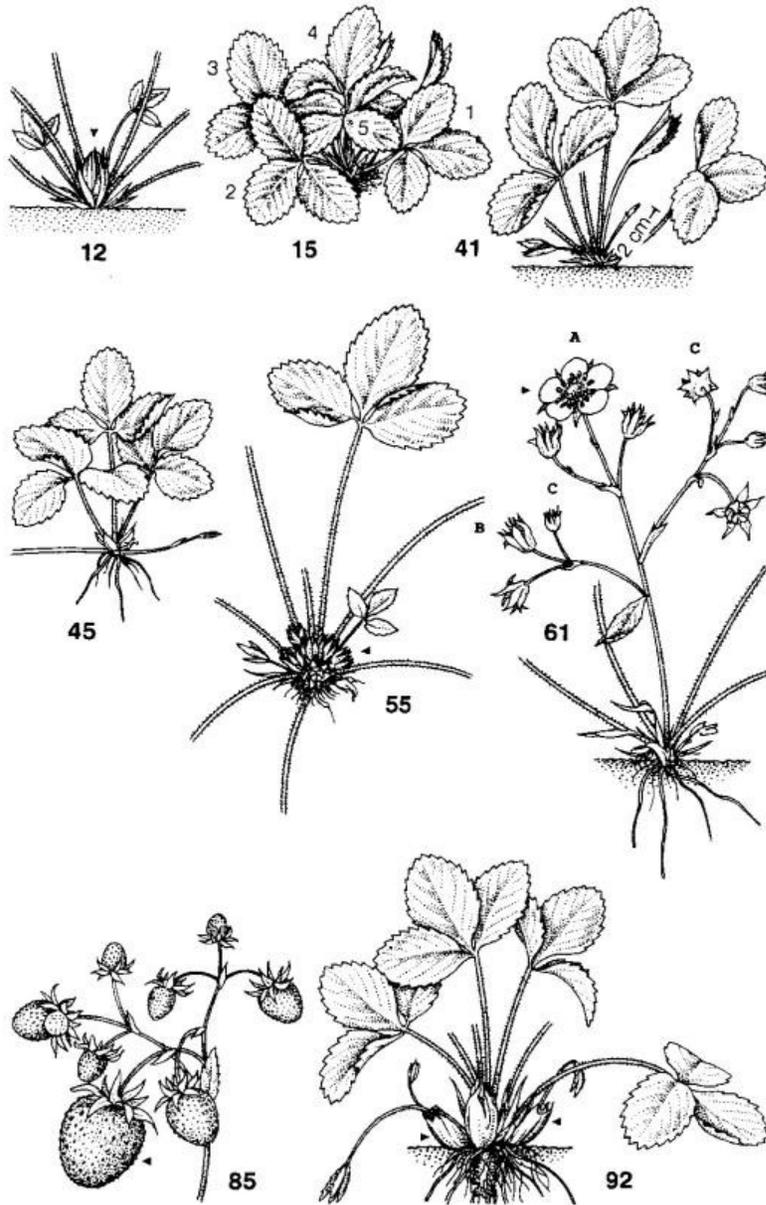


Fruit mûr-récolte (BBCH=87) : la plupart des fraises ont atteint leur couleur rouge spécifique. Elles ont atteint la maturité nécessaire pour permettre une première récolte.

Photos : Fraisier, guide de protection 2010. CRAAQ. Luc Urbain, MAPAQ

Échelle BBCH des stades phénologiques de la fraise (Meier, 2001)
(*Fragaria ananassa* Duch.)

Code	Description
Stade principal 0 : développement des bourgeons	
00	repos hivernal ou dormance: les feuilles sont en partie mortes, étalées et tournées vers le sol
03	le bourgeon principal se dresse
Stade principal 1: développement des feuilles	
10	apparition de la première feuille
11	la première feuille est étalée
12	2 feuilles sont étalées
13	3 feuilles sont étalées (à ce stade intervient généralement le développement des bourgeons floraux, donc le stade de développement principal 5)
14	et ainsi de suite ...
19	9 ou davantage de feuilles sont étalées
Stade principal 5: apparition de l'inflorescence	
55	apparition des ébauches florales au centre de la rosette
56	élongation de l'inflorescence
57	apparition des premiers boutons floraux
58	début du stade ballon: les premières fleurs forment avec leurs pétales un ballon creux
59	la plupart des fleurs forment avec leurs pétales un ballon creux
Stade principal 6: la floraison	
60	les premières fleurs sont ouvertes (les fleurs A ou primaires)
61	début de la floraison: environ 10% des fleurs sont ouvertes
65	pleine floraison: les fleurs secondaires (B) et tertiaires (C) sont ouvertes, les premiers pétales tombent
67	la floraison s'achève: la plupart des pétales sont tombés
Stade 7: développement des fruits (faux-fruit ou réceptacle)	
71	le réceptacle s'élève au-dessus du calice
73	les akènes apparaissent clairement sur le réceptacle
Stade principal 8: maturation des fruits et graines	
81	début de la maturation: la plupart des fraises sont blancs
85	les premières fraises ont atteint la couleur spécifique de la variété
87	récolte principale: la plupart des fraises ont atteint leur couleur spécifique
89	deuxième récolte: d'autres fraises ont atteint leur couleur spécifique



RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Phénologie du fraisier (modèle BBCH - Jewel)

Meier, U. 2001. Stades phénologiques des mono-et dicotylédones cultivées; BBCH monographie. 64-65.

CRAAQ. 2010. Fraisier, Guide de protection 2010. 35 p.

Modèle *BBCH-Jewel* développé par l'équipe de bioclimatologie et modélisation du Centre de recherche et de développement de Saint-Jean-sur-Richelieu d'Agriculture et Agroalimentaire Canada, à partir de données recueillies entre 2008 et 2010 aux fermes expérimentales de l'Acadie et Frelighsburg (Québec). Données compilées par Dominique Plouffe au printemps 2011.

Modèle *degrés-jour Jewel* développé par l'équipe de bioclimatologie et modélisation à partir de données provenant des avertissements du Réseau d'avertissements phytosanitaires du MAPAQ de 2005 à 2016. Données compilées par Antoine Hénault à l'hiver 2017.

Degrés-jours cumulés pour chaque seuil de développement

Cultivar : Jewel

Température de base = 0 °C

Température optimale = 30 °C

Méthode = sinus simple

Début des calculs = 1^{er} mars

Fraisier : Jewel (BBCH)	Degrés-jours (°C)
Début végétation (10)	241
Début bouton vert (55)	395
Bouton vert avancé (58)	451
Floraison (65)	607
Fruit vert (73)	739
Fruit blanc (81)	910
Fruit mûr-récolte (87)	1029

Fraisier

Insecte

Anthomome de la fleur du fraisier (*Anthonomus signatus* Say)



DESCRIPTION DU RAVAGEUR



Ceuf pondu dans un bouton floral et larve extraite d'un bouton floral



Pupe et adulte de l'anthomome de la fleur du fraisier



Domage de l'anthomome de la fleur du fraisier

Photos : Laboratoire d'expertise et de diagnostic en phytoprotection – MAPAQ
Tiré de : IRIIS phytoprotection (<http://www.iriisphytoprotection.qc.ca/>)

Ce petit coléoptère brun aux élytres tachés de noir se retrouve surtout sur les fraisiers quoiqu'il s'attaque également aux framboisiers, mûres, fraisiers sauvages et nombre d'autres rosacées sauvages.

L'adulte d'à peine 3 mm de longueur se reconnaît à son long bec orné d'antennes coudées. Les larves blanches, petites, mais dodues sont courbées en «C». Les coléoptères hibernants émergent au début du printemps, se nourrissant sur les débris végétaux disponibles. Au stade des boutons floraux, la femelle pond ses œufs dans les cicatrices des piqûres qu'elle a elle-même causées en s'alimentant. Ensuite, elle opère une entaille sur le pédoncule, ce qui fait faner, puis s'incliner ou tomber le bourgeon, d'où son nom commun anglais de «clipper». La larve complète son développement à l'intérieur du bouton vers le milieu de l'été, se transforme en puppe, puis émerge sous forme adulte. Après une courte période où elle s'alimente, elle tombe en hibernation. Il y a donc une seule génération par année (Davidson et Lyon, 1979).

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Anthonyme de la fleur du fraisier

Mailloux, G. et N.J. Bostanian. 1993. Development of the strawberry bud weevil (Coleoptera:Curculionidae) in strawberry fields. Entomol. Soc. Am. 86(3)384-393.

Degrés-jours cumulés pour chaque seuil de développement

Température de base = 0 °C

Température optimale = 35 °C

Méthode = sinus simple

Début des calculs = 1^{er} avril

Hôte : fraisier	Degrés-jours (°C)
1 ^{ers} œufs	321
1 ^{res} larves, stade 1	486
1 ^{res} larves, stade 2	542
1 ^{res} larves, stade 3	742
1 ^{res} chrysalides	992
1 ^{ers} adultes	1153

Fraisier

Maladie

Anthracnose (*Colletotrichum* spp.)



DESCRIPTION DE LA MALADIE



A) Brunissement et flétrissement des pétales



B) Évolution des symptômes selon le stade de maturation des fruits



C) Petite tache brune, circulaire et déprimée; D) Taches brunâtres à noires, circulaires et déprimées, akènes noircis et exsudat orange (voir flèche)

Photos : A) Dan Legard, California Strawberry Commission; B) Frank J. Louws, North Carolina State University; C) MAPAQ; D) Laboratoire d'expertise et de diagnostic en phytoprotection – MAPAQ. Tiré de : IRIIS phytoprotection (<http://www.iriisphytoprotection.qc.ca/>)

L'antracnose est causée par trois espèces de champignons ascomycètes du genre *Colletotrichum*, mais seul le *C. acutatum* est présent au Québec. Celui-ci peut s'attaquer à plusieurs cultures fruitières et légumières. Chez les fraisières, bien que les feuilles, pétioles et stolons puissent présenter des symptômes, les fruits sont la principale cible du *C. acutatum*. Ce champignon sévit tout au long de la saison de croissance, causant des dommages aux fraises d'été comme aux fraises d'automne (à jours neutres). Les éclaboussures d'eau, le vent, le contact direct avec une partie infectée de la plante ou indirect par des travailleurs, la machinerie et les insectes sont des vecteurs de la maladie (IRIIS phytoprotection).

Le *C. acutatum* passe l'hiver sous forme de mycélium dans le sol et les débris végétaux. Il peut aussi survivre enfoui jusqu'à neuf mois, mais le taux de survie diminue grandement après cinq mois. Au printemps, ce mycélium produit une sporulation dont les conidies sont la source d'inoculation vers les plantes saines. Les stades de la pleine floraison et des fruits en maturation roses et rouges sont les plus sensibles à l'infection par le *C. acutatum*. Les conditions optimales pour l'infection sont une température d'environ 25 °C et une mouillure minimale de quatre heures (durée variant selon la température). Un film d'eau est en effet nécessaire pour que les conidies germent et infectent les tissus. À la suite de l'inoculation, il y a une période de latence avant l'apparition de lésions. Cette période dure environ 2 à 3 jours à température optimale, mais près de 12 jours à 5 °C. Une fleur infectée brunit, se flétrit et ne produira pas de fruit, alors qu'une fleur pollinisée, puis infectée produira un petit fruit dur et difforme. Un fruit vert infecté présentera des taches brun foncé qui s'agrandissent au fil de sa maturation. En sporulation, les lésions montrent des zones humides orangées. Les akènes peuvent aussi noircir et se dessécher.

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Anthracnose

Wilson, L.L., L.V. Madden, M.A. Ellis. 1990. Influence of temperature and wetness duration on infection of immature and mature strawberry fruit by *Colletotrichum acutatum*. *Phytopathology* 80: 111-116.

Tableau des risques d'infection

Température de base : 0 °C
 Température optimale : 27 °C
 Début des calculs = 1^{er} avril

Hôte : fraisier	Indice d'infection
Moyen	0,15
Élevé	0,5

INTERPRÉTATION DE LA COURBE Signification des catégories de risque (MacKenzie et Peres, 2012)

L'indice d'infection varie de 0 à 1 et représente le pourcentage (0-100 %) de fraises infectées prédit. Pour le contrôle de l'antracnose causée par *C. acutatum*, des seuils moyen (0,15) et élevé (0,5) ont été déterminés par MacKenzie et Peres (2012) à partir du modèle de Wilson et coll. (1990) pour leur étude menée en Floride. Lorsque l'indice est sous le seuil de risque moyen, aucune pulvérisation de fongicide n'est nécessaire.

Seuil moyen : le seuil à 0,15 a été choisi en fonction de la rapide augmentation de l'incidence de la maladie sur les fruits à partir de cet indice d'infection dans l'étude de Wilson et coll. (1990).

Le modèle était en évaluation au Québec dans le cadre d'un projet de recherche réalisé par AAC et l'IRDA de 2018 à 2020.

Fraisier

Pourriture grise (*Botrytis cinerea* Pers.)



DESCRIPTION DE LA MALADIE



A) Brunissement des sépales et du fruit vert et mycélium sur pédoncule et fraise
B) Symptômes de la pourriture grise selon le stade de maturation des fruits



C) Pourriture et sporulation près du calice d'une fraise rouge
D) Sporulation à l'apex d'une fraise rouge

Photos : A) Christian Lacroix, Fertior; B-C) MAPAQ; D) Laboratoire d'expertise et de diagnostic en phytoprotection – MAPAQ. Tiré de : IRIIS phytoprotection (<http://www.iriisphytoprotection.qc.ca/>)

La pourriture grise est causée par le champignon ascomycète *Botrytis cinerea*. Son nom provient de son aspect caractéristique gris poudreux et duveteux durant la sporulation. Ce champignon sévit tout au long de la saison de croissance, causant donc des dommages aux fraises d'été comme aux fraises d'automne (à jours neutres). Il s'attaque d'abord aux parties sénescentes, blessées ou mortes des plantes, puis se propage aux parties saines. Les éclaboussures d'eau, le vent, le contact direct avec une partie infectée de la plante ou indirect par l'entremise des travailleurs, la machinerie et les insectes sont des vecteurs de la maladie (IRIIS phytoprotection).

La pourriture grise passe l'hiver sous forme de mycélium dans le sol et les débris végétaux. Au printemps, ce mycélium produit une sporulation dont les conidies sont la source d'inoculation vers les plantes saines. Bien que la plante puisse être infectée par le *B. cinerea* au stade bouton blanc, elle y est particulièrement sensible à la pleine floraison. D'ailleurs, la majorité des infections des fruits résultent d'infections des fleurs. Les conditions favorables à une infection sont une température variant entre 5 et 30 °C (optimale entre 20 et 25 °C) jumelée à une mouillure minimale de quatre heures (durée variant selon la température). Un film d'eau est en effet nécessaire pour que les conidies germent et infectent les tissus. Les pétales des fleurs

infectées brunissent et se dessèchent. L'infection se propage au calice et au fruit par l'entremise de pétales adhérents ou du réceptacle infectés. Une tache brunâtre grandissante apparaît alors, mais l'infection demeure somme toute latente jusqu'à la maturation. Plus la maturation du fruit avance, plus les signes de pourriture et de sporulation sont apparents, jusqu'à la momification complète. Le stade de fruit mature est donc aussi très sensible à la pourriture grise. Par conséquent, un fruit mature provenant d'une fleur saine peut aussi être directement inoculé, par contact avec le sol ou une partie infectée de la plante (Ellis, 2008).

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Pourriture grise

Bulger, M.A., M.A. Ellis, L.V. Madden. 1987. Influence of temperature and wetness duration on infection of strawberry flowers by *Botrytis cinerea* and disease incidence of fruit originating from infected flowers. *Phytopathology* 77 (8): 1225-1230.

Tableau des risques d'infection

Température de base : 0 °C

Température optimale : 21 °C

Début des calculs = 1^{er} avril

Hôte : fraisier	Indice d'infection
Moyen	0,5
Élevé	0,7

INTERPRÉTATION DE LA COURBE

Signification des catégories de risque (MacKenzie et Peres, 2012)

L'indice d'infection varie de 0 à 1 et représente le pourcentage (0-100 %) prédit de fraises infectées. Pour le contrôle de la pourriture grise, des seuils moyen (0.5) et élevé (0.7) ont été déterminés par MacKenzie et Peres (2012) à partir du modèle de Wilson et coll. (1990) pour leur étude réalisée en Floride. Lorsque l'indice est sous le seuil de risque moyen, aucune pulvérisation de fongicide n'est nécessaire.

Seuil moyen : l'incidence de la pourriture grise sur les fruits demeure faible même lorsque 50 % des fleurs sont infectées. Un indice d'infection de 0,5 correspond donc au début de l'augmentation de l'incidence de la pourriture grise sur les fruits, c'est-à-dire lorsque les conditions climatiques causent 50 % de fleurs infectées.

Seuil élevé : ce seuil a été établi expérimentalement de façon à réduire les pulvérisations de fongicides de 60 à 70 % lorsqu'elles sont synchronisées avec l'indice d'infection.

Le modèle était en évaluation au Québec dans le cadre d'un projet de recherche de 2018 à 2020.

Fraisier

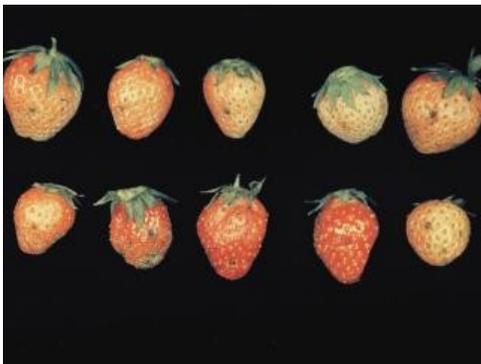
Tache commune du fraisier (*Mycosphaerella fragariae* (Tul.) Lindau)



DESCRIPTION DE LA MALADIE



Taches rougeâtres avec un centre blanc sur folioles de fraisier



Taches noires sur fruits

Photos : Laboratoire d'expertise et de diagnostic en phytoprotection - MAPAQ

Tiré de : IRIIS phytoprotection (<http://www.iriisphytoprotection.qc.ca/>)

La tache commune est causée par le champignon ascomycète *Mycosphaerella fragariae* (Tul.) Lindau (stade imparfait *Ramularia tulasnei* Sacc.). La tache commune est une maladie endémique sur tous les cultivars de fraisiers sensibles. Les symptômes commencent par l'apparition de taches pourpres plus ou moins circulaires qui grossissent pour atteindre de 3 à 6 mm de diamètre. Lorsque les taches grossissent, leur centre devient gris ou blanc avec des contours rougeâtres, ce qui distingue la maladie de la tache pourpre (*Diplocarpon earliana*). Toutes les parties aériennes de la plante peuvent être attaquées. Lorsque la maladie atteint un stade épidémique, les akènes du fruit peuvent devenir noirs. L'expression des symptômes dépend du cultivar de fraisier, de la race du champignon et de la température au moment de l'infection. Généralement, les plants sont plus sensibles en début et en fin de saison, pendant la croissance active du feuillage (Brodeur et coll.).

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Tache commune du fraisier

Carisse, O., Bourgeois, G., Duthie, J. A. 2000. Influence of temperature and leaf wetness duration on infection of strawberry leaves by *Mycosphaerella fragariae*. *Phytopathology* 90(10): 1120-1125.

Tableau des risques d'infection

Début des calculs = 1^{er} avril

Hôte : fraisier	Indice d'infection
Moyen	1,5
Élevé	3

Fraisier

Framboisier



Phénologie du framboisier

Insecte

Drosophile à ailes tachetées

Scarabée japonais (voir vigne)

Phénologie du framboisier



DESCRIPTION DE LA PHÉNOLOGIE



Gonflement des bourgeons (BBCH = 51) : début du gonflement des bourgeons; les écailles des bourgeons s'allongent.

Pointe verte (BBCH = 54) : les extrémités des feuilles dépassent les écailles et les premières feuilles se séparent.



Boutons verts serrés : les boutons floraux ne sont pas encore visibles, ils sont cachés à l'intérieur des nouvelles feuilles.

Boutons verts regroupés (BBCH = 55) : les boutons floraux sont visibles, mais sont regroupés.



Boutons verts dégagés (BBCH = 59) : les boutons floraux sont nettement séparés les uns des autres et sont bien visibles.

Floraison (BBCH = 65) : pleine floraison, au moins 50 % des fleurs sont ouvertes.



Début fruit vert (BBCH = 71) : début de la formation des fruits, les premiers fruits verts apparaissent, il reste encore certaines fleurs.

Fruit vert (BBCH = 75) : au moins 50 % des fruits sont formés. Ceux-ci ont une coloration verte.



Début mûrissement (BBCH = 81) : début de la maturation des fruits, les premiers fruits commencent à se colorer en rouge.

Fruit mûr-Récolte (BBCH = 87) : la plupart des fruits sont mûrs et rouges. Ils ont atteint la maturité nécessaire pour la récolte.

Photos : Gaétan Racette, Agriculture et Agroalimentaire Canada

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Phénologie du framboisier

Meier, U. 2001. Stades phénologiques des mono-et dicotylédones cultivées; BBCH monographie. 60-62.

Framboisier. Guide de protection. CRAAQ 2008. 28 p.

Modèle développé par l'équipe de bioclimatologie et modélisation du Centre de recherche et de développement de Saint-Jean-sur-Richelieu d'Agriculture et Agroalimentaire Canada à partir de données provenant des avertissements du Réseau d'avertissements phytosanitaires du MAPAQ de 2005 à 2016 et des données récoltées par l'équipe de bioclimatologie et modélisation durant les saisons de croissance de 2014 à 2016. Données compilées par Antoine Hénault à l'hiver 2017.

Degrés-jours cumulés pour chaque seuil de développement

Cultivar : Killarney

Température de base = 1,7 °C

Température optimale = 30 °C

Méthode = sinus simple

Début des calculs = 1^{er} mars

Framboisier : Killarney (BBCH)	Degrés-jours (°C)
Gonflement des bourgeons (51)	130
Pointe verte (54)	189
Boutons verts serrés	300
Boutons verts regroupés (55)	430
Boutons verts dégagés (59)	513
Floraison (65)	686
Début fruit vert (71)	764
Fruit vert (75)	858
Début mûrissement (81)	1115
Fruit mûr-récolte (87)	1303

Framboisier

Insecte

Drosophile à ailes tachetées (*Drosophila suzukii*)



DESCRIPTION DU RAVAGEUR

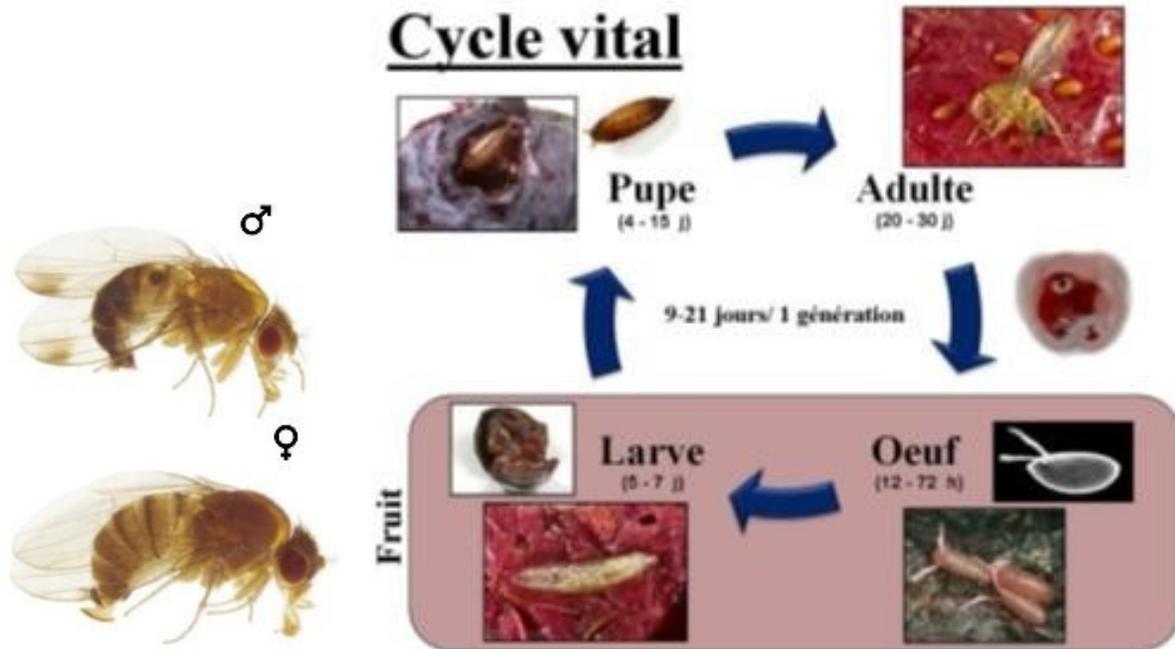


Figure produite par le laboratoire de diagnostic en phytoprotection, MAPAQ.

L'adulte de la drosophile à ailes tachetées (DAT) mesure de 3,2 à 3,4 mm pour les femelles et 2,6 à 2,8 mm pour les mâles. La DAT a des yeux rouges et un corps brun jaunâtre. Le mâle a les ailes tachetées et la femelle est munie d'un ovipositeur dentelé, qu'elle utilise pour couper la peau des fruits avant d'y insérer ses œufs. Les œufs, les larves et une partie des pupes se développent ensuite à l'intérieur des fruits, causant leur dégradation rapide. La DAT est la seule mouche à fruit au Québec à pondre ses œufs dans des fruits sains dès le début de leur maturation. Cet insecte peut causer des dommages à un éventail de petits fruits, dont la framboise, la fraise, la mûre et le bleuet. Les dommages aux fruits sont d'abord causés par la femelle adulte lors de l'oviposition (ponte) alors qu'elle perce la pelure du fruit pour y déposer ses œufs. Ensuite, les principaux dommages sont engendrés par les larves qui causent un affaissement autour de leur site d'alimentation. Il peut y avoir jusqu'à 60 larves par fruit, et des dommages secondaires sont fréquemment associés à la présence de larves dans les fruits. En effet, les cicatrices de ponte vont favoriser l'infection du fruit par des champignons, des levures ou des bactéries. De plus, certains ravageurs secondaires sont attirés par les fruits endommagés et profitent des ouvertures produites par la DAT pour atteindre la chair de ceux-ci. Au printemps, les drosophiles s'activent quand la température atteint 10 °C. La femelle fécondée peut pondre jusqu'à 3 œufs sur un fruit sain et pondre de 7 à 16 œufs par jour.

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Drosophile à ailes tachetées

Len Coop et Amy Dreves. Spotted Wing Drosophila Degree-Day Model. Initial model analysis 10/14/11, revised 4/24/15 vers. 3. Integrated Plant Protection Center, Oregon State University

Degrés-jours cumulés pour chaque seuil de développement

Température de base = 10 °C

Température optimale = 31 °C

Méthode = standard simple

Début des calculs = 1^{er} mars

Hôte : framboisier	Degrés-jours (°C)
Génération hivernante, 5 % ponte	145
Génération hivernante, 50 % ponte	278
1 ^{re} génération, 50 % adultes	419
1 ^{re} génération, 50 % ponte	553
2 ^e génération, 50 % adultes	694
2 ^e génération, 50 % ponte	827
3 ^e génération, 50 % adultes	968
3 ^e génération, 50 % ponte	1102
4 ^e génération, 50 % adultes	1243
4 ^e génération, 50 % ponte	1376

INTERPRÉTATION DE LA COURBE

Le modèle présente le nombre de degrés-jours devant être cumulés pour l'atteinte des différents stades. Il était en évaluation au Québec (été 2017).

[Framboisier](#)

Gazon



Insectes

Aphodius

Charançon du pâturin annuel

Scarabée noir

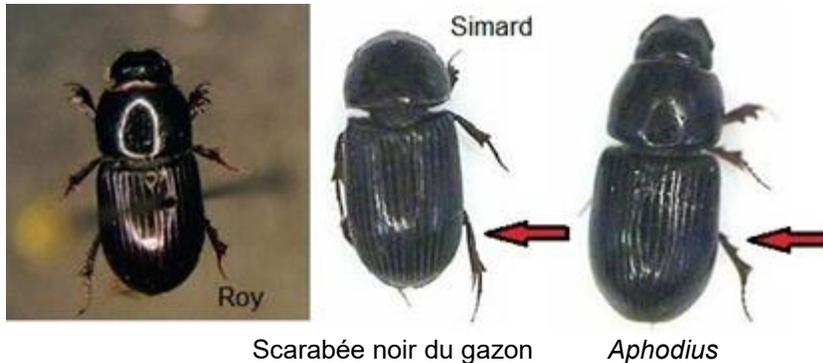
Ver-gris noir

Insectes

Aphodius (*Aphodius granarius*)



DESCRIPTION DU RAVAGEUR



Photos : Jonathan Roy, Québec Vert. Simard et coll. (2006)

Plus de 100 espèces appartenant au genre *Aphodius* (ordre des Coléoptères, famille des Scarabaeidae et sous-famille des Aphodinae) sont actuellement identifiées en Amérique, mais seulement deux espèces (*Aphodius granarius* L. et *Aphodius paradalis* Le Conte) sont reconnues comme ravageurs du gazon, spécialement sur les allées de terrain de golf. *Aphodius granarius* est l'espèce la plus commune et celle retrouvée sur les terrains de golf du Québec. Les adultes ressemblent beaucoup aux adultes du scarabée noir du gazon. *A. granarius* tend à être légèrement moins long (3-5 mm) que le scarabée noir du gazon (4-5,6 mm). *Aphodius granarius* et le scarabée noir du gazon peuvent être distingués par l'examen du tibia des pattes arrière des adultes : le tibia présente deux épines chez *A. granarius*, alors qu'il est dépourvu d'épines chez le scarabée noir du gazon (Simard, 2006).

Cycle de vie

Le cycle de vie d'*A. granarius* tout comme celui du scarabée noir du gazon comprend les stades œuf, larve (3), puppe et adulte. La ponte sur les terrains de golf semble s'effectuer dans le chaume. *Aphodius granarius* complète une génération par année, avec parfois une seconde génération partielle dans le sud-ouest du Québec. L'information disponible sur *A. granarius* est similaire à celle sur le scarabée noir du gazon. Les deux espèces sont souvent confondues, et leur statut respectif n'est pas bien défini.

Distribution de l'insecte et importance des dommages

Au Canada, des dommages furent mentionnés sur les allées d'un terrain de golf pour la première fois en 1976 dans la région de Toronto, en Ontario. Cet insecte a été signalé dans plusieurs provinces canadiennes, dont la Colombie-Britannique, l'Alberta, le Manitoba, l'Ontario, le Québec, le Nouveau-Brunswick et la Nouvelle-Écosse. Les larves d'*A. granarius* s'attaquent essentiellement aux mêmes espèces de graminées à gazon et causent des dommages similaires au scarabée noir du gazon. Les adultes d'*A. granarius* ne causent pas de dommages au gazon et se nourrissent de débris, de matière organique, de compost et de déjections animales.

Méthodes de lutte

Les mêmes méthodes de lutte que celles préconisées contre le scarabée noir du gazon sont utilisées pour *Aphodius*. La sensibilité de l'insecte aux différentes méthodes de lutte est actuellement peu documentée. Les études d'efficacité ne font généralement pas la distinction entre le scarabée noir du gazon et *Aphodius*. Il est à noter qu'aucun produit insecticide n'est actuellement homologué au Canada pour une utilisation sur un terrain de golf contre cet insecte ravageur.

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Aphodius : modèle développé par l'équipe de bioclimatologie et modélisation du Centre de recherche et de développement de Saint-Jean-sur-Richelieu d'Agriculture et Agroalimentaire Canada à partir de données recueillies par Louis Simard dans 24 sites au Québec et 7 en Ontario, durant les années 2001 à 2003 et 2006 à 2007, dans le cadre de sa thèse de doctorat. Données compilées par Dominique Plouffe à l'automne 2012.

Degrés-jours cumulés pour chaque seuil de développement

Température de base = 5 °C

Température optimale = 35 °C

Méthode = sinus simple

Début des calculs = 1^{er} mars

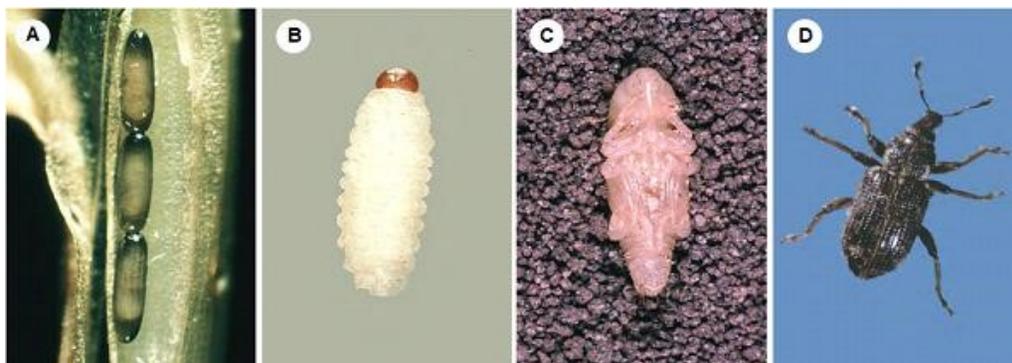
Hôte : gazon	Degrés-jours (°C)
5 % adultes	189
50 % adultes	327
5 % larves	557
95 % adultes	630
50 % larves	734
95 % larves	987

Gazon

Charançon du pâturin annuel (*Listronotus maculicollis* Kirby)



DESCRIPTION DU RAVAGEUR



Stades du charançon du pâturin annuel : œufs (A), larve (B), nymphe (C) et adulte (D)

Photos : New York State Agricultural Experiment Station (NYSAES) Photography



Domages causés par le charançon du pâturin annuel sur un terrain de golf.

Photo : Golf Course Magazine

Cycle de vie

Sur le sol, les charançons du pâturin annuel sont plutôt mobiles. Il faut observer de près ces insectes mesurant 3 à 4 mm de longueur pour apercevoir leur long rostre, au bout duquel sont fixées leurs antennes, et la forme convexe du bord postérieur de leurs yeux. La couleur des adultes fraîchement émergés varie du brun noisette au brun, tandis que celle des adultes matures varie du gris foncé au noir. Les adultes se nourrissent de brins d'herbe, laissant des marques de broutage, mais ne causent pas de dommages importants. Pendant la ponte, les femelles mastiquent l'extérieur de la gaine foliaire et y déposent deux ou trois œufs (Daniel et coll., 2007; Simard, 2006). La ponte se déroule sur plusieurs semaines et non sur une courte période de temps (McGraw et Koppenhcefer, 2010).

De forme ovale, les œufs mesurent 0,25 mm sur 0,8 mm. L'éclosion survient de quatre à cinq jours suivant la ponte.

Les jeunes larves creusent des mines dans les tiges, jusqu'à ce qu'elles soient trop grosses pour y demeurer. Elles se laissent alors tomber au sol, où elles creusent des galeries grossières d'où elles

ressortent pour se nourrir des racines superficielles et des collets. Le corps des larves, dépourvu de pattes, est droit ou légèrement courbé. Le développement larvaire comporte cinq stades. Les jeunes larves mesurent 1 mm, alors que les larves matures sont de la taille (4,5 mm) et de la couleur (blanc crème) d'un grain de riz, à l'exception de leur tête brune. Arrivée au cinquième stade, la larve s'installe à environ 1 cm de la surface du sol et se transforme en prénymphe. Il lui faut de deux à cinq jours pour aménager la loge dans laquelle elle passera le stade nymphal.

Trois à neuf jours plus tard, la nymphe se métamorphose en jeune adulte. Celui-ci restera dans la loge nymphale pendant trois à huit jours avant d'entamer sa vie sur surface du sol. La nymphe ressemble à l'adulte, mais est blanc crème. Elle devient de plus en plus foncée au fil de sa maturation, jusqu'à atteindre la couleur brune caractéristique d'un nouvel adulte.

À la fin de l'automne, les charançons adultes se préparent à hiverner. Ils quittent l'habitat où ils se sont développés depuis le début du printemps (Daniel et coll., 2007; Diaz et Peck, 2007). Ils hivernent généralement dans la litière ou la couche superficielle du sol, près des limites forestières, et ont une préférence pour les pins blancs. Ils occupent aussi d'autres types d'habitats, comme les touffes d'herbes hautes ou la bordure des haies. Toutefois, retirer la litière des pins à l'automne ou abattre ces arbres ne s'est pas avéré une méthode efficace de lutte au charançon.

Le charançon du pâturin annuel produit deux générations par année, sauf dans le nord-est du Québec où une seule génération a été observée (Simard, 2006). Lorsqu'il y a deux cycles, chacun dure environ 60 jours.

Dommmages causés

La végétation rase, surtout celle constituée de pâturin annuel, représente l'habitat privilégié du charançon du pâturin annuel, bien qu'il ait parfois été observé se nourrissant d'agrostide stolonifère et d'ivraie vivace (Daniel et coll., 2007; Simard, 2006). Seuls les terrains de golf et les courts de tennis sont touchés, bien que les charançons et le pâturin annuel puissent être présents en d'autres endroits.

La majorité des dommages sont dus à la larve, qui peut affaiblir, briser ou détruire jusqu'à vingt tiges. De manière générale, la première génération est la plus destructrice. Les dommages causés par le charançon consistent habituellement en des zones grandissantes de pelouse jaunie ou brunie que l'on remarque d'abord en bordure et en périphérie des verts, des tertres de départ et des allées. Le sol et la rhizosphère restent fermes et ne sont pas spongieux.

Surveillance

Les charançons ont développé une résistance aux pyréthriinoïdes à la suite de l'utilisation excessive et mal planifiée de ce produit. Le traitement curatif aux nématodes, que l'on applique lorsque les larves pénètrent le sol, semble être un excellent compromis (McGraw et Koppenhöfer, 2008). Consultez l'ouvrage de Daniel (2007), présenté dans la bibliographie, pour de plus d'information sur les insecticides.

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Charançon du pâturin : modèle développé par l'équipe de bioclimatologie et modélisation du Centre de recherche et de développement de Saint-Jean-sur-Richelieu d'Agriculture et Agroalimentaire Canada, à partir de données recueillies par Louis Simard dans 24 sites au Québec et 7 en Ontario durant les années 2002-2003 et 2006-2007, dans le cadre de sa thèse de doctorat. Les données ont été compilés par Louis Marchand à l'automne 2006, puis mises à jour par Dominique Plouffe à l'automne 2012.

Degrés-jours cumulés pour chaque seuil de développement

Température de base = 10 °C

Température optimale = 35 °C

Méthode = sinus simple

Début des calculs = 1^{er} mars

Hôte : Gazon	Degrés-jours (°C)
Génération hivernante, 5 % adultes	36
Génération hivernante, 50 % adultes	104
Génération hivernante, 95 % adultes	233
1 ^{re} génération, 5 % larves	298
1 ^{re} génération, 5 % adultes	393
1 ^{re} génération, 50 % larves	399
1 ^{re} génération, 50 % adultes	501
2 ^e génération, 5 % adultes	708
2 ^e génération, 50 % adultes	887

Gazon

Scarabée noir (*Ataenius spretulus* Haldeman)



DESCRIPTION DU RAVAGEUR



Larve et adultes du scarabée noir du gazon



Dommages du scarabée noir du gazon

Photos : Simard (2006). Jonathan Roy, Québec Vert.

Le scarabée noir du gazon (*Ataenius spretulus* Haldeman) appartient à l'ordre des Coléoptères, à la famille des Scarabaeidae et à la sous-famille des Aphodinae. Les adultes matures sont noirs et luisants, d'une longueur moyenne de 4,9 mm et d'une largeur moyenne de 2,2 mm. Les adultes juvéniles sont bruns et deviennent noirs après quelques jours. Des sillons longitudinaux sont présents sur les ailes antérieures sclérifiées, appelées élytres, qui confèrent une protection supplémentaire à l'insecte.

Les œufs, d'une longueur moyenne de 0,72 mm et d'une largeur moyenne de 0,52 mm, sont déposés en masse de 11 à 12 dans une petite cavité formée par les femelles à l'interface du chaume et du sol (Simard, 2006). Les larves, surnommées « vers blanc », ont, tout comme les adultes, trois paires de pattes. Elles passent par trois stades distincts et se caractérisent par leur corps blanc crème transparent, en forme de C (Smitley et coll., 1998; Simard, 2006). À maturité, les larves de scarabée noir du gazon sont relativement petites, atteignant une longueur moyenne de 8,5 mm. Les pupes sont d'une longueur variant de 4,2 à 5,7 mm avec les ailes en développement et les pattes repliées près du corps. Initialement de couleur blanc crème, elles deviennent brunâtres peu avant l'émergence des adultes. Les adultes passent l'hiver dans des habitats boisés près des terrains de golf, sous des débris végétaux, là où le sol est bien drainé et sablonneux. Environ 90 % des femelles sont inséminées avant la diapause. On observe normalement une seule génération au Canada, mais aucune étude n'a encore été faite au Québec. À l'arrivée des

températures plus chaudes au printemps, les adultes sortent surtout avant et durant de faibles précipitations et à la tombée du jour.

Distribution de l'insecte et importance des dommages

Le scarabée noir du gazon est un ravageur des graminées à gazon des zones tempérées, notamment le pâturin annuel, le pâturin des prés et l'agrostide. Cet insecte cause des dommages sporadiques, mais généralement sévères sur les allées des terrains de golf et de manière moins importante sur les verts et les départs. Le scarabée noir du gazon est présent sur le pâturin annuel ou sur tout autre gazon tondu ras, bien irrigué et ayant une couche compactée de chaume. L'espèce infeste rarement les gazons des terrains résidentiels. Ce sont les larves de scarabée noir du gazon qui produisent les dommages; elles causent tout d'abord par un flétrissement du gazon similaire à celui associé à un stress hydrique. Ensuite, il y a apparition de plaques irrégulières de gazon mort. L'absence de réponse du gazon suite à une irrigation après une sécheresse permet également de suspecter la présence du scarabée noir du gazon. Une densité de 30 larves/0,1m² pourrait être problématique.

Méthode de lutte

L'utilisation d'agents de mouillage combinés avec des nématodes permet une répression des vers blancs égale ou supérieure à celle offerte par les insecticides (Alm et coll., 1992). Pour plus d'information quant aux pesticides, se référer à Simard (2006; voir bibliographie).

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Scarabée noir : modèle développé par l'équipe de bioclimatologie et modélisation du Centre de recherche et de développement de Saint-Jean-sur-Richelieu d'Agriculture et Agroalimentaire Canada à partir de données recueillies par Louis Simard dans 24 sites au Québec et 7 en Ontario, durant les années 2001 à 2003 et 2006 à 2007, dans le cadre de sa thèse de doctorat. Les données ont été compilés par Louis Marchand à l'automne 2006, puis mises à jour par Dominique Plouffe à l'automne 2012.

Degrés-jours cumulés pour chaque seuil de développement

Adultes et larves

Température de base = 5 °C

Température optimale = 35 °C

Méthode = sinus simple

Début des calculs = 1^{er} mars

Hôte : gazon	Degrés-jours (°C)
5 % adultes	182
50 % adultes	349
95 % adultes	642
5 % larves	650
50 % larves	899
95 % larves	1307

Gazon

Ver-gris noir (*Agrotis ipsilon* Hufnagel)



DESCRIPTION DU RAVAGEUR



Larves du ver-gris noir



Nymphe et adulte du ver-gris noir

Photos : Laboratoire d'expertise et de diagnostic en phytoprotection – MAPAQ. Tiré de : IRIIS phytoprotection (<http://www.iriisphytoprotection.qc.ca/>)



Domage de ver-gris noir sur vert de golf
Photo : Simard (2006)



Premiers dommages causés par de jeunes larves de ver-gris noir et plant de maïs coupé.

Photos : Brigitte Duval, MAPAQ et La Financière agricole du Québec. Tiré de : RAP, 2019a

Cycle de vie

Le ver-gris noir (*Agrotis ipsilon* Hufnagel) est un lépidoptère de la famille des Noctuidae et de la sous-famille des Noctuinae. Nocturne et robuste, le papillon a une envergure de 35-45 mm. Les ailes antérieures sont grises avec l'extrémité plus pâle et une marque noire dans le centre, à environ 6 mm de l'extrémité. Les ailes postérieures sont blanches nuancées de gris avec les veines plus foncées.

Les œufs font environ 0,5 mm. Juste après la ponte, ils sont blanc crème et deviennent orange foncé peu avant l'éclosion (3-6 jours). Les larves sont matures après avoir complété 6 ou 7 stades et mesurent environ 30-45 mm de longueur et 7 mm de largeur. Elles n'ont pratiquement pas de poils. La partie supérieure des larves (au-dessus des stigmates) présente un gradient allant du gris vers le noir, tandis que leur partie inférieure (en dessous des stigmates) est plus pâle. Les stigmates sont noirs. Les larves ont une ligne plus pâle allant du milieu du dos jusqu'à l'extrémité inférieure. Elles ont trois paires de pattes thoraciques et cinq paires d'appendices sur l'abdomen. Quand elles sont perturbées, elles ont tendance à s'enrouler sur elles-mêmes. Les pupes font environ 19 mm de longueur, sont brunes et peuvent bouger l'abdomen lorsque perturbées.

Les adultes du ver-gris noir ne passent pas l'hiver à une latitude supérieure au 38^e parallèle et ils doivent donc recoloniser le sud du Canada au début de chaque printemps. On compte deux générations qui se chevauchent. Le ver-gris noir nécessite 40 à 80 jours pour compléter son cycle vital. Les femelles peuvent chacune pondre 1200 à 1600 œufs sur une période de 5 à 10 jours. Sur les pelouses, les œufs sont pondus sur le bout des brins de gazon. Dans les champs agricoles, les femelles déposent leurs œufs près du sol, sur les mauvaises herbes et les résidus de culture. Les larves peuvent parcourir jusqu'à 20 m durant une seule nuit. À leur dernier stade, les larves cessent de s'alimenter et creusent ou trouvent un trou pour se cacher durant le jour. La pupaison se fait dans le sol. (Simard, 2006; RAP, 2019b; IRIIS phytoprotection).

Dommmages

Champs agricoles : Pour déposer leurs œufs, les femelles ont une préférence pour les champs recouverts d'une végétation courte et dense, de mauvaises herbes et de résidus de culture abondants. Les champs avec des résidus fins (graminées, soya) sont aussi très prisés. Les pratiques de conservation des sols, comme le semis direct, peuvent contribuer à attirer les femelles et pourraient être liées aux dommages maintenant observés dans les cultures de soya. Le ver-gris noir affecte principalement la culture du maïs, même si cette plante ne représente pas l'alimentation préférentielle des larves. Les jeunes larves (stades 1 à 3) s'alimentent sur les feuilles. Ce sont les larves de stades 4 à 6 qui causent le plus de dommages au maïs et au soya, car elles coupent les tiges pour les transporter et les dévorer près de leur galerie. Les stades 2 et 3 feuilles du maïs sont les plus vulnérables à ce type de dommage. Les stades 4 et 5 feuilles sont tout de même vulnérables, car les larves de stades avancés peuvent percer les tiges dans le sol, ce qui provoque le flétrissement des plants de maïs (*dead heart*). À partir du stade 6 feuilles du maïs, les dommages ne causent pas de perte de rendement.

Gazon : Selon un sondage de 2001, près de 90 % des terrains de golf québécois contiendraient des vers-gris. Les adultes se nourrissent de nectar et ne causent pas de dommage aux graminées à gazon. Quant aux larves, elles peuvent causer des dommages considérables, principalement entre minuit et l'aube, en mangeant les brins de gazon autour de leur abri. S'ensuivront alors de nombreuses plaques circulaires de gazon mort similaires à celles causées par les balles de golf. Les oiseaux qui recherchent activement les vers-gris contribuent à agrandir les trous où logent les insectes.

Méthodes de lutte

Champs agricoles : Un dépistage du ver-gris adulte peut être effectué à l'aide de pièges à phéromones pour surveiller leur arrivée, et ainsi, estimer la date des dommages aux cultures. Il peut aussi être pertinent de surveiller de près les zones du champ les plus à risque si les larves des stades 4 à 6 risquent d'être synchronisées avec les stades 2 à 5 feuilles du maïs. Différentes organisations proposent des méthodes d'évaluation et des seuils d'intervention pour la culture du soya et du maïs, basés sur le stade larvaire, le stade de croissance de la culture et le pourcentage de plantes coupées (voir RAP, 2019b pour plus d'informations).

Gazon : Il est important de déplacer les résidus de tonte loin des zones que l'on veut protéger, car 80 à 90 % des œufs de vers-gris se retrouvent dans les résidus de tonte. De plus, une tonte très tôt le matin permet de broyer mécaniquement les vers-gris et ainsi de diminuer les dommages. Pour plus d'information quant aux insecticides, se référer à Simard (2006; voir bibliographie).

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Ver-gris noir

Maïs et soya : Kaster, L.V., W.B., Showers. 1984. Modeling Black cutworm (Lepidoptera: Noctuidae) field development in Iowa. Environmental entomology 13(2): 384-389.

Gazon : modèle développé par l'équipe de bioclimatologie et modélisation du Centre de recherche et de développement de Saint-Jean-sur-Richelieu d'Agriculture et Agroalimentaire Canada à partir de données recueillies par Louis Simard dans 24 sites au Québec durant les années 2001 à 2003 et 2006, dans le cadre de sa thèse de doctorat. Les données ont été compilées par Louis Marchand à l'automne 2006. Pour uniformiser le modèle avec celui du ver-gris noir dans la culture de maïs, une mise à jour a été faite par Dominique Plouffe à l'été 2020.

Degrés-jours cumulés pour chaque seuil de développement

Adultes

Température de base = 8 °C

Température optimale = 30 °C

Méthode = sinus simple

Début des calculs = 1^{re} capture d'adultes

Hôte : gazon	Degrés-jours (°C)
1 ^{re} génération, 5 % adultes	6
1 ^{re} génération, 50 % adultes	70
1 ^{re} génération, 95 % adultes	230

Dommmages

Température de base = 8 °C

Température optimale = 30 °C

Méthode = sinus simple

Début des calculs = date de début des ravages

Hôte : gazon	Degrés-jours (°C)
Épisode 1, 10 % ravages	31
Épisode 1, 50 % ravages	114
Épisode 1, 90 % ravages	215
Épisode 2, 10 % ravages	557
Épisode 2, 50 % ravages	695
Épisode 2, 90 % ravages	817

Maïs et soya

Température de base = 10 °C

Température optimale = 27 °C

Méthode = sinus simple

Début des calculs = date de captures >= 15 adultes

Hôtes : maïs et soya	Degrés-jours (°C)
Larves stade 1	51
Larves stade 2	96
Larves stade 3	134
Larves stade 4	173
Larves stade 5	203
Larves stade 6	239
Larves stade 7	299
Nymphes	356
Adultes	550

Gazon

Grandes cultures (maïs-grain, soya)

Maïs sucré

Grandes cultures



Blé de printemps

Phénologie du blé de printemps

Insectes

Punaise verte ponctuée
Légionnaire uniponctué

Maladie

Fusariose



Maïs-grain

Insectes

Légionnaire d'automne (voir maïs sucré)
Légionnaire uniponctué
Punaise marbrée (voir pommier)
Punaise verte ponctuée
Pyrale du maïs (voir maïs sucré)
Ver-gris noir (voir gazon)
Ver-gris occidental des haricots



Orge

Phénologie de l'orge

Insecte

Légionnaire uniponctué

Maladie

Fusariose



Soya

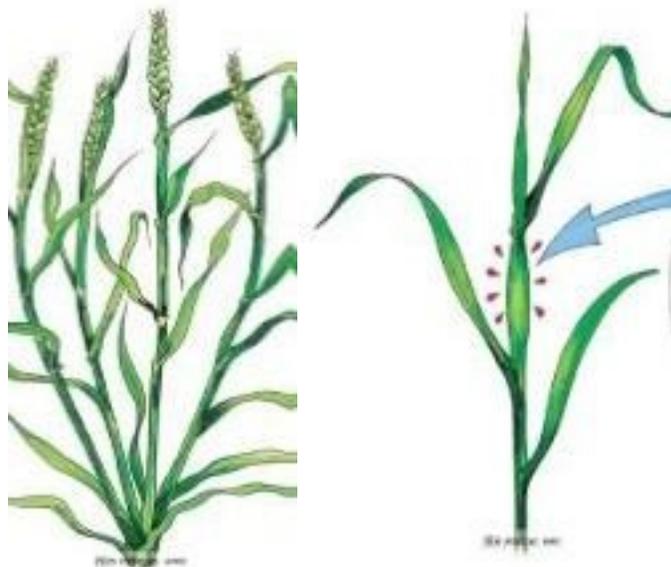
Insectes

Punaise marbrée (voir pommier)
Punaise verte ponctuée
Ver de l'épi du maïs (voir maïs sucré)
Ver-gris noir (voir gazon)

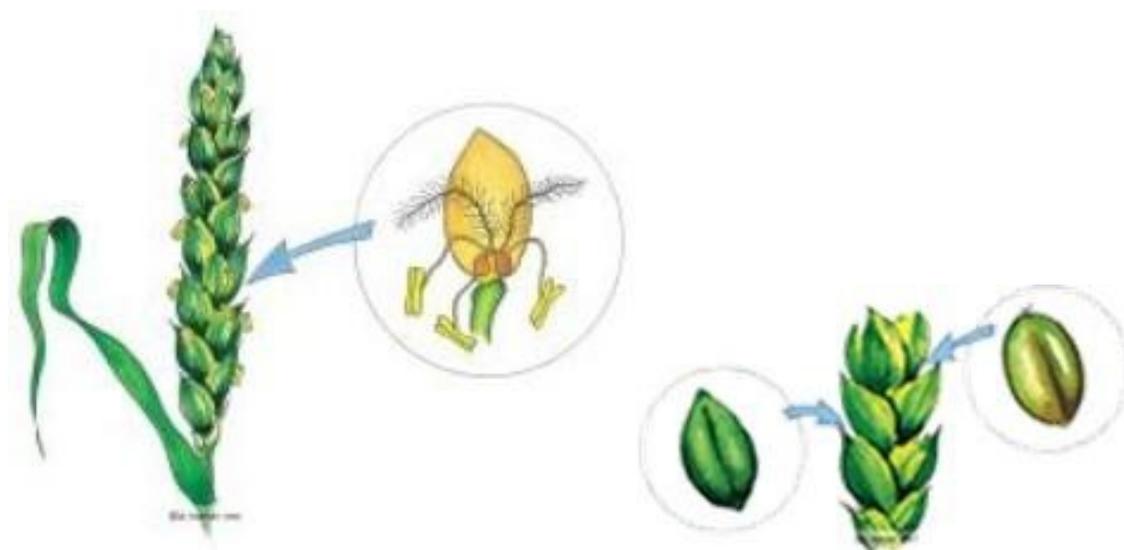
Phénologie du blé de printemps et de l'orge



DESCRIPTION DE LA PHÉNOLOGIE



Gonflement : élongation de la gaine foliaire de la dernière feuille.
Épiaison : l'inflorescence est presque complètement sortie



Anthèse : pleine floraison.
Stade laiteux : les grains passent du stade aqueux au stade laiteux.

Photos : Blés Hybride HYNO

Épiaison

L'épiaison se produit quand la gaine éclatée laisse entrevoir l'épi qui va s'en dégager peu à peu (stade nommé gonflement). Pour les variétés barbes à la base de la ligule de la dernière feuille. Avant l'apparition de l'épi, on peut voir un gonflement de la gaine. À ce stade, le nombre total d'épis est défini, de même que le nombre total de fleurs par épi. Chaque fleur peut potentiellement donner un grain (par exemple 25 grains par épi), mais il est possible que certaines fleurs ne donnent jamais de grain, en raison de déficit de fécondation par exemple.

Stade laiteux

Stade où le grain vert clair, d'un contenu laiteux, atteint sa dimension définitive.

PHÉNOLOGIE POUR LE MODÈLE BMT DE ROBERTSON

Levée : le coléoptile émerge du sol.

Élongation : un premier entre-nœud s'allonge. Ce stade se produit généralement juste avant l'apparition de la 5^e feuille.

Épiaison : la base de l'épi atteint la même hauteur que la ligule. L'épi est complètement sorti, mais sa tige n'est pas encore visible.

Pâteux mou : le grain se déforme facilement lorsque pressé entre les doigts, mais aucun liquide ne devrait s'échapper.

Maturité : c'est le stade pâteux dur. Il est impossible de déformer le grain par pression entre les doigts, mais il est encore possible de le couper avec l'ongle. L'intérieur a un aspect blanc et farineux.

Blé de printemps (Zadoks)	Stade BMT
Levée (08)	1
Élongation (31)	2
Épiaison (59)	3
Pâteux mou (85)	4
Maturité (87)	5

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Phénologie du blé de printemps

Modèle développé par l'équipe de bioclimatologie et modélisation du Centre de recherche et de développement de Saint-Jean-sur-Richelieu d'Agriculture et Agroalimentaire Canada. Les données qui ont servi à la calibration de ce modèle ont été recueillies sur plusieurs sites d'essais du CRAAQ et des champs de producteurs, en 2000 et 2001. Les cultivars sélectionnés étaient Aquino, Blomidon, Brio et Voyageur.

Phénologie du blé de printemps, BMT Robertson

Robertson, G.W. 1968. A biometeorological time scale for a cereal crop involving day and night temperatures and photoperiod. *International journal of biometeorology* 12(3): 191-223.

Phénologie de l'orge

Modèle développé par l'équipe de bioclimatologie et modélisation du Centre de recherche et de développement de Saint-Jean-sur-Richelieu d'Agriculture et Agroalimentaire Canada. Les données qui ont servi à la calibration de ce modèle ont été recueillies sur plusieurs sites d'essais du CRAAQ et des champs de producteurs, en 2000 et 2001. Les cultivars sélectionnés étaient Béluga, Grant, Myriam et Nadia.

Pour le blé de printemps et l'orge, les données ont été compilées par Geneviève Gay au printemps 2003.

Degrés-jours cumulés pour chaque seuil de développement

Température de base = 0 °C

Température optimale = 30 °C

Méthode = sinus simple

Début des calculs = variable (date de semis)

Blé de printemps (Zadoks)	Degrés-jours (°C)
Gonflement (40)	737
Épiaison (58)	891
Anthèse (65)	948
Stade laiteux (70)	1042

Orge (Zadoks)	Degrés-jours (°C)
Gonflement (40)	723
Épiaison (58)	834
Anthèse (65)	856
Stade laiteux (70)	906

Grandes cultures

Insecte

Légionnaire uniponctué (*Mythimna unipuncta* (Haworth))



DESCRIPTION DU RAVAGEUR



Adultes de la légionnaire uniponctué.



Larves de la légionnaire uniponctué.

Photos : Laboratoire d'expertise et de diagnostic en phytoprotection - MAPAQ

Tiré de : IRIIS phytoprotection (<http://www.iriisphytoprotection.qc.ca/>)



Masse d'œufs et différents stades larvaires de la légionnaire uniponctué

Photos : Bernard Drouin (œufs) et Pierre Lachance (larves), MAPAQ

Tiré de : IRIIS phytoprotection (<http://www.iriisphytoprotection.qc.ca/>)



Larves cachées à l'aisselle des spathes de maïs. Dommages causés par la larve de la légionnaire uniponctuée.

Photos : Brigitte Duval, MAPAQ

Tiré de : IRIIS phytoprotection (<http://www.iriisphytoprotection.qc.ca/>)

La légionnaire uniponctuée (*Mythimna unipuncta*) est un lépidoptère de la famille des Noctuidae. Ce papillon nocturne a une envergure de 40 mm. Les ailes antérieures varient du beige pâle au brun-gris foncé et présentent une petite tache blanche en leur centre et une bande longitudinale orange. Les œufs, blancs et ronds, ont un diamètre de 0,4 à 0,7 mm et deviennent noirs peu avant l'éclosion. Les larves traversent 6 stades avant d'atteindre 35 mm de longueur à maturité. Leur coloration varie du brun-gris au vert pâle et au gris foncé. Leurs flancs présentent une alternance de bandes et de lignes longitudinales orange et blanches. Les nymphes ont une longueur de 20 mm et sont brun rougeâtre.

La légionnaire uniponctuée ne peut survivre à l'hiver au Québec. Sa présence à nos latitudes résulte de la migration annuelle d'adultes. Il n'y a donc qu'une seule génération par année. Les adultes arrivent des États-Unis au mois de juin. Les femelles pondent leurs œufs (jusqu'à 2000 par femelle, en grappes de 25-50) à l'aisselle des feuilles ou à l'intérieur de feuilles non déployées de graminées et les recouvrent de soie. Les larves naissent après trois semaines et commencent à s'alimenter du feuillage. Principalement nocturnes, les larves se réfugient le jour dans le verticille ou à l'aisselle des feuilles où une grande quantité d'excréments peut aussi être observée. À la fin de l'été, les larves matures s'enfouissent dans le sol à 3-5 cm de profondeur, se métamorphosent en nymphes, mais n'émergeront pas en adultes.

La légionnaire uniponctuée est polyphage, mais s'attaque principalement aux graminées (blé, orge, maïs). C'est le stade larvaire qui cause les dommages en se nourrissant du feuillage et en causant parfois une grave défoliation, ne laissant que la nervure centrale des feuilles. Cette défoliation peut grandement diminuer le rendement de la culture. La majorité (80 %) des dommages sont causés par les larves du 6^e et dernier stade. Les traitements insecticides sont peu efficaces sur les larves ayant atteint le 6^e stade. (RAP, 2015; Laboratoire de diagnostic en phytoprotection, 2013; IIRIS phytoprotection).

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Légionnaire uniponctuée

Guppy, J.C. 1969. Some effects of temperature on the immature stages of the armyworm, *Pseudaletia unipuncta* (Lepidoptera: Noctuidae), under controlled conditions. *Canadian Entomologist* 101: 1320-1327.

Degrés-jours cumulés pour chaque seuil de développement

Température de base = 10 °C

Température optimale = 29 °C

Méthode = sinus simple

Début des calculs = 1^{re} capture d'adultes

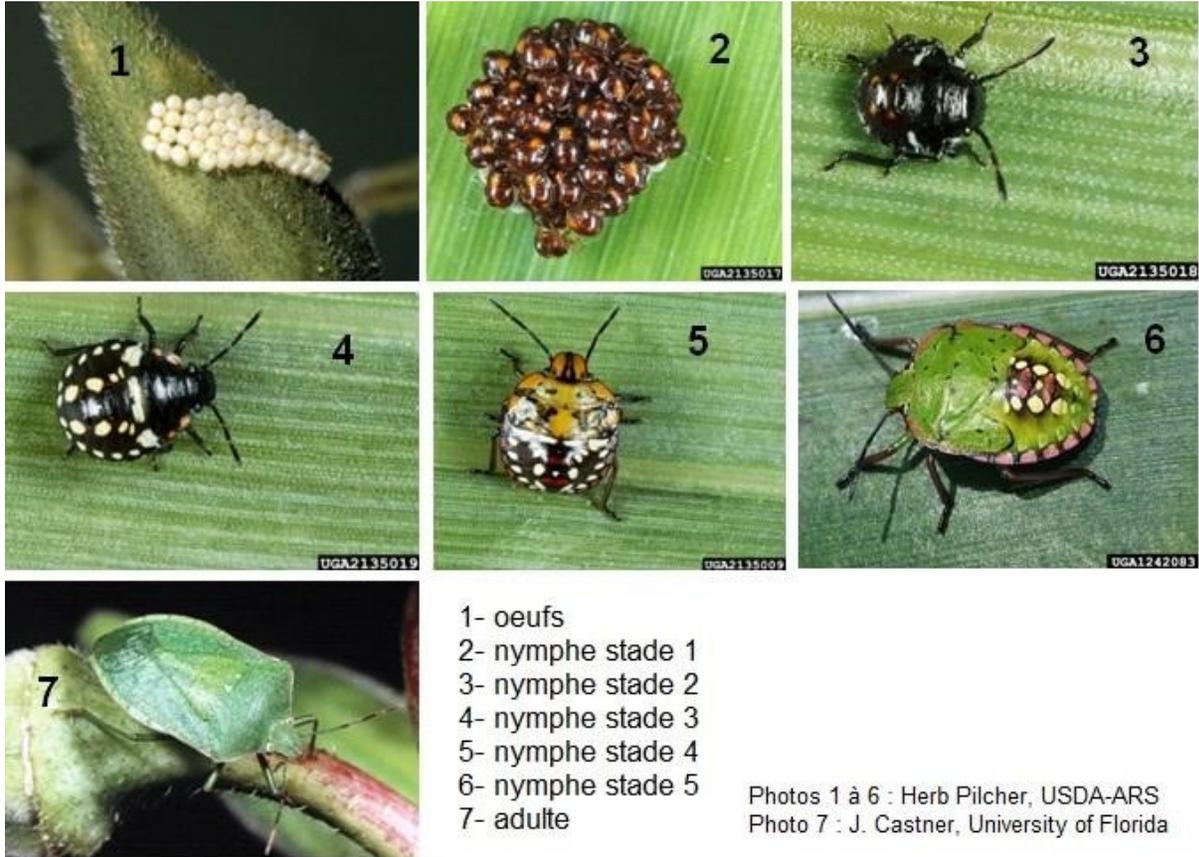
Hôte : blé, orge, maïs	Degrés-jours (°C)
Début ponte (1 ^{re} gén.)	70
Début larves (1 ^{re} gén.)	133
Début nymphes (1 ^{re} gén.)	410
Début adultes (2 ^e gén.)	575
Début ponte (2 ^e gén.)	645
Début larves (2 ^e gén.)	708
Début nymphes (2 ^e gén.)	985
Début adultes (2 ^e gén.)	1150

Grandes cultures (blé, orge, maïs-grain)

Punaise verte (*Nezara viridula* (L.))



DESCRIPTION DU RAVAGEUR



- 1- œufs
- 2- nymphe stade 1
- 3- nymphe stade 2
- 4- nymphe stade 3
- 5- nymphe stade 4
- 6- nymphe stade 5
- 7- adulte

Photos 1 à 6 : Herb Pilcher, USDA-ARS
Photo 7 : J. Castner, University of Florida

L'adulte de la punaise verte mesure 1,2 à 1,6 cm de long sur environ 0,8 cm de large. Il est vert au printemps et en été, alors qu'il prend une teinte brune violacée en automne et en hiver. Son corps en forme de bouclier est typique de la famille des Pentomidea. Il possède 3 à 5 points pâles sur le devant du pronotum. De plus, il présente des segments antennaires alternativement foncés puis clairs et des taches noires visibles sur le côté du corps. Les œufs ont une forme de tonneau, mesurent environ 1 mm de hauteur et sont jaune pâle et deviennent orange clair avant l'éclosion. Avant d'arriver au stade adulte, la punaise verte passe par cinq stades larvaires différents. Les trois premiers stades sont plutôt de couleur sombre, allant du rouge foncé à noir, alors que les deux derniers stades sont de couleur claire, dans des teintes de vert et de jaune avec des taches blanches. Durant ses différents stades larvaires, la punaise passe d'environ 1-2 mm à environ 1 cm de longueur.

La punaise verte est une espèce polyphage qui se nourrit d'environ 150 espèces de plantes agricoles à travers le monde. Les cultures de blé, de maïs et de soya seraient les plus susceptibles d'être infestées par cet insecte s'il finissait par atteindre le Québec. Les punaises ont tendance à se déplacer entre les plantes hôtes durant les phases phénologiques les plus attractives de chaque plante. Elles peuvent s'attaquer à toutes les parties de la plante, mais elles ont une préférence pour les fruits en développement et les jeunes pousses. La punaise verte est un insecte piqueur-suceur qui se nourrit de la sève des plantes. Ses piqûres sur les fruits forment des zones nécrotiques aux sites d'alimentation, ce qui mène à l'apparition

de taches dures brunâtres ou noires. De plus, la croissance des jeunes fruits est retardée et les fruits atrophiés finissent par tomber de la plante. Également, chez certaines plantes cultivées comme le soya, le rendement et la qualité des graines peuvent être grandement affectés par cet insecte ravageur.

Aucune présence de punaise verte n'a encore été détectée au Québec. En 2016, les seules observations en Amérique du Nord ont été faites dans les états du sud des États-Unis, notamment la Floride et la Louisiane. Dans les régions où elle est présente, il peut y avoir trois à cinq générations par année et même jusqu'à six générations dans les régions les plus tropicales. Les observations ont montré que les punaises peuvent se déplacer sur de longues distances et présentent un fort potentiel de dispersion, grâce à leur capacité de tirer avantage des conditions climatiques et de divers moyens de transport routier.

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Punaise verte

Cividanes F, Parra J. 1994. Biology of soybean pests with different temperatures and thermal requirements. I. *Nezara viridula* (L.) (Heteroptera: Pentatomidae). Anais da Sociedade Entomológica do Brasil 23(2): 243-250.

Harris VE, Todd JW. 1980. Duration of immature stages of the southern green stink bug, *Nezara viridula* (L.), with a comparative review of previous studies. Journal of the Georgia Entomological Society 15(2): 114-124.

Degrés-jours cumulés pour chaque seuil de développement

Température de base = 15 °C

Température optimale = 25 °C

Méthode = sinus simple

Début des calculs = 1^{er} mars

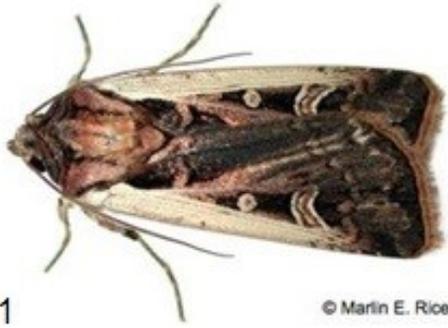
Hôtes : blé, maïs-grain, soya	Degrés-jours (°C)
1 ^{re} génération, 1 % ponte	192
1 ^{re} génération, 1 % nymphe stade 1-3	247
1 ^{re} génération, 50 % ponte	267
1 ^{re} génération, 99 % ponte	342
1 ^{re} génération, 50 % nymphe stade 1-3	372
1 ^{re} génération, 1 % nymphe stade 4-5	402
1 ^{re} génération, 50 % nymphe stade 4-5	555
1 ^{re} génération, 1 % adultes	613
1 ^{re} génération, 50 % adultes	756
1 ^{re} génération, 99 % adultes	899

Grandes cultures (blé, maïs-grain, soya)

Ver-gris occidental des haricots (*Striacosta albicosta* Smith)



DESCRIPTION DU RAVAGEUR



1

© Marlin E. Rice

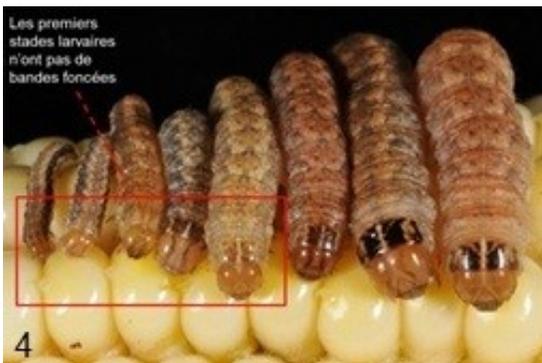
Adulte du ver-gris occidental du haricot



2



3



4

2, 3, 4) Larves du ver-gris occidental du haricot



5) Œufs du ver-gris occidental du haricot

6) Jeunes larves mangeant les soies

7) Nymphe de la punaise soldat (*Podisus maculiventris*) qui se nourrit d'une larve de ver-gris occidental du haricot

Photos

1- Marlin E. Rice, Iowa University. Tiré de : RAP, 2019c

2, 3- Laboratoire d'expertise et de diagnostic en phytoprotection – MAPAQ. Tiré de : IRIIS phytoprotection (<http://www.iriisphytoprotection.qc.ca/>)

4- J.Obermeyer, Purdue University. Tiré de : RAP, 2019c

5, 6 - Julien Saguez, CÉROM. Tiré de : RAP, 2019c

7- Christine Rieux, MAPAQ. Tiré de : RAP, 2019c

Le ver-gris occidental des haricots (VGOH; *Striacosta albicosta*), est un lépidoptère de la famille des Noctuidae et de la sous-famille des Noctuinae. Ce papillon nocturne a une envergure de 40 mm. Les ailes antérieures sont ornées d'une large bande blanc crème le long de la nervure costale accolée à une tache pâle ronde et à une tache brune réniforme entourée d'une bande pâle. Les ailes postérieures sont pâles et ont une bordure brune. Les œufs ont un diamètre d'environ 0,7 mm. Ils sont d'abord blancs, puis deviennent gris violacé près de l'éclosion. Leur pourtour est caréné, ce qui leur donne une allure étoilée. Les larves traversent six stades avant d'atteindre 35 mm de longueur à maturité. Elles sont brunes et portent des motifs de losange sur le dos. Dans les derniers stades larvaires, deux larges bandes brun foncé apparaissent sur le pronotum (derrière de la tête). Les nymphes ont une longueur de 20 mm et sont brun foncé à noires.

Des observations ont montré que le VGOH peut survivre à l'hiver au Québec et ainsi y compléter son cycle vital (une génération par année). Ce ravageur migre également depuis les États-Unis au début de l'été. Chez le maïs au stade verticille, les femelles pondent leurs œufs dans le verticille en juillet. Au fil de la croissance des plants de maïs, les masses d'œufs (85 œufs en moyenne) se retrouvent sur la face supérieure des 3-4 feuilles les plus hautes. Si le stade de la sortie des croix est passé, les femelles préfèrent aller vers des champs de maïs moins développés et des champs de haricots pour pondre. Les larves éclosent après environ 7 jours et ont une grande mobilité, jour et nuit. Elles se déplacent vers la panicule

et se nourrissent de pollen, des soies, puis entrent à l'apex de l'épi pour manger les grains de maïs. Les larves les plus grosses peuvent aussi pénétrer l'épi par le côté pour continuer à se nourrir. En septembre, lorsque les larves sont matures (6^e stade), elles s'enfouissent dans le sol et se construisent une loge pour passer l'hiver au stade prénymphe. Un sol sableux permet aux larves de s'enfouir plus profondément pour se protéger davantage du gel. Au printemps, le VGOH entre en nymphose¹ et les adultes émergent finalement du sol en juillet-août.

Le VGOH s'attaque principalement aux champs de maïs et de haricots, et c'est le stade larvaire qui cause les dommages en se nourrissant des fruits. Chez le maïs, des perforations ne sont pas toujours visibles sur l'enveloppe des épis, car les jeunes larves peuvent y pénétrer par les soies à l'apex de l'épi. Les épis endommagés et les enveloppes perforées peuvent faciliter l'accès à d'autres ravageurs et l'infection par des maladies (risque de mycotoxines pour la santé des animaux d'élevage). Le suivi de la coloration des masses d'œufs est indicateur de l'éclosion. La période pour une intervention efficace est courte : il faut cibler les jeunes larves avant qu'elles n'atteignent les soies. (RAP, 2019c et IIRIS phytoprotection).

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Ver-gris occidental des haricots

Hanson, A.A., R.D. Moon, R.J. Wright, T.E. Hunt, W.D. Hutchison. 2015. Degree-Day prediction models for the flight phenology of Western bean cutworm (Lepidoptera: Noctuidae) assessed with the concordance correlation coefficient. *Journal of Economic Entomology* 108(4): 1728-1738.

Degrés-jours cumulés pour chaque seuil de développement

Adultes

Température de base = 3,3 °C

Température optimale = 23,9 °C

Méthode = standard simple n° 1

Début des calculs = 1^{er} mars

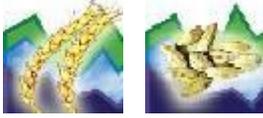
Hôte : maïs	Degrés-jours (°C)
5 % adultes (vol)	1321
10 % adultes (vol)	1364
25 % adultes (vol)	1432
50 % adultes (vol)	1502
75 % adultes (vol)	1577
90 % adultes (vol)	1654
95 % adultes (vol)	1709

Grandes cultures (maïs-grain)

Maïs sucré

Maladie

Fusariose de l'épi (*Fusarium graminearum*)



DESCRIPTION DE LA MALADIE



Épis atteints de fusariose

Photo : Champeil, A. UMR d'Agronomie INRA/INA P-G. Institut National Agronomique Paris-Grignon. 2004.

La fusariose de l'épi est généralement causée par le *Gibberella zae*, un ascomycète de la sous-classe des Pyrénomycètes, de l'ordre des Sphérialés et de la famille des Hypocréacées (Dewdney et Bourgeois, 2001). Le grain affecté est petit, dégradé, ridé et parfois couvert d'un duvet blanc ou rose. Des anneaux ou des taches ovales aux bordures brunes et au centre clair sont quelques fois visibles à l'arrière des grains et sur la surface extérieure des glumes. La fusariose peut entraîner jusqu'à 50 % de pertes de rendement dans une culture. Elle est le résultat du développement d'un complexe de champignons pathogènes appartenant à deux genres : *Fusarium* (du groupe Ascomycètes) et *Microdochium* (du groupe Deuteromycètes, phylogénétiquement proche des Ascomycètes). Le champignon ne semble pas migrer à l'intérieur de la plante.

Le danger du groupe *Fusarium* est sa probable responsabilité dans la production de mycotoxines lors d'une adaptation du champignon à un stress. La mycotoxine entraîne une réduction de la qualité du grain et donc du rendement, tout en rendant parfois impossible son maltage pour la bière ou sa fermentation pour le gonflement du pain. Cette production de mycotoxines est difficile à prévoir car elle n'est pas toujours corrélée aux dommages visibles causés par la fusariose, et car ces dommages n'entraînent pas systématiquement une baisse de rendement. Aussi, la valeur nutritive du grain diminue de façon importante et peut mener jusqu'à l'empoisonnement des animaux. Cet empoisonnement occasionne surtout des nausées, mais aussi une léthargie, des infiltrations de cellules adipeuses ou cancéreuses dans les tissus ou les cellules et possiblement la mort. Les niveaux de mycotoxines, principalement produites par les *Fusarium*, ne peuvent pas être réduits après la moisson par les méthodes de transformation classiques. La limite de concentration dans la céréale brute est de 750 µg/kg (750 ppb) et de 500 µg/kg pour ses produits dérivés, comme la farine. Un bon labour du sol peut aider à réduire le taux de mycotoxines. Cependant, les fongicides ne sont pas véritablement efficaces contre le champignon, pour des raisons encore inconnues (Champeil, 2004). Il peut même survivre jusqu'à 13 mois, en condition humide, à l'état saprophytique sur les débris de récolte (Dewdney et Bourgeois, 2001).

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Fusariose de l'épi

De Wolf, E. D., Madden, L. V. et Lipps, P. E. 2003. Risk assessment models for wheat Fusarium head blight epidemics based on within-season weather data. *Phytopathology* 93:428-435.

Giroux, M.-E., Bourgeois, G., Dion, Y., Rioux, S., Pageau, D., Zoghalmi, S., Parent, C., Vachon, E. et Vanasse, A. 2016. Evaluation og forecasting models for Fusarium head blight of wheat under growing conditions of Quebec, Canada. *Plant disease* 100:1192-1201.

Les modèles ont été modifiés par Giroux (2016), et les données qui ont permis ces modifications proviennent d'expériences en champ réalisées en 2011 et 2012. Les sites étudiés étaient situés aux fermes expérimentales de l'Acadie et de Normandin d'Agriculture et Agroalimentaire Canada, au Centre de recherche sur les grains (CÉROM) à Saint-Mathieu-de-Beloeil et à la station agronomique de Saint-Augustin-De-Desmaures (Université Laval) (Québec).

Tableaux des risques d'infection

De Wolf A modifié

Début des calculs = date de semis

Hôtes : blé, orge	Indice de risque (%)
Risque moyen	27
Risque élevé	37

De Wolf B modifié

Début des calculs = date de semis

Hôtes : blé, orge	Indice de risque (%)
Risque moyen	26
Risque élevé	36

INTERPRÉTATION DE LA COURBE

Afin de prédire les risques d'infection, les deux modèles sélectionnés (De Wolf, 2003) utilisent le nombre d'heures où la température est comprise entre 10 °C et 30 °C dans les sept jours précédant la floraison (modèle B) et le nombre d'heures où la température est comprise entre 10 °C et 30 °C et l'humidité relative est de 90 % ou plus durant les 10 jours suivant la floraison (modèles A et B).

La bande jaune sur le graphique correspond au stade de l'anthèse (61-69 de l'échelle Zadocks) et représente la période la plus à risque de développement de la maladie. Durant cette période, les risques d'infection deviennent élevés si la courbe bleue se situe entre les seuils moyen et élevé (lignes rouge et orange).

Grandes cultures (blé, orge)

Haricot



Phénologie du haricot

Phénologie du haricot



DESCRIPTION DE LA PHÉNOLOGIE

À l'aide des modèles bioclimatiques, il est possible d'établir des liens entre les processus biologiques et les phénomènes météorologiques. Les modèles permettent d'orienter les décideurs du domaine agricole sur les pratiques culturales : cultivars utilisés pour une région donnée, dates de semis et dates de récolte. Pour la culture du haricot, la température est le principal facteur climatique qui influe sur le rendement ainsi que la qualité de la récolte. En effet, les semences sont très sensibles au froid, et la germination est optimale à 25 °C. Aussi, pour éviter des désordres physiologiques (pourriture de la semence), la température de germination devrait être supérieure à 10 °C, et durant la phase reproductive, les températures élevées provoquent l'abscission des boutons et des fleurs, causant une diminution de la productivité. Le cumul des degrés-jours est donc important après la première floraison. Il s'agit d'une donnée importante pour la prédiction du rendement ainsi que de la qualité de la récolte.

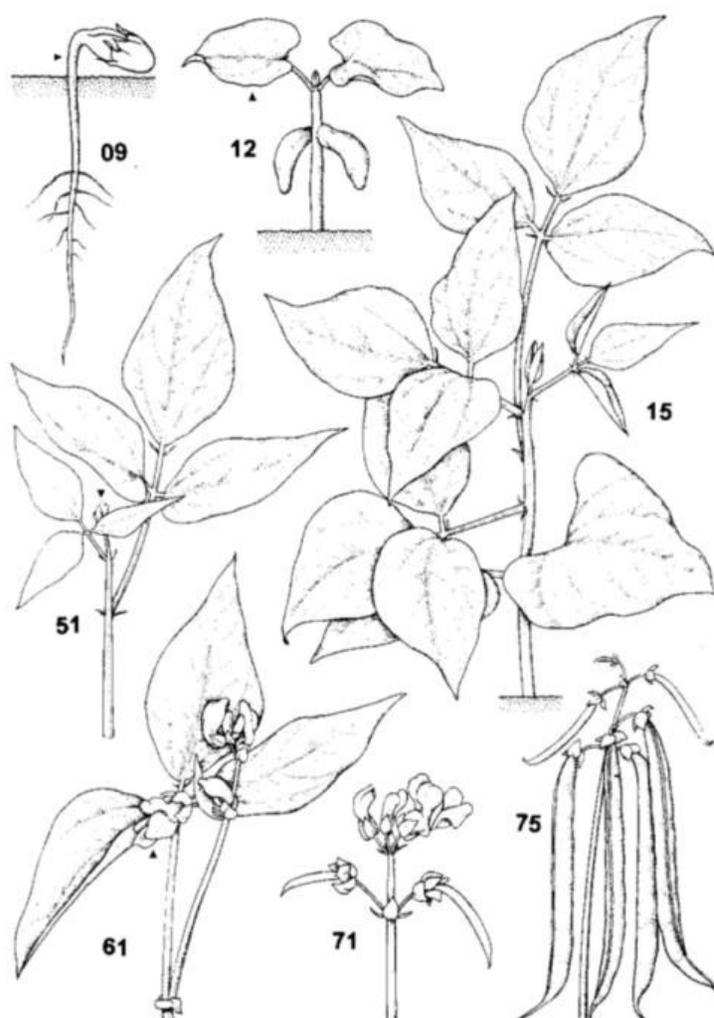
Échelle BBCH des stades phénologiques du haricot (Meier, 2001) (*Phaseolus vulgaris* L. var. *nanus*)

Code	Description
Stade principal 0 : germination	
00	semence sèche
01	début de l'imbibition de la graine
03	imbibition complète
05	la radicule sort de la graine
07	hypocotyle et cotylédons percent les téguments de la graine
08	hypocotyle et cotylédons se dirigent vers la surface du sol
09	levée : les cotylédons percent la surface du sol
Stade principal 1 : développement des feuilles	
10	les cotylédons sont étalés
12	2 feuilles sont étalées (une paire de feuilles est étalée)
13	3 feuilles étalées (première feuille trifoliolée)
1 .	et ainsi de suite ...
19	9 ou davantage de feuilles étalées (2 feuilles simples et 7 ou davantage de feuilles trifoliolées)
Stade principal 2 : formation de pousses latérales	
21	la première pousse latérale est visible
22	2 pousses latérales sont visibles
23	3 pousses latérales sont visibles
2 .	et ainsi de suite ...
29	9 ou davantage de pousses latérales sont visibles
Stade principal 5: apparition de l'inflorescence	
51	les premiers boutons floraux sont visibles et dépassent les feuilles
55	les premiers boutons floraux individuels, mais toujours fermés sont visibles et dépassent les feuilles
59	les premiers pétales sont visibles, les boutons floraux sont nombreux mais toujours fermés
Stade principal 6 : floraison	
60	les premières fleurs sont ouvertes (sporadiquement)
61	début de la floraison
62	20 % des fleurs sont ouvertes
63	30 % des fleurs sont ouvertes
64	40 % des fleurs sont ouvertes

- 65 pleine floraison : 50 % des fleurs sont ouvertes : période de floraison principale
- 67 la floraison s'achève : la majorité des pétales sont tombés ou desséchés
- 69 fin de la floraison: les premières gousses sont visibles

Stade principal 7 : développement du fruit

- 71 10 % des gousses ont atteint leur longueur finale
 - 72 20 % des gousses ont atteint leur longueur finale
 - 73 30 % des gousses ont atteint leur longueur finale
 - 74 40 % des gousses ont atteint leur longueur finale
 - 75 50 % des gousses ont atteint leur longueur finale, les graines commencent à remplir la gousse, période principale du développement des gousses
 - 76 60 % des gousses ont atteint leur longueur finale
 - 77 70 % des gousses ont atteint leur longueur finale, les gousses se cassent proprement
 - 78 80 % des gousses ont atteint leur longueur finale
 - 79 les gousses ont atteint leur longueur finale, les haricots sont visibles individuellement
-



RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Phénologie du haricot

Jenni, S., Bourgeois, G., Laurence H., Roy, G. et N. Tremblay. 2000. Improving the Prediction of Processing Bean Maturity Based on the Growing-degree Day Approach. HortScience 35(7):1234-1237.

Modèles développés par l'équipe de bioclimatologie et modélisation du Centre de recherche et de développement de Saint-Jean-sur-Richelieu d'Agriculture et Agroalimentaire Canada, à partir de données provenant de rapports sur les essais de cultivars de légumes destinés à la transformation (pois, haricot, maïs) de 1998 à 2013.

Données compilées par Stéphanie Lavergne à l'été 2015.

Degrés-jours cumulés pour chaque seuil de développement

Température de base = 5 °C

Température optimale = 30 °C

Méthode = sinus simple

Début des calculs = date de semis

Haricot - cultivars hâtifs ¹ (BBCH)	Degrés-jours (°C)
Début floraison (61)	587
Récolte (79)	885

¹ Cultivars utilisés pour le modèle hâtif : Dart, Goldmine, Goldrush, Impact, Labrador

Haricot - cultivars intermédiaires ² (BBCH)	Degrés-jours (°C)
Début floraison (61)	606
Récolte (79)	932

² Cultivars utilisés pour le modèle intermédiaire : Matador, Minuette, Sonesta, Teseo

Haricot - cultivars tardifs ³ (BBCH)	Degrés-jours (°C)
Début floraison (61)	605
Récolte (79)	995

³ Cultivars utilisés pour le modèle tardif : Angers, Bowie, Caprice, Huntington

[Haricot](#)

Laitue



Phénologie de la laitue

Maladie

Mildiou

Phénologie de la laitue



DESCRIPTION DE LA PHÉNOLOGIE

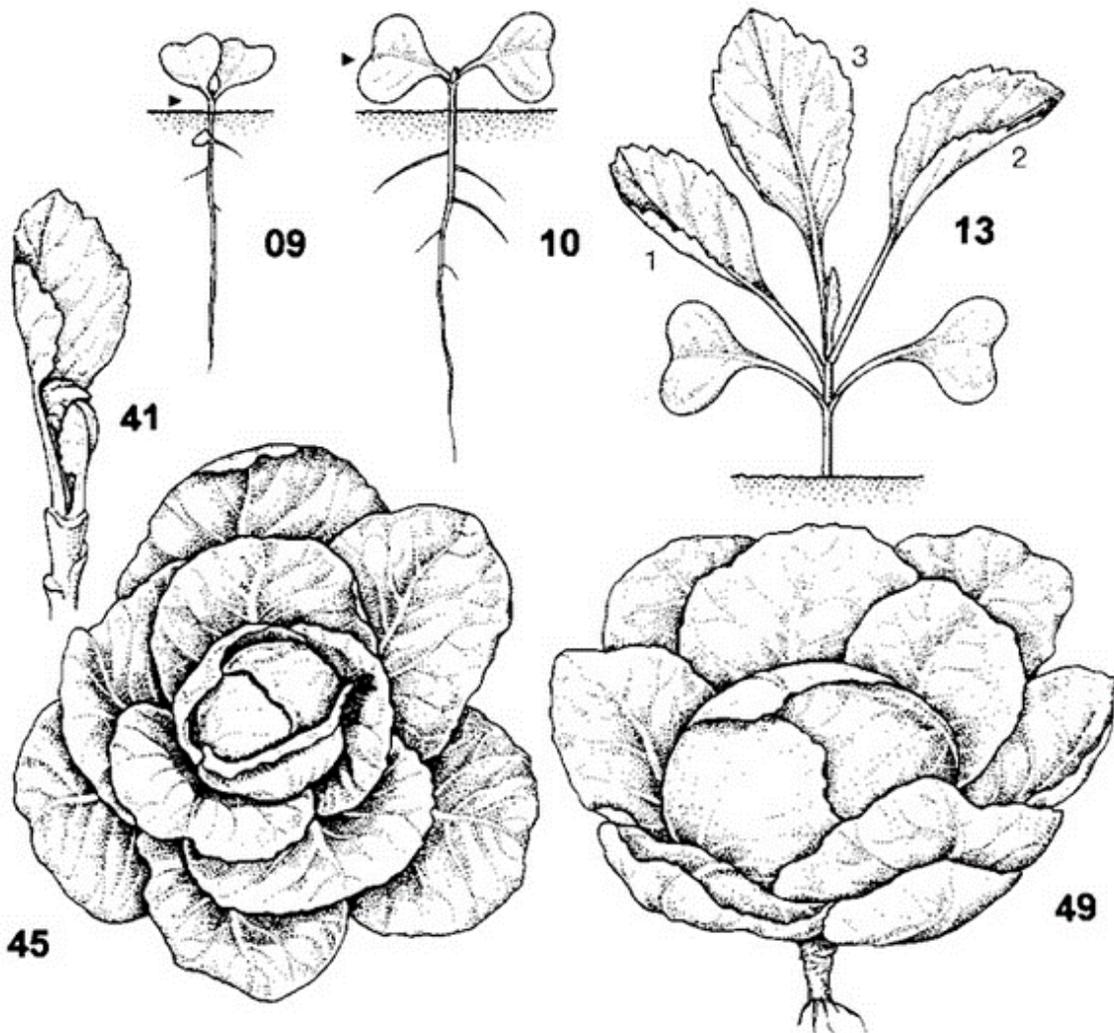
Pour un producteur de laitue, il est essentiel de prédire la phénologie afin d'obtenir une récolte optimale et de répondre aux besoins du marché pendant la saison de croissance. De plus, la modélisation simultanée de la phénologie de la laitue et de ses menaces biologiques (mildiou) peut être utilisée dans la planification des interventions phytosanitaires, en coordonnant les traitements avec l'atteinte de stades vulnérables à la présence des ravageurs/maladies.

L'échelle BBCH utilisée pour le modèle phénologique de la laitue est formée d'un code à deux chiffres donnant une description précise des stades de développement principaux et secondaires de la plante cultivée. Le modèle présente une phase foliaire et une phase commerciale consécutives.

Échelle BBCH des stades phénologiques des légumes feuilles formant des « pommes » (Meier, 2001)

(laitue pommée = *Lactuca sativa* L. var. *capitata*)

Code	Description
Stade principal 0 : germination	
00	graine sèche
01	début de l'imbibition des graines
03	imbibition complète
05	la radicule sort de la graine
07	l'hypocotyle et les cotylédons percent les téguments de la graine
09	levée : les cotylédons percent la surface du sol
Stade principal 1 : développement des feuilles (tige principale)	
10	cotylédons étalés, point végétatif apical ou initiales des premières vraies feuilles visibles
11	première feuille étalée
12	2 feuilles étalées
13	3 feuilles étalées
14	et ainsi de suite ...
19	9 feuilles étalées ou plus
Stade principal 4 : développement des organes végétatifs de récolte	
41	début de la formation des pommes, les 2 feuilles les plus jeunes ne se déroulent pas
42	la pomme a atteint 20 % de sa taille finale
43	la pomme a atteint 30 % de sa taille finale
44	la pomme a atteint 40 % de sa taille finale
45	la pomme a atteint 50 % de sa taille finale
46	la pomme a atteint 60 % de sa taille finale
47	la pomme a atteint 70 % de sa taille finale
48	la pomme a atteint 80 % de sa taille finale
49	les pommes ont atteint leur taille, forme et fermeté typiques



RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Phénologie de la laitue : modèle développé par l'équipe de bioclimatologie et modélisation du Centre de recherche et de développement (CRD) d'Agriculture et Agroalimentaire Canada à Saint-Jean-sur-Richelieu, à partir de données recueillies dans une culture de laitues Ithaca à la ferme expérimentale de Sainte-Clotilde (Québec) ainsi qu'en phytotron au CRD de 2003 à 2005.

Début des stades BBCH

Début des calculs = variable (date de semis, de transplantation ou d'observation)

Laitue

Maladie

Mildiou de la laitue (*Bremia lactucae* Regel)



DESCRIPTION DE LA MALADIE



Mildiou sur feuille de laitue

Photo : Richard et Boivin (1994)

Le mildiou est une maladie que l'on retrouve partout où l'on cultive la laitue. Elle est favorisée par le temps frais et pluvieux. Elle cause d'importants dommages aux cultures, particulièrement tôt au printemps ou tard à l'automne. Elle cause aussi des dégâts importants chez la laitue de serre. Les souches de *Bremia lactucae* que l'on retrouve sur les laitues cultivées ne s'attaquent qu'aux espèces de la même sous-section taxonomique de *Lactuca*.

L'infection des jeunes plantules entraîne un arrêt de croissance des cotylédons, ce qui conduit au rabougrissement ou à la mort de la plante. Une sporulation apparaît sur les deux côtés des cotylédons, qui deviennent chlorotiques. La sensibilité des cotylédons à la maladie diminue avec l'âge, et les vraies feuilles sont moins sensibles que les cotylédons. Sur les feuilles des plantules infectées, on note de légers signes de chlorose et l'enroulement du bord des feuilles. Des infections précoces graves peuvent retarder la maturité et produire des laitues de qualité inférieure. Chez les plantes plus âgées, le premier signe de l'infection peut être l'apparition de sporangiophores sur les stomates des feuilles. Ils apparaissent sous forme de projections blanches, distinctes les unes des autres et visibles à l'œil nu. Les sporangiophores sont habituellement confinés à la face inférieure des feuilles plus âgées, mais ils peuvent apparaître sur la face supérieure. Sur les feuilles plus âgées, les lésions apparaissent sous forme de plages vert pâle à jaunes, délimitées par les nervures principales sur la face supérieure des feuilles. Ces lésions chlorotiques deviennent nécrotiques ou translucides et cassantes, surtout près de la marge de la feuille. Le champignon peut devenir systémique et provoquer l'apparition d'une coloration brun-noir des tissus de la tige et de la base des feuilles, près de l'apex des pommes mures. Les feuilles malades sont souvent infectées subséquentement par des bactéries et des champignons qui causent des pourritures molles. Le mildiou est souvent compliqué par des infections bactériennes secondaires qui causent une pourriture molle et les pertes dues à l'épluchage peuvent alors être considérables sur les laitues mises en marché (Richard et Boivin, 1994).

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Mildiou de la laitue

Scherm, H. et A.H.C. van Bruggen. 1993. Response surface models for germination and infection of *Bremia lactucae*, the fungus causing downy mildew of lettuce. *Ecological Modelling* 65(3-4): 281-297.

Tableau des risques d'infection

Début des calculs : S.O.

Hôte : laitue	Indice d'infection
Seuil de traitement	4

[Laitue](#)

Maïs sucré



Phénologie du maïs sucré

Insectes

Légionnaire d'automne

Pyrale du maïs

Ver de l'épi du maïs

Ver-gris noir (voir gazon)

Ver-gris occidental des haricots (voir grandes cultures – maïs-grain)

Phénologie du maïs sucré



DESCRIPTION DE LA PHÉNOLOGIE

À l'aide des modèles bioclimatiques, il est possible d'établir des liens entre les processus biologiques et les phénomènes météorologiques. Les modèles permettent d'orienter les décideurs du domaine agricole sur les pratiques culturales : cultivars utilisés pour une région donnée, dates de semis et dates de récolte. Pour la culture du maïs sucré, la température ainsi que la photopériode influent sur le développement des plantes. Le début de la phase reproductive, caractérisée par l'apparition de l'inflorescence mâle, est grandement déterminé par la température, et la relation est linéaire à une température de base de 7 °C. Cette même relation est observée à l'apparition des stigmates à une température de base de 8 °C.

Échelle BBCH des stades phénologiques du maïs (Meier, 2001)
(*Zea mays* L.)

Code	Description
Stade principal 0 : germination, levée	
00	semence sèche (caryopse sec)
01	début de l'imbibition de la graine
03	imbibition complète
05	la radicule sort de la graine
06	élongation de la radicule, apparition de poils absorbants et développement des racines secondaires
07	le coléoptile sort de la graine
09	levée : le coléoptile perce la surface du sol
Stade principal 1 : développement des feuilles 1, 2	
10	la première feuille sort du coléoptile
11	première feuille étalée
12	2 feuilles étalées
13	3 feuilles étalées
1	et ainsi de suite ...
19	9 ou davantage de feuilles étalées
Stade principal 3 : élongation de la tige principale 3	
30	début de l'élongation de la tige principale
31	le premier nœud est discernable
32	2 nœuds sont discernables
33	3 nœuds sont discernables
3	et ainsi de suite ...
39	9 ou davantage de nœuds plus sont discernables
Stade principal 5 : sortie de l'inflorescence ou épiaison	
51	l'inflorescence terminale (panicule M) commence à sortir, elle est discernable à l'extrémité de la tige principale
53	extrémité de la panicule terminale visible
55	50% de la panicule terminale visible, les rameaux de la panicule commencent à s'écarter
59	la panicule terminale est complètement sortie et les rameaux de la panicule sont étalés
Stade principal 6 : floraison, anthèse	
61	M : étamines visibles au milieu de la panicule F : extrémité de l'épi sort de la gaine
63	M : début de l'émission du pollen F : extrémité des stigmates (soies) visibles

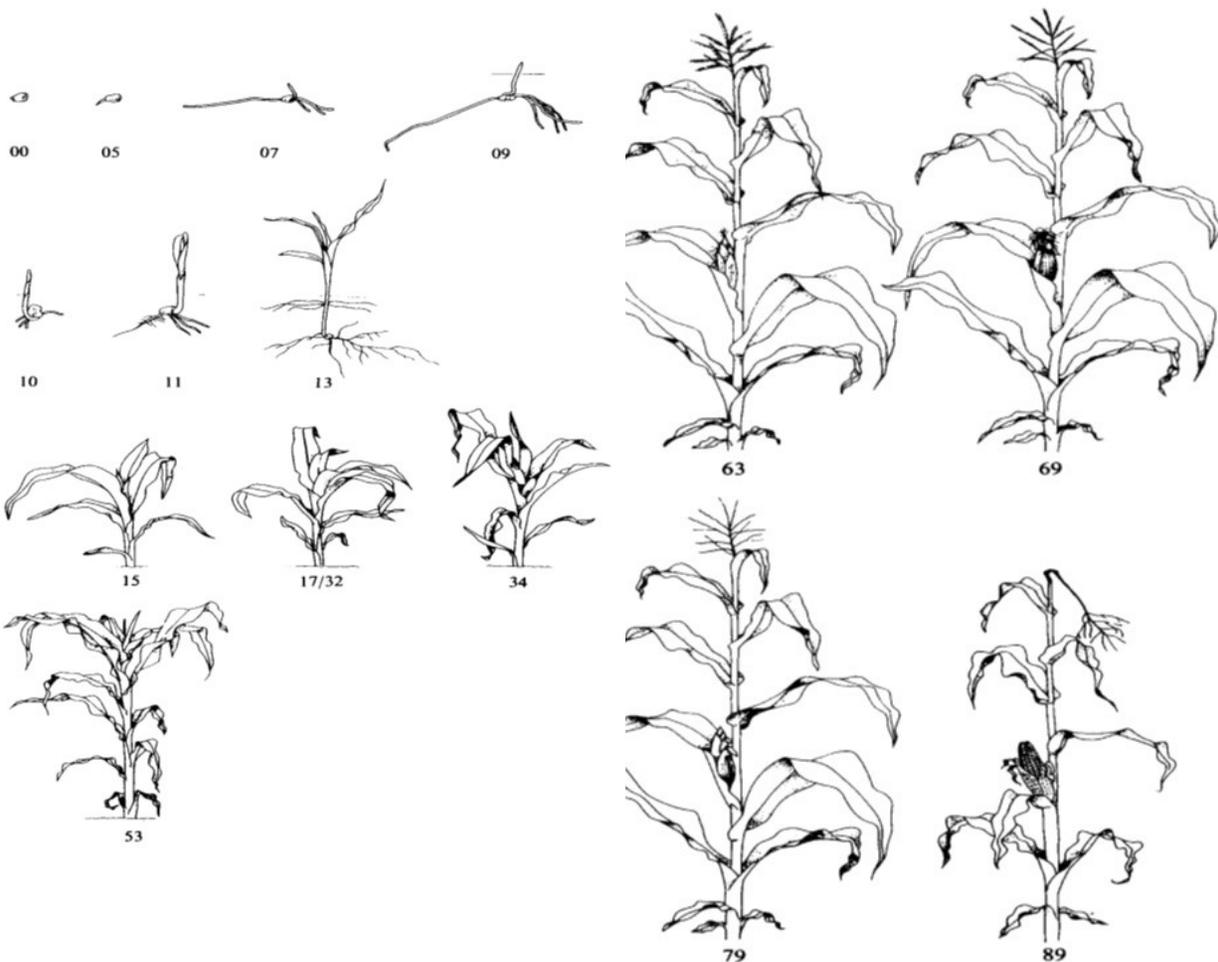
- 65 M : partie supérieure et inférieure de la panicule en fleurs
F : stigmates (soies) à maturité
- 67 M : la floraison s'achève
F : les stigmates (soies) se dessèchent
- 69 fin floraison : les stigmates (soies) sont complètement desséchés

Stade principal 7 : développement des graines

- 71 début du développement des graines, stade aqueux des graines, environ 16 % de matière sèche
- 73 début du stade laiteux
- 75 les graines au milieu de l'épi sont jaunâtres, le contenu est laiteux, environ 40 % de matière sèche
- 79 presque toutes les graines ont atteint leur taille finale

Stade principal 8 : maturation des graines

- 83 début du stade pâteux : contenu des graines tendre, environ 45 % de matière sèche
- 85 stade pâteux : graines jaunâtres à jaunes environ 55 % de matière sèche
- 87 maturité physiologique : à la base des graines un point noir est visible, environ 60 % de matière sèche
- 89 maturité complète : les graines sont dures et brillantes, environ 65 % matière sèche



RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Phénologie du maïs sucré : modèles développés par l'équipe de bioclimatologie et modélisation du Centre de recherche et de développement de Saint-Jean-sur-Richelieu d'Agriculture et Agroalimentaire Canada à partir de données provenant de rapports sur les essais de cultivars de légumes destinés à la transformation (pois, haricot, maïs) de 1998 à 2013.

Données compilées par Stéphanie Lavergne à l'été 2015.

Degrés-jours cumulés pour chaque seuil de développement

Température de base = 8 °C

Température optimale = 30 °C

Méthode = sinus simple

Début des calculs = date de semis

Maïs sucré - cultivars hâtifs ¹ (BBCH)	Degrés-jours (°C)
50 % soies (63)	740
Récolte (73)	1023

¹ Cultivars utilisés pour le modèle hâtif : C-83 (Sh2), Code-60 (Su), Dugan (Se), GSS 9299 (Sh2)

Maïs sucré - cultivars intermédiaires ² (BBCH)	Degrés-jours (°C)
50 % soies (63)	793
Récolte (73)	1081

² Cultivars utilisés pour le modèle intermédiaire : C-702 (Sh2), GH 6462 (Su), Legacy (Su), SS Jubilee (Sh2)

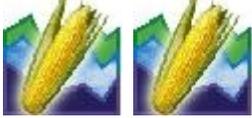
Maïs sucré - cultivars tardifs ³ (BBCH)	Degrés-jours (°C)
50 % soies (63)	841
Récolte (73)	1161

³ Cultivars utilisés pour le modèle tardif : C-741 (Sh2), Overland (Sh2)

Maïs sucré

Insecte

Légionnaire d'automne (*Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith))



DESCRIPTION DU RAVAGEUR



Adulte, jeune larve et larves matures de la légionnaire d'automne

Photos : Laboratoire d'expertise et de diagnostic en phytoprotection - MAPAQ

Tiré de : IRIIS phytoprotection (<http://www.iriisphytoprotection.qc.ca/>)



Masse d'œufs et dommages de larves de légionnaire d'automne

Photos : Jean Brodeur, IRDA. Tiré de : RAP, 2018a



Dommages causés par la larve de la légionnaire d'automne

Photos : Patrice Thibault, RLIO. Tiré de : RAP, 2018a

La larve de la légionnaire d'automne est une chenille qui mesure environ 4 cm de longueur à maturité. Elle est vert pâle ou beige à presque noire et est ornée de trois bandes longitudinales jaune pâle et d'une ligne plus foncée sur chaque côté, bordée de bandes rouges et jaunes. Sa tête est brun foncé et porte une marque blanche, en forme de Y inversé, ce qui permet de la distinguer du ver de l'épi du maïs. L'adulte est un papillon nocturne aux ailes antérieures tachetées de gris et aux ailes postérieures blanc-gris.

En Amérique du Nord, cet insecte se retrouve essentiellement dans le sud. Cependant, il migre vers le nord pendant l'été et atteint le Canada certaines années. Cette espèce ne survit pas à l'hiver à nos latitudes et ne peut donc pas compléter son cycle vital (une seule génération observée). Les infestations sont rares, mais l'insecte peut apparaître, sans avertissement, dans toutes les régions au Canada où l'on cultive le maïs. On l'associe habituellement à du temps frais et humide qui favorise sa reproduction rapide le long de sa route de migration vers le nord.

La légionnaire d'automne n'est devenue importante que depuis peu dans l'est du Canada. Elle affecte les cultures tardives de maïs sucré et de maïs-grain. Lorsqu'elle est abondante, la défoliation peut être grave. Les larves se nourrissent principalement des feuilles. Les dommages précoces passent souvent inaperçus, car les jeunes larves se nourrissent au fond du verticille, ce qui donne aux feuilles une apparence déchiquetée lorsqu'elles s'ouvrent. Elles attaquent aussi la panicule et les épis en y creusant des galeries. Les pertes de rendement chez les jeunes plantes sont habituellement négligeables puisqu'elles peuvent se remettre des dommages foliaires même s'ils sont importants. Les pertes augmentent progressivement à mesure que les larves se nourrissent sur les pédoncules des épis des plantes dont la croissance est plus avancée. (Richard et Boivin, 1994; RAP, 2018 et IRIIS phytprotection).

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Légionnaire d'automne

Du Plessis, H., M.-L. Schlemmer, J. Van den Berg. 2020. The effect of temperature on the development of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Insects* 11(4): 228.

He, L.M., S. Jiang, Y.C. Chen, K.A.G. Wyckhuys, S.S. Ge, W. He, X. Gao, K.M. Wu. 2021. Adult nutrition affects reproduction and flight performance of the invasive fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* in China. *Journal of Integrative Agriculture* 20(3): 715-726.

Degrés-jours cumulés pour chaque seuil de développement

Température de base = 12 °C

Température optimale = 30 °C

Méthode = sinus simple

Début des calculs = 1^{re} capture d'adultes

Hôte : maïs-grain et maïs sucré	Degrés-jours (°C)
Début ponte (1 ^{re} gén.)	45
Début larves 1-3 (1 ^{re} gén.)	84
Début larves 4-6 (1 ^{re} gén.)	182
Début pupes (1 ^{re} gén.)	293
Début adultes (2 ^e gén.)	459
Début ponte (2 ^e gén.)	504
Début larves 1-3 (2 ^e gén.)	544
Début larves 4-6 (2 ^e gén.)	641
Début pupes (2 ^e gén.)	752
Début adultes (3 ^e gén.)	919

Grandes cultures (maïs-grain)

Maïs sucré

Pyrale du maïs (*Ostrinia nubilalis* (Hübner))



DESCRIPTION DU RAVAGEUR



Larve et adulte de la pyrale du maïs



Masse d'œufs de pyrale du maïs

Photo : Richard et Boivin (1994)

La larve de la pyrale du maïs est une chenille qui mesure environ 3 cm de longueur à maturité. Elle est grise à brun clair sur le dessus et est ornée de plaques brunes semblables à des taches, garnies de soies. L'envergure des ailes des adultes est d'environ 2,5 cm; leurs ailes sont brun pâle et ornées de bandes sombres et ondulées. Le mâle est plus petit et plus foncé que la femelle.

Depuis son introduction dans le sud-ouest de l'Ontario en 1920, la pyrale du maïs s'est répandue dans tout le Canada, des provinces des Maritimes aux montagnes Rocheuses. En Alberta, l'espèce a été détectée et éliminée dans les années cinquante, mais une infestation bien établie a été découverte en 1981 dans la région de Medicine Hat-Bow Island; depuis, la pyrale du maïs s'est étendue dans toute la partie sud de la province.

Les diverses souches de la pyrale du maïs causent différents types de dommages chez le maïs sucré. Les larves qui se nourrissent sur les épis de maïs sont la principale cause des pertes de rendement, mais toutes les parties de la plante sont sujettes à l'attaque. Les larves perforent les feuilles fermement enroulées qui se développent dans le verticille, ce qui cause les premiers signes de dommages : une rangée de « trous d'épingle » dans les feuilles lorsqu'elles se déploient. À mesure que les feuilles grandissent, les trous s'unissent et la nervure médiane peut se briser. Les larves peuvent aussi creuser des galeries dans les panicules, ce qui les affaiblit et augmente la probabilité de bris par le vent. Les larves finissent par pénétrer

dans la tige et les jeunes épis, ce qui peut entraîner le bris de la tige, la malformation des épis et leur abscission. Les larves de la première génération causent surtout des dommages physiologiques aux jeunes plantes; celles de la deuxième génération endommagent les pédoncules et les épis.

Chez le maïs sucré, la principale préoccupation demeure l'infestation des épis, peu importe la génération de pyrale du maïs en cause. Les épis infestés et les pédoncules endommagés ne peuvent être vendus sur le marché des produits frais, et on retrouve parfois de petites larves à l'intérieur de grains de maïs sucré destiné à la transformation (Richard et Boivin, 1994).

Pour plus d'informations sur l'échantillonnage et sur l'aide à la décision, vous référer à RAP 2018b dans la bibliographie.

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Pyrale du maïs, race univoltine et race bivoltine : modèles développés par l'équipe de bioclimatologie et modélisation du Centre de recherche et de développement de Saint-Jean-sur-Richelieu d'Agriculture et Agroalimentaire Canada à partir de données recueillies dans plusieurs sites du sud du Québec entre 2000 et 2016 par les clubs conseils et différents projets de recherche. Données compilées par Valentine Glaus et mises à jour par Dominique Plouffe à l'été 2019.

Degrés-jours cumulés pour chaque seuil de développement

Race univoltine

Température de base = 10 °C

Température optimale = 35 °C

Méthode = sinus simple

Début des calculs = 1^{er} avril

Hôte : maïs sucré	Degrés-jours (°C)
5 % adultes	422
50 % adultes	585
95 % adultes	722

Race bivoltine

Température de base = 10 °C

Température optimale = 35 °C

Méthode = sinus simple

Début des calculs = 1^{er} avril

Hôte : maïs sucré	Degrés-jours (°C)
1 ^{re} génération, 5 % adultes	191
1 ^{re} génération, 50 % adultes	254
1 ^{re} génération, 95 % adultes	377
2 ^e génération, 5 % adultes	756
2 ^e génération, 50 % adultes	875
2 ^e génération, 95 % adultes	994

INTERPRÉTATION DE LA COURBE¹

Ces deux modèles simulent l'évolution des populations des races univoltine et bivoltine de la pyrale du maïs (stades adultes) au Québec.

Race univoltine : Le modèle prédit, selon l'accumulation des degrés-jours depuis le 1^{er} avril, le début (5 % de la population) du vol des premiers papillons, le pic (50 %) ainsi que la fin (95 %) de la population. La race univoltine (1 génération par année de culture) est présentement la plus répandue au Québec; on la retrouve partout où l'on cultive le maïs sucré.

Race bivoltine : En plus du vol des premiers papillons comme c'est le cas pour la race univoltine, le modèle prédit le début (5 %), le pic (50 %) et la fin (95 %) de la population de la seconde génération. La race bivoltine, autrefois présente surtout dans le sud-ouest du Québec, a fait son apparition dans les régions de la Mauricie, du Centre-du-Québec, de l'Estrie, de Lanaudière, de Québec et de Chaudière-Appalaches. Cette deuxième génération, souvent beaucoup plus imposante que la première, est la plus dommageable pour le maïs, particulièrement dans le cas des champs semés tardivement, puisque les larves attaquent les épis, perçant le pédoncule, l'enveloppe et les grains.

Le suivi du développement de la pyrale est crucial non seulement pour les producteurs de maïs sucré, mais également pour les producteurs d'autres types de cultures vulnérables à cet insecte, qui possède une large gamme d'hôtes. Poivrons et haricots peuvent encourir des dommages sérieux et même, à l'occasion, les framboisiers et les pommes de terre. Consultez le bulletin d'information n° 04 (<http://www.agrireseau.qc.ca/Rap/documents/b04mai05.pdf>) du Réseau d'avertissements phytosanitaires (9 juin 2005) pour plus de renseignements : « Une méthode rapide pour dépister la pyrale du maïs : l'échantillonnage séquentiel ».

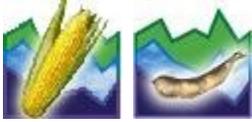
Grâce au modèle, il est possible de prévoir l'installation des pièges deux semaines avant la date prévue du vol des premiers papillons. On doit les relever deux fois par semaine jusqu'au début de la période de vol. Le piégeage des adultes permet de connaître les périodes de vol maximal et donc de prédire à quel moment les œufs seront déposés au champ. Le début de la ponte constitue l'événement suivant à surveiller. Effectivement, il est important de cibler les interventions contre les jeunes larves, au moment où elles se nourrissent encore sur le feuillage du maïs, car lorsqu'elles sont plus développées, elles cherchent à pénétrer à l'intérieur des tiges, où elles deviennent alors inatteignables par les insecticides. Pour l'univoltine, on doit donc commencer à traiter 5 jours après le début de la ponte. Consulter les avertissements phytosanitaires, son conseiller ou son dépisteur demeure toutefois indispensable pour la suite des opérations puisque, en plus de la race univoltine, la race bivoltine survient plus tard dans la saison, avec sa deuxième génération. Le modèle pourra également servir aux producteurs qui utilisent les guêpes parasites du genre *Trichogramme* comme mode de répression. Ces utilisateurs ont en effet besoin de déterminer les périodes de ponte pour synchroniser les lâchers. Les trichogrammes devraient être introduits dès l'arrivée des papillons, car à partir du début de la ponte de la pyrale, ils doivent être actifs dans les champs qui ont atteint le stade 4 à 6 feuilles. Le piégeage des adultes est également important lorsqu'on utilise une stratégie de lutte biologique comme le traitement au *Bacillus thuringiensis* (B.t.), qui doit être appliqué une semaine après la détection des mâles dans les pièges à phéromone.

Ce texte a été révisé pour la dernière fois en octobre 2019.

Grandes cultures (maïs-grain)
Maïs sucré

¹ Texte écrit par Anne-Marie Fortier avec la collaboration de François Charbonneau, agronome, Productions en régie intégrée du Sud de Montréal, enr. (PRISME), Sherrington (Québec).

Ver de l'épi du maïs (*Helicoverpa zea* (Boddie))



DESCRIPTION DU RAVAGEUR



Larves et adulte du ver de l'épi du maïs

Photos : Laboratoire d'expertise et de diagnostic en phytoprotection - MAPAQ

Tiré de : IRIIS phytoprotection (<https://www.iriisphytoprotection.qc.ca/>)

L'adulte du ver de l'épi du maïs est une noctuelle brun jaunâtre dont l'envergure est d'environ 32 à 45 mm. Ses œufs sont sphériques et striés, jaunâtres ou vert pâle. Ils sont pondus un à un sur les soies fraîches du maïs. La larve est une chenille qui peut atteindre 40 mm de longueur à maturité. Sa couleur est très variable, allant du jaune pâle au vert-jaune et au rose-brun. Des rayures pâles et foncées ornent ses flancs. La cuticule (peau) des larves est recouverte de minuscules épines noires et est aussi ornée de gros tubercules noirs portant chacun 2 ou 3 soies bien visibles. Une bande latérale jaune verdâtre est généralement présente de chaque côté du corps.

Le ver de l'épi du maïs est indigène des Amériques et des Caraïbes. Il hiberne normalement dans le sud des États-Unis et migre vers les États plus au nord et certaines régions du Canada. Puisqu'il n'hiverne pas au Canada et qu'on ne peut prévoir avec précision la direction des vents en provenance du sud des États-Unis, les producteurs ne savent jamais quand se produira une invasion. Généralement, l'arrivée des papillons au Québec s'observe entre la mi-juin et la mi-août et il n'y a qu'une génération pendant la saison. Les infestations de vers de l'épi du maïs sont en partie causées par l'utilisation de produits antiparasitaires efficaces contre la pyrale du maïs, mais inefficaces contre le ver de l'épi du maïs. Ce fait, allié à une mauvaise couverture et à une mauvaise synchronisation des pulvérisations, ajoute à la variabilité des résultats de la lutte contre le ver de l'épi.

Le ver de l'épi du maïs cause des dommages lorsqu'il est détecté trop tardivement. Les larves commencent à se nourrir des soies des épis, mais migrent rapidement à l'intérieur des épis eux-mêmes et se nourrissent des grains. Une seule larve, en passant d'un grain à un autre et en y laissant ses déjections, peut dévorer complètement l'extrémité de l'épi. Elle détruit aussi les soies avant que la pollinisation ait eu lieu. Les moisissures envahissent les trous creusés par les larves. On sous-estime souvent les dommages, car les spathes des épis masquent les trous et il est difficile de détecter et d'éliminer l'insecte. (Richard et Boivin, 1994)

Référence : Fiche technique - Maïs sucré. https://www.agrireseau.net/documents/Document_97072.pdf

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Ver de l'épi du maïs

Mimee, B., J. Brodeur, G. Bourgeois, J. Moiroux, A.F. Gendron St-Marseille et A.E. Gagnon. 2014. Quels enjeux représentent les changements climatiques en lien avec les espèces exotiques envahissantes pour la culture du soya au Québec? Ouranos (Consortium sur la climatologie régionale et l'adaptation aux changements climatiques). Site Web, Ouranos/Publications. 51 p.

Degrés-jours cumulés pour chaque seuil de développement

Température de base = 12,6 °C

Température optimale = 33,3 °C

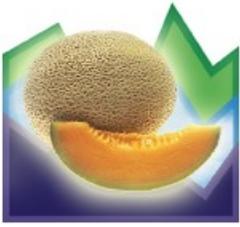
Méthode = standard simple n° 1

Début des calculs = 1^{re} capture d'adultes

Hôte : maïs sucré	Degrés-jours (°C)
1 ^{re} génération, début ponte	63
1 ^{re} génération, début larves	103
1 ^{re} génération, début pupes	305
2 ^e génération, début adultes	485
2 ^e génération, début ponte	548
2 ^e génération, début larves	588
2 ^e génération, début pupes	790
3 ^e génération, début adultes	970

Maïs sucré
Grandes cultures (soya)

Melon



Maladies

Alternariose (Melcast)

Anthraxnose (Melcast)

Maladies Alternariose (Melcast)



DESCRIPTION DE LA MALADIE



Alternariose sur feuilles de cantaloup.



Alternariose sur feuille de concombre.



Alternariose sur feuille de melon d'eau.



Alternariose sur melon d'eau.

Photos : ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario (MAAARO) 2009a
Tiré de : Alternariose. Cucurbitacées – Llcultures Ontario.

L'alternariose est une maladie causée par le champignon ascomycète *Alternaria cucumerina*. Elle touche principalement le melon d'eau et le melon brodé. Les premiers symptômes sont des taches apparaissant sur les feuilles les plus vieilles. Ces taches sont d'abord des mouchetures brun-jaune entourées d'un halo jaune pâle, mais elles brunissent et présentent des anneaux concentriques et un aspect nécrotique. Les taches croissent et se fusionnent, brunissant entièrement la feuille qui finit par se faner. La diminution du feuillage rend les fruits vulnérables à l'insolation, ce qui peut leur causer des dommages.

Le mycélium du champignon responsable de l'alternariose survit 1 à 2 ans dans les résidus de culture de cucurbitacées, c'est pourquoi il est recommandé d'effectuer une rotation des cultures. Le mycélium sort de dormance par temps humide, produit des conidies et infecte les plantes cultivées. Pour produire une infection, l'alternariose nécessite une période d'humidité élevée de 2 à 24 h et des températures entre 12 et 30 °C. Des infections secondaires peuvent se transmettre aux plantes voisines par des éclaboussures et par le vent. Le taux d'infection est plus important par temps chaud et humide. L'humidité favorise la production de conidies sur les parties infectées des plantes (MAAARO, 2009a).

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Alternariose (MELCAST)

Latin, R., D. Egel. 2001. MELCAST – Melon disease forecaster. New 2/01. Purdue University, Cooperative Extension Service. Publication BP-64-W, 8 p.

Indice de gravité

Début des calculs = variable

INTERPRÉTATION DE LA COURBE

Les données nécessaires au modèle MELCAST sont les données horaires de la température de l'air et la durée quotidienne de la mouillure du feuillage. Le modèle MELCAST calcule quotidiennement un indice d'environnement favorable (EFI) à partir de la mouillure du feuillage et de la température moyenne pendant les périodes de mouillure. L'EFI varie de 0 (non favorable) à 10 (conditions idéales).

L'indice de risque est présenté sous forme de valeurs cumulatives de gravité afin d'assurer le suivi des intervalles entre les traitements phytosanitaires. MELCAST recommande une application de fongicide à chaque 20 EFI pour le melon brodé et à chaque 35 EFI pour le melon d'eau.

Melon

Anthracnose (Melcast)



DESCRIPTION DE LA MALADIE



Anthracnose sur feuilles de courge.

Photos : ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario (MAAARO) 2009b
Tiré de : Anthracnose. Cucurbitacées – LCultures Ontario.

L'anthracnose est une maladie causée par le champignon ascomycète *Colletotrichum obrotundum*. Elle touche principalement le melon d'eau, le melon brodé et le concombre. Elle frappe toutefois rarement la citrouille et la courge. Cette maladie fongique cause une diminution du rendement de la culture et une diminution des fruits commercialisables. Les premiers symptômes sont des taches sèches, brun rougeâtre bordées de jaune clair qui apparaissent près des nervures des feuilles. Les tissus nécrosés peuvent tomber du centre de la lésion, donnant à la feuille une apparence criblée. Les nouvelles pousses et jeunes feuilles infectées sont difformes. La maladie s'observe aussi sur les tiges et pétioles, où elle cause des lésions déprimées jaunes et humides. L'infection peut s'installer sur le fruit même en l'absence de blessure ou d'égratignures. La surface du fruit infecté est parsemée de lésions brunes déprimées mesurant 2 à 5 mm. Une fructification noire peut apparaître sur toutes les parties infectées et, par temps humide, une sporulation rose s'y développe. La maladie peut aussi être présente dans les semences des fruits infectés.

Le mycélium de l'anthracnose hiverne dans les résidus de culture des plantes hôtes, c'est pourquoi il est recommandé d'effectuer une rotation des cultures et d'utiliser des semences saines. Les infections et la sporulation nécessitent des températures de 22 à 27 °C et une humidité relative de 100 % pendant 24 h. La dissémination de la maladie peut se faire via les éclaboussures d'eau, le vent, mais aussi par les travailleurs et leurs outils (MAAARO, 2009b et IRIIS phytoprotection).

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Anthracnose (MELCAST)

Latin, R., D. Egel. 2001. MELCAST – Melon disease forecaster. New 2/01. Purdue University, Cooperative Extension Service. Publication BP-64-W, 8 p.

Indice de gravité

Début des calculs = variable

INTERPRÉTATION DE LA COURBE

Les données nécessaires au modèle MELCAST sont les données horaires de la température de l'air et la durée quotidienne de la mouillure du feuillage. Le modèle MELCAST calcule quotidiennement un indice d'environnement favorable (EFI) à partir de la mouillure du feuillage et de la température moyenne pendant les périodes de mouillure. L'EFI varie de 0 (non favorable) à 10 (conditions idéales).

L'indice de risque est présenté sous forme de valeurs cumulatives de sévérité afin d'assurer le suivi des intervalles entre les traitements phytosanitaires. MELCAST recommande une application de fongicide à chaque 20 EFI pour le melon brodé et à chaque 35 EFI pour le melon d'eau.

Melon

Oignon



Insecte

Mouche de l'oignon

Maladie

Brûlure de la feuilles

Mildiou

Insecte

Mouche de l'oignon (*Delia antiqua* (Meigen))



DESCRIPTION DU RAVAGEUR



Adulte et larve de la mouche de l'oignon

Photos : Laboratoire d'expertise et de diagnostic en phytoprotection - MAPAQ
Tiré de : IRIIS phytoprotection (<http://www.iriisphytoprotection.qc.ca/>)



Pupes de la mouche de l'oignon

Photo : Richard et Boivin (1994)

L'adulte de la mouche de l'oignon est gris pâle et ressemble à la mouche domestique, mais en plus petit (6 mm de longueur) et a de plus longues pattes. Les œufs mesurent environ 1 à 1,5 mm de longueur; ils sont blancs et striés en surface. La larve est un asticot apode fuselé dans sa partie antérieure et pourvu de crochets buccaux noirs. À maturité, elle mesure 6 à 8 mm de longueur. La pupa est brun noisette, ressemble à un grain de blé et mesure 5 à 7 mm de longueur.

La mouche de l'oignon est l'insecte le plus préjudiciable aux cultures d'oignons dans les zones tempérées. Originnaire d'Europe, elle a été introduite dans l'est de l'Amérique du Nord vers 1875 et on la trouve maintenant dans toutes les régions canadiennes où l'on pratique la culture commerciale de l'oignon.

C'est au printemps, alors que les semis d'oignon sont encore petits, que les larves de la première génération causent les dommages économiques les plus importants aux cultures d'oignons. La larve de

mouche de l'oignon peut détruire 20 à 30 plantules d'oignon au stade du crochet car elle se déplace rapidement d'une plante à l'autre. Cela, ajouté au fait que les femelles pondent plusieurs œufs au même endroit, explique pourquoi les zones de dommages apparaissent en plaques à l'intérieur des planches. Les dommages qui résultent de l'attaque des larves de première génération apparaissent habituellement au début de juin en Colombie-Britannique et entre la mi-juin et la fin de juin dans l'est du Canada. Les symptômes de dommages aux parties aériennes varient en fonction du stade de croissance des oignons. Lorsque les dommages surviennent au stade du crochet ou plus tôt, les oignons flétrissent et disparaissent. Les plantes attaquées au stade de deux ou trois feuilles prennent une teinte grisâtre, flétrissent, deviennent vert pâle à jaune et demeurent généralement en place dans le rang. Lorsqu'on arrache ces plantes, elles se brisent habituellement juste sous la surface du sol, et on peut voir les larves de mouches qui se nourrissent à l'intérieur des tiges en décomposition. Les plantes attaquées à la fin de juin ou au début de juillet ne meurent pas et présentent peu de symptômes sur les parties aériennes. Il y a moins de plantes endommagées à cette période de l'année, car les mouches ne se déplacent plus d'un oignon à l'autre; cependant, ces plantes produisent des bulbes déformés qui sont souvent infectés ultérieurement par des champignons ou des bactéries. Les dommages causés par les générations subséquentes entraînent peu de pertes économiques aux producteurs, car au moment où les femelles pondent leurs œufs, la plupart des oignons auront été arrachés pour le séchage en andains groupés en champ. Les mouches pondent souvent sur des andains groupés ou dans le sol environnant, mais très peu de larves arrivent à pénétrer dans les bulbes intacts et sains à ce moment de l'année. Au Canada, les pertes annuelles dans les cultures commerciales d'oignons s'élèvent à environ 2 à 5 %, en dépit de l'utilisation massive d'insecticides coûteux. En l'absence de traitements insecticides, les pertes annuelles moyennes imputables à la mouche de l'oignon seraient de l'ordre de 40 à 45 % dans les exploitations commerciales et pourraient atteindre 100 % dans les petites exploitations et dans les jardins potagers (Richard et Boivin, 1994).

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Mouche de l'oignon

Boivin, G. et D.L. Benoit. 1987. Predicting onion maggot (Diptera: Anthomyiidae) flights in southwestern Québec using degree-days and common weeds. *Phytoprotection* 68:65-70.

Degrés-jours cumulés pour chaque seuil de développement

Température de base = 4 °C

Température optimale = 30 °C

Méthode = sinus simple

Début des calculs = 1^{er} avril

Hôte : Oignon	Degrés-jours (°C)
Génération hivernante, 5 % adultes	269
Génération hivernante, 50 % adultes	572
1 ^{re} génération, 5 % adultes	1072
1 ^{re} génération, 50 % adultes	1368
2 ^e génération, 5 % adultes	1803
2 ^e génération, 50 % adultes	1947

INTERPRÉTATION DE LA COURBE^{1,2}

Contre la mouche de l'oignon, l'élément de prévention principal est la rotation. Les modèles concernant la mouche de l'oignon servent surtout pour les oignons plantés (oignons espagnols surtout) et les poireaux. En effet, les producteurs emploient de façon assez générale un insecticide granulaire au sol au moment du semis, ce qui règle le problème dans le cas des oignons à bottelet et des oignons d'entreposage (oignons jaunes ou secs).

Le modèle peut être utile lorsque le traitement granulaire a été peu efficace. S'il y a des dégâts, on verra peut-être le développement d'une forte population d'insectes de première génération (la précédente étant la génération hivernante). Dans ce cas, on devrait surveiller le modèle qui prévoit des captures d'adultes et on pourrait choisir d'appliquer des traitements foliaires même s'ils ne sont pas très efficaces. Le cas échéant, les interventions pourront être ciblées 15 jours après la sortie des premiers adultes (à ce moment, environ de 25 à 30 % des adultes sortis seront sexuellement matures).

La seconde génération de mouche, qui arrive en fin de saison et est prise en compte dans le modèle, n'importune pas les producteurs québécois. Elle cause toutefois des dégâts importants dans l'État de New York, en se développant en entrepôt.

Ce texte a été révisé pour la dernière fois en mars 1998.

Oignon

Texte écrit avec la collaboration de :

¹ Pierre Sauriol, agronome retraité, Ministère de l'Agriculture des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, Saint-Rémi (Québec).

² Mario Asselin, agronome, Productions en régie intégrée du Sud de Montréal, enr. (PRISME), Sherrington (Québec).

Maladie

Brûlure de la feuille (*Botrytis squamosa* J.C. Walker)



DESCRIPTION DE LA MALADIE



Taches causées par la brûlure de l'oignon

Photo : Richard et Boivin (1994)

La brûlure de la feuille est l'une des principales maladies foliaires de l'oignon cultivé sous les climats froids. Au Canada, elle est observée chaque année dans la plupart des régions productrices d'oignon. Lorsque la maladie affecte moins de 11 % de la surface foliaire, les rendements ne diminuent pas, mais lorsque la maladie est grave et que les feuilles dépérissent, les bulbes restent petits et ne parviennent pas correctement à maturité. Les bulbes gravement affectés ne sont pas suffisamment secs pour être entreposés. À la hauteur du col, les tissus des tuniques demeurent charnus plutôt que diaphanes et secs et sont alors plus sensibles aux pourritures d'entreposage. La sénescence rapide des feuilles entrave aussi l'utilisation d'inhibiteurs de germination et réduit ainsi la longévité des bulbes entreposés.

Les premiers symptômes apparaissent sous forme de taches foliaires, rondes à ellipsoïdes, blanc grisâtre, d'environ 1 à 3 mm, qui plus tard deviennent blanc brunâtre et desséchées. Certaines lésions peuvent s'enfoncer dans la feuille, fendre en vieillissant et exposer l'intérieur (lacune) des feuilles. Les jeunes lésions sont souvent entourées d'une zone où l'épiderme s'est séparé des tissus foliaires sous-jacents et a pris l'apparence d'un halo blanc argenté aux bords inégaux. Ces symptômes sont caractéristiques d'une infection de l'oignon par le *Botrytis squamosa*. Le champignon de la moisissure grise, le *Botrytis cinerea*, peut aussi infecter les feuilles de l'oignon, mais les lésions qu'il cause sont plus petites, ne pénètrent pas à l'intérieur de la feuille et ne sont pas entourées d'un halo. Le *Botrytis aclada* (pourriture du col) peut causer quelques taches foliaires, mais demeure habituellement latent jusqu'à ce que le bulbe soit mature ou que la feuille soit sénescente. Les mouchetures et taches blanchâtres causées par l'ozone n'ont pas de marge bien définie ni de halo argenté typiques de la brûlure de la feuille.

Lorsque les conditions sont favorables, le nombre de lésions sur la feuille augmente. Ces lésions s'agrandissent et s'unissent et la feuille commence à dépérir. Le dépérissement commence habituellement

à la pointe de la feuille et s'étend vers le bas sur toute la feuille. Les feuilles plus âgées sont habituellement les premières à mourir. Le champignon sporule sur les pointes nécrosées des feuilles et parfois sur de grandes lésions. Plusieurs espèces de *Botrytis*, parmi lesquelles le *B. squamosa*, causent la pourriture du col (Richard et Boivin, 1994).

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Modèle Lacy

Lacy, M.L. et G.A. Pontius. 1983. Prediction of weather-mediated release of conidia of *Botrytis squamosa* from onion leaves in the fields. *Phytopathology* 73:670-676.

Ce modèle est évalué au moyen du CIPRA depuis 1995.

Modèle Lacy modifié, créé par Gaétan Bourgeois afin de mieux coller aux observations lorsque le temps est chaud et humide.

Modèle BOTCAST

Sutton, J.C., T.D.W. James, P.M. Rowell. 1986. Botcast: A forecasting system to time the initial fungicide spray for managing botrytis leaf blight of onions. *Agric. Ecosyst. Environ.* 18 (2):123-143.

Tableau des risques de sporulation

Lacy et Lacy modifié

Début des calculs : S.O.

Hôte : oignon	Indice de sporulation
Risque moyen	50
Risque élevé	80

BOTCAST

Début des calculs : date d'émergence de l'oignon

Hôte : oignon	Indice de sévérité (%)
Avertissement de risque	20
Premier traitement	30
Second traitement	40

INTERPRÉTATION DE LA COURBE^{1,2}

Les modèles de la brûlure de la feuille Lacy et Lacy modifié présentent deux indices de sporulation, soit un risque moyen (50 %) et un risque élevé (80 %). On se sert de ces modèles non seulement pour prévoir les périodes de sporulation et ainsi planifier la protection du champ, mais également pour juger de l'importance de l'inoculum. Ainsi, si de nombreuses sporulations se sont succédé en début de saison, les conditions sont sans doute propices au développement de la maladie. On peut alors s'aligner sur le seuil de risque

Texte écrit avec la collaboration de :

¹ Pierre Sauriol, agronome retraité, Ministère de l'Agriculture des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, Saint-Rémi.

² Mario Asselin, agronome, Productions en régie intégrée du Sud de Montréal, enr. (PRISME), Sherrington.

moyen pour prendre les décisions concernant les interventions. De même, on ne traite normalement pas avant le 20 ou le 25 juin au Québec, mais si on a pu constater de nombreuses périodes d'infection en début d'été, il est sage de réviser l'approche. À l'inverse, lors d'un été plutôt sec, on peut surtout se fier au seuil de 80 %.

Il faut obligatoirement tenir compte du stade de la culture, et ne traiter qu'après que les oignons aient atteint au moins 15 cm (lorsqu'environ 20 % des premières feuilles sont mortes). De plus, le cultivar choisi influera considérablement sur la décision de traiter ou non. Par exemple, si on cultive une variété sensible à la brûlure des feuilles, on devra traiter beaucoup plus souvent qu'avec une variété tolérante.

Le modèle BOTCAST fournit quotidiennement un indice cumulatif de gravité de la maladie, du moment de l'émergence des oignons jusqu'à ce que les valeurs de deux seuils de pulvérisation se soient accumulées. Le seuil 1 (20 %) est un seuil d'avertissement et aucun traitement n'est requis, à moins d'une prévision de pluie ou d'une irrigation par aspersion. Le seuil 1 survient habituellement de deux à trois semaines avant que la brûlure de la feuille ne progresse rapidement et c'est le moment où il est important de consulter BOTCAST fréquemment. Au seuil 2, le risque de progression rapide de la maladie est élevé et une pulvérisation doit être considérée dès que possible. Le seuil 2 survient quelques jours avant une augmentation rapide de la maladie dans les cas d'épidémie avec phase logarithmique.

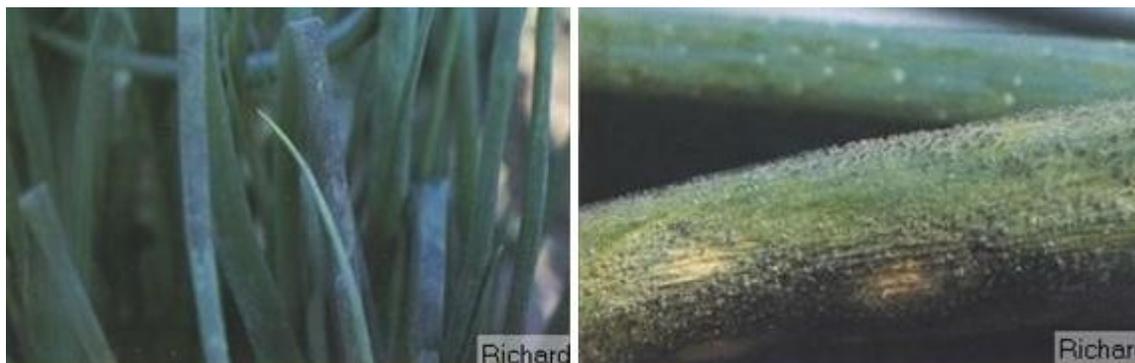
Ce texte a été révisé pour la dernière fois en juin 2018.

[Oignon](#)

Mildiou (*Peronospora destructor* (Berk.) Casp. in Berk)



DESCRIPTION DE LA MALADIE



Mildiou sur feuilles d'oignon



Jaunissement des feuilles infectées par le mildiou

Photo : Richard et Boivin (1994)

Le mildiou apparaît sporadiquement dans les régions productrices d'oignons de la Colombie-Britannique, de l'Ontario et du Québec. Les épidémies dans les champs d'oignons sont potentiellement explosives et lorsque les conditions climatiques sont favorables, elles peuvent être destructrices. Dans certains cas, la maladie détruit tout le feuillage en quatre à cinq semaines seulement. Les bulbes gravement touchés par le mildiou de l'oignon demeurent petits et ne peuvent être mis sur le marché. Le col des oignons malades demeure souvent charnu et n'est pas suffisamment sec au moment de la récolte.

Le premier signe de la présence du mildiou est l'apparition d'un feutrage velouté sur les feuilles qui demeurent vertes. Tôt le matin, le feutrage paraît violacé à cause de la pigmentation des spores (sporangies) formées durant la nuit à la surface de la feuille. Par la suite, la plus grande partie des spores est dispersée dans l'air et un feutrage blanchâtre demeure sur la feuille. Au cours des deux à quatre jours suivants, les feuilles infectées deviennent vert pâle puis jaunes et finalement s'affaissent et meurent. La présence du feutrage noirâtre d'autres champignons n'est pas rare sur les feuilles mortes. Une à deux semaines plus tard, de petites feuilles vertes émergent souvent de la touffe de feuilles mortes. Le col des plantes malades demeure tendre. Sur les tiges florifères, les zones touchées tendent à rester jaunes, mais peuvent s'affaisser et se casser lorsque les porte-graines deviennent plus gros. Le mildiou de l'oignon attaque aussi les fleurs et les graines (Richard et Boivin, 1994).

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Mildiou (DOWNCAST)

C.L.M. de Visser. 1998. Development of a downy mildew advisory model based on downcast. *European Journal of Plant Pathology* 104: 933–943

Tableau des risques d'infection

Début des calculs : date d'émergence des oignons

Hôte : oignon	Indice de risque
Risque faible	1
Risque moyen	2
Risque élevé	3

INTERPRÉTATION DE LA COURBE¹

Le modèle prévisionnel du mildiou (DOWNCAST) a été élaboré par P.D. Hildebrand et J. C. Sutton de l'Université de Guelph (Ontario, Canada). DOWNCAST prédit la sporulation de *Peronospora destructor*, champignon responsable du mildiou, en indiquant si le temps était favorable ou non pour la sporulation. Des jours favorables occasionnels (risque faible) dans les zones où le mildiou n'a pas été signalé ne sont pas une source de préoccupation ou d'applications spéciales de fongicides. Par contre, si de longues périodes de temps favorable se sont produites (risque élevé), il faut maintenir une bonne couverture avec les fongicides à action préventive et effectuer un dépistage régulier dans les champs. Si le mildiou est présent dans un champ ou dans ses environs immédiats, il peut être nécessaire d'appliquer des fongicides spécifiques ciblant ce champignon.

Oignon

¹ Network for Environment and Weather Applications (NEWA), Cornell University.
<http://newa.cornell.edu/index.php?page=onion-disease-forecast>

Plantes fourragères



Fléole des prés



Luzerne



Trèfle rouge

Phénologie de la fléole des prés

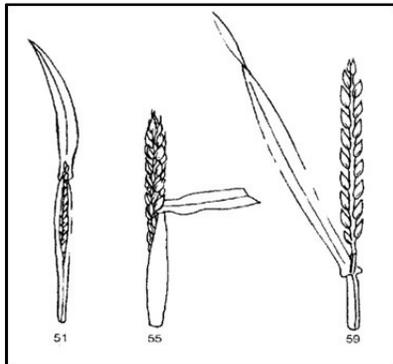
Phénologie de la luzerne

Phénologie du trèfle rouge

Phénologie de la fléole des prés

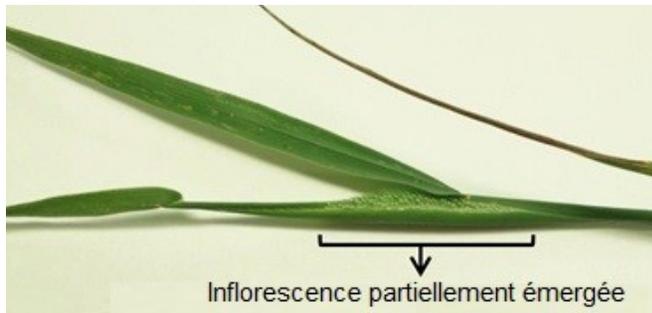


DESCRIPTION DE LA PHÉNOLOGIE



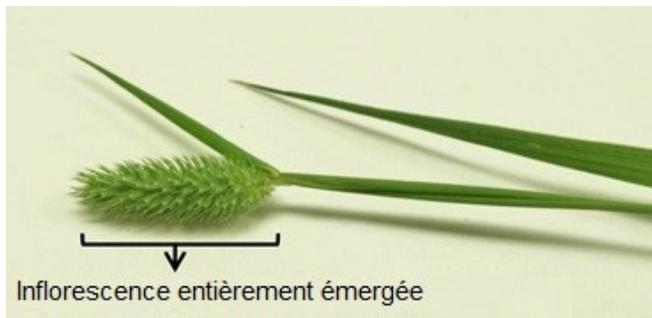
Stades de l'épiaison chez le blé (stades 50 de Zadoks) : début épiaison (51), 50 % épiaison (55) et fin épiaison (59).

Tiré de CPVQ, 1988



Début épiaison (Zadoks 51) : début de l'émergence de l'inflorescence. Le premier épillet est visible hors de la gaine.

50 % épiaison (Zadoks 55) : la moitié de l'inflorescence est émergée de la gaine.



Fin épiaison (Zadoks 59) : inflorescence entièrement visible. Tous les épillets ont émergés de la gaine. Le pédoncule n'est pas visible.

Photos

Tiré de : Pomerleau-Lacasse et coll., 2017 (https://www.agrireseau.net/documents/Document_94874.pdf)

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Phénologie de la fléole des prés

Bootsma, A. 1984. Forage crop maturity zonation in the Atlantic region using growing degree-days. Canadian journal of plant science 64: 329-338.

Degrés-jours cumulés pour chaque seuil de développement

Température de base = 5 °C

Température optimale = 30 °C

Méthode = standard simple n° 1

Début des calculs = variable (fin de l'enneigement)

Fléole des prés 'Champ' (Zadoks)	Degrés-jours (°C)
Début épiaison (51)	400
Épiaison (55)	450
Fin épiaison (59)	500

Fléole des prés 'Clair' (Zadoks)	Degrés-jours (°C)
Début épiaison (51)	350
Épiaison (55)	400
Fin épiaison (59)	450

Fléole des prés 'Climax' (Zadoks)	Degrés-jours (°C)
Début épiaison (51)	450
Épiaison (55)	500

Plantes fourragères

Phénologie de la luzerne



DESCRIPTION DE LA PHÉNOLOGIE



Début bouton (BBCH = 55) : 1 à 2 nœuds portent des boutons floraux visibles (aucune fleur ouverte). À cause du faible espace entre les nœuds, les grappes de boutons floraux apparaissent groupées à l'apex de la tige.



Bouton avancé (BBCH = 58) : plus de 3 nœuds portent des boutons floraux visibles (aucune fleur ouverte). L'élongation entre les nœuds permet de distinguer plus facilement les boutons floraux des grappes.



Début floraison (BBCH = 60) : 1 nœud porte une ou des fleurs ouvertes. Une fleur dite « ouverte » doit avoir son grand pétale supérieur (étendard) déployé.

Photos 1, 3, 5 : Tirées de Pomerleau-Lacasse et coll., 2017
(https://www.agrireseau.net/documents/Document_94874.pdf)

Photos 2, 4 : Tirées de Fick et Mueller, 1989

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Phénologie de la luzerne

Bootsma, A. 1984. Forage crop maturity zonation in the Atlantic region using growing degree-days. Canadian journal of plant science 64: 329-338.

Degrés-jours cumulés pour chaque seuil de développement

Température de base = 5 °C

Température optimale = 30 °C

Méthode = standard simple n° 1

Début des calculs = variable (fin de l'enneigement)

Luzerne (BBCH)	Degrés-jours (°C)
Début bouton (55)	350
Bouton avancé (58)	400
Début floraison (60)	450

Plantes fourragères

Phénologie du trèfle rouge



DESCRIPTION DE LA PHÉNOLOGIE



Floraison du trèfle rouge

Photos : Antoine Lepage, licence CC-BY-SA; Marcello Di Manno, licence CC-BY-SA
Tiré de Pl@ntNet (<https://identify.plantnet.org>)

Début floraison (BBCH = 60) : les premières fleurs d'une inflorescence sont ouvertes. Une fleur dite « ouverte » doit avoir son grand pétale supérieur (étendard) déployé.

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Phénologie du trèfle rouge

Bootsma, A. 1984. Forage crop maturity zonation in the Atlantic region using growing degree-days. Canadian journal of plant science 64: 329-338.

Degrés-jours cumulés pour chaque seuil de développement

Température de base = 5 °C

Température optimale = 30 °C

Méthode = sinus simple n° 1

Début des calculs = variable (fin de l'enneigement)

Trèfle rouge (BBCH)	Degrés-jours (°C)
Début floraison (60)	450

[Plantes fourragères](#)

Plantes ornementales



Insecte

[Altise à tête rouge](#)

Insecte

Altise à tête rouge (*Systema frontalis* (Fabricius))



DESCRIPTION DU RAVAGEUR



Adulte et larve de l'altise à tête rouge.



Dommages et pupa de l'altise à tête rouge.

Photos : Institut québécois du développement de l'horticulture ornementale (IQDHO)

L'altise à tête rouge est un coléoptère de la famille des Chrysomèles. L'adulte mesure de 4 à 6 mm de long et il est de couleur foncée avec une tache rougeâtre sur la tête. Ses antennes mesurent environ la moitié de la longueur de son corps, et ses pattes postérieures bien développées lui permettent de sauter. La larve est blanc crème, mesure de 5 à 10 mm et possède une capsule céphalique. Il existe trois stades larvaires.

L'adulte peut se nourrir d'une quarantaine d'espèces végétales cultivées et non cultivées. Les principales espèces touchées en pépinière sont les weigelas (*Weigela* spp.), les hydrangées (*Hydrangea* spp.), les cornouillers (*Cornus* spp.), les physocarpes (*Physocarpus* spp.) et les chélonas (*Chelone* spp.). Dans le cas de la vigne, elle est généralement peu dommageable dans les vignobles établis, mais elle peut le devenir dans les nouvelles plantations puisqu'elle défolie le peu de feuilles que possèdent les vignes à ce stade.

L'altise perce les feuilles de petits trous ronds ou allongés, et lorsque le nombre de lésions est élevé, les feuilles affectées se dessèchent et se décolorent. Dans le cas d'attaques graves, la pousse terminale des plants peut être entièrement broyée. La larve vit dans le sol, se nourrit de racines, mais ne fait pas réellement de dommages.

Selon les connaissances actuelles, il n'y a qu'une génération par année au Québec dans les pépinières, les adultes arrivant de la mi-juin à la fin juillet et pouvant être présents jusqu'au début octobre. L'altise à tête rouge hiverne au stade d'œuf, dans le sol.

Pour plus d'informations

Plantes ornementales :

<https://www.agrireseau.net/rap/documents/96533/pepinieres-ornementales-fiche-technique-altise-a-tete-rouge?s=1322&r=altise>

Vigne :

<https://www.agrireseau.net/vigne-vin/documents/100668/vigne-fiche-technique-altise-a-tete-rouge?a=1&r=altise>

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Le modèle a été développé par l'équipe de bioclimatologie et modélisation du Centre de recherche et de développement de Saint-Jean-sur-Richelieu d'Agriculture et Agroalimentaire Canada. Les données ont été recueillies dans des cultures ornementales, de 2012 à 2017 en Montérégie et dans Lanaudière, le Centre-du-Québec et Chaudière-Appalaches (Roullé et coll., 2019). Données compilées par Gaétan Racette au printemps 2019. Le modèle est au stade de validation pour la vigne.

Degrés-jours cumulés pour chaque seuil de développement

Température de base = 10 °C

Température optimale = 30 °C

Méthode = sinus simple

Début des calculs = 1^{er} mars

Hôtes : weigelas, hydrangées, cornouillers, vigne	Degrés-jours (°C)
5 % adultes	498
50 % adultes	662
95 % adultes	894

INTERPRÉTATION DE LA COURBE

L'altise à tête rouge est le ravageur le plus problématique dans les productions ornementales en pépinière au Québec. Elle occasionne de fortes pertes économiques (pertes de plantes et coûts de lutte), et des pulvérisations fréquentes d'insecticides sont requises pour l'éliminer. À moins d'infestation grave, les dommages ne compromettent pas la survie des plantes, mais ils affectent leur apparence, les rendant invendables. Le modèle prédit la date d'arrivée des altises à tête rouge dans les productions ornementales en pépinières, ce qui correspond au seuil de 5 % des adultes. Le pic de population est atteint au seuil 50 % alors que la fin de la population est prédite par le seuil 95 %.

Ce texte a été révisé pour la dernière fois en octobre 2019.

[Plantes ornementales](#)

[Vigne](#)

Poireau



Insecte

Teigne du poireau

Insecte

Teigne du poireau (*Acrolepiopsis assectella* (Zeller))



DESCRIPTION DU RAVAGEUR



Adulte et 3 larves sur plant de poireau



Chrysalide et dommages sur feuille d'ail

Photos : Laboratoire d'expertise et de diagnostic en phytoprotection - MAPAQ

Tiré de : IRIIS phytoprotection (<http://www.iriisphytoprotection.qc.ca/>)

Biologie et dégâts à la culture

La teigne du poireau est un tout petit papillon de nuit, dont le développement passe par quatre stades : l'œuf, la larve (chenille), la pupa (contenue dans un cocon) et l'adulte (papillon). Le stade nuisible à la culture est le stade larvaire, car la petite chenille se nourrit du feuillage des poireaux.

L'insecte passe l'hiver au stade adulte (papillon). Tôt au printemps, les papillons s'accouplent, puis selon les températures, les femelles commencent à pondre de 2 à 6 jours plus tard. Les œufs sont pondus individuellement à la base des feuilles. Lorsque la chenille a terminé sa croissance, elle grimpe sur le feuillage pour y tisser son cocon. On retrouve habituellement les pupes sur le dessous de la feuille, au niveau de la nervure principale.

Au Québec, la teigne est en mesure de compléter trois générations par année. La première génération est très faible à cause de la forte mortalité hivernale des papillons (capture au début juin), la seconde génération est modeste (fin juin - début juillet), et la troisième génération est importante (août) et donc plus dommageable pour la culture.

Le principal impact négatif des teignes se situe au niveau de la valeur commerciale des poireaux, les fûts présentant des signes de dommages ne pouvant être commercialisés.

Les champs hâtifs (récoltés en août et en septembre) présentent le plus fort risque de pertes. Lorsque la récolte a lieu en octobre, les plants ont pu profiter de tout le mois de septembre pour croître, de sorte que les dommages infligés par la troisième génération se retrouvent plus haut sur le feuillage que la partie commercialisée.

Moment des traitements insecticides¹

Les références françaises indiquent que c'est au moment où la plupart des larves sont au stade mobile qu'il est le plus approprié d'intervenir. À ce stade (11-15 jours après le début de capture de papillons ou 2-5 jours après l'éclosion), les larves se déplacent, c'est pourquoi les traitements insecticides peuvent les atteindre plus facilement. Un traitement effectué environ 12 jours après le début de la période d'activité des papillons devrait permettre de réprimer un grand nombre de chenilles. Lorsque la période de ponte s'étale sur une longue période, un second traitement est effectué 7 jours après le premier (Leblanc, 2006).

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Teigne du poireau

Modèle version 2013 : modèle développé par l'équipe de bioclimatologie et modélisation du Centre de recherche et de développement de Saint-Jean-sur-Richelieu d'Agriculture et Agroalimentaire Canada à partir de données compilées par Mario Leblanc (MAPAQ) entre 2004 et 2012 dans plusieurs régions du Québec. Le modèle a été validé avec des données du Québec (2008) et de l'Ontario (2004).

Les résultats ont été compilés par Dominique Plouffe au printemps 2013.

Modèle version mise à jour 2021 : modèle développé par l'équipe de bioclimatologie et modélisation du Centre de recherche et de développement de Saint-Jean-sur-Richelieu d'Agriculture et Agroalimentaire Canada à partir de données compilées par Mario Leblanc (MAPAQ) entre 2013 et 2020 dans plusieurs régions du Québec.

Les résultats ont été compilés par Dominique Plouffe à l'automne 2021.

Dans la dernière version du logiciel CIPRA (version 27), on retrouve le modèle 2013. Cependant, des observations faites au champ dans les années suivant 2013 correspondaient moins aux prévisions de ce modèle, particulièrement pour le pic d'activité de la 1^{re} génération qui survenait plus tôt que prévu. Les calculs ont donc été refaits avec les données de captures d'adultes colligées entre 2013 et 2020. Ces analyses ont mené au développement du modèle 2021.

¹ D'autres mesures préventives alternatives, décrites dans le guide cité dans la bibliographie, peuvent s'avérer pertinentes.

Degrés-jours cumulés pour chaque seuil de développement

Température de base = 6 °C

Température optimale = 36 °C

Méthode = sinus simple

Début des calculs = 1^{er} mars

Modèle version 2013

Hôte : poireau	Degrés-jours (°C)
1 ^{re} génération, 50 % adultes	258
2 ^e génération, 5 % adultes	586
2 ^e génération, 20 % adultes	655
2 ^e génération, 50 % adultes	739
2 ^e génération, 80 % adultes	831
2 ^e génération, 95 % adultes	914
3 ^e génération, 5 % adultes	1122
3 ^e génération, 20 % adultes	1202
3 ^e génération, 50 % adultes	1282
3 ^e génération, 80 % adultes	1357

Modèle version mise à jour 2021

Hôte : poireau	Degrés-jours (°C)
1 ^{re} génération, 50 % adultes	186
2 ^e génération, 5 % adultes	544
2 ^e génération, 20 % adultes	618
2 ^e génération, 50 % adultes	708
2 ^e génération, 80 % adultes	809
2 ^e génération, 95 % adultes	896
3 ^e génération, 5 % adultes	1082
3 ^e génération, 20 % adultes	1142
3 ^e génération, 50 % adultes	1223
3 ^e génération, 80 % adultes	1304

[Poireau](#)

Pois



Phénologie du pois

Phénologie du pois



DESCRIPTION DE LA PHÉNOLOGIE

À l'aide des modèles bioclimatiques, il est possible d'établir des liens entre les processus biologiques et les phénomènes météorologiques. Les modèles permettent d'orienter les décideurs du domaine agricole sur les pratiques culturales : cultivars utilisés pour une région donnée, dates de semis et dates de récolte. Pour la culture du pois, la température ainsi que la photopériode influent grandement sur la phase reproductive. Le rendement augmente avec l'accumulation des degrés-jours, mais les températures au-delà de 27 °C diminuent la croissance et le rendement de la culture.

Échelle BBCH des stades phénologiques des pois (Meier, 2001)

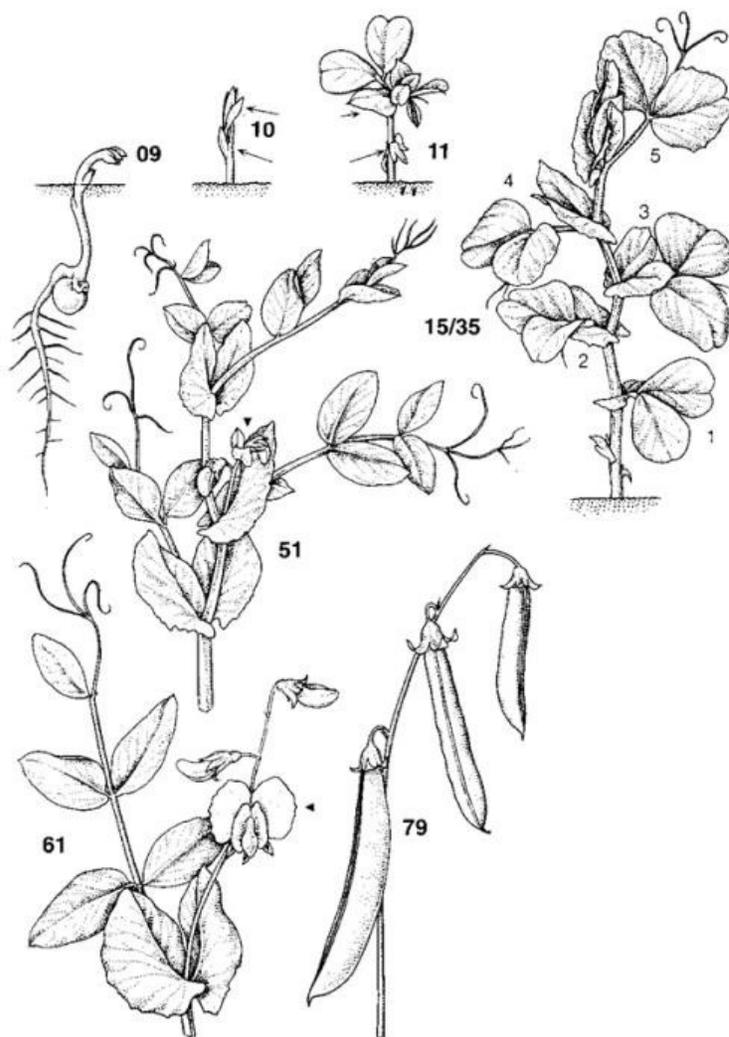
(*Pisum sativum* L.)

Code	Description
Stade principal 0 : germination	
00	semence sèche
01	début de l'imbibition de la graine
03	imbibition complète
05	la radicule sort de la graine
07	la jeune pousse sort de la graine
08	la pousse se dirige vers la surface du sol
09	levée : la pousse perce la surface du sol
Stade principal 1 : développement des feuilles	
10	une paire de feuilles écailleuses est visible
11	la première feuille (avec les stipules) est étalée ou la première vrille est formée (espèce sans limbe)
12	2 feuilles (avec stipules) sont étalées ou 2 vrilles sont formées (espèce sans limbe)
13	3 feuilles (avec stipules) sont étalées ou 3 vrilles sont formées (espèce sans limbe)
1 .	et ainsi de suite ...
19	9 ou davantage de feuilles (avec stipules) sont étalées ou 9 ou davantage de vrilles sont formées (espèce sans limbe)
Stade principal 3 : élongation de la tige principale	
30	début de l'élongation de la tige principale
31	le premier entre-noeud est formé
32	2 entre-noeuds sont formés
33	3 entre-noeuds sont formés
3 .	et ainsi de suite ...
39	9 ou davantage d'entre-noeuds sont formés
Stade principal 5 : apparition de l'inflorescence	
51	les premiers boutons floraux sont visibles et dépassent les feuilles
55	les premiers boutons floraux individuels, mais toujours fermés, sont visibles et dépassent les feuilles
59	les premiers pétales sont visibles, les boutons floraux sont nombreux mais toujours fermés
Stade principal 6 : floraison	
60	les premières fleurs sont ouvertes (sporadiquement)
61	début de la floraison : 10 % des fleurs sont ouvertes
62	20 % des fleurs sont ouvertes
63	30 % des fleurs sont ouvertes
64	40 % des fleurs sont ouvertes
65	pleine floraison : 50 % des fleurs sont ouvertes

- 67 la floraison s'achève: la majorité des pétales sont tombés ou des séchés
69 fin de la floraison

Stade principal 7 : développement du fruit

- 71 10 % des gousses ont atteint leur longueur finale, en pressant les gousses on fait sortir du jus
72 20 % des gousses ont atteint leur longueur finale, en pressant les gousses on fait sortir du jus
73 30 % des gousses ont atteint leur longueur finale, en pressant les gousses on fait sortir du jus,
indice tendérométrique : 80 TE
74 40 % des gousses ont atteint leur longueur finale, en pressant les gousses on fait sortir du jus,
indice tendérométrique : 95 TE
75 50 % des gousses ont atteint leur longueur finale, en pressant les gousses on fait sortir du jus,
indice tendérométrique : 105 TE
76 60 % des gousses ont atteint leur longueur finale, en pressant les gousses on fait sortir du jus,
indice tendérométrique : 115 TE
77 70 % des gousses ont atteint leur longueur finale, indice tendérométrique : 130 TE
79 les gousses ont atteint leur longueur finale (maturité « verte »), les pois sont complètement
formés
-



RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Phénologie du pois

Bourgeois, G., Jenni, S., Laurence H. et N. Tremblay. 2000. Improving the Prediction of Processing Pea Maturity Based on the Growing-degree Day Approach. HortScience 35(4):611-614.

Modèles développés par l'équipe de bioclimatologie et modélisation du Centre de recherche et de développement de Saint-Jean-sur-Richelieu d'Agriculture et Agroalimentaire Canada à partir de données provenant de rapports sur les essais de cultivars de légumes destinés à la transformation (pois, haricot, maïs) de 1998 à 2013.

Données compilées par Stéphanie Lavergne à l'été 2015.

Degrés-jours cumulés pour chaque seuil de développement

Température de base = 5 °C

Température optimale = 25 °C

Méthode = sinus simple

Début des calculs = date de semis

Pois - cultivars hâtifs ¹ (BBCH)	Degrés-jours (°C)
Début floraison (61)	445
Récolte (79)	725

¹ Cultivars utilisés pour le modèle hâtif : Flair, Kriter, Lil'mo, Rally

Pois - cultivars intermédiaires ² (BBCH)	Degrés-jours (°C)
Début floraison (61)	513
Récolte (79)	782

² Cultivars utilisés pour le modèle intermédiaire : Bolero, Estancia, Nitro, Sancho

Pois - cultivars tardifs ³ (BBCH)	Degrés-jours (°C)
Début floraison (61)	529
Récolte (79)	807

³ Cultivars utilisés pour le modèle tardif : Gallant, Geisha, Starlight

Pois

Pomme de terre



Insecte

Doryphore de la pomme de terre

Maladie

Mildiou

Insecte

Doryphore de la pomme de terre (*Leptinotarsa decemlineata* (Say))



DESCRIPTION DU RAVAGEUR



Adultes et masses d'œufs du doryphore de la pomme de terre



Larves du doryphore

Photo : Richard et Boivin (1994)

Le doryphore adulte mesure environ 10 mm de longueur sur 7 mm de largeur et est bombé. La tête et la partie antérieure du thorax sont brun orangé à jaunes et couvertes de taches noires de formes variées. Les ailes antérieures sont jaunes et ornées sur toute leur longueur de 10 rayures noires. Les œufs sont allongés et jaunes à orange. Ils sont pondus sur la face inférieure des feuilles, en groupes d'environ 30. La larve est bossue, orange-rouge et ornée de deux rangées de taches noires de chaque côté du corps.

Les adultes et les larves se nourrissent surtout du feuillage en y grignotant des trous irréguliers à l'intérieur et sur les bords de celui-ci, mais peuvent aussi attaquer la tige. De fortes populations peuvent défolier complètement les plantes sur de grandes surfaces dans un champ. Leur voracité tout au long de la saison de croissance, mais surtout à la floraison, entraîne une diminution de rendement. Habituellement, la réduction de la surface foliaire réduit l'aptitude des plants de pommes de terre à synthétiser les substances de réserve stockées dans les tubercules (Richard et Boivin, 1994).

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Doryphore de la pomme de terre : modèle développé par l'équipe de bioclimatologie et modélisation du Centre de recherche et de développement de Saint-Jean-sur-Richelieu d'Agriculture et Agroalimentaire Canada, à partir de données recueillies par les réseaux de dépistage Phytodata et Agréco de 1990 à 1998. Les données provenaient d'une trentaine de champs commerciaux situés sur la rive sud de Montréal et dans la région du Centre-du-Québec.

Les résultats ont été compilés par Maude Lachapelle à l'été 2007.

Degrés-jours cumulés pour chaque seuil de développement

Température de base = 10 °C

Température optimale = 30 °C

Méthode = sinus simple

Début des calculs = variable (date de semis, 5 % adultes ou 5 % ponte)

Hôte : pomme de terre	Degrés-jours (°C)
5 % adultes	147
5 % ponte	197
5 % larves aux stades 1 et 2	275
5 % larves aux stades 3 et 4	321
85 % larves aux stades 1 et 2	339

[Pomme de terre](#)

Maladie

Mildiou de la pomme de terre (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary)



DESCRIPTION DE LA MALADIE



Mildiou sur feuillage de pomme de terre et dommages sur tubercule

Photo : Richard et Boivin (1994)

Avant que l'utilisation de fongicides foliaires ne devienne une pratique courante, le mildiou était la maladie fongique qui causait les plus lourds dommages aux cultures de pommes de terre. Les premiers symptômes du mildiou apparaissent habituellement sur les feuilles âgées, peu après la floraison et après du temps doux et pluvieux ou humide. Des plages vert foncé aqueuses progressent de la pointe vers l'intérieur des feuilles et, après un ou deux jours, ces tissus deviennent brun foncé et cassants. Sur la face inférieure des feuilles infectées, un mycélium blanc et duveteux est visible sur le bord des lésions en matinée, lorsqu'il y a de la rosée ou lorsque le temps est très humide. Ce mycélium duveteux produit des sporanges qui sont propagés aux autres plantes par la pluie et le vent. Par temps suffisamment pluvieux ou humide, la propagation rapide de la maladie à l'intérieur de la culture conduit à la défoliation, à la mort des plantes et à des pertes de rendement.

Les lésions causées par le mildiou ressemblent à celles de l'alternariose dans les premiers stades de leur développement. Cependant, sur les feuilles attaquées par le mildiou, les lésions ne sont pas délimitées par les nervures comme dans l'alternariose.

Les tubercules à la surface ou près de la surface du sol peuvent être infectés. Les lésions à la surface des tubercules sont irrégulières, déprimées et apparaissent habituellement à l'intérieur et autour des yeux. Les tissus malades ont une apparence granuleuse et rougeâtre et peuvent s'étendre jusqu'à 2 cm à l'intérieur des tubercules. Les tubercules malades qui sont entreposés peuvent infecter d'autres tubercules et entraîner des pertes très importantes (Richard et Boivin, 1994).

RÉFÉRENCES DU MODÈLE

Mildiou de la pomme de terre : Hyre (1954) a développé le modèle qui a été largement modifié au Québec par Roger Léonard, d'Environnement Canada, et Léon Tartier, du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec. Il a été évalué durant 20 ans à l'échelle du Québec et validé pour la grande région de Montréal. Le modèle québécois est un modèle statistique basé sur les observations.

Léonard, R. et L. Tartier. 1981. Étude sur la prévision du mildiou de la pomme de terre. Rapport interne #36. c.m.d. Environnement Canada, Montréal.

Léonard, R. et L. Tartier. 1991. Vérification du modèle de prévision du mildiou de la pomme de terre utilisé au Québec par L'Assomption et Sainte-Clotilde de 1979 à 1987. Rapport interne #37. c.m.d. Environnement Canada, Montréal.

Tableau des risques d'infection

Hyre-Tartier

Avec initialisation

Début des calculs = variable

Hôte : pomme de terre	Jours favorables
Seuil pour le premier traitement	8
Seuil pour les autres traitements	5

Sans initialisation

Début des calculs : S.O.

Hôte : pomme de terre	Jours favorables (des 7 derniers jours)
Seuil de traitement	5

Wallin

Début des calculs = variable

Hôte : pomme de terre	Valeurs de sévérité
Seuil pour le premier traitement	18
Seuil pour les autres traitements	3

Sans initialisation

Début des calculs : S.O.

Hôte : pomme de terre	Valeurs de sévérité (des 7 derniers jours)
Seuil de traitement	3

Blitecast et Blitecast-Tartier

Avec initialisation

Début des calculs = variable

Hôte : pomme de terre	Indice de risque
Risque faible	1
Risque moyen	2
Risque élevé	3

Sans initialisation

Début des calculs : S.O.

Hôte : pomme de terre	Indice de risque
Risque faible	1
Risque moyen	2
Risque élevé	3

INTERPRÉTATION DE LA COURBE¹

Le mildiou est endémique et requiert des interventions fongicides peu importe l'historique du champ et les résultats du dépistage, contrairement à la majorité des maladies et ravageurs. Après le traitement, les producteurs peuvent simplement se fier au seuil de 5 jours favorables consécutifs.

Le mildiou est une maladie épidémique qui requiert chaque année des interventions fongicides lorsque les conditions météorologiques sont favorables à son développement. Un suivi rigoureux, le dépistage au champ ainsi qu'une surveillance des conditions propices à son apparition permettent de bien cibler les applications fongicides destinées à la prévenir. Au début de la saison, lorsque les plants de pommes de terre ont dépassé les 15 à 20 cm, il est donc conseillé d'intervenir aussitôt que le seuil des 8 jours favorables consécutifs est atteint, comme l'indique le modèle de prévision.

Après la première application fongicide, les recommandations changent. Ainsi, on devra effectuer d'autres traitements dans la semaine qui suit lorsque le modèle indiquera 5 jours consécutifs favorables à la maladie ou lorsque le feuillage ne sera plus protégé; à cet effet, on considère généralement que des précipitations supérieures à 25 mm auront délavé le fongicide du feuillage des pommes de terre.

Ce texte a été révisé pour la dernière fois en mars 1998.

[Pomme de terre](#)

¹ Texte préparé avec la collaboration de Léon Tartier, phytopathologiste retraité du Centre de recherche en production végétale de Saint-Hyacinthe, ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec.

Pommier



Fermeté McIntosh
Phénologie McIntosh

Désordres post-récolte

Brunissement du cœur (Empire)
Brunissement humide de la chair (Honeycrisp)
Brunissement vasculaire
Échaudure superficielle
Échaudure molle (Honeycrisp)
Tache amère (Honeycrisp)

Insectes

Carpocapse de la pomme
Cécidomyie du pommier
Charançon de la prune
Hoplocampe des pommes
Mineuse marbrée
Mouche de la pomme
Noctuelle du fruit vert
Punaise marbrée
Punaise terne
Scarabée japonais (voir vigne)
Sésie du cornouiller
Tétranyque rouge
Tordeuse à bandes obliques
Tordeuse à bandes rouges
Tordeuse du pommier
Tordeuse orientale du pêcher

Maladies

Tavelure du pommier
Brûlure bactérienne

Fermeté de la McIntosh



En pomiculture, certains indicateurs tels la couleur principale de la peau du fruit, le taux de sucre et la fermeté permettent de cibler la date de maturité optimale pour la récolte. Le stade de maturité des pommes à la récolte a un effet déterminant sur leur aptitude à la conservation et leur qualité. La fermeté de la pomme est un des critères de la qualité du fruit au moment de la récolte et elle dépend de nombreux facteurs qui varient pendant toute la saison de croissance. Les effets des conditions climatiques pendant la période de fructification de la pomme sont souvent mentionnés en raison de leur impact sur des caractéristiques liées à la fermeté du fruit : calibre du fruit, concentration en calcium, teneur en eau. Être en mesure de prévoir la fermeté des pommes au moment de la récolte peut être utile aux producteurs pour mettre au point leur stratégie de mise en marché et d'entreposage, selon la qualité de la pomme.

Des températures froides de 31 à 60 jours après la floraison ainsi que des températures chaudes et des précipitations importantes durant la période de 61 à 90 jours après la floraison entraîneront une diminution de la fermeté de la pomme McIntosh au moment de la récolte.

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Lachapelle, M., Bourgeois, B. et J. R. DeEll. 2013. Effects of Preharvest Weather Conditions on Firmness of 'McIntosh' Apples at Harvest Time. *HortScience* 48(4): 474-480.

Modèle développé par l'équipe de bioclimatologie et modélisation du Centre de recherche et de développement de Saint-Jean-sur-Richelieu d'Agriculture et Agroalimentaire Canada. Des données météorologiques de neuf emplacements au Québec et en Ontario sur une période de 15 ans (1996-2011) et des données de fermeté de pommes McIntosh ont été utilisées.

INTERPRÉTATION DE LA COURBE

Le modèle prédit la fermeté en kilogrammes-force ou livres-force à partir du 90^e jour après la floraison. La fermeté minimale acceptée par Pommes Qualité Québec pour la McIntosh est de 12 livres-force (5,4 kg-force).

[Pommier](#)

Phénologie McIntosh



DESCRIPTION DE LA PHÉNOLOGIE (Mailloux, 1982. Photos : AAC)



1) Dormance : bourgeon au repos, phase hivernale. Parfois, léger gonflement. Première manifestation printanière de la croissance.

2) Débourement : éclatement du bourgeon et apparition d'une pointe verte. Feuilles repliées dans le bourgeon. Aussi nommé stade « éclatement ».



3) Débourement avancé : étalement de 2 à 3 feuilles de 5 à 10 mm. Autres feuilles visibles, mais non déployées. Aussi nommé stade « oreilles de souris ».

4) Pré-bouton rose : apparition de tous les boutons en faisceau. Pédicelles courts. Parfois, pétales rouges sur bouton dominant.



5) Bouton rose : tous les boutons généralement détachés. Les sépales écartés laissent voir les pétales repliés et roses.

6) Bouton rose avancé : allongement des pétales sans étalement, teinte blanc rosé. Parfois, pétales du bouton dominant légèrement étalés. Aussi nommé stade « ballon blanc ».



7) Pleine floraison : tous les pétales sont complètement étalés. Fleurs ouvertes.

8) Calice : stade atteint lorsque 90 % des pétales sont tombés.



9) Nouaison : fruits visibles sur fleurs fécondées, environ 5 mm de diamètre.

Photos : Gaétan Racette, Agriculture et Agroalimentaire Canada

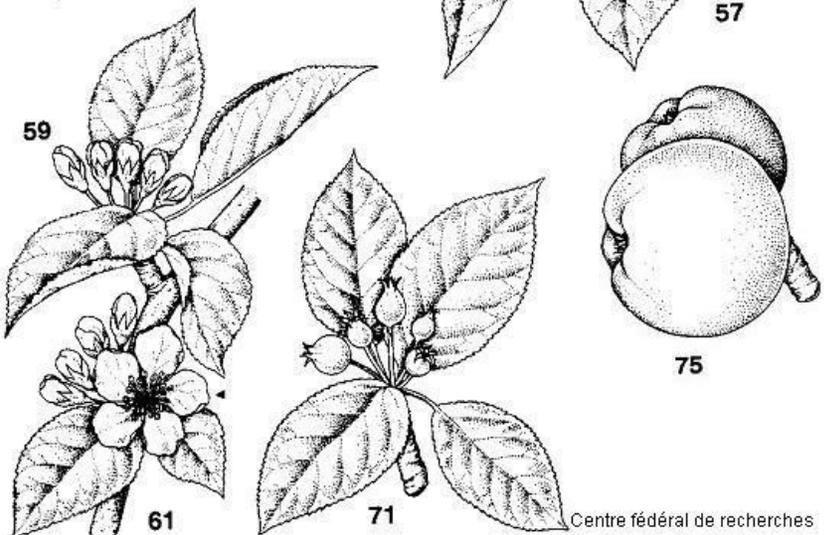
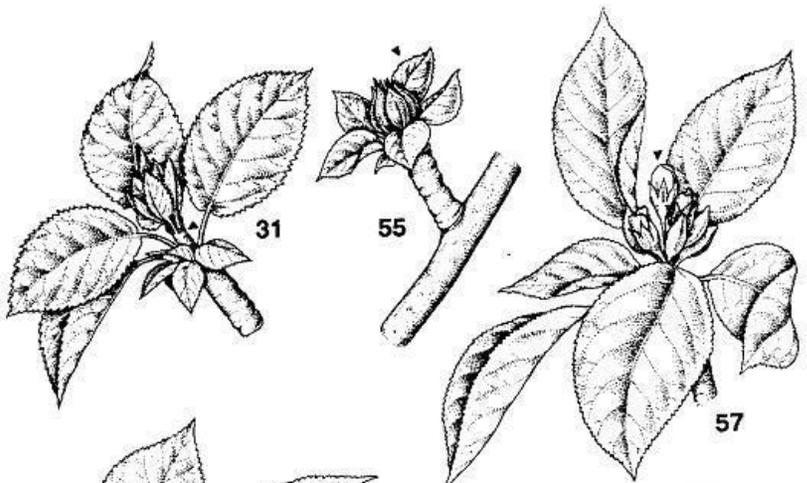
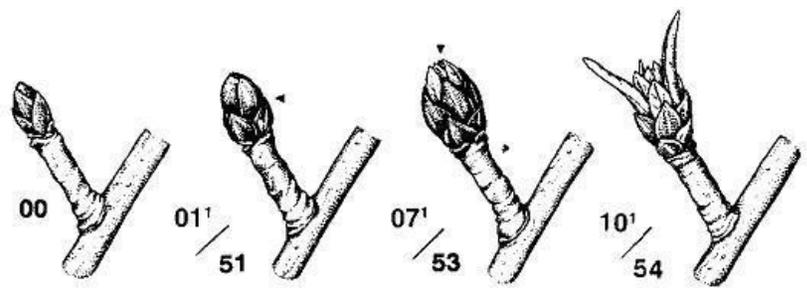
Au printemps tous les arbres fruitiers passent par des stades végétatifs bien définis. Comme l'apparition et le développement des ravageurs et des maladies sont étroitement liés à l'évolution phénologique du pommier, il est de première importance de suivre le développement des arbres et de déterminer les différents stades-repères afin, par exemple, d'être en mesure d'établir avec précision le programme des traitements antiparasitaires. Bien que ces stades apparaissent à des périodes variables selon les saisons, ils ne se manifestent normalement que lorsqu'un nombre fixe de degrés-jours a été cumulé. Ainsi, il a été possible d'établir pour chaque stade, sa constante thermique de même que ses dates d'apparition moyennes et extrêmes (la plus hâtive et la plus tardive). De plus, à l'aide de ces données et des prévisions météorologiques, les dates d'apparition peuvent maintenant être évaluées avec un bon degré de précision.

Les prévisions sur l'évolution phénologique du pommier permettent également d'évaluer les risques de gel printanier puisque la sensibilité d'un cultivar dépend en grande partie de l'état de développement de ses bourgeons. L'ampleur des dégâts est directement liée aux températures minimales de même qu'à leur durée.

On considère qu'un stade-repère est atteint lorsqu'environ 75 % des bourgeons ou boutons montrent un développement correspondant à la description de stade concerné.

Échelle BBCH des stades phénologiques des fruits à pépins (Meier, 2001)
(pomme = *Malus domestica* Borkh)

Code	Description
Stade principal 0 : développement des bourgeons	
00	repos hivernal ou dormance : les bourgeons foliaires et les bourgeons des inflorescences (plus gros que les premiers) sont fermés et recouverts d'écailles brun foncé
01	début du gonflement des bourgeons foliaires clairement visible, les écailles s'allongent et sont pourvues de taches claires
03	fin du gonflement des bourgeons foliaires : les écailles sont claires et par endroits densément velues
07	début de l'éclatement des bourgeons foliaires : l'extrémité des feuilles vertes est visible
09	les extrémités des feuilles vertes dépassent les écailles des bourgeons d'environ 5 mm
Stade principal 1 : développement des feuilles	
10	les extrémités des feuilles vertes dépassent les écailles des bourgeons d'environ 10 mm, les premières feuilles se séparent (stade oreille de souris)
11	les premières feuilles sont étalées (d'autres sont toujours enroulées)
15	la plupart des feuilles sont étalées, mais n'ont pas encore leur taille finale
19	les premières feuilles ont atteint leur taille finale
Stade principal 3 : développement des pousses du bourgeon terminal	
31	début de la croissance des pousses, l'axe de la pousse devient visible
32	les pousses ont atteint 20 % de leur taille finale
33	les pousses ont atteint 30 % de leur taille finale
3..	et ainsi de suite ...
39	les pousses ont atteint 90 % de leur taille finale
Stade principal 5 : apparition de l'inflorescence	
51	gonflement des bourgeons des inflorescences : les écailles ont des taches claires et s'allongent
52	fin du gonflement : les bourgeons sont de couleur claire, les écailles sont par endroits densément velues
53	éclatement des bourgeons : les extrémités des feuilles entourant les fleurs sont visibles
54	stade oreille de souris : les extrémités des feuilles dépassent les écailles de 10 mm, les premières feuilles se séparent
55	les premiers boutons floraux sont visibles (toujours fermés)
56	stade bouton vert : écartement des boutons floraux toujours fermés
57	stade bouton rose : les pétales s'allongent, les sépales s'ouvrent légèrement et les pétales sont visibles
59	la plupart des fleurs forment avec leurs pétales un ballon creux
Stade principal 6 : floraison	
60	les premières fleurs sont ouvertes
61	début de la floraison : environ 10 % des fleurs sont ouvertes
62	environ 20 % des fleurs sont ouvertes
63	environ 30 % des fleurs sont ouvertes
64	environ 40 % des fleurs sont ouvertes
65	pleine floraison : au minimum 50 % des fleurs sont ouvertes, les premiers pétales tombent
67	la floraison s'achève : la plupart des pétales sont tombés
69	fin de la floraison : tous les pétales sont tombés
Stade principal 7 : développement des fruits	
71	diamètre des fruits jusqu'à 10 mm, chute des fruits après floraison
72	diamètre des fruits jusqu'à 20 mm
73	seconde chute des fruits
74	diamètre des fruits jusqu'à 40 mm, fruit dressé (stade T : la base du fruit et sa tige forment un T)
75	les fruits ont atteint environ 50 % de leur taille finale
76	les fruits ont atteint environ 60 % de leur taille finale
77	les fruits ont atteint environ 70 % de leur taille finale
78	les fruits ont atteint environ 80 % de leur taille finale
79	les fruits ont atteint environ 90 % de leur taille finale



Centre fédéral de recherches biologiques pour l'agriculture et les forêts, Ernst Halwaß, 2001

Échelle BBCH et stades Mailloux

BBCH	Description	Mailloux, M. (1982)
0	Dormance : les bourgeons foliaires et les bourgeons des inflorescences (plus gros) sont fermés et recouverts d'écaillés brun foncé	1
7	Débourrement : début de l'éclatement des bourgeons, l'extrémité des feuilles vertes est visible	2
10/54	Débourrement avancé : les extrémités des feuilles vertes dépassent d'environ 10 mm, les 1 ^{res} feuilles se séparent. Parfois appelé stade « oreilles de souris »	3
56	Pré-bouton rose : écartement des bourgeons floraux toujours fermés. Parfois pétales rouges sur bouton dominant	4
57	Bouton rose : les pétales s'allongent, les sépales s'ouvrent légèrement et les pétales, repliés et roses, sont visibles	5
59	Bouton rose avancé : la plupart des fleurs forment avec leurs pétales un ballon creux. Souvent appelé stade « ballon blanc »	6
65	Pleine floraison : au minimum 50 % des fleurs sont ouvertes, les premiers pétales tombent	7
69	Calice : fin de la floraison, presque tous les pétales sont tombés	8
71	Nouaison : diamètre des fruits jusqu'à 10 mm, chute des fruits après floraison	9

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Phénologie McIntosh (DJ) : modèle développé par l'équipe de bioclimatologie et modélisation du Centre de recherche et de développement de Saint-Jean-sur-Richelieu d'Agriculture et Agroalimentaire Canada, en collaboration avec l'équipe de Gérald Chouinard de l'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA) de Saint-Bruno-de-Montarville. Les données utilisées provenaient de 13 vergers du Québec, pour les années 1977 à 2005.

Phénologie McIntosh (BBCH) : modèle développé par l'équipe de bioclimatologie et modélisation du Centre de recherche et de développement de Saint-Jean-sur-Richelieu d'Agriculture et Agroalimentaire Canada, à partir de données recueillies entre 2005 et 2009 à la ferme expérimentale de Frelighsburg.

Degrés-jours cumulés pour chaque seuil de développement

Température de base = 5 °C

Température optimale = 30 °C

Méthode = sinus simple

Début des calculs = 1^{er} mars

Pommier	Degrés-jours (°C)
Débourrement	79
Débourrement avancé	116
Pré-bouton rose	158
Bouton rose	197
Bouton rose avancé	224
Pleine floraison	255
Calice	313
Nouaison	371

Pommier

Désordres physiologiques

Brunissement du cœur (Empire)



DESCRIPTION DU DÉSORDRE



Brunissement du cœur

Photo : J. R. DeEll, ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario

Le brunissement du cœur se manifeste par une coloration brune diffuse de la chair de la pomme autour du cœur et des carpelles, sans distinction nette entre les tissus sains et les tissus affectés. Il se développe après plusieurs mois d'entreposage au froid et devient plus intense à la température ambiante.

Le brunissement du cœur est plus répandu dans les fruits qui sont récoltés après une période prolongée de temps nuageux, frais ou humide. Par contre, l'incidence est réduite avec une maturité avancée, un refroidissement et un entreposage retardés et des atmosphères à faible teneur en O₂ (DeEll, 2007).

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Modèle développé par l'équipe de bioclimatologie et modélisation du Centre de recherche et de développement de Saint-Jean-sur-Richelieu d'Agriculture et Agroalimentaire Canada au moyen de pommes de variété Empire. Les données ont été recueillies dans des parcelles au Québec et en Ontario entre les années 2010 et 2014. Les données ont été analysées et compilées par Cyrille Viens et Antoine Plourde-Rouleau à l'été et à l'automne 2017.

INTERPRÉTATION DE LA COURBE

Le modèle fournit un indice d'incidence du brunissement du cœur pour la variété Empire au cours de la saison de croissance, plus spécifiquement pendant le développement du fruit. Cet indice est fondé sur les données météorologiques (température, précipitation et radiation solaire) entre la date de pleine floraison et la date de récolte. Pour une meilleure prédiction du désordre dans un verger, il est recommandé d'indiquer les dates observées de floraison et de récolte. Toutefois, dans CIPRA, un module permet aussi d'estimer ces dates à partir du modèle de phénologie de la McIntosh. La saison est ensuite séparée en 6 sous-périodes, soit 0-14 jours après pleine floraison (JAF), 15-29 JAF, 30-44 JAF, 45-59 JAF, 60-89 JAF et 90 JAF-récolte. À la fin de chaque sous-période, une équation différente génère une prédiction de l'indice d'incidence fondée sur les données météorologiques mesurées depuis la pleine floraison. La qualité des prédictions s'améliore à mesure que le fruit se développe, et ce jusqu'à la récolte des fruits. La prédiction

finale, soit celle obtenue avec l'équation élaborée après la sous-période 90 JAF-récolte, donne une idée des risques de voir apparaître le désordre, selon l'historique météorologique de la saison de croissance.

Pommier

Brunissement humide de la chair (Honeycrisp)



DESCRIPTION DU DÉSORDRE



Brunissement humide de la chair sur pomme Honeycrisp

Photos : Agriculture et Agroalimentaire Canada

La pomme Honeycrisp est extrêmement vulnérable au brunissement humide de la chair (soggy breakdown en anglais). Ce désordre physiologique se caractérise par des tissus mous, brunâtres et spongieux dans le cortex du fruit. Dans les cas graves, des anneaux complets de chair brunâtre peuvent se former. Le brunissement humide de la chair est un trouble lié au refroidissement en entrepôt et se développe habituellement aux températures d'entreposage inférieures à 2 °C. Par conséquent, pour réduire son incidence, il est recommandé d'entreposer la Honeycrisp à 3 °C après un refroidissement partiel (conditionnement) à 10 °C pendant la première semaine d'entreposage. Cette procédure permet également de réduire les cas d'échaudure molle (DeEil, 2017).

De nombreux facteurs sont associés au développement du brunissement humide chez les pommes, dont une maturité avancée à la récolte, une faible charge, de gros fruits et une basse température d'entreposage. Les facteurs météorologiques les plus fréquemment mentionnés sont des températures froides et un excès d'humidité près du moment de la récolte (Lachapelle, 2017).

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Lachapelle M., G. Bourgeois, J. DeEll, K.A. Stewart, P. Séguin. 2017. Modeling the Effect of Preharvest Weather Conditions on the Incidence of Soggy Breakdown in 'Honeycrisp' Apples. HortScience 52(5): 756-763

Modèle développé à partir des travaux de Maude Lachapelle par l'équipe de bioclimatologie et modélisation du Centre de recherche et de développement de Saint-Jean-sur-Richelieu d'Agriculture et Agroalimentaire Canada au moyen de pommes Honeycrisp. Les données ont été recueillies dans des parcelles au Québec, en Ontario et en Nouvelle-Écosse entre les années 2002 et 2017. Les données ont été analysées et compilées par Cyrille Viens, Antoine Plourde-Rouleau et Sabrina Cloutier en 2017 et 2018.

INTERPRÉTATION DE LA COURBE

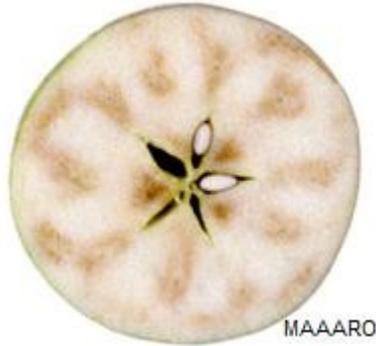
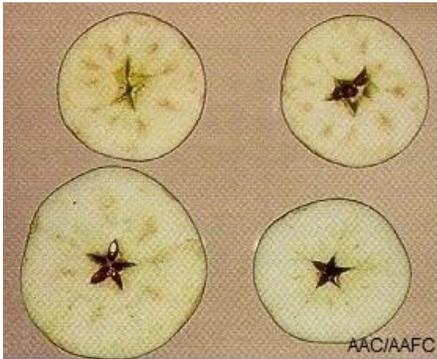
Selon la région où se trouve le verger, deux modèles de brunissement humide de la chair sont disponibles, soit un pour le Québec et un pour l'Ontario. Le modèle fournit un indice d'incidence du brunissement humide pour la variété Honeycrisp au cours de la saison de croissance, plus spécifiquement pendant le développement du fruit. Cet indice est fondé sur les données météorologiques (température, précipitation et radiation solaire) entre la date de pleine floraison et la date de récolte. Pour une meilleure prédiction du désordre dans un verger, il est recommandé d'indiquer les dates observées de floraison et de récolte. Toutefois, dans CIPRA, un module permet aussi d'estimer ces dates à partir du modèle de phénologie de la McIntosh. La saison est ensuite séparée en 6 sous-périodes, soit 0-14 jours après pleine floraison (JAF), 15-29 JAF, 30-44 JAF, 45-59 JAF, 60-89 JAF et 90 JAF-récolte. À la fin de chaque sous-période, une équation différente génère une prédiction de l'indice d'incidence fondée sur les données météorologiques mesurées depuis la pleine floraison. La qualité des prédictions s'améliore à mesure que le fruit se développe, et ce jusqu'à la récolte des fruits. La prédiction finale, soit celle obtenue avec l'équation élaborée après la sous-période 90 JAF-récolte, donne une idée des risques de voir apparaître le désordre, selon l'historique météorologique de la saison de croissance.

[Pommier](#)

Brunissement vasculaire



DESCRIPTION DU DÉSORDRE



Brunissement vasculaire

Photos :

Agriculture et Agroalimentaire Canada;

J. R. DeEil, ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario

Entreposés au froid, les fruits de certains cultivars de pommiers développent des troubles métaboliques distincts de ceux causés par la sénescence. Parmi ceux-ci, le brunissement vasculaire, aussi appelé bletissement vasculaire, se présente comme un brunissement des faisceaux vasculaires et des tissus adjacents de la pomme alors que le cortex reste d'apparence normale (Meheriuk et coll., 1994). Puisque les symptômes ne sont pas visibles de l'extérieur, le brunissement n'est donc pas directement détectable. Durant la saison 1992-1993, au Québec et dans l'est de l'Amérique du Nord, les dommages causés par le brunissement vasculaire ont été particulièrement graves, entraînant des pertes économiques très importantes. Ce désordre physiologique se développe en entrepôt à la suite de conditions fraîches et pluvieuses durant les mois de juillet et août. Au Québec, les principaux cultivars sensibles à ce désordre sont McIntosh et Cortland.

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Modèle développé par l'équipe de bioclimatologie et modélisation du Centre de recherche et de développement de Saint-Jean-sur-Richelieu d'Agriculture et Agroalimentaire Canada à partir des données météorologiques recueillies dans plusieurs sites au Québec sur une période d'environ 20 ans, de 1985 à 2006.

INTERPRÉTATION DE LA COURBE

Dans CIPRA, il est possible d'afficher le niveau de risque pour certaines régions du Québec, soit les Basses-Laurentides, l'Estrie, la Montérégie-Est, la Montérégie-Ouest et Québec. Les zones colorées ont été calculées à partir des données météorologiques historiques des 30 dernières années pour chacune de ces régions. Ainsi, 8 années sur 10, le risque de brunissement vasculaire se situe dans les zones verte (0 à 20 %) et jaune (20 à 80 %). La zone rouge quant à elle, correspond à un niveau de risque élevé. Si la courbe de brunissement pour une station choisie se situe dans la zone verte, les risques sont faibles. Si la courbe se situe dans la zone jaune, les risques sont moyens alors que dans la zone rouge, le niveau de risque est élevé et se rapproche des pires conditions de brunissement observées pour cette région.

Lorsque l'indice de brunissement prédit par le modèle est élevé pour une saison donnée, quelques mesures simples peuvent être appliquées :

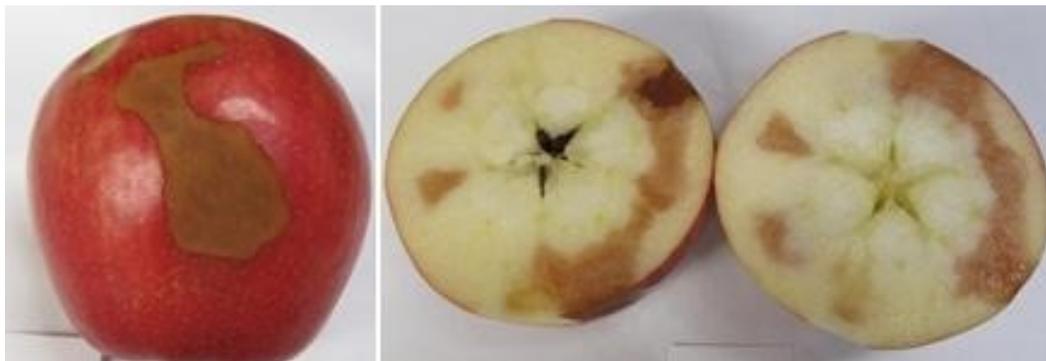
- Récolte hâtive des variétés sensibles pour les fruits à entreposage prolongé en AC. Plus la date de récolte est tardive, plus la maturité des fruits les rend vulnérables au brunissement.
- Modification de la stratégie de mise en marché afin d'écouler les pommes sensibles le plus tôt possible après la récolte.
- Refroidissement rapide des chambres d'entreposage.
- Conditions conservatrices d'entreposage en AC : 3 °C, 3 % O₂ et 4,5 % CO₂. Ne jamais entreposer sous 1,5 à 2 °C pour la variété McIntosh.
- Diminuer le temps d'entreposage des McIntosh à moins de 3 mois.

Pommier

Échaudure molle (Honeycrisp)



DESCRIPTION DU DÉSORDRE



Échaudure molle sur pomme Honeycrisp

Photos : Agriculture et Agroalimentaire Canada

L'échaudure molle est un important désordre physiologique lié au refroidissement en entrepôt qui peut apparaître chez les pommes 'Honeycrisp'. Elle se manifeste par l'apparition de lésions brunes, lisses, clairement définies et de forme irrégulière sur la pelure. Le trouble touche d'abord les tissus de la pelure, puis endommage le tissu hypodermique au fil de son développement. Les lésions de la pelure sont alors souvent envahies par des agents pathogènes secondaires comme *Alternaria* ou *Cladosporium*.

De multiples facteurs concourent au développement de l'échaudure molle, principalement la maturité avancée des fruits à la récolte, la faible charge des arbres, les fruits de gros calibre et les basses températures pendant l'entreposage. Le refroidissement différé, qui consiste à placer la récolte dans une chambre à 10-20 °C durant jusqu'à 7 jours avant l'entreposage est une technique utilisée pour réduire ou empêcher totalement l'échaudure molle. Les pommes sont ensuite entreposées à une température entre 3 et 5 °C (DeEll 2017; Prange 2008).

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Lachapelle M., G. Bourgeois, J. DeEll, K.A. Stewart, P. Séguin. 2013. Modeling the Effect of Preharvest Weather Conditions on the Incidence of Soft Scald in 'Honeycrisp' Apples. *Postharvest Biology and Technology* 85: 57–66

Modèle développé à partir des travaux de Maude Lachapelle par l'équipe de bioclimatologie et modélisation du Centre de recherche et de développement de Saint-Jean-sur-Richelieu d'Agriculture et Agroalimentaire Canada au moyen de pommes Honeycrisp. Les données ont été recueillies dans des parcelles au Québec, en Ontario et en Nouvelle-Écosse entre 2002 et 2017. Les données ont été analysées et compilées par Cyrille Viens et Antoine Plourde-Rouleau à l'été et à l'automne 2017.

INTERPRÉTATION DE LA COURBE

Selon la région où se trouve le verger, deux modèles d'échaudure molle sont disponibles, soit un pour le Québec et un pour l'Ontario. Le modèle fournit un indice d'incidence de l'échaudure molle pour la variété Honeycrisp au cours de la saison de croissance, plus spécifiquement pendant le développement du fruit.

Cet indice est fondé sur les données météorologiques (température, précipitation et radiation solaire) entre la date de pleine floraison et la date de récolte. Pour une meilleure prédiction du désordre dans un verger, il est recommandé d'indiquer les dates observées de floraison et de récolte. Toutefois, dans CIPRA, un module permet aussi d'estimer ces dates à partir du modèle de phénologie de la McIntosh. La saison est ensuite séparée en 6 sous-périodes, soit 0-14 jours après pleine floraison (JAF), 15-29 JAF, 30-44 JAF, 45-59 JAF, 60-89 JAF et 90 JAF-récolte. À la fin de chaque sous-période, une équation différente génère une prédiction de l'indice d'incidence fondée sur les données météorologiques mesurées depuis la pleine floraison. La qualité des prédictions s'améliore à mesure que le fruit se développe, et ce jusqu'à la récolte des fruits. La prédiction finale, soit celle obtenue avec l'équation élaborée après la sous-période 90 JAF-récolte, donne une idée des risques de voir apparaître le désordre, selon l'historique météorologique de la saison de croissance.

Pommier

Échaudure superficielle



DESCRIPTION DU DÉSORDRE



Échaudure superficielle

Photo : Agriculture et Agroalimentaire Canada

L'échaudure superficielle, aussi appelée échaudure d'entrepôt, est un désordre physiologique commun qui affecte plusieurs cultivars de pomme durant l'entreposage. Elle se manifeste par un brunissement diffus de la peau, parfois rugueux dans les cas avancés, qui prend de l'expansion après quelques jours à la température ambiante. Sur les cultivars à fruit rouge, l'altération se limite souvent aux parties non rouges de la peau. Cela peut devenir un facteur limitant pour l'entreposage des pommes à long terme, spécialement celles destinées au marché frais, et peut causer des pertes importantes dans leur valeur marchande puisque les fruits gravement atteints ne peuvent être vendus qu'au marché de la transformation.

Les causes probables de l'échaudure sont liées à l'environnement auquel les pommes sont exposées durant leur croissance et leur développement. Généralement, l'échaudure est plus grave les années où les conditions météorologiques sont chaudes et sèches durant les dernières semaines avant la récolte. L'exposition à des températures inférieures à 10 °C pour une certaine période de temps avant la récolte tend à réduire son développement.

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Bramlage W.J. 1993. Preharvest Factors Affecting Scald Development on Apples in the Northeastern United States. Washington State University Tree Fruit Postharvest Journal, vol. 4 : 2, p. 6-7.

Modèle adapté par l'équipe de bioclimatologie et modélisation du Centre de recherche et de développement de Saint-Jean-sur-Richelieu d'Agriculture et Agroalimentaire Canada au moyen de pommes Cortland.

INTERPRÉTATION DE LA COURBE

Le modèle utilise le cumul du nombre d'heures où la température est inférieure à 10 °C à partir du 1^{er} août. L'accumulation de ces heures fraîches diminue les risques de développement d'échaudure. La zone 100 % de risque se situe entre 0 et 65 heures de températures sous 10 °C. Après 65 heures, les risques diminuent pour atteindre 40 % entre 120 et 130 heures. À 250 heures, le risque est pratiquement nul.

Pommier

Tache amère (Honeycrisp)



DESCRIPTION DU DÉSORDRE



Tache amère sur pomme Honeycrisp

Photo : Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario

La tache amère est un désordre physiologique répandu, lié à de faibles concentrations de calcium et qui peut apparaître à la récolte ou seulement après plusieurs semaines d'entreposage au froid. Les fruits atteints développent des taches liégeuses dans la chair, le plus souvent directement sous la pelure. Extérieurement, le désordre apparaît sous forme de points bruns renfoncés de différentes tailles et se développe habituellement près du calice avant de s'étendre vers le pédoncule. La tache amère est due à une carence en calcium très localisée dans le fruit, mais les causes et les mesures préventives ne se limitent pas à la disponibilité du calcium dans le sol, à l'irrigation et aux applications foliaires de calcium, comme souvent mentionné par l'industrie. De nombreux facteurs tels que les conditions météorologiques, les conditions du sol, les caractéristiques des cultivars et les pratiques culturales jouent tous un rôle, à travers des interactions complexes, dans le développement de la tache amère et le risque d'incidence pour une année et un verger donnés. Au Québec, les cultivars les plus sensibles sont 'Honeycrisp' et 'Cortland' (Grégoire 2017).

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Grégoire, V. 2017. Xylem functionality, phytohormones and weather: how they affect bitter pit incidence in apples. Master's thesis, McGill University, Montreal, Canada.

Modèle développé à partir des travaux de Virginie Grégoire par l'équipe de bioclimatologie et modélisation du Centre de recherche et de développement de Saint-Jean-sur-Richelieu d'Agriculture et Agroalimentaire Canada au moyen de pommes Honeycrisp. Les données ont été recueillies dans des parcelles au Québec, en Ontario et en Nouvelle-Écosse entre les années 2002 et 2017. Les données ont été analysées et compilées par Cyrille Viens et Antoine Plourde-Rouleau à l'été et l'automne 2017.

INTERPRÉTATION DE LA COURBE

Selon la région où se trouve le verger, deux modèles de tache amère sont disponibles, soit un pour le Québec et un pour l'Ontario. Le modèle fournit un indice d'incidence de la tache amère pour la variété Honeycrisp au cours de la saison de croissance, plus spécifiquement pendant le développement du fruit. Cet indice est fondé sur les données météorologiques (température, précipitation et radiation solaire) entre la date de pleine floraison et la date de récolte. Pour une meilleure prédiction du désordre dans un verger,

il est recommandé d'indiquer les dates observées de floraison et de récolte. Toutefois, dans CIPRA, un module permet aussi d'estimer ces dates à partir du modèle de phénologie de la McIntosh. La saison est ensuite séparée en 6 sous-périodes, soit 0-14 jours après pleine floraison (JAF), 15-29 JAF, 30-44 JAF, 45-59 JAF, 60-89 JAF et 90 JAF-récolte. À la fin de chaque sous-période, une équation différente génère une prédiction de l'indice d'incidence fondé sur les données météorologiques mesurées depuis la pleine floraison. La qualité des prédictions s'améliore à mesure que le fruit se développe, et ce jusqu'à la récolte des fruits. La prédiction finale, soit celle obtenue avec l'équation élaborée après la sous-période 90 JAF-récolte, donne une idée des risques de voir apparaître le désordre, selon l'historique météorologique de la saison de croissance.

Pommier

Insectes

Carpocapse de la pomme (*Cydia pomonella* (L.))



DESCRIPTION DU RAVAGEUR



Larve et adulte de la carpocapse de la pomme



Dommages causés par la carpocapse et amas d'excréments près du calice

Photos : Laboratoire d'expertise et de diagnostic en phytoprotection – MAPAQ
Tiré de : IRIIS phytoprotection (<http://www.iriisphytoprotection.qc.ca/>)

La carpocapse de la pomme est un papillon crépusculaire principalement brun grisâtre qui mesure environ 12 mm de longueur. Les ailes antérieures portent d'étroites lignes transversales et sont marquées à leur extrémité d'une tache brune entourée de deux raies bronzées à reflets métalliques. Blancs et aplatis en forme de crêpe, les œufs mesurent environ 1 mm de diamètre. La larve mesure 13 à 19 mm à son plein développement, soit au 5^e stade larvaire. Elle est rose chair avec la tête brune et le thorax tacheté de noir.

La larve du carpocapse s'attaque aux fruits du pommier, du poirier et d'autres arbres fruitiers. Elle creuse une galerie sur le côté ou au niveau du calice du fruit, laissant à l'entrée un amas d'excréments brun rougeâtre caractéristique, semblable à de la sciure de bois, qui peut être observé principalement en juillet (première génération) et août (deuxième génération). Ces excréments ressemblent à ceux de la larve de l'hoplocampe des pommes, mais celles-ci apparaissent plus tôt, en juin.

Les papillons apparaissent lorsque les pommiers sont en fleur, à la fin du mois de mai au Québec. Au printemps la femelle pond la majorité des œufs sur la face surface supérieure des feuilles. Au début de l'été, elle pond principalement sur la face surface inférieure des feuilles et plus tard, majoritairement sur les

fruits. Juste après l'éclosion, la larve pénètre dans la petite pomme. Elle creuse ensuite une galerie jusqu'au cœur de la pomme, où elle se nourrit des pépins. La chenille se fraie un chemin vers l'extérieur de la pomme pour gagner ensuite le sol soit en rampant sur le tronc de l'arbre, soit suspendue au bout d'un fil de soie ou en émergeant d'un fruit tombé. Une deuxième génération d'adultes apparaît en août (Chouinard et coll., 2014).

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Carpocapse de la pomme : modèle développé par l'équipe de bioclimatologie et modélisation du Centre de recherche et de développement de Saint-Jean-sur-Richelieu d'Agriculture et Agroalimentaire Canada. Les données utilisées ont été recueillies de 2006 à 2014 par plusieurs conseillers techniques du secteur de la pomme, dans différentes régions du Québec. Données compilées par Dominique Plouffe à l'été 2015. Le modèle a ensuite été complété par l'ajout de stades provenant du modèle développé par Agropomme (Cormier et coll., 2015; 2016), puis validé au Québec avec des observations en laboratoire et vergers commerciaux (Pelletier et coll., 2010). D'autres ajustements ont été apportés par l'équipe de l'IRDA en 2017 avec des données en provenance d'Agropomme pour la deuxième génération du carpocapse de la pomme.

Degrés-jours cumulés pour chaque seuil de développement

Modèle 1

Température de base = 10 °C

Température optimale = 30 °C

Méthode = sinus simple

Début des calculs = 1^{er} mars

Hôte : pommier	Degrés-jours (°C)
1 ^{re} génération, 5 % adultes	205
1 ^{re} génération, 5 % ponte	240
1 ^{re} génération, 20 % adultes	290
1 ^{re} génération, 5 % éclosion	328
1 ^{re} génération, 50 % adultes	405
1 ^{re} génération, 50 % ponte	440
1 ^{re} génération, 50 % éclosion	528
1 ^{re} génération, 95 % adultes	635
1 ^{re} génération, 95 % éclosion	758
2 ^e génération, 50 % adultes	928

Modèle avec biofix

Température de base = 10 °C

Température optimale = 30 °C

Méthode = sinus simple

Début des calculs = 1^{re} capture d'adultes

Hôte : pommier	Degrés-jours (°C)
1 ^{re} génération, 20 % adultes	85
1 ^{re} génération, 50 % adultes	200
1 ^{re} génération, 95 % adultes	430

INTERPRÉTATION DE LA COURBE¹

Le carpocapse fait partie, avec la mouche de la pomme et le charançon de la prune, du trio d'insectes les plus dommageables aux pommes lorsqu'ils ne sont pas réprimés efficacement. En augmentation constante depuis 20 ans, on le considère actuellement comme l'insecte ravageur numéro un des pommes au Québec (Chouinard et coll., 2014).

Le modèle 1 est utile pour déterminer le début du dépistage des chenilles et des papillons et le moment pour la pose des diffuseurs à phéromone pour la lutte par confusion sexuelle. Le modèle avec biofix permet de prédire les populations à partir de la date de première capture d'adultes. Ces deux modèles servent à déterminer les périodes propices aux interventions préventives contre les œufs et les chenilles dans les vergers à antécédents de dégâts. Les stades critiques sont les suivants :

- Premiers adultes (5 % adultes, 1^{re} génération) : installer les pièges à phéromone (et les diffuseurs pour la confusion sexuelle, le cas échéant) quelques semaines avant ce stade, pour déterminer la date de capture des premiers adultes. Cette date peut ensuite être utilisée comme point de départ pour calculer la date des premières éclosions d'œufs (modèle développé au Michigan).
- 20 % adultes, 1^{re} génération (< 10 % ponte) : période propice pour un traitement préventif avec un ovicide avant la ponte.
- 50 % adultes, 1^{re} génération (< 10 % éclosion) : le pic de captures de papillons de la première génération peut être utilisé pour prévoir le début des traitements contre les larves.
 - 50 % adultes = période propice pour un traitement préventif avec un ovicide-larvicide.
 - 50 % adultes + 100 DJ10 = période propice pour un traitement préventif avec un larvicide.

Note : les traitements curatifs (recommandés dans les autres cas) sont appliqués dès que les populations d'adultes dépassent les seuils d'intervention (Chouinard et coll., 2014) et ne dépendent pas de modèles.

Ce texte a été révisé pour la dernière fois en février 2020.

Pommier

¹ Texte écrit avec la collaboration de Gérald Chouinard et Daniel Cormier, chercheurs entomologistes à l'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA) de Saint-Bruno, Saint-Bruno-de-Montarville (Québec).

Cécidomyie du pommier (*Dasineura mali*)



DESCRIPTION DU RAVAGEUR



Dégât sur feuille de pommier et adulte de la cécidomyie du pommier



Larves et pupes de la cécidomyie du pommier

Photos

1 : ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario

2 à 4 : Laboratoire de diagnostic en phytoprotection – MAPAQ. Tiré de : IRIIS phytoprotection

(<http://www.iriisphytoprotection.qc.ca/>)

L'adulte de la cécidomyie du pommier est une très petite mouche brun rougeâtre foncé recouverte d'une pilosité foncée et mesurant de 1,5 à 2,5 mm de longueur. Ses pattes sont longues et blanchâtres et ses antennes sont longues et recouvertes de longs poils chez le mâle. La larve est un petit asticot vermiforme de 2-3 mm, d'abord rouge, devenant blanc puis d'une teinte orange vif au dernier stade larvaire. La partie antérieure de la larve est pointue et se termine par une minuscule tête. Les œufs sont roses à rouge vif et sont pondus dans les replis des feuilles ou sur la bordure de celles-ci. La pupa est formée d'une capsule orange entourée d'un cocon de soie blanche et se retrouve souvent au sol et même sous la surface du sol.

La larve s'attaque aux feuilles et aux fleurs des pommiers, ce qui nuit particulièrement à la croissance des jeunes arbres. Elle passe la majorité de sa vie enroulée dans une feuille qui sert à son alimentation durant les premiers stades larvaires. Par la suite, la larve se laisse tomber au sol pour la pupaison. Ainsi, le principal symptôme observable de l'infestation est la présence de feuilles étroitement enroulées. Suite à l'infestation d'une feuille, celle-ci brunit, devient fragile et tombe de l'arbre. L'insecte attaque principalement les pousses terminales des pommiers. Chez les jeunes arbres, l'attaque par la cécidomyie du pommier

peut entraîner un ralentissement ou même un arrêt de la croissance alors que les greffons peuvent en mourir. Ce diptère est spécifique au pommier et ne s'attaque pas à d'autres plantes cultivées.

La cécidomyie hiverne sous forme de pupes dans le sol, sous les arbres infestés. Les adultes de la première génération émergent en mai et s'accouplent, puis les femelles pondent leurs œufs sur les feuilles en croissance ou, plus rarement, sur les boutons et les fleurs en formation. Les œufs éclosent 2 à 10 jours après la ponte. Les premières mentions de la cécidomyie du pommier au Québec datent de 2006 et, depuis, l'insecte est en pleine augmentation et se retrouve maintenant un peu partout dans la province.

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Cécidomyie du pommier : modèle développé par l'équipe de bioclimatologie et modélisation du Centre de recherche et de développement de Saint-Jean-sur-Richelieu d'Agriculture et Agroalimentaire Canada. Les données utilisées ont été recueillies de 2016 à 2020 dans plus de 40 sites en Colombie-Britannique, en Ontario, au Québec et en Nouvelle-Écosse et dans 11 sites des régions de l'Estrie, de la Montérégie et des Laurentides au Québec (Cormier et coll., 2015). Données compilées par Dominique Plouffe à l'automne 2020.

Degrés-jours cumulés pour chaque seuil de développement

Température de base = 9 °C

Température optimale = 30 °C

Méthode = sinus simple

Début des calculs = 1^{er} mars

Hôte : pommier	Degrés-jours (°C)
1 ^{re} génération, 5 % adultes	85
1 ^{re} génération, 50 % adultes	148
1 ^{re} génération, 95 % adultes	246
2 ^e génération, 5 % adultes	444
2 ^e génération, 50 % adultes	571
2 ^e génération, 95 % adultes	734
3 ^e génération, 5 % adultes	923
3 ^e génération, 50 % adultes	1075
3 ^e génération, 95 % adultes	1287

Pommier

Charançon de la prune (*Conotrachelus nenuphar*)



DESCRIPTION DU RAVAGEUR



Adulte du charançon de la prune



Domage de ponte de la carpocapse, en forme de demi-lune

Photos : Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec

Le charançon de la prune adulte est noir, brun ou grisâtre et son dos est rugueux et bosselé. Il mesure environ 5 mm de longueur et est pourvu d'un long bec recourbé (rostre), dont la longueur égale le tiers de celle de son corps. Les œufs sont gris blanchâtre et de forme elliptique. Les larves ont une longueur d'environ 5 à 7 mm et sont jaune blanchâtre avec une petite tête brune.

Le charançon de la prune est un des principaux ravageurs des fruits à pépins et à noyau de l'est de l'Amérique du Nord. Au Québec, il infeste les pommes, les poires et les prunes. Il peut causer quatre types de dommages :

- 1) les marques en forme de demi-lune que laissent les femelles après la ponte au printemps;
- 2) les dommages internes que fait la larve en se nourrissant de la chair, du fruit et des pépins;
- 3) la chute précoce (fin juin-début juillet) de la majorité des fruits touchés;
- 4) les dommages circulaires à travers la pelure des pommes, causés par la nutrition de la nouvelle génération d'adultes en fin d'été.

Les dégâts ont le plus souvent l'apparence de marques en forme de demi-lune à la surface des fruits. Une seule femelle peut pondre jusqu'à 200 œufs (et donc faire 200 marques) en quelques semaines, ce qui en fait un ravageur redoutable. Comme ces insectes se déplacent peu d'arbre en arbre, les dégâts sont

souvent limités à certains secteurs ou à certains arbres dont les fruits peuvent toutefois être sévèrement atteints (Boulé et coll., 1997).

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Charançon de la prune (Chouinard) : modèle développé par l'équipe de bioclimatologie et modélisation du Centre de recherche et de développement de Saint-Jean-sur-Richelieu d'Agriculture et Agroalimentaire Canada, en collaboration avec l'équipe de Gérald Chouinard de l'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA) de Saint-Bruno-de-Montarville. Le modèle a été développé à partir de données historiques d'un verger de Frelighsburg (Québec), de 1984 à 1988. Il a ensuite été validé avec des données récoltées dans des vergers de 1994 à 2001 (Chouinard et coll., 2002).

Tableau des seuils d'activité

Début des calculs = 1^{er} mars

Hôte : pommier	Taux d'activité
Seuil 1	25
Seuil 2	50
Seuil 3	75

INTERPRÉTATION DE LA COURBE¹

Le modèle calcule le taux horaire d'activité du charançon (la proportion d'individus qui ne sont pas au repos) en fonction des conditions météorologiques. Comme il s'agit d'un insecte principalement nocturne, seule l'activité comprise entre 18 h et 8 h est considérée comme valable. Un indice de ponte, superposé aux prévisions, indique le risque que l'activité prévue par le modèle inclue une activité de ponte et entraîne des dégâts aux fruits.

Le modèle peut être utilisé pour identifier les nuits les plus favorables à l'activité du charançon et ainsi mieux cibler les interventions durant la période de ponte.

[Pommier](#)

¹ Texte écrit avec la collaboration de Gérald Chouinard, chercheur entomologiste à l'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA) de Saint-Bruno, Saint-Bruno-de-Montarville (Québec).

Hoplocampe des pommes (*Hoplocampa testudinea*)



DESCRIPTION DU RAVAGEUR



Adultes et larves de l'hoplocampe des pommes

Photos : Bernard Drouin, ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec

L'adulte de l'hoplocampe des pommes mesure 5 mm de long et ressemble à une petite guêpe. Son corps est noir et la face ventrale de son abdomen ainsi que ses pattes sont orange à jaune; sa tête est jaunâtre avec un point noir et ses quatre ailes sont transparentes. La larve est une chenille jaunâtre à tête brun foncé qui mesure 12 mm de longueur. Elle possède trois paires de pattes à l'avant du corps et sept paires de fausses pattes sur l'abdomen. Les œufs, blancs et brillants, sont insérés individuellement dans le réceptacle des fleurs.

La chenille se nourrit dans le fruit et cause deux types de dommages : 1) après l'éclosion, la jeune chenille grignote un sillon sous la peau du fruit, laissant une cicatrice brune en forme de ruban liégeux (dommage primaire); 2) la chenille pénètre ensuite dans un fruit, en y creusant un trou profond d'environ 3 mm de diamètre d'où s'écoulent des déjections et un liquide brun dégageant une forte odeur (dommage secondaire). Ces dommages secondaires ressemblent à ceux du carpocapse. Cependant, les pommes attaquées par le carpocapse sont plus grosses, puisque le dommage se fait en juillet, plutôt qu'en juin comme c'est le cas pour l'hoplocampe.

L'hoplocampe hiberne sous forme de pupes dans le sol. Les premiers adultes émergent au stade du bouton rose du pommier. La période d'activité des adultes atteint sa plus grande intensité à la pleine floraison. Après l'accouplement, les femelles insèrent leurs œufs individuellement à la base du réceptacle des fleurs. La chenille éclôt de 10 à 12 jours plus tard, approximativement au stade calice (Chouinard et coll., 2014).

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Hoplocampe des pommes : modèle développé par l'équipe de bioclimatologie et modélisation du Centre de recherche et de développement de Saint-Jean-sur-Richelieu d'Agriculture et Agroalimentaire Canada. Les données utilisées ont été recueillies de 2006 à 2014 par plusieurs conseillers techniques du secteur de la pomme, dans différentes régions du Québec. Données compilées par Dominique Plouffe à l'hiver 2016.

Degrés-jours cumulés pour chaque seuil de développement

Température de base = 4,5 °C

Température optimale = 25 °C

Méthode = sinus simple

Début des calculs = 1^{er} mars

Hôte : pommier	Degrés-jours (°C)
5 % adultes	222
50 % adultes	277
98 % adultes	363

INTERPRÉTATION DE LA COURBE¹

La date d'apparition prévue du premier adulte (5 % des captures) constitue en quelque sorte le signal d'alarme pour les producteurs. On peut s'y fier pour poser les pièges au moment opportun, soit un peu avant cet événement. La fin de la période de captures (98 % des captures) indique quant à elle que la période d'activité sur pommier est terminée et que le dépistage peut s'arrêter.

Le pic de captures ne représente pas la période d'activité maximale, car les pièges sont peu attractifs pendant la floraison en raison du grand nombre de fleurs qui attirent les adultes. L'activité maximale se situe autour de la pleine floraison; sauf exception, les traitements ne peuvent pas être appliqués à ce stade, en raison de leurs effets nocifs sur les abeilles.

Ce texte a été révisé pour la dernière fois en juillet 2014.

[Pommier](#)

¹ Texte écrit avec la collaboration de Gérald Chouinard, chercheur entomologiste à l'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA) de Saint-Bruno, Saint-Bruno-de-Montarville (Québec).

Mineuse marbrée (*Phyllonorycter blancardella* (Fabricius))



DESCRIPTION DU RAVAGEUR



Larve et chrysalide de la mineuse marbrée



Adulte de la mineuse marbrée et dommages sur feuilles de pommier

Photos : Laboratoire d'expertise et de diagnostic en phytoprotection – MAPAQ

Tiré de : IRIIS phytoprotection (<http://www.iriisphytoprotection.qc.ca/>)

La mineuse marbrée est un petit papillon nocturne de 4-5 mm de longueur portant des ailes brun doré marquées de bandes blanches. Les œufs, déposés un à un sous les feuilles, sont translucides, plats et circulaires. Ils sont visibles à la loupe (10X). La pupa est brun foncé et mesure 7 mm de longueur. Les trois premiers stades larvaires (se nourrissant de la sève) mesurent 1 mm de longueur, sont aplatis et de couleur blanc crème, sans pattes. Les trois derniers stades (se nourrissant de tissus foliaires) sont jaunâtres, munies de courtes pattes, et mesurent jusqu'à 4 mm. La tête est de couleur légèrement plus foncée que le reste du corps. Les dégâts causés par la mineuse marbrée se limitent au feuillage. Chaque larve se nourrit de sève et de tissus végétaux dans une petite zone de l'intérieur de la feuille, qu'on appelle une mine. La mine creusée par les trois premiers stades larvaires n'est visible que sur la face inférieure de la feuille. Cependant, les larves plus âgées provoquent l'apparition de zones surélevées, parsemées de petites taches décolorées sur la face supérieure de la mine. Une infestation grave de mineuses (5 à 10 mines par feuille en troisième génération) peut entraîner une chute des feuilles, une maturation prématurée et une chute des fruits.

La mineuse marbrée adulte émerge de sa chrysalide autour du stade débourrement avancé du pommier, après avoir hiverné dans les feuilles tombées au sol l'automne précédent. Au stade du pré-bouton rose, la

femelle pond ses œufs sur la surface inférieure des feuilles et après éclosion, la larve s'enfouit dans la feuille pour se nourrir (Chouinard et coll., 2014).

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Mineuse marbrée : modèle développé par l'équipe de bioclimatologie et modélisation du Centre de recherche et de développement de Saint-Jean-sur-Richelieu d'Agriculture et Agroalimentaire Canada, en collaboration avec l'équipe de Gérald Chouinard de l'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA) de Saint-Bruno-de-Montarville. Les données utilisées provenaient de 8 vergers du Québec, pour les années 1989 à 2006.

Degrés-jours cumulés pour chaque seuil de développement

Température de base = 6,7 °C

Température optimale = 30 °C

Méthode = sinus simple

Début des calculs = 1^{er} mars

Hôte : pommier	Degrés-jours (°C)
1 ^{re} génération, 5 % adultes	91
1 ^{re} génération, 50 % adultes	157
2 ^e génération, 5 % adultes	569
2 ^e génération, 50 % adultes	781
3 ^e génération, 50 % adultes	1362

INTERPRÉTATION DE LA COURBE¹

Le modèle présente l'accumulation de degrés-jours nécessaire pour différents stades critiques de la gestion des populations de ce ravageur du feuillage. Cependant, comme il est fréquent que les populations n'atteignent pas des niveaux dommageables (notamment dans les vergers utilisant un minimum de pesticides), il est primordial d'effectuer un dépistage des populations avant de déterminer les besoins d'intervention. Lorsque le graphique s'approche du seuil de 5 % de la première génération, il est temps d'installer les pièges qui serviront à dépister les populations.

Les traitements classiques contre la mineuse visent à détruire les femelles s'apprêtant à pondre ainsi que les jeunes larves (stades 1 à 3). Ces traitements visent les premières générations et lorsque les populations d'adultes sont suffisantes, ils peuvent être effectués soit au pic de captures de la première génération (contre les adultes), soit aux premières captures de la seconde génération (contre les premiers stades larvaires), équivalant aux seuils de 50 % 1^{re} génération et 5 % 2^e génération indiqués par le modèle. Le modèle prédit également ces stades pour les générations subséquentes, mais en raison des chevauchements de population ainsi que des prédateurs présents à ce moment, les traitements estivaux sont réservés uniquement aux cas d'urgence.

Ce texte a été révisé pour la dernière fois en juillet 2014.

[Pommier](#)

¹ Texte écrit avec la collaboration de Gérald Chouinard, chercheur entomologiste à l'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA) de Saint-Bruno, Saint-Bruno-de-Montarville (Québec).

Mouche de la pomme (*Rhagoletis pomonella* (Walsh))



DESCRIPTION DU RAVAGEUR



Larve et adulte de la mouche de la pomme.

Photos : Bernard Drouin, ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec

La mouche de la pomme, plus petite que la mouche domestique, mesure 5 à 6 mm de longueur. L'adulte est noir avec la tête et les pattes jaunâtres et l'abdomen marqué de lignes blanches transversales, au nombre de 4 chez la femelle et de 3 chez le mâle. De plus, un point blanc distinctif est présent sur son dos, à la pointe inférieure du thorax, et les ailes portent des bandes noires en forme de F inversé. L'œuf, de couleur crème, à peine visible à l'œil nu, est fusiforme. L'asticot est blanc, parfois jaunâtre, et ne possède ni pattes ni yeux. Très petit à l'éclosion, il atteint une longueur de 7 à 8 mm à maturité. La pupe est enfermée dans une enveloppe lisse, ovale et brunâtre qui ressemble à un grain de blé. C'est le principal ravageur du pommier en Amérique du Nord. Les dommages sont causés par les femelles lors de la ponte (petit point rouge sur la pelure qui peut parfois passer inaperçu) et par les asticots qui creusent des galeries dans la chair du fruit. Au Québec, les premières mouches mâles apparaissent vers la fin de juin et le début de juillet. Les femelles émergent quelques jours plus tard et commencent à pondre lorsqu'elles deviennent matures, soit 5 à 10 jours après leur sortie du sol. La nature du sol peut influencer sur la date de sortie des premières mouches, qui est plus hâtive dans les sols légers et sablonneux que dans les sols lourds et humides.

Les femelles déposent un œuf à la fois, sous la pelure des pommes, et les jeunes asticots se développent à l'intérieur du fruit. Généralement, le fruit tombe ou est cueilli avant que l'asticot n'atteigne son plein développement (Chouinard et coll. 2014).

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Mouche de la pomme : modèle développé par l'équipe de bioclimatologie et modélisation du Centre de recherche et de développement de Saint-Jean-sur-Richelieu d'Agriculture et Agroalimentaire Canada. Les données utilisées ont été recueillies de 2006 à 2014 par plusieurs conseillers techniques du secteur de la pomme, dans différentes régions du Québec. Données compilées par Dominique Plouffe à l'automne 2015.

Degrés-jours cumulés pour chaque seuil de développement

Modèle 1

Température de base = 6,4 °C

Température optimale = 26 °C

Méthode = sinus simple

Début des calculs = 1^{er} mars

Hôte : pommier	Degrés-jours (°C)
5 % adultes	861
50 % adultes	1138
98 % adultes	1463

Modèle avec biofix

Température de base = 6,4 °C

Température optimale = 26 °C

Méthode = sinus simple

Début des calculs = 1^{re} capture d'adultes

Hôte : pommier	Degrés-jours (°C)
50 % adultes	279
98 % adultes	603

INTERPRÉTATION DE LA COURBE¹

La mouche de la pomme porte un énorme potentiel de dégâts lorsque non réprimée efficacement. Le modèle 1 permet de prévoir l'arrivée des premiers adultes; il est suggéré de poser les pièges et d'être vigilant quant au dépistage de cet insecte d'une à deux semaines avant la date prévue par ce modèle. Le modèle avec biofix permet de prédire l'évolution de la population à partir de la date de la première capture d'adultes. S'il y a des antécédents de dégâts importants au verger et qu'aucun dépistage n'est effectué, les traitements pourraient être nécessaires dès les premières captures, si le seuil d'intervention est atteint. Les interventions subséquentes sont basées uniquement sur les captures.

Ce texte a été révisé pour la dernière fois en avril 2016.

Pommier

¹ Texte écrit avec la collaboration de Gérald Chouinard, chercheur entomologiste à l'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA) de Saint-Bruno, Saint-Bruno-de-Montarville (Québec).

Noctuelle du fruit vert (*Orthosia hibisci*)



DESCRIPTION DU RAVAGEUR



Larve et adulte de la noctuelle du fruit vert

Photos : Laboratoire d'expertise et de diagnostic en phytoprotection - MAPAQ

Tiré de : IRIIS phytoprotection (<http://www.iriisphytoprotection.qc.ca/>)



Oufs de noctuelle du fruit vert sur feuille et dommages sur pomme

Photos : Agriculture et Agroalimentaire Canada

La noctuelle du fruit vert, aussi appelée orthosie verte, est un papillon nocturne gris à brun d'environ 20 mm d'envergure dont la tête et le thorax sont densément recouverts de poils. Chacune des ailes porte deux taches gris pourpre. La larve est une chenille vert pâle qui possède trois stries blanches longitudinales sur le dos. Elle passe par six stades larvaires et atteint à maturité 30 à 40 mm de longueur. La tête est verte, comme le reste du corps.

La noctuelle du fruit vert hiberne dans le sol sous forme de chrysalide (pupe). Les adultes émergent avant le débourrement du pommier. La femelle pond ses œufs un à un sur les branches. Les chenilles éclosent à partir du stade du pré-bouton rose jusqu'à la chute des pétales. Les jeunes chenilles se nourrissent des boutons floraux alors que les plus vieilles se nourrissent surtout des jeunes fruits. Il n'y a qu'une génération par année.

Les chenilles causent leurs dégâts lorsqu'elles se nourrissent des bourgeons floraux et des fruits. Elles creusent de gros trous qui traversent parfois toute la pomme. Les fruits dont le cœur est affecté tombent,

alors que ceux dont le cœur reste intact demeurent le plus souvent dans l'arbre jusqu'à la récolte et présente alors de profondes lésions liégeuses (Chouinard et coll., 2014).

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Noctuelle du fruit vert : modèle développé par l'équipe de bioclimatologie et modélisation du Centre de recherche et de développement de Saint-Jean-sur-Richelieu d'Agriculture et Agroalimentaire Canada, en collaboration avec l'équipe de Gérald Chouinard de l'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA) de Saint-Bruno-de-Montarville. Les données utilisées provenaient de 12 vergers du Québec, pour les années 1981 à 2006.

Degrés-jours cumulés pour chaque seuil de développement

Température de base = 3 °C

Température optimale = 30 °C

Méthode = sinus simple

Début des calculs = 1^{er} mars

Hôte : pommier	Degrés-jours (°C)
5 % adultes	70
50 % adultes	141
95 % adultes	241

INTERPRÉTATION DE LA COURBE¹

Le modèle d'accumulation des degrés-jours prévoit l'arrivée des premiers adultes (5 % de captures). On peut s'y fier pour connaître le début de l'activité de l'insecte et ainsi poser les pièges au moment opportun, soit un peu avant cet événement.

Le pic de capture des adultes (50 % des captures) est parfois utilisé pour prévoir l'apparition des premières chenilles estivales, qui surviennent habituellement quelques jours après cette période. Ce moment est utilisé comme point de repère pour amorcer le dépistage visuel des chenilles, et dans de rares occasions, pour des traitements *préventifs*. Les traitements *curatifs* (recommandés dans la plupart des situations) sont appliqués à la suite d'un dépistage des larves et ne dépendent pas de modèles.

Il faut garder à l'esprit l'importance de n'intervenir qu'en cas d'infestation suffisamment grave pour causer un préjudice supérieur au coût de l'intervention elle-même.

Ce texte a été révisé pour la dernière fois en juillet 2014.

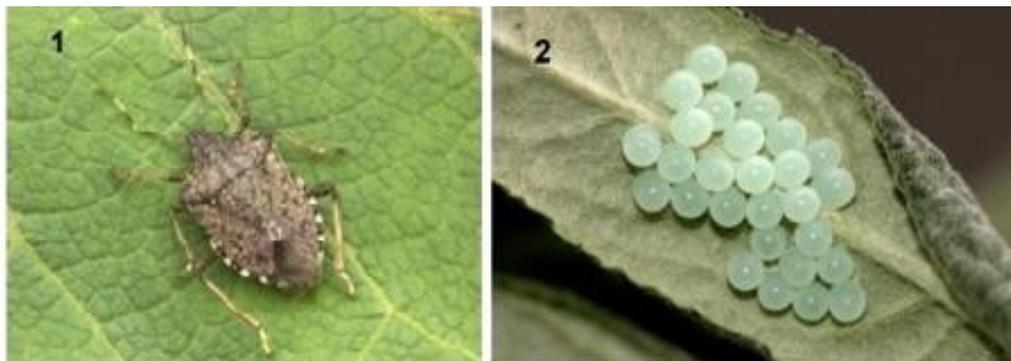
Pommier

¹ Texte écrit avec la collaboration de Gérald Chouinard, chercheur entomologiste à l'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA) de Saint-Bruno, Saint-Bruno-de-Montarville (Québec).

Punaise marbrée (*Halyomorpha halys* (Stål))



DESCRIPTION DU RAVAGEUR



Adulte et masse d'œufs de la punaise marbrée



Larves de stade 1 de la punaise marbrée

Photos :

- 1- Laboratoire d'expertise et de diagnostic en phytoprotection – MAPAQ. Tiré de : IRIIS phytoprotection (<http://www.iriisphytoprotection.qc.ca/>)
- 2- Kim Hoelmer, USDA
- 3- George Hamilton, Rutgers University

L'adulte de la punaise marbrée mesure approximativement 17,0 mm de longueur (photo 1). Son corps brun marbré en forme de « bouclier » est typique des punaises de la famille des Pentatomidae. Ses ailes antérieures présentent une légère teinte rose pâle et des bandes pâles se trouvent sur les deux derniers segments antennaires. La marge de son abdomen (connexivum) montre une alternance de bandes foncées et de bandes pâles. Les femelles pondent leurs œufs en masses sur la face inférieure des feuilles, de juin à août (photo 2). Les larves de stade 1 mesurent 2,4 mm, sont orange avec des taches noires et rouges (photo 3). Aux stades plus avancés, les larves mesurent entre 5,5 et 12,0 mm, sont plus foncées, et présentent sur leurs pattes et leurs antennes des rayures comme chez les adultes.

Sous le climat du Québec, l'espèce ne produit qu'une génération par année, mais elle peut en produire jusqu'à cinq plus au sud. La punaise marbrée s'alimente sur une grande variété de plantes fruitières, légumières, ornementales, de même que sur le soya. Elle pique les tissus végétaux et en prélève la sève, causant des zones nécrotiques aux sites d'alimentation. Pratiquement toutes les parties aériennes des plantes peuvent être ciblées, autant les fruits, la tige, les feuilles que les bourgeons. Les dommages les

plus importants sont ceux qu'on retrouve sur les fruits et qui se traduisent par une décoloration ou une déformation ainsi que par l'apparition de tissus à l'apparence liégeuse dans la chair.

En 2016 au Québec, la présence de la punaise marbrée n'a pas encore été observée malgré un réseau de dépistage dans les régions du sud de la province. Toutefois, les observations qui ont été faites confirment le fort potentiel de dissémination de l'insecte par l'activité humaine.

Pour plus d'information : https://www.agrireseau.net/documents/Document_88951.pdf

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Punaise marbrée

Nielsen, A.L., G.C. Hamilton et D. Matadha. 2008. Developmental rate estimation and life table analysis for *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae). *Environmental Entomology* 37:348-355.

Nielsen, A.L. et G.C. Hamilton. 2009. Life history of the invasive species *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) in Northeastern United States. *Annals of the Entomological Society of America* 102:608-616.

Degrés-jours cumulés pour chaque seuil de développement

Température de base = 14 °C

Température optimale = 30 °C

Méthode = sinus simple

Début des calculs = 1^{er} mars

Hôte : blé, maïs-grain, pommier, soya	Degrés-jours (°C)
1 % ponte	147
1 % nymphes 1-3	208
50 % ponte	222
99 % ponte	297
50 % nymphes 1-3	374
1 % nymphes 4-5	451
50 % nymphes 4-5	598
1 % adultes	655
50 % adultes	773
99 % adultes	891

Grandes cultures (blé, maïs-grain, soya)

Pommier

Punaise terne (*Lygus lineolaris* (P. de B.))



DESCRIPTION DU RAVAGEUR



Larve de stade 3 et adulte de la punaise terne

Photos : Laboratoire d'expertise et de diagnostic en phytoprotection – MAPAQ

Tiré de : IRIIS phytoprotection (<http://www.iriisphytoprotection.qc.ca/>)

La punaise terne est un insecte plat d'environ 6 mm de longueur, de forme ovale et de couleur brunâtre. Ses ailes antérieures aux extrémités translucides sont repliées sur son dos. Sauf par temps froid, c'est un insecte agité qui s'envole rapidement lorsqu'il est surpris. La larve, vert jaunâtre, ressemble au puceron vert du pommier, mais on ne la retrouve que très rarement sur le pommier. La punaise terne est un ravageur indigène d'Amérique du Nord où elle est répandue et polyphage. Elle peut en effet se nourrir de plus de 300 espèces de plantes endommageant plus de 50 plantes cultivées parmi lesquelles figurent la pomme de terre, la luzerne, le trèfle, les fruits et petits fruits, les légumes et les fleurs. Dans les vergers d'arbres fruitiers, la piqûre de nutrition de l'insecte sur le bourgeon en croissance provoque l'apparition d'une goutte de sève appelée exsudat. Les dégâts se manifestent de deux façons selon le stade de développement du pommier. Les piqûres faites entre les stades de débourrement et de pré-bouton rose entraînent l'avortement en partie ou en totalité des boutons floraux. Dans le cas des piqûres faites à partir du stade bouton rose, elles provoquent soit la chute du bourgeon, soit l'apparition sur le fruit d'une dépression en forme d'entonnoir, parfois accompagnée de cicatrices liégeuses pouvant déclasser le fruit.

Au Québec, l'insecte passe l'hiver à l'état adulte, principalement sous la litière de feuilles aux abords des champs et des boisés. Au printemps, la reprise de l'activité des punaises adultes hivernantes coïncide avec le débourrement des bourgeons des pommiers, desquels elles se nourrissent jusqu'après la nouaison. Elles quittent par la suite graduellement les pommiers pour se nourrir et pondre leurs œufs sur les espèces végétales au sol (légumineuses ou autres plantes du couvre-sol). Les larves et les adultes des deux générations subséquentes ne se nourrissent pas sur les pommiers (Chouinard et coll., 2014).

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Punaise terne : modèle développé par l'équipe de bioclimatologie et modélisation du Centre de recherche et de développement de Saint-Jean-sur-Richelieu d'Agriculture et Agroalimentaire Canada, en collaboration avec l'équipe de Gérald Chouinard de l'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA) de Saint-Bruno-de-Montarville. Les données utilisées ont été recueillies par des conseillers techniques du secteur de la pomme dans 16 vergers répartis dans toutes les régions pomicoles du Québec, pour les années 2006 à 2014. Données compilées par Dominique Plouffe à l'été 2016.

Degrés-jours cumulés pour chaque seuil de développement

Température de base = 10 °C

Température optimale = 30 °C

Méthode = sinus simple

Début des calculs = 1^{er} mars

Hôte : pommier	Degrés-jours (°C)
5 % adultes	28
50 % adultes	45
95 % adultes	78

INTERPRÉTATION DE LA COURBE¹

La date d'apparition prévue des premiers adultes (5 % des captures) constitue en quelque sorte le signal d'alarme pour les producteurs. Ils doivent alors se préparer à surveiller l'insecte au cours des prochaines journées de temps doux et ensoleillé. Il faut commencer le dépistage visuel et l'utilisation de pièges sans plus attendre. La fin de la période de captures (95 % des captures) indique quant à elle que la période d'activité sur pommier est terminée et que le dépistage peut s'arrêter.

Ce texte a été révisé pour la dernière fois en juillet 2014.

[Pommier](#)

¹ Texte écrit avec la collaboration de Gérald Chouinard, chercheur entomologiste à l'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA) de Saint-Bruno, Saint-Bruno-de-Montarville (Québec).

Sésie du cornouiller (*Synanthedon scitula*)



DESCRIPTION DU RAVAGEUR



Larve et chrysalide de la sésie du cornouiller



Adulte de la sésie du cornouiller et dommages sur l'écorce

Photos :

Laboratoire d'expertise et de diagnostic en phytoprotection – MAPAQ. Tiré de : IRIIS phytoprotection (<http://www.iriisphytoprotection.qc.ca/>);

Institut de recherche et de développement en agroenvironnement

L'adulte de la sésie du cornouiller est un papillon (10 mm) au corps noir bleuté, cerclé de bandes jaunes. Il a des ailes translucides d'une envergure de 18 à 22 mm et ressemble à une guêpe. La larve est une chenille de couleur crème avec une tête rougeâtre et mesure 15 mm à maturité.

La sésie hiberne à l'état de chenille dans une galerie d'alimentation qu'elle creuse à l'intérieur du tronc du pommier ou encore dans les branches charpentières des plus gros arbres. Elle se transforme en chrysalide (pupe) entre la fin de mai et le début de juin. L'émergence des papillons débute à la mi-juin et se prolonge jusqu'à la mi-août avec un pic d'activité vers le milieu de juillet. Les femelles déposent leurs œufs individuellement sur les surfaces d'écorce rugueuses, sur les plaies de chancre européen ou sur les faux broussins (masses arrondies de tissus racinaires tendres qui se développent sur la partie hors terre des porte-greffes nanisants de pommier), ou sur d'autres blessures de l'écorce.

Les dégâts directs résultent des lésions occasionnées par la chenille qui s'aventure dans les zones de tissus sains et creuse des galeries sous l'écorce au niveau des tissus conducteurs de la sève. Lorsqu'elle se nourrit, la chenille rejette des amas de sciures rougeâtres à la sortie de ses galeries. L'observation de

ces amas à la surface de l'écorce ou du faux broussin est un indice de sa présence. La sésie affecte principalement les arbres au niveau du bourrelet de greffe, particulièrement dans les plantations de pommiers nains sur porte-greffe M.26. Dans le cas d'infestations prolongées, l'arbre perd de sa vigueur et son rendement diminue. Les dégâts indirects de la sésie sont liés à la cohabitation de la sésie avec divers organismes pathogènes. En effet, les galeries de la sésie constituent une porte d'entrée pour les maladies comme les chancres (Chouinard et coll., 2014).

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Sésie du cornouiller : modèle développé par l'équipe de bioclimatologie et modélisation du Centre de recherche et de développement de Saint-Jean-sur-Richelieu d'Agriculture et Agroalimentaire Canada, en collaboration avec l'équipe de Gérald Chouinard de l'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA) de Saint-Bruno-de-Montarville. Les données utilisées provenaient de 12 vergers du Québec, pour les années 1977 à 2006.

Degrés-jours cumulés pour chaque seuil de développement

Température de base = 4 °C

Température optimale = 30 °C

Méthode = sinus simple

Début des calculs = 1^{er} mars

Hôte : pommier	Degrés-jours (°C)
5 % adultes	730
50 % adultes	1082
95 % adultes	1465

INTERPRÉTATION DE LA COURBE¹

Le modèle d'accumulation des degrés-jours prévoit l'arrivée des premiers adultes (5 % de captures). On peut s'y fier pour connaître le début de l'activité de l'insecte et ainsi poser les pièges au moment opportun, soit un peu avant cet événement.

Les traitements *curatifs* (recommandés dans la plupart des situations) sont appliqués suite à un dépistage des larves au niveau du tronc et ne dépendent pas de modèles.

Il faut garder à l'esprit l'importance de n'intervenir qu'en cas d'infestation suffisamment grave pour causer un préjudice supérieur au coût de l'intervention elle-même.

Ce texte a été révisé pour la dernière fois en juillet 2014.

Pommier

¹ Texte écrit avec la collaboration de Gérald Chouinard, chercheur entomologiste à l'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA) de Saint-Bruno, Saint-Bruno-de-Montarville (Québec).

Tétranyque rouge (*Panonychus ulmi* (Koch))



DESCRIPTION DU RAVAGEUR



Tétranyque rouge adulte

Photos : Laboratoire d'expertise et de diagnostic en phytoprotection - MAPAQ

Tiré de : IRIIS phytoprotection (<http://www.iriisphytoprotection.qc.ca/>)



Tétranyques rouges sur tronc et œufs de tétranyques

Photos : Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec

Le tétranyque rouge est un acarien phytophage, c'est-à-dire qu'il se nourrit d'espèces végétales. Difficile à voir à l'œil nu, la femelle adulte (0,4 mm) est rouge foncé, elliptique et compte quatre rangées de longues épines courbées sur le dos, implantées dans une protubérance blanchâtre. Le mâle est un peu plus petit (0,3 mm au stade adulte). La couleur des œufs varie de rouge vif à orange foncé en saison, les œufs hibernants étant généralement d'un rouge plus foncé. C'est en se nourrissant de la sève des feuilles que le tétranyque rouge cause des dégâts. Si l'infestation est légère, le feuillage devient moucheté. Si elle est grave, il devient jaune ou bronzé. Une grave attaque pourra causer la chute hâtive des feuilles, retarder la croissance de l'arbre, affaiblir les bourgeons à fruits et réduire la grosseur et la qualité des fruits.

L'éclosion des œufs commence autour du stade du bouton rose. Les tétranyques immatures se dirigent alors vers les feuilles pour se nourrir. À partir du stade calice, les femelles de la première génération pondent leurs œufs sous les feuilles. Au Québec, il y a 6 à 8 générations ou plus par année, selon les conditions climatiques. S'il fait sec et chaud, la multiplication sera rapide : une génération aux deux semaines. Les générations se chevauchent et on peut trouver des tétranyques rouges à tous les stades de

développement sur les arbres durant l'été. Les densités maximales sont atteintes à la fin du mois de juillet et au début du mois d'août (Boulé et coll., 1997).

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Tétranyque rouge : modèle développé puis évalué par Mailloux entre 1977 et 1986.

Degrés-jours cumulés pour chaque seuil de développement

Température de base = 5 °C

Température optimale = 30 °C

Méthode = standard simple

Début des calculs = 1^{er} mars

Hôte : pommier	Degrés-jours (°C)
Éclosion des œufs d'hiver	140

INTERPRÉTATION DE LA COURBE¹

La répression des œufs d'hiver du tétranyque rouge est une opération de base en production fruitière intégrée (Chouinard et coll. 2014).

La période d'éclosion des œufs indiquée par le modèle constitue la date critique pour un traitement à l'huile. De fait, un tel traitement serait très peu efficace après cette période, parce que les formes mobiles d'acariens deviennent très peu sensibles à ce produit. De plus, l'huile couramment utilisée (huile supérieure) risque d'être phytotoxique passé le stade pré-bouton rose, et il est impossible de reporter une intervention de ce type, à moins d'utiliser un autre genre d'acaricide.

Ce texte a été révisé pour la dernière fois en juillet 2014.

[Pommier](#)

¹ Texte écrit avec la collaboration de Gérald Chouinard, chercheur entomologiste à l'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA) de Saint-Bruno, Saint-Bruno-de-Montarville (Québec).

Tordeuse à bandes obliques (*Choristoneura rosaceana* (Harris))



DESCRIPTION DU RAVAGEUR



Larve et adulte de la tordeuse à bandes obliques

Photos : Laboratoire d'expertise et de diagnostic en phytoprotection - MAPAQ

Tiré de : IRIIS phytoprotection (<http://www.iriisphytoprotection.qc.ca/>)



Masse d'œufs pondus sur le dessus de la feuille et dommages sur pousses terminales

Photos : Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario



Dommages de la tordeuse à bandes obliques sur pommes

Photos : Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec

La tordeuse à bandes obliques est un papillon nocturne aux ailes brun pâle avec des teintes de rose qui mesure un peu plus de 12 mm de long. L'envergure est d'environ 25 mm chez les femelles et 20 mm chez les mâles. Les ailes antérieures sont ornées de trois lignes obliques plus foncées, d'où le nom commun de cette tordeuse. Les œufs sont vert pâle et déposés en masse sur les feuilles. La chenille, vert clair à vert foncé, mesure de 2 à 25 mm. Sa tête est brune à noire, ce qui la différencie de la tordeuse à bandes rouges. Les larves ont tendance à s'enrouler dans les feuilles et à se laisser pendre à un fil lorsqu'elles sont dérangées. Il y a deux générations de tordeuse à bandes obliques par an : la génération printanière (hibernante) et la génération d'été. Les larves de la génération printanière, en plus de se nourrir des bourgeons et des feuilles, peuvent s'attaquer aux jeunes fruits. Les dégâts sont profonds et deviennent liégeux, semblables aux dégâts de la noctuelle du fruit vert. La plupart des fruits touchés avortent, mais cela endommage peu la récolte. Les larves de la génération d'été sont présentes sur les pousses en croissance et les fruits. À cette époque, la tordeuse se nourrit du fruit en surface sans le déformer, la plupart du temps cachée sous une feuille qu'elle aura attachée au fruit. Les larves de la génération estivale peuvent endommager considérablement la récolte.

Au Québec, dès la mi-mai, les premières larves émergent et se nourrissent de boutons, de feuilles et ensuite de fruits. D'autres larves vont devenir actives plus tard et le demeurer jusqu'au stade du calice. La première génération d'adultes est présente de la mi-juin à la fin juillet. Les femelles déposent leurs œufs en masses de jusqu'à 600 sur la face supérieure des feuilles. Les larves de la génération d'été sont présentes du début juillet à la mi-août. Elles sont responsables de la majorité des dommages observés sur les fruits à la récolte. La tordeuse à bandes obliques a deux générations par an. Cependant, le grand étalement de la période d'activité de chaque génération fait en sorte que des individus de tous les stades peuvent être rencontrés au même moment en période estivale (Chouinard et coll., 2014).

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Tordeuse à bandes obliques : modèle développé par l'équipe de bioclimatologie et modélisation du Centre de recherche et de développement de Saint-Jean-sur-Richelieu d'Agriculture et Agroalimentaire Canada, en collaboration avec l'équipe de Gérald Chouinard de l'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA) de Saint-Bruno-de-Montarville. Les données utilisées provenaient de 13 vergers du Québec, pour les années 1977 à 2006.

Degrés-jours cumulés pour chaque seuil de développement

Température de base = 6 °C

Température optimale = 30 °C

Méthode = sinus simple

Début des calculs = 1^{er} mars

Hôte : pommier	Degrés-jours (°C)
1 ^{re} génération, 5 % adultes	486
1 ^{re} génération, 50 % adultes	642
5 % éclosion des œufs	686
50 % éclosion des œufs	819
2 ^e génération, 5 % adultes	1292
2 ^e génération, 50 % adultes	1530

INTERPRÉTATION DE LA COURBE¹

Le modèle est utile pour déterminer le début du dépistage des papillons. Il sert également à déterminer les périodes propices aux interventions contre les chenilles dans les vergers à antécédents de dégâts. Les stades critiques du modèle sont les suivants :

- Premiers adultes, 1^{re} génération : installer les pièges à phéromone quelques semaines avant ce moment pour déterminer plus précisément la date de la première capture de papillons dans son propre verger. Cette date peut ensuite être utilisée comme point de départ pour calculer soi-même certains stades critiques pour la lutte. Ainsi, pour déterminer les premières éclosions d'œufs, calculer 200 degrés-jours (DJ) 6C après la date de la première capture et pour le pic d'éclosion des chenilles estivales, 333 DJ 6C après la première capture. Le modèle prédit également ces périodes, mais en utilisant le cumul des degrés-jours à partir du 1^{er} mars.
- Pic de capture des adultes, 1^{re} génération : parfois utilisé pour prévoir l'apparition des premières chenilles estivales, qui surviennent généralement de 10 à 12 jours après cette période. Cette durée peut cependant varier considérablement. Ce moment est utilisé dans certaines occasions pour des traitements préventifs, mais l'intervention classique contre les chenilles est plus souvent recommandée au moment des premières nymphoses, si le seuil d'intervention est atteint, soit de 5 à 7 jours après le stade phénologique du calice.
- Premières éclosions d'œufs : période propice pour un traitement préventif à action prolongée (p. ex : régulateurs de croissance des insectes).
- Pic d'éclosion d'œufs : commencer le dépistage visuel des chenilles afin de déterminer le besoin d'interventions estivales localisées (recommandées dans de rares cas).

Note : les traitements curatifs sont appliqués dès que les populations de chenilles dépassent les seuils d'intervention et ils ne dépendent pas de modèles.

La résistance croissante aux insecticides de la tordeuse à bandes obliques impose de suivre plus étroitement le développement des populations.

Ce texte a été révisé pour la dernière fois en juillet 2014.

[Pommier](#)

¹ Texte écrit avec la collaboration de Gérald Chouinard, chercheur entomologiste à l'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA) de Saint-Bruno, Saint-Bruno-de-Montarville (Québec).

Tordeuse à bandes rouges (*Argyrotaenia velutinana* (Wlk.))



DESCRIPTION DU RAVAGEUR



Larve et adulte de la tordeuse à bandes rouges



Domage de la tordeuse à bandes rouges sur pomme

Photos : Laboratoire d'expertise et de diagnostic en phytoprotection - MAPAQ

Tiré de : IRIIS phytoprotection (<http://www.iriisphytoprotection.qc.ca/>)

La tordeuse à bandes rouges est un petit papillon nocturne brun-gris (8 mm) aux ailes antérieures ornées d'une bande allant du rouge au brun foncé. Les œufs sont jaune pâle et ont un diamètre de 1 mm. Les larves, vert pâle à jaunâtres avec la tête jaune paille, apparaissent vers le stade calice et atteignent une longueur de 16 mm à maturité. Les dommages sont dus aux larves qui attaquent indifféremment les feuilles ou les fruits. Les larves décharnent les feuilles; elles les tissent les unes aux autres, puis se nourrissent sur la face inférieure, près de la nervure centrale. La larve de la tordeuse à bandes rouges gruge les fruits en surface, surtout ceux qui touchent aux feuilles. Ce sont les larves de la deuxième génération qui s'attaquent principalement aux fruits.

Peu après le débourrement du pommier, à la fin avril au Québec, le papillon adulte de la tordeuse à bandes rouges prend son vol. Ensuite, les femelles déposent leurs œufs en masses aplaties sur le dessous des branches. L'éclosion survient vers l'époque de la chute des pétales du pommier. Les jeunes larves commencent aussitôt à se nourrir des feuilles et, plus tard, des fruits. À la fin de juin, elles entrent en pupaison pour donner naissance aux adultes au début de juillet (Boulé et coll., 1997).

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Tordeuse à bandes rouges : modèle développé par l'équipe de bioclimatologie et modélisation du Centre de recherche et de développement de Saint-Jean-sur-Richelieu d'Agriculture et Agroalimentaire Canada, en collaboration avec l'équipe de Gérald Chouinard de l'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA) de Saint-Bruno-de-Montarville. Les données utilisées provenaient de 10 vergers du Québec, pour les années 1977 à 1998.

Degrés-jours cumulés pour chaque seuil de développement

Température de base = 0 °C

Température optimale = 30 °C

Méthode = sinus simple

Début des calculs = 1^{er} mars

Hôte : pommier	Degrés-jours (°C)
1 ^{re} génération, 5 % adultes	229
1 ^{re} génération, 50 % adultes	350
1 ^{re} génération, 95 % adultes	562
2 ^e génération, 5 % adultes	1312
2 ^e génération, 50 % adultes	1583
2 ^e génération, 95 % adultes	1976
3 ^e génération, 5 % adultes	2222
3 ^e génération, 50 % adultes	2431

INTERPRÉTATION DE LA COURBE¹

Le modèle d'accumulation des degrés-jours prévoit l'arrivée des premiers adultes (1^{re} génération, 5 % adultes,). On peut s'y fier pour connaître le début de l'activité de l'insecte et ainsi poser les pièges au moment opportun, soit un peu avant cet événement.

Le pic de capture des adultes (50 % 1^{re} génération) est parfois utilisé pour prévoir l'apparition des premières chenilles estivales, qui peut varier considérablement, soit en moyenne de 14 à 21 jours après l'observation du pic des adultes. Ce moment est utilisé dans de rares occasions pour des traitements *préventifs*. Cependant, passé le délai maximal de 21 jours, il est temps de penser à commencer le dépistage visuel des chenilles afin de déterminer le besoin d'interventions estivales localisées, si nécessaire. Les traitements *curatifs* (recommandés dans la plupart des situations) sont appliqués dès que les populations de chenilles dépassent les seuils d'intervention et ne dépendent pas de modèles.

Cette tordeuse ne constituant pas une menace grave pour les vergers, il faut garder à l'esprit l'importance de n'intervenir qu'en cas d'infestation suffisamment grave pour causer un préjudice supérieur au coût de l'intervention elle-même.

Ce texte a été révisé pour la dernière fois en juillet 2014.

[Pommier](#)

¹ Texte écrit avec la collaboration de Gérald Chouinard, chercheur entomologiste à l'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA) de Saint-Bruno, Saint-Bruno-de-Montarville (Québec).

Tordeuse du pommier (*Archips argyrospila* (Wlk.))

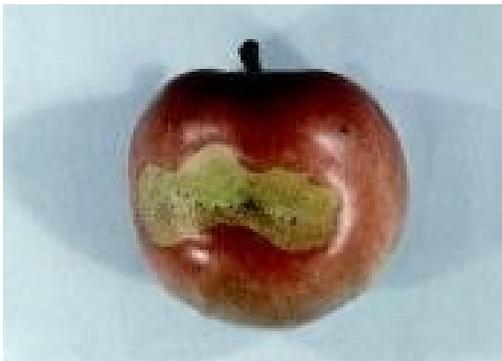


DESCRIPTION DU RAVAGEUR



Larve et adulte de la tordeuse du pommier

Photos : Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec



Domage causé sur fruit par la tordeuse du pommier

Photo : Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec

Cet insecte, bien qu'il ait infesté les vergers dans les années 30 et 40, est aujourd'hui d'importance secondaire.

L'adulte, d'une envergure de 25 mm, a les ailes supérieures brunes, marquées de deux taches pâles à la partie antérieure. Les larves de cette tordeuse sont des chenilles (2 à 19 mm) vert jaunâtre à tête brun foncé; elles enroulent les feuilles.

Cet insecte passe l'hiver au stade d'œuf. Les œufs sont déposés par groupe de 25 à 125 sur les rameaux, les branches et parfois le tronc du pommier. L'éclosion commence vers le stade du pré-bouton rose et se poursuit jusqu'au stade du calice, même plus tard certaines années. Les larves se nourrissent de feuilles, de bourgeons et de fruits jusqu'à environ trois semaines après la tombée des pétales. Elles se transforment alors en chrysalides, dans un cocon fabriqué de feuilles enroulées, ou encore sous des débris d'écorce. C'est en juillet que les papillons émergent et que les femelles, après l'accouplement, déposent leurs masses d'œufs qui n'éclore que le printemps suivant.

La larve gruge les feuilles, les bourgeons et les fruits. Elle a l'habitude de réunir ensemble feuilles et fruits à l'aide d'une toile soyeuse. C'est à l'intérieur de cet abri qu'elle se cache pour se nourrir des feuilles et

des fruits. La majorité des pommes ainsi endommagées tombent prématurément. Celles qui demeurent sur l'arbre jusqu'à la récolte n'ont que peu ou n'ont pas de valeur commerciale (Beaulieu, 1957).

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Tordeuse du pommier : modèle développé par l'équipe de bioclimatologie et modélisation du Centre de recherche et de développement de Saint-Jean-sur-Richelieu d'Agriculture et Agroalimentaire Canada, en collaboration avec l'équipe de Gérald Chouinard de l'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA) de Saint-Bruno-de-Montarville. Les données utilisées provenaient de 7 vergers du Québec, pour les années 1977 à 1998.

Degrés-jours cumulés pour chaque seuil de développement

Température de base = 5 °C

Température optimale = 30 °C

Méthode = sinus simple

Début des calculs = 1^{er} mars

Hôte : pommier	Degrés-jours (°C)
5 % adultes	797
50 % adultes	979
95 % adultes	1164

INTERPRÉTATION DE LA COURBE¹

Le modèle d'accumulation des degrés-jours prévoit l'arrivée des premiers adultes (5 % des captures). On peut s'y fier pour connaître le début de l'activité de l'insecte et ainsi poser les pièges au moment opportun, soit un peu avant cet événement.

Le pic de capture des adultes (50 % de captures) peut difficilement être utilisé pour prévoir l'apparition des premières chenilles estivales, qui arrivent habituellement de 5 à 28 jours après cette période. Ce moment est utilisé dans certaines occasions pour des traitements *préventifs*. Les traitements *curatifs* (recommandés dans la plupart des situations) sont appliqués dès que les populations de chenilles dépassent les seuils d'intervention et ne dépendent pas de modèles.

On doit garder à l'esprit que cette tordeuse ne constitue pas une menace importante dans les vergers du Québec.

Ce texte a été révisé pour la dernière fois en juillet 2014.

[Pommier](#)

¹ Texte écrit avec la collaboration de Gérald Chouinard, chercheur entomologiste à l'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA) de Saint-Bruno, Saint-Bruno-de-Montarville (Québec).

Tordeuse orientale du pêcher (*Grapholita molesta*)



DESCRIPTION DU RAVAGEUR



Larve et adulte de la tordeuse orientale du pêcher



Galerie caractéristique creusée par la tordeuse orientale du pêcher

Photos : Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario

Ce papillon nocturne peut produire jusqu'à six générations par année selon la région géographique. En Ontario, il peut y avoir jusqu'à quatre générations par année. Les larves matures hivernent sous forme de cocons. Ces cocons sont généralement dans le sol ou dans des fissures sous l'écorce, ou dans de vieux contenants à fruits ou des remises d'emballage. La pupaison survient au début du printemps, et la première génération de papillons apparaît lorsque les arbres sont en fleurs, le pic de la sortie des adultes survenant autour de la dernière semaine de mai. L'adulte a une faible capacité de vol et ne parcourt généralement pas plus de 25 m à la recherche d'un hôte convenable. Lorsque la femelle trouve un hôte, elle pond ses œufs sur les feuilles ou sur les nouvelles pousses. Au début de juin, les larves de première génération nouvellement écloses s'enfoncent dans les extrémités des pousses terminales et creusent des galeries vers le bas jusqu'à ce qu'elles atteignent du tissu ligneux plus dur; elles sortent alors de la pousse et pénètrent dans une autre. Les extrémités des pousses infestées ne tardent pas à flétrir et à mourir. Une seule larve peut détruire 2 à 5 pousses avant d'atteindre la maturité. Les larves matures sortent des pousses et se laissent tomber au sol ou sur le tronc de l'arbre au moyen de fils de soie, tissent ensuite des cocons et entrent en pupaison. Les cocons d'été sont plus fragiles que ceux qui hivernent. Le cycle biologique se répète et la seconde génération de larves éclôt entre le 10 et le 20 juillet. Cette génération s'attaque également aux pousses, mais au milieu de l'été, les nouvelles pousses commencent à durcir (aoûter). À ce moment-là, bon nombre des larves partiellement développées sortent des pousses et s'attaquent aux jeunes fruits. Elles peuvent creuser des galeries jusqu'au centre ou se nourrir près de la

surface du fruit, et produisent de grosses masses de gomme mélangée à des excréments ressemblant à de la sciure de bois. Les larves des générations ultérieures peuvent creuser des trous dans les pédoncules tendres des fruits, car elles sont trop petites pour s'attaquer directement aux fruits durs. Mais lorsque le fruit mûrit et se ramollit, il ne produit plus de gomme lorsqu'il est attaqué et les jeunes larves peuvent y pénétrer directement. Les larves qui s'enfoncent dans les pédoncules peuvent creuser des galeries vers le bas jusque dans les fruits en maturation. Les larves des générations ultérieures s'attaquent aux fruits mûrs, mais ne laissent aucun signe visuel d'infestation; elles sont découvertes seulement lorsque les fruits sont tranchés (réf.: Agence canadienne d'inspection des aliments).

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Michigan : Michigan State University Extension. Fruit IPM Fact Sheet.

Pennsylvanie : Hull, A. L., G. Krawczyk & N. Ellis. 2001. Management Tactics for the Oriental Fruit Moth (*Grapholita molesta*) in Pennsylvania Apple Orchards. Pennsylvania Fruit News, 81(2): 23-36

Penn / AAC : ce modèle a été développé par l'équipe de bioclimatologie et modélisation du Centre de recherche et de développement de Saint-Jean-sur-Richelieu d'Agriculture et Agroalimentaire Canada en combinant les deux précédents modèles.

Degrés-jours cumulés pour chaque seuil de développement

Michigan

Température de base = 7,2 °C

Température optimale = 32,2 °C

Méthode = sinus simple

Début des calculs = 1^{er} mars

Hôte : pommier Michigan	Degrés-jours (°C)
1 ^{re} génération, 5 % adultes	97
1 ^{re} génération, 5 % ponte	139
1 ^{re} génération, 50 % d'adultes	181 à 236
1 ^{re} génération, 50 % ponte	292
2 ^e génération, 5 % adultes	528
2 ^e génération, 5 % ponte	611
2 ^e génération, 50 % adultes	722 à 792
2 ^e génération, 50 % ponte	833
3 ^e génération, 50 % adultes	1222 à 1361
3 ^e génération, 50 % ponte	1389

Pennsylvanie

Température de base = 7,2 °C

Température optimale = 32,2 °C

Méthode = sinus simple

Début des calculs = 1^{re} capture d'adultes

Hôte : pommier Pennsylvanie	Degrés-jours (°C)
1 ^{re} génération, 8 à 10 % éclosion des œufs	83 à 94
1 ^{re} génération, 95 % d'éclosion des œufs	359
2 ^e génération, 8 à 10 % éclosion des œufs	625 à 639
2 ^e génération, 95 % d'éclosion des œufs	1083
3 ^e génération, 8 à 10 % éclosion des œufs	1250 à 1267
3 ^e génération, 95 % d'éclosion des œufs	1765

Penn / ACC

Début des calculs = 1^{re} capture d'adultes

Hôte : pommier	% d'éclosion des œufs
Seuil d'intervention 1	10 à 20
Seuil d'intervention 2	50 à 60

[Pommier](#)

Maladies

Brûlure bactérienne (*Erwinia amylovora*)



DESCRIPTION DE LA MALADIE



Symptômes de feu bactérien sur branches de pommier



Pommier atteint et symptômes de feu bactérien sur fruit



Chancres causés par le feu bactérien sur branche et tronc

Photos :

1, 3 : Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario

2, 4 : Agriculture et Agroalimentaire Canada; 5, 6 : Agropomme

Le feu bactérien est une maladie attribuable à la bactérie *Erwinia amylovora* (Burrill), qui infecte des hôtes appartenant à la famille des rosacées. Cette bactérie est présente dans la plupart des régions pomicoles et certaines années, des blocs de vergers entiers y sont détruits par des infections graves. Au printemps, la brûlure bactérienne, ou feu bactérien, peut infecter les fleurs. Ces dernières paraissent d'abord gorgées d'eau, puis commencent à se faner, à se ratatiner et à brunir ou à noircir. En butinant les fleurs infectées, les insectes pollinisateurs contaminent les fleurs saines et propagent ainsi la maladie. Les pousses tendres et les gourmands peuvent également devenir infectés par la maladie. Souvent, les premiers symptômes ne se manifestent que plusieurs semaines après la floraison. Les pommiers qui possèdent plusieurs pousses gravement infectées paraissent brûlés par le feu. Un suintement bactérien le long de la nervure principale des feuilles infectées et de la tige des pousses infectées est fréquent. Les bactéries présentes dans le suintement constituent une source d'inoculum que les insectes et les éclaboussures de pluie se chargent de propager à d'autres tissus ou à d'autres arbres.

Les bactéries responsables de la brûlure bactérienne hivernent sur les contours des chancres. Au printemps, quand les températures s'élèvent à plus de 18 °C, les chancres deviennent actifs, et des gouttelettes renfermant une forte concentration de bactéries suintent des tissus infectés de l'écorce. Quand les conditions météorologiques leur sont favorables, les bactéries se multiplient rapidement et envahissent les tissus sensibles, ce qui donne lieu à des foyers d'infection et à la propagation de la maladie. La bactérie prolifère à l'intérieur d'une fourchette de températures allant de 4 à 32 °C, mais elle connaît une multiplication rapide conduisant le plus souvent à des infections à des températures de 24 à 28 °C. Une période prolongée de temps très chaud et pluvieux favorise la multiplication de l'agent pathogène et l'infection, en plus de favoriser la croissance de tissus sensibles (MAAARO, 2009).

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Smith, T.J. et P.L. Pusey. 2011. CougarBlight 2010, a significant update of the CougarBlight fire blight infection risk model. Acta Hort. 896:331-336.

Tableaux des risques d'infection

Début des calculs : stade bouton rose

Les seuils d'infection relatifs à la brûlure bactérienne varient selon 3 scénarios, et il est primordial de choisir le scénario approprié qui correspond bien à la région étudiée.

Scénario 1 : Ce scénario est sélectionné seulement pour une région où les vergers environnants ne présentaient pas de brûlure bactérienne l'année précédente. Il ne devrait pas être utilisé dans une région où le feu est un problème significatif plus d'une année sur 8 ou 10.

Scénario 2 : Dans les régions où le feu bactérien est présent à un certain degré presque chaque année, avec quelques années pires que d'autres, on assume que des chancres sont susceptibles d'être dispersés à travers la région chaque printemps. Les chancres ne sont pas nécessairement dans le verger évalué.

Scénario 3 : Les vergers qui ont subi de la brûlure l'année précédente ou qui présentent des chancres actifs durant l'année en cours entrent dans cette catégorie. Les seuils de risque d'infection les plus bas sont utilisés dans ces régions.

Situation du verger : Présence potentielle du pathogène?	Faible	Moyen	Élevé	Extrême
Scénario 1 : Pas de feu bactérien dans votre région l'année précédente	0 à 300	300 à 500	500 à 800	801 +
Scénario 2 : Présence de feu bactérien dans votre région l'année précédente	0 à 100	100 à 200	200 à 350	350 à 500
Scénario 3 : Présence de chancres actifs et/ou de feu bactérien dans votre région	Pas une option	0 à 100	100 à 200	200 à 300

INTERPRÉTATION DE LA COURBE

Signification des catégories de risque (Smith et Pusey, 2011)

Faible : La mouillure des fleurs n'entraîne pas de nouvelles infections, à l'exception des fleurs situées à quelques mètres de chancres actifs.

Moyen : La mouillure des fleurs durant cette période ne conduira pas nécessairement à une infection, mais les possibilités augmentent à mesure que la courbe s'approche du seuil supérieur. On devrait surveiller de près les prévisions météo et l'évolution des risques.

Élevé : Lorsque la courbe se situe dans ce niveau de risque, de graves éclosions de feu bactérien peuvent se produire. Les vergers ayant récemment été touchés par le feu bactérien sont particulièrement vulnérables. Le risque de dommages importants causés par l'infection augmente au cours des derniers jours de la période de floraison primaire et lors de la chute des pétales, alors que les fleurs sont abondantes. L'infection est commune mais plus dispersée quand les fleurs sont mouillées en fin de la floraison, durant les périodes à haut risque. La gravité potentielle de l'infection augmente si une série de jours à risque élevé se succèdent.

Extrême : Certaines des épidémies de feu bactérien les plus dommageables ont lieu durant cette période, au moment où les fleurs sont mouillées. Ces infections conduisent souvent à d'importants dommages au verger, en particulier pendant la floraison primaire ou lorsque de nombreuses fleurs secondaires sont présentes. Alors que la saison progresse, les fleurs secondaires sont moins fréquentes et les températures chaudes de l'été de 35 °C et plus réduisent considérablement la fréquence de nouvelles infections des fleurs.

Le suivi des prévisions de précipitation, combiné à l'utilisation d'un modèle prévisionnel de la mouillure, est essentiel pour évaluer les risques de mouillure des fleurs et bien interpréter les résultats du modèle de brûlure bactérienne. Dans CIPRA, consultez le modèle de Gleason sous le menu « **Modèles météo** » - « **Mouillure du feuillage** ».

Dans tous les cas, n'hésitez pas à faire appel à votre conseiller si vous pensez qu'il y a des risques que le feu bactérien s'attaque à votre verger.

Ce texte a été révisé pour la dernière fois en mars 2015.

[Pommier](#)

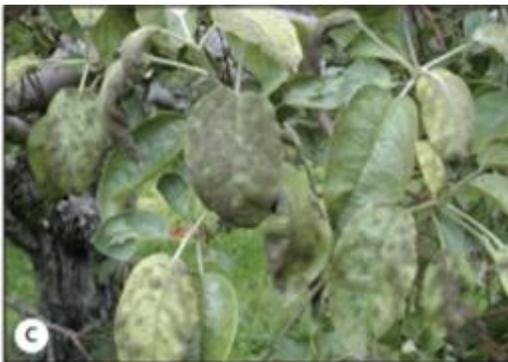
Tavelure du pommier (*Venturia inaequalis* (Cke.) Wint.)



DESCRIPTION DE LA MALADIE



Jeune lésion en début de développement (a) et lésions secondaires (b) sur feuilles



Lésions secondaires (c) et lésion sur fruit (d)



Lésion sur fruit (e) et lésions d'entrepôt (f)

Photos :

Carisse O. et T. Jobin. 2006. La tavelure du pommier : mieux comprendre pour mieux intervenir. Agriculture et Agroalimentaire Canada, Publication 10203F

(https://www.agr.gc.ca/resources/prod/doc/sci/pub/pdf/carisse_scab_f.pdf)

La tavelure du pommier survient de façon endémique. Des taches brun foncé aux bords poudreux apparaissent 7 à 21 jours après l'infection par le champignon pathogène *Venturia inaequalis*. Ces taches, elles-mêmes contagieuses, peuvent contribuer à littéralement cribler l'arbre et les arbres adjacents. Les fruits porteront éventuellement des lésions liégeuses les rendant invendables. Des observations récentes indiquent qu'une forme atypique de la maladie n'est pas si rare : celle-ci cause l'apparition de nervures rougeâtres entourées de tissus décolorés.

Le champignon hiverne sur les vieilles feuilles tavelées sous la forme de structures appelées pseudothèces. Au printemps, ceux-ci éjectent une certaine quantité d'ascospores matures à chaque pluie. Le modèle de Saint-Arnaud décrit cette maturation en fonction des degrés-jours cumulés. La table de Mills indique combien de temps la spore met à pénétrer dans la feuille de pommier et à causer une infection sous certaines conditions de température et d'humidité. La période d'éjection des ascospores, donc la période d'infection primaire, cesse lorsque les pseudothèces cessent de produire des ascospores matures, soit habituellement autour de la Saint-Jean-Baptiste (24 juin) au Québec. Par la suite, les taches issues de l'infection primaire peuvent causer des infections secondaires. Les agents de contamination seront alors des spores asexuées, les conidies.

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Modèle de Mills

Mills, W.D. 1944. Efficient use of sulfur dusts and sprays during rain to control apple scab. Cornell extension bulletin. 630 : 1-4.

Modèle de Mills modifié

MacHardy W.E. et D.M. Gadoury. 1989. A revision of Mills' criteria for predicting apple scab infection periods. Phytopathology. 79: 304-310.

Modèle de St-Arnaud-Neumann

St-Arnaud, M. et P. Neumann. 1990. Un modèle d'estimation de l'état d'avancement de la période d'infection primaire par le *Venturia inaequalis* en verger de pommier. Phytoprotection. 71 : 73-84.

Tableaux des risques d'infection

Mills

Début des calculs : S.O.

Hôte : pommier	Indice d'infection
Faible	1
Moyen	2
Élevé	3

AAC / IRDA

Début des calculs = 1^{er} mars

Hôte : pommier	Indice d'infection
Minimum	1
Faible	2
Moyen	3
Élevé	4

St-Arnaud-Neumann

Début des calculs = 1^{er} avril

INTERPRÉTATION DE LA COURBE^{1,2,3}

Pour prendre une décision éclairée concernant les traitements fongicides contre la tavelure avec le CIPRA, il est nécessaire d'utiliser simultanément la table de Mills ou Mills modifiée et la courbe Saint-Arnaud-Neumann. Aussi, il y a maintenant possibilité d'utiliser la version AAC/IRDA de la table de Mills.

Modèle AAC/IRDA

Le modèle AAC/IRDA a été développé pour remplacer éventuellement le module de la table de Mills. La différence majeure entre les deux modèles est au niveau de la représentation graphique des infections. Contrairement au modèle précédent, le modèle AAC/IRDA indique le moment du début de la pluie, de la fin de la pluie, de la fin de la période à risque, en plus d'indiquer le rythme de progression de l'infection. De plus, les courbes de risque tiennent compte de tous les scénarios, incluant les infections par les conidies. Dans la version actuelle, les règles de calcul sont les mêmes que dans la version précédente; seule la représentation graphique a été modifiée pour afficher ces nouvelles informations.

Début de la pluie

L'indice de risque de la tavelure augmente dès que la pluie commence. Sur le graphique, la courbe commence à augmenter dès le début de la pluie.

Fin de la pluie

L'indice de risque de la tavelure cesse d'augmenter dès que l'humidité relative diminue sous le seuil de 85 %. Sur le graphique, la courbe devient horizontale.

Fin de la période à risque

L'indice de risque de la tavelure chute à zéro dès que l'humidité relative est sous 85 % pour une période de 4 heures ou plus. Sur le graphique, la courbe revient à la position de risque 0.

Rythme de progression de l'infection

Il est possible d'évaluer le rythme de progression de l'infection en considérant la pente de l'indice de risque. Plus la progression est rapide, plus la courbe est accentuée. Cette information peut être utile pour extrapoler à partir des conditions météorologiques en cours et déterminer le début de la période d'infection.

Texte préparé avec la collaboration de :

¹ Odile Carisse, phytopathologiste au Centre de recherche et de développement de Saint-Jean-sur-Richelieu d'Agriculture et Agroalimentaire Canada.

² Léon Tartier, phytopathologiste retraité du Centre de recherche en production végétale de Saint-Hyacinthe, ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec.

³ Vincent Phillion, phytopathologiste à l'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA) de Saint-Bruno, Saint-Bruno-de-Montarville.

Indices de risques

Le risque d'infection est représenté par une échelle graduée de 0 à 4. De 0 à 1, aucune infection n'est possible même lorsque les conditions d'inoculum et le stade phénologique sont optimaux. De 1 à 2, l'infection n'est possible que sous des conditions très particulières d'inoculum et de stade phénologique. La gravité du risque de 2 à 4 dépend de la quantité d'inoculum présente au verger, du stade phénologique et du cultivar.

0 à 1 = aucune infection possible

1 à 2 = seuil minimal : infection possible seulement lorsque l'inoculum est extrêmement élevé ou en présence de conidies (infections secondaires)

2 à 3 = seuil faible : correspond à une infection légère selon la table de Mills

3 à 4 = seuil moyen

4 et plus = seuil grave

Mills

La table de Mills, ou plus exactement l'abaque de Mills, représente les conditions requises par les spores du *Venturia inaequalis* pour causer une infection. Elle compile les périodes où le feuillage est mouillé en fonction de la température. En bref, plus il fait chaud, plus les spores pénètrent rapidement à l'intérieur de la feuille de pommier. La table de Mills classe les infections en légère, moyenne ou grave selon que les conditions aient été minimales ou optimales pour causer une infection. Lorsque la courbe de Saint-Arnaud-Neumann commence son ascension (c.-à-d. quand des spores sont matures), il est sage de tenir compte du seuil **minimal** d'infection (le «1») sur l'abaque de Mills.

La courbe de Mills, telle que présentée par le CIPRA, montre la gravité de l'infection. Elle **ne permet pas** de déterminer le moment précis où commence la période d'infection. Par exemple, à 10 °C une infection légère aura lieu après 14 heures environ. La courbe montrera donc une élévation à la 14^e heure, alors que les premières spores auront commencé l'infection beaucoup plus tôt. Une telle mise en garde peut être utile lorsqu'il s'agit de choisir un fongicide en fonction de son efficacité temporelle (éradicant 24 heures ou 48 heures).

Mills modifiée

La courbe de Mills modifiée l'a été pour mieux tenir compte des périodes d'éjection des ascospores de *Venturia inaequalis*. La courbe de Mills initiale avait surtout été développée pour tenir compte des conditions d'infection pour la tavelure d'été, causée par les conidies du champignon. La nouvelle courbe tient compte du fait que la nuit seulement un faible pourcentage des ascospores est libéré. Pour le reste, elle est plus conservatrice que la courbe de Mills puisqu'elle retranche systématiquement 3 heures aux périodes nécessaires à l'infection. Cette dernière caractéristique en fait un modèle très controversé étant donné le très faible inoculum des vergers commerciaux actuels et la présence de cultivars moins sensibles que ceux utilisés lorsque Mills a établi sa première courbe.

Saint-Arnaud-Neumann

La courbe de Saint-Arnaud-Neumann, développée spécialement pour les conditions du Québec, permet de suivre l'état d'évolution des infections primaires. De fait, le modèle élaboré par Saint-Arnaud-Neumann estime le nombre d'asques vidés en fonction des degrés-jours cumulés et des périodes de précipitation. Le modèle est surtout intéressant lors de deux moments stratégiques, soit au début et à la fin de la période des éjections primaires. En pratique, les producteurs doivent commencer à suivre les courbes de Mills lorsque la courbe de Saint-Arnaud-Neumann s'infléchit vers le haut. Ceci signifie qu'à partir de ce moment, lorsque des conditions d'infections se produisent, les spores matures sont présentes en quantité suffisante pour qu'il y ait infection. À partir de ce moment, deux grandes stratégies sont possibles : soit on traite dès que les premières ascospores sont matures afin de ne prendre aucun risque; soit on tient compte de l'inoculum et de la sensibilité des cultivars du verger (voire de la concentration des ascospores dans le verger, mesurée par échantillonneurs) pour retarder les premières applications fongicides. La saison d'infection primaire se termine avec l'atteinte du plateau de la courbe Saint-Arnaud-Neumann, soit autour

de 95 % d'asques vidés. Le faible pourcentage d'asques pleins restant ne produira pas suffisamment de spores pour causer une infection.

Le suivi du modèle permet de cibler les observations au champ, toujours essentielles. De plus, des observations microscopiques de pseudothèces doivent être effectuées pour valider toute l'information fournie par le modèle. Toutefois, en suivant la courbe, on peut laisser tomber les observations au microscope pendant une grande partie de la saison puisqu'on sait, par exemple, que la fin des éjections n'est pas encore près d'arriver. Il est donc possible de se concentrer sur les points critiques du début et de la fin de la saison d'infection primaire.

[Pommier](#)

Sureau



Phénologie du sureau

Phénologie du sureau



DESCRIPTION DE LA PHÉNOLOGIE



Floraison : 50 % et plus des boutons floraux de l'inflorescence sont ouverts.

Fruit vert : 50 % ou plus des fruits de la grappe ne sont plus ovoïdes, et ont pris une forme plus sphérique. Ils ont pris du volume par turgescence et leur couleur verte est plus prononcée.



Fruit rouge : 50 % ou plus des fruits de la grappe présentent une teinte rougeâtre.

Fruit noir : les fruits de la grappe présentent une couleur noire tirant sur le violet. Ces fruits ont perdu entièrement leur teinte rougeâtre.

Photos : Dominique Plouffe, Agriculture et Agroalimentaire Canada

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Phénologie du sureau : modèle développé par l'équipe de bioclimatologie et modélisation du Centre de recherche et de développement de Saint-Jean-sur-Richelieu d'Agriculture et Agroalimentaire Canada à partir de données recueillies à la ferme expérimentale de l'Acadie par l'équipe de Denis Charlebois de 2006 à 2010.

Les résultats ont été compilés par Julie Ladouceur au printemps 2012.

Degrés-jours cumulés pour chaque seuil de développement

Température de base = 5 °C

Température optimale = 30 °C

Méthode = sinus simple

Début des calculs = 1^{er} mars

Sureau - cultivars indigène	Degrés-jours (°C)
5 % floraison	695
50 % floraison	758
95 % floraison	838
50 % fruits verts	877
5 % fruits rouges	1305
50 % fruits rouges	1416
5 % fruits noirs	1491
95 % fruits rouges	1530
50 % fruits noirs	1603
95 % fruits noirs	1699

Sureau - cultivars à floraison hâtive	Degrés-jours (°C)
5 % floraison	629
50 % floraison	680
95 % floraison	747
50 % fruits verts	802
5 % fruits rouges	1236
50 % fruits rouges	1330
5 % fruits noirs	1402
95 % fruits rouges	1405
50 % fruits noirs	1489
95 % fruits noirs	1585

Sureau - cultivars à floraison semi-hâtive	Degrés-jours (°C)
5 % floraison	662
50 % floraison	713
95 % floraison	777
50 % fruits verts	810
5 % fruits rouges	1257
50 % fruits rouges	1378
95 % fruits rouges	1448
5 % fruits noirs	1466
50 % fruits noirs	1544
95 % fruits noirs	1638

Sureau

Tomate



Maladie
TOM-CAST

Maladie

TOM-CAST : Alternariose (*Alternaria solani* Sorauer), septoriose (*Septoria lycopersici* Speg.) et anthracnose (*Colletotrichum coccodes* Wallr.; syn. *Colletotrichum atramentarium* Berk. & Broome)



DESCRIPTION DE LA MALADIE

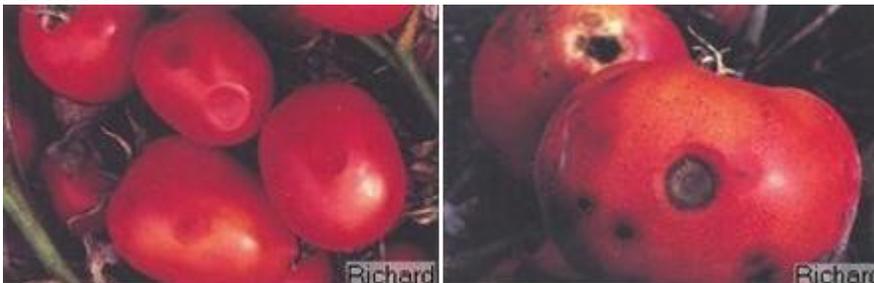
Alternariose



Septoriose



Anthracnose



Photos : Richard et Boivin (1994)

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Pitblado, R. 1992. The Development and Implementation of TOM-CAST. Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. 25 pp.

Tableau des risques d'infection

Début des calculs = 1^{er} mai

Hôte : tomate	Valeurs cumulatives de sévérité
Seuil pour premier traitement	35

Tomate

Vigne



Phénologie de la vigne
Résistance au froid

Insectes

Altise à tête rouge (voir plantes ornementales)

Cicadelles

Phylloxera de la vigne

Punaise terne

Scarabée japonais

Tordeuse de la vigne

Maladie

Blanc de la vigne

Phénologie de la vigne



DESCRIPTION DE LA PHÉNOLOGIE



Bourgeons dans le coton (BBCH = 05) : stade de la bourre, une protection cotonneuse est nettement visible.

Pointe verte (BBCH = 09) : l'extrémité verte de la jeune pousse est nettement visible.



Première feuille étalée (BBCH = 11) : première feuille étalée et écartée de la pousse.

3 feuilles étalées (BBCH = 13)



Boutons floraux agglomérés (BBCH = 55) : les grappes augmentent de taille.

Boutons floraux séparés (BBCH = 57) : les grappes sont bien développées, les fleurs se séparent.



Fin de la floraison (BBCH = 68) : la floraison s'achève, 80 % des capuchons floraux sont tombés.

Fermeture de la grappe (BBCH = 77) : début de la fermeture de la grappe, les baies commencent à se toucher.

Photos : Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario (MAAARO, 2005).

Échelle BBCH et Stades Eichhorn-Lorenz		
BBCH	Description	EL
05	Bourgeons dans le coton : une protection cotonneuse est nettement visible	03
09	Pointe verte : l'extrémité verte de la jeune pousse est nettement visible	05
11	1^{re} feuille étalée et écartée de la pousse	07
13	3 feuilles étalées	09
55	Boutons floraux agglomérés : les grappes augmentent de taille, les boutons floraux sont agglomérés	15
57	Boutons floraux séparés : les grappes sont bien développées, les fleurs se séparent	17
68	Fin de la floraison : la floraison s'achève : 80 % des capuchons floraux sont tombés	25
77	Fermeture de la grappe : début de la fermeture de la grappe, les baies commencent à se toucher	33

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Phénologie de la vigne

Modèles version 2015 : modèles développés par l'équipe de bioclimatologie et modélisation du Centre de recherche et de développement d'Agriculture et agroalimentaire Canada (AAC) de Saint-Jean-sur-Richelieu.

Seyval blanc : données recueillies de 2001 à 2003 et de 2009 à 2015 par plusieurs conseillers techniques dans la vigne, dans différentes régions du Québec. Données compilées par Claudia Beaupré au printemps 2016.

Cépages à débourrement hâtif et semi-tardif : données recueillies de 2009 à 2015 par le Centre de Recherche Agroalimentaire de Mirabel (CRAM) et plusieurs conseillers techniques dans la vigne, dans différentes régions du Québec. Données compilées par Claudia Beaupré au printemps 2016.

Modèles versions mises à jour 2022 : modèles développés par l'équipe de bioclimatologie et modélisation du Centre de recherche et de développement d'Agriculture et agroalimentaire Canada (AAC) de Saint-Jean-sur-Richelieu. Les données recueillies entre 2016 et 2021 par les conseillers techniques dans la vigne pour l'ensemble des régions viticoles du Québec proviennent de la plateforme AuChamp développée par Jean-François Péloquin (réf. : <https://auchamp.ca/fr/credits/>). Données compilées par Dominique Plouffe à l'été 2022.

Dans la dernière version du logiciel CIPRA (version 27), on retrouve les modèles de la version 2015. Une mise à jour s'imposait afin de représenter la réalité climatique des régions viticoles du Québec ainsi que les nouveaux cépages cultivés au cours des dernières années. De plus, une importante base de données d'observations biologiques s'est bâtie à partir de la plateforme AuChamp, développée et mise à jour par Jean-François Péloquin et cette masse imposante de données a servi à la mise à jour des modèles.

IMPORTANT : les stades spécifiés par les nouveaux modèles diffèrent quelque peu de ceux des modèles 2015.

Degrés-jours cumulés pour chaque seuil de développement

Température de base = 10 °C

Température optimale = 30 °C

Méthode = sinus simple

Début des calculs = 1^{er} mars

Modèles version 2015

Seyval blanc (BBCH)	Degrés-jours (°C)
Bourgeon dans le coton (05)	74
Pointe verte (09)	95
1 ^{re} feuille étalée (11)	121
3 feuilles étalées (13)	146
Boutons floraux agglomérés (55)	237
Boutons floraux séparés (57)	288
Fin de la floraison (68)	416
Fermeture de la grappe (77)	656

Cépages à débourrement hâtif ¹ (BBCH)	Degrés-jours (°C)
Bourgeon dans le coton (05)	52
Pointe verte (09)	75
1 ^{re} feuille étalée (11)	102
3 feuilles étalées (13)	130
Boutons floraux agglomérés (55)	218
Boutons floraux séparés (57)	257
Fin de la floraison (68)	359
Fermeture de la grappe (77)	659

¹ Cépages utilisés pour le modèle hâtif 2015 : Marquette, La Crescent, Baltica, E.S. 4-23-60, DM 8521-1, Osceola Muscat

Cépages à débourrement semi-tardif ² (BBCH)	Degrés-jours (°C)
Bourgeon dans le coton (05)	63
Pointe verte (09)	88
1 ^{re} feuille étalée (11)	111
3 feuilles étalées (13)	140
Boutons floraux agglomérés (55)	224
Boutons floraux séparés (57)	262
Fin de la floraison (68)	371
Fermeture de la grappe (77)	690

² Cépages utilisés pour le modèle semi-tardif 2015 : Adalmiina, E.S. 10-18-30, Frontenac blanc, Frontenac gris, Frontenac rouge, Louise Swenson, Radisson, St. Croix

Température de base = 10 °C
 Température optimale = 30 °C
 Méthode = sinus simple
 Début des calculs = 1^{er} mars

Modèles version 2022

Cépages hâtifs ³ (BBCH)	Degrés-jours (°C)
Bourgeon dans le coton (05)	51
Pointe verte (09)	69
1 ^{re} feuille étalée (11)	84
3 feuilles étalées (13)	105
Boutons floraux séparés (57)	248
Début de la floraison (61)	286
Nouaison (71)	395
Baies de la taille d'un pois (75)	492
Fermeture de la grappe (77)	590
Début véraison (81)	829

³ Cépages utilisés pour le modèle hâtif 2022 : Marquette, Lucie Kuhlmann, Maréchal Foch, Osceola Muscat

Cépages semi-hâtifs ⁴ (BBCH)	Degrés-jours (°C)
Bourgeon dans le coton (05)	58
Pointe verte (09)	74
1 ^{re} feuille étalée (11)	90
3 feuilles étalées (13)	108
Boutons floraux séparés (57)	250
Début de la floraison (61)	290
Nouaison (71)	402
Baies de la taille d'un pois (75)	503
Fermeture de la grappe (77)	610
Début véraison (81)	857

⁴ Cépages utilisés pour le modèle semi-hâtif 2022 : Acadie, Frontenac noir, Frontenac blanc, Frontenac gris, Vandal-Cliche, Pinot Noir, Pinot Gris

Cépages semi-tardifs ⁵ (BBCH)	Degrés-jours (°C)
Bourgeon dans le coton (05)	58
Pointe verte (09)	77
1 ^{re} feuille étalée (11)	99
3 feuilles étalées (13)	115
Boutons floraux séparés (57)	262
Début de la floraison (61)	306
Nouaison (71)	422
Baies de la taille d'un pois (75)	523
Fermeture de la grappe (77)	612
Début véraison (81)	879

⁵ Cépages utilisés pour le modèle semi-tardif 2022 : Chardonnay, Seyval, St-Pepin, Sabrevois, St-Croix, Seyval noir, Radisson

Cépages tardifs ⁶ (BBCH)	Degrés-jours (°C)
Bourgeon dans le coton (05)	66
Pointe verte (09)	85
1 ^{re} feuille étalée (11)	104
3 feuilles étalées (13)	122
Boutons floraux séparés (57)	280
Début de la floraison (61)	326
Nouaison (71)	437
Baies de la taille d'un pois (75)	532
Fermeture de la grappe (77)	615
Début véraison (81)	907

⁶ Cépages utilisés pour le modèle tardif 2022 : Vidal, Petite Pearl, Cayuga

INTERPRÉTATION DE LA COURBE

Les stades sélectionnés correspondent aux activités suivantes dans le vignoble :

Bourgeon dans le coton (05) : début des visites au champ et dépistage de l'altise de la vigne. Début des interventions contre le phylloxéra si l'huile est utilisée comme produit de contrôle.

Pointe verte (09) : dépistage et intervention contre la tache des feuilles et de la tige causée par le *Phomopsis* (excoriose) dans les parcelles avec antécédents et les cépages sensibles.

1^{re} feuille étalée (11) : dépistage et intervention contre l'antracnose; début du dépistage du phylloxéra.

3 feuilles étalées (13) : dépistage et intervention contre les maladies suivantes : pourriture noire, rougeot parasite (Brenner), mildiou, excoriose et antracnose.

Boutons floraux agglomérés (55) : dépistage et intervention contre le blanc pour les cépages sensibles et très sensibles. Dépistage du scarabée du rosier et des cicadelles.

Boutons floraux séparés (57) : dépistage et intervention contre le blanc. Dépistage de glomérules causés par la tordeuse de la vigne.

Début de la floraison (61) : dépistage et intervention contre la majorité des maladies (antracnose, mildiou, blanc, pourriture noire et pourriture grise). Traitement contre la pourriture grise (botrytis).

Fin de la floraison (68) : dépistage et intervention contre la pourriture grise. Dépistage du scarabée japonais.

Nouaison (71) et baies de la taille d'un pois (75) : dépistage et intervention contre la majorité des maladies (antracnose, mildiou, blanc, pourriture noire et pourriture grise)

Fermeture de la grappe (77) : dépistage et intervention contre la pourriture grise. Dépistage de certains virus, p. ex. l'enroulement et le *Tomato RingSpot virus* (ToRSV).

Début véraison (81) : dépistage et intervention contre la pourriture grise.

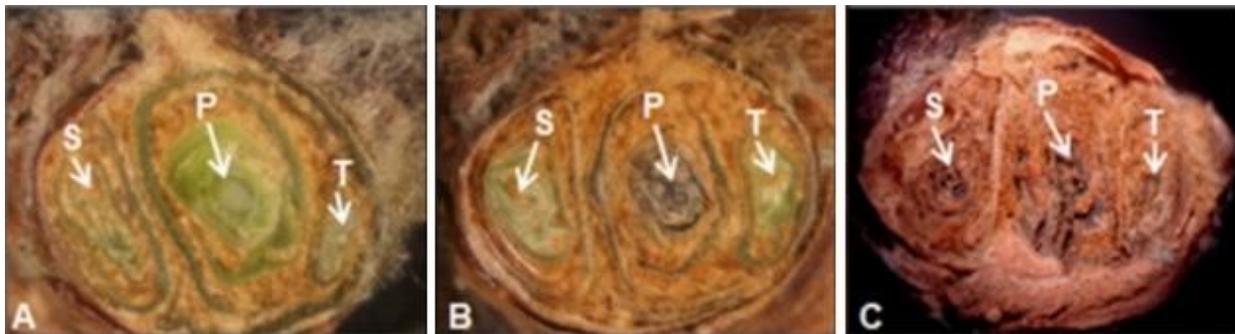
Pour plus d'information sur les stratégies de gestion des maladies dans la vigne, voir Carisse (2006; 2009) dans la bibliographie.

Vigne

Résistance au froid



DESCRIPTION



Coupes transversales de bourgeons de vigne montrant les bourgeons primaire (P), secondaire (S) et tertiaire (T). A) Les trois bourgeons sont vivants; B) Le bourgeon P est mort et les bourgeons S et T sont vivants; C) Les trois bourgeons sont morts.

Photos : Moyer et coll. (2011)

Les hivers canadiens peuvent être difficiles pour les vignes. Un seul coup de froid extrême peut endommager les vignes et réduire le rendement des cultures de 50 %. Avant de commencer la saison, les producteurs doivent évaluer les dommages hivernaux de façon à adapter la taille en conséquence et ajuster leurs pratiques viticoles afin d'assurer la qualité de la prochaine récolte, la pérennité des vignes et la stabilité économique de leur entreprise. Prédire la résistance au froid des vignes permet l'utilisation des méthodes de protection directes lors de grands froids (bougies, chaufferettes, aspersion d'eau, brassage d'air) qui peuvent diminuer les risques de dommage aux bourgeons. La résistance au froid varie durant l'endurcissement, la dormance et le débourrement. Plus les températures seront froides durant l'endurcissement, plus les bourgeons des vignes seront résistants au froid. Le désendurcissement se produit plus rapidement que l'acclimatation et dépend de l'augmentation des températures élevées. Les fluctuations de températures (gel-dégel) peuvent aussi entraîner un désendurcissement. Les facteurs climatiques qui ont une incidence sur les dommages sont la durée d'exposition aux températures froides, les diminutions drastiques de température et les redoux précédant les épisodes de gel.

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Résistance au froid

Ferguson J.C., J.M. Tarara, L.J. Mills, G.G. Grove et M. Keller. 2011. Dynamic thermal time model of cold hardiness for dormant grapevine buds. *Annals of Botany* 107:389-396.

Ferguson J.C., M.M. Moyer, L.J. Mills, G. Hoogenboom et M. Keller. 2014. Modelling dormant bud cold hardiness and budbreak in twenty-three *Vitis* genotypes reveals variation by region of origin. *Am. J. of Vitic.* 65(1):59-71.

Le modèle provient de la publication 2011 de Ferguson, mise à jour en 2014. Les cépages retenus sont Cabernet Sauvignon, Chardonnay, Concord, Pinot gris et Riesling.

INTERPRÉTATION DE LA COURBE

Du 1^{er} octobre au débourrement, le modèle (courbe bleue) prédit la température létale à laquelle 50 % des bourgeons mourront (LT50). La courbe rose représente les températures minimales horaires observées ainsi que les prévisions sur 7 jours.

Vigne

Insecte

Cicadelles (*Empoasca fabae* (Harris), *Erythroneura comes* (Say), *Erythroneura vitis* (Harris), *Erythroneura tricincta* Fitch)



DESCRIPTION DU RAVAGEUR

Les nymphes de quatre espèces de cicadelles composent le modèle implanté dans le CIPRA : *Empoasca fabae*, *Erythroneura comes*, *Erythroneura tricincta* et *Erythroneura vitis*. Au Québec, ces quatre espèces atteignent leur abondance maximale environ en même temps et comme elles sont parfois difficiles à différencier l'une de l'autre et qu'elles font le même type de dommages sur la vigne, elles ont été regroupées dans un seul modèle.



Cicadelle de la pomme de terre adulte (a) et nymphe (b)

Photos : Julien Saguez, Agriculture et Agroalimentaire Canada

Empoasca fabae (cicadelle de la pomme de terre) : insecte vert pâle, parfois jaunâtre, adultes mesurant 3 à 4 mm. Cause la brûlure (ou grillure) de la vigne. L'*E. fabae* est très polyphage et s'attaque à de nombreuses espèces végétales, la vigne étant un hôte secondaire et la pomme de terre, son hôte principal. Cette espèce ne survit pas à l'hiver au Canada. Elle migre du nord des États-Unis au Canada chaque année au printemps, à partir de la mi-juin et est présente tout l'été. L'*E. fabae* est souvent confondu avec l'*Empoasca vitis*, espèce qu'on retrouve en Europe et qui présente les mêmes couleurs.



Cicadelle du raisin

Photo : Yurika Alexander

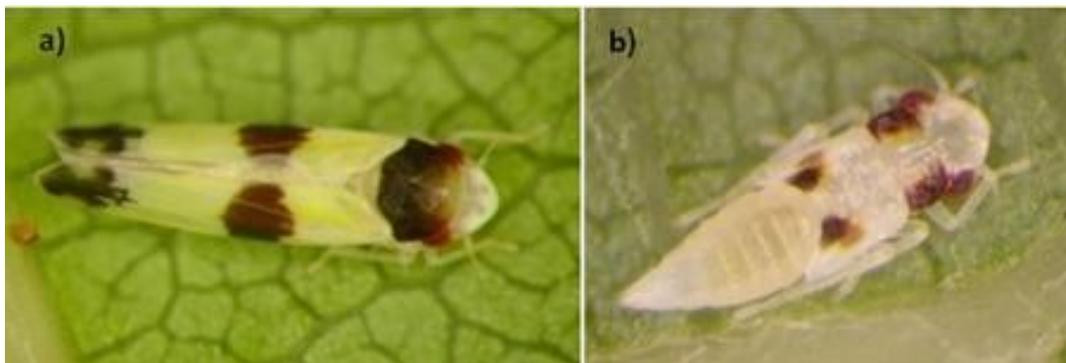
Erythroneura comes (cicadelle du raisin) : l'adulte est jaunâtre avec des marques orange ou rouges. Ces marques sont plus grandes et plus sombres près de la base des ailes antérieures et se composent de petites taches vers les pointes. L'adulte mesure entre 2,5 et 3,5 mm. La vigne représente essentiellement sa plante hôte. L'*E. comes* est présent du début du printemps à la fin de la saison.



Cicadelle de la vigne : a) adulte; b) nymphes de 2^e et 3^e stade; c) nymphe de 5^e stade

Photos : Julien Saguez, Agriculture et Agroalimentaire Canada

Erythroneura vitis (cicadelle de la vigne) : l'adulte est jaunâtre avec trois larges bandes perpendiculaires à l'axe longitudinal du corps : une sur le thorax, une dans le centre de l'abdomen et une plus foncée à l'extrémité des ailes. Sa coloration apparaît progressivement, formant d'abord un U orange sur le thorax des jeunes nymphes, puis un carré brun au dernier stade larvaire. L'adulte mesure entre 2,5 et 3,5 mm et vit sur la vigne et les raisins sauvages. On la retrouve de juin à la fin septembre.



Cicadelle à trois bandes : a) adulte; b) nymphe

Photos : Julien Saguez, Agriculture et Agroalimentaire Canada

Erythroneura trincincta (cicadelle à trois bandes) : insecte jaune avec trois bandes brunes ou noires et des yeux brun-rouge. L'adulte mesure entre 2,5 et 3,5 mm et est parfois confondu avec l'adulte de la cicadelle de la vigne (*Erythroneura vitis*). L'*E. trincincta* est plus jaune, et ses bandes sont plus étroites. Il se nourrit et vit essentiellement dans la vigne et les raisins sauvages. L'*E. trincincta* est présent de la fin du printemps à la fin de l'été.

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Cicadelles dans la vigne

Bostanian, N.J., G. Bourgeois, C. Vincent, D. Plouffe, M. Trudeau et J. Lasnier. 2006. Population Ecology; Modeling Leafhopper Nymphs in Temperate Vineyards for Optimal Sampling. Environ. Entomol. 35(6): 1477-1482.

Les données de l'étude ont été recueillies de 1997 à 2003 dans 3 vignobles commerciaux du sud-ouest du Québec, dans des parcelles de cultivars De Chaunac, Cayuga blanc et Seyval blanc.

Données compilées par Dominique Plouffe à l'hiver 2006.

Degrés-jours cumulés pour chaque seuil de développement

Température de base = 8 °C

Température optimale = 31 °C

Méthode = sinus simple

Début des calculs = 1^{er} mars

Hôte : vigne	Degrés-jours (°C)
5 % nymphes	643
50 % nymphes	850
95 % nymphes	1155

Vigne

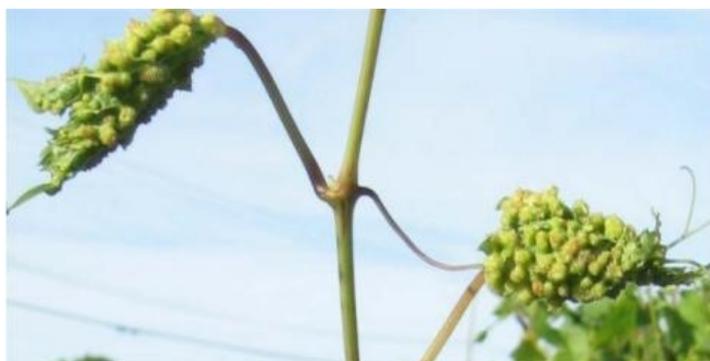
Phylloxera de la vigne (*Daktulosphaira vitifoliae* (Fitch))



DESCRIPTION DU RAVAGEUR



Feuille légèrement atteinte (peu de gales) et feuille modérément atteinte (plusieurs gales)



Feuilles gravement atteintes; elles se referment alors

Photos : Réseau d'avertissements phytosanitaires – Bulletin d'information No 02 – vigne – 6 mai 2010 (<https://www.agrireseau.net/Rap/documents/b02vig10.pdf>)

Phylloxera, le puceron galligène, s'attaque à la vigne et cause l'apparition de gales de la grosseur d'un petit pois sur la surface inférieure des feuilles. Les femelles adultes du phylloxera de la vigne sont aptères et ovales, mesurent 0,7-1,0 mm de long et environ 0,5 mm de large. Sur les feuilles, les jeunes adultes vont de jaune vif à orange et brunissent avec l'âge. Les œufs nouvellement pondus sont ovales, jaune vif et mesurent environ 0,4 mm de long et 0,2 mm de large. Juste avant d'éclore, les œufs deviennent jaune foncé et présentent deux points rouges à une extrémité. Les nymphes qui émergent des œufs sont à peu près de la même grosseur que les œufs. Elles passent par quatre stades de croissance avant de parvenir à maturité. La femelle adulte ailée, qui sort du sol vers la fin de l'été et le début de l'automne, est orange, a la tête et le thorax noir-gris et possède deux paires d'ailes légèrement nervurées (MAAARO, 1997).

L'insecte existe sous deux formes, soit une forme dite radicicole qui vit sur les racines et une forme foliaire qui vit sur les feuilles. La forme radicicole a décimé de nombreux vignobles en Europe au XIX^e siècle avant l'introduction de porte-greffes résistants. Les vignes américaines sont beaucoup plus résistantes à la forme radicicole. La forme foliaire, à l'origine des gales, produit environ cinq générations par année et cause peu de préjudices à la vigne. Elle n'affecte normalement ni le rendement ni la qualité du raisin. Dans certains cas cependant, l'attaque est si importante que toutes les feuilles sont recroquevillées par la présence abondante de gales. Une diminution de la photosynthèse dans cette situation pourrait avoir un effet négatif

sur le mûrissement des fruits et l'aoûtement des plants. La ponte par les insectes de premières générations est très importante et va jusqu'à 500 œufs par femelle; on peut diminuer la pression de l'insecte pour toute une saison en retirant lorsque possible les premières feuilles présentant des galles de première et de deuxième génération (Bergeron, 2010).

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Johnson D., S. Sleezer, B. Lewis. Biology and Management of Grape Phylloxera. University of Arkansas, Agriculture and Natural Resources, publication FSA7074.

http://www.uaex.edu/Other_Areas/publications/PDF/FSA-7074.pdf

Sleezer S., D.T. Johnson, B. Lewis, F. Goggin, C. Rothrock, M. Savin. 2011. Foliar Grape Phylloxera, *Daktulosphaira vitifoliae* (Fitch), Seasonal Biology, Predictive Model and Management in the Ozarks Region of the United States. Proc. 5th International Phylloxera Symposium. Acta Hort., 904, pp. 151-155.

Degrés-jours cumulés pour chaque seuil de développement

Température de base = 6,4 °C

Température maximale = 36 °C

Méthode = standard simple

Début des calculs = observation de la 1^{re} feuille déployée

Hôte : vigne	Degrés-jours (°C)
2 ^e gén., début larves	303
2 ^e gén. fin larves	444
3 ^e gén., début larves	667

INTERPRÉTATION DE LA COURBE (Bergeron, 2010)

Le premier seuil du modèle représente l'éclosion des œufs, lorsque les jeunes larves émergent des galles et migrent vers de nouvelles feuilles en déploiement pour y former de nouvelles galles. Les insectes protégés par les galles sous les feuilles étant difficiles à atteindre par un insecticide, ce dernier doit idéalement être appliqué à ce moment dans le cas d'infections importantes. Le dépistage doit être fait à l'aide d'une loupe 16X à cause de la faible taille des insectes. Il débutera dès l'apparition de galles sur les premières feuilles en déploiement, et consiste à observer les œufs dans les galles. On devrait normalement faire un premier traitement 2 à 3 jours après le début de l'éclosion des œufs lorsqu'un maximum de larves est en migration sur la surface des feuilles. On considère que ce stade est atteint lorsqu'il n'y a plus d'œufs ni de larves dans les premières galles.

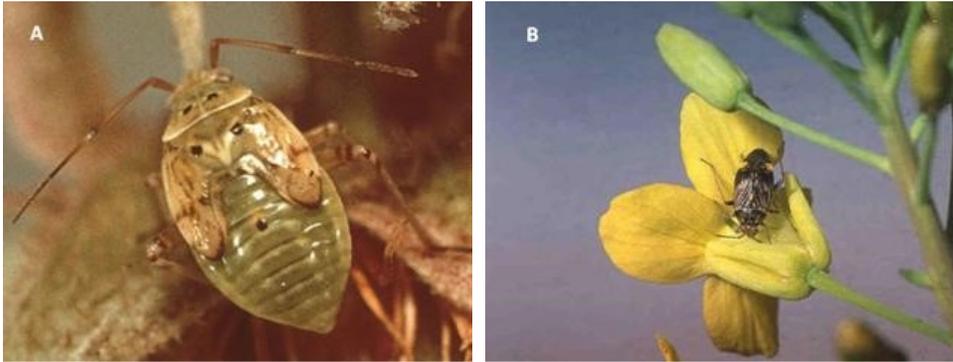
Ce texte a été révisé pour la dernière fois en mars 2014.

Vigne

Punaise terne (*Lygus lineolaris* (P. de B.))



DESCRIPTION DU RAVAGEUR



Nymphe (A) et adulte (B) de la punaise terne

Photos : A) Art Agnello, Ph. D., Cornell University; B) Agriculture et Agroalimentaire Canada, Saskatoon

Les nymphes de la punaise terne sont verdâtres avec des taches noires. Des ébauches alaires sont présentes chez les nymphes plus vieilles. Elles se distinguent des pucerons par l'absence de cornicules et par leurs déplacements plus prestes quand elles sont dérangées. Les punaises ternes adultes sont ovales, marbrées de brun et de jaune et mesurent 5-6 mm de long. On les reconnaît à la marque en Y de couleur chamois ou jaune sur l'écusson (aussi appelé scutellum, soit la partie triangulaire se trouvant entre les ailes). Les adultes de la génération hivernante ont tendance à être beaucoup plus foncés que ceux de la génération estivale.

La punaise terne adulte hiverne sous des débris végétaux, de l'écorce, des billots et des feuilles mortes. Elle s'active les jours doux du printemps et s'attaque aux bourgeons avant que les tissus verts n'apparaissent. Vers la fin du printemps (fin mai, début juin), elle migre vers des plantes adventices herbacées, des fleurs et des légumes, où elle pond ses œufs dans les tiges et les pédoncules. Les nymphes passent par cinq stades avant de muer et de devenir adultes. Les individus des trois derniers stades nymphaux ont des ébauches alaires. On compte deux générations par année.

La punaise terne possède un vaste éventail d'hôtes. Elle se nourrit de plus de trois cents espèces végétales, dont des espèces de mauvaises herbes, de légumes, de fruits, de fleurs, d'arbustes et d'arbres. Elle préfère se nourrir de tissus méristématiques, de boutons floraux et de fruits immatures. Les adultes, mobiles, vont d'une culture à l'autre au fil de la saison, à la recherche d'hôtes intermédiaires. Les dommages prennent des formes tout aussi variées que la liste des hôtes. Ceux-ci résultent à la fois des activités alimentaires et des activités de ponte.

Référence : <http://www.omafra.gov.on.ca/french/crops/facts/tarbug.htm>

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Punaise terne, nymphes

Bostanian N.J., G. Bourgeois, D.Plouffe et C.Vincent. 2014. Modeling phytophagous mirid nymphs in cool-climate vineyards. *Phytoparasita* 42:13-22.

Modèle développé par l'équipe de bioclimatologie et modélisation du Centre de recherche et de développement de Saint-Jean-sur-Richelieu d'Agriculture et Agroalimentaire Canada. Les données ont été récoltées de 2000 à 2003 dans 3 sites au Québec.

Degrés-jours cumulés pour chaque seuil de développement

Température de base = 10 °C

Température optimale = 32 °C

Méthode = sinus simple

Début des calculs = 1^{er} mars

Hôte : vigne	Degrés-jours (°C)
1 ^{re} génération, 5 % nymphes	228
1 ^{re} génération, 50 % nymphes	327
1 ^{re} génération, 95 % nymphes	468
2 ^e génération, 5 % nymphes	630
2 ^e génération, 50 % nymphes	806
2 ^e génération, 95 % nymphes	1000

INTERPRÉTATION DE LA COURBE

Le modèle prédit le développement des nymphes de première et de deuxième génération de la punaise terne dans la vigne.

Vigne

Scarabée japonais (*Popillia japonica*) Newman



DESCRIPTION DU RAVAGEUR



Adulte et jeune larve au sol



Adultes et dommages sur feuille de vigne

Photos : Laboratoire d'expertise et de diagnostic en phytoprotection - MAPAQ

Tiré de : IRIIS phytoprotection (<http://www.iriisphytoprotection.qc.ca/>)

L'adulte du scarabée japonais mesure près de 10 mm de long et 6 mm de large. Son abdomen, son thorax et sa tête sont vert métallique et ses ailes sont d'un brun cuivre. Il a des touffes de poils blancs le long des côtés et à l'arrière de l'abdomen. Ses œufs, blancs, elliptiques et d'environ 1,5 mm de long, sont pondus sous la surface du sol. La larve est un ver typique de 15 à 25 mm, translucide ou blanc crème, en forme de C, avec une tête brun jaunâtre. La pupa a une taille à peu près égale à celle de l'adulte et lui ressemble un peu, sauf en ce qui concerne les pattes, les antennes et les ailes qui sont repliées près du corps. La pupa se cache à 5 à 8 cm sous la surface du sol.

Le scarabée japonais produit une seule génération par année et la durée de vie normale des adultes est de 30 à 45 jours. Il émerge généralement au mois de juillet et commence à voler lorsque la température atteint environ 21 °C. C'est durant les jours ensoleillés, lorsque la température se situe entre 21 et 35 °C et que l'humidité relative est au-dessus de 60 %, que l'alimentation des adultes est la plus intense, alors qu'elle est réduite les jours nuageux et venteux, et pratiquement nulle les jours pluvieux.

Les scarabées consomment préférentiellement les plantes exposées au soleil et ils se nourrissent des tissus situés entre les nervures, laissant des feuilles squelettiques qui ont l'aspect de la dentelle. Les larves s'attaquent au gazon, mais également aux racines des autres plantes. Les adultes se nourrissent du

feuillage et des fruits de plus de 250 plantes dont la vigne, le pommier, le maïs, le bleuétier et le framboisier (ACIA 2017; IRIIS Phytoprotection).

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Scarabée japonais : modèle développé par l'équipe de bioclimatologie et modélisation du Centre de recherche et de développement de Saint-Jean-sur-Richelieu d'Agriculture et Agroalimentaire Canada en collaboration avec l'équipe d'Annabelle Firlej de l'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA) de Saint-Bruno-de-Montarville. Le modèle a été conçu à partir de la littérature et de données de capture recueillies de 2010 à 2016 dans 27 sites au Québec. Données compilées par Marie-Pier Ricard à l'automne 2017.

Degrés-jours cumulés pour chaque seuil de développement

Température de base = 10 °C

Température optimale = 30 °C

Méthode = sinus simple

Début des calculs = 1^{er} mars

Hôte : fraisier, framboisier, pommier, vigne	Degrés-jours (°C)
5 % adultes	517
50 % adultes	788
95 % adultes	1099

INTERPRÉTATION DE LA COURBE

Le modèle est utile pour viser la date de première capture des adultes. Il est en évaluation et devrait être amélioré avec les résultats des années à venir.

Ce texte a été révisé pour la dernière fois en mars 2020.

[Fraisier](#)

[Framboisier](#)

[Pommier](#)

[Vigne](#)

Tordeuse de la vigne (*Endopiza viteana*)



DESCRIPTION DU RAVAGEUR



Larve et adulte de la tordeuse de la vigne



Dommages causés par la tordeuse de la vigne sur des baies

Photos : Laboratoire d'expertise et de diagnostic en phytoprotection - MAPAQ

Tiré de : IRIIS phytoprotection (<http://www.iriisphytoprotection.qc.ca/>)

Le papillon de nuit adulte fait environ 6 mm à maturité; son corps est brun et ses ailes, bleu-gris près du corps et crème, tachetées de brun près des extrémités.

Les larves ont le corps de couleur crème et la tête brun foncé au moment où elles éclosent, mais deviennent vertes, puis violettes avec la tête brun clair à maturité. Les larves atteignent 10 mm de long à maturité. Les larves de première génération tissent des toiles autour des bourgeons, des fleurs et des fruits nouvellement formés, puis les mâchouillent jusqu'à ce qu'ils tombent ou qu'ils soient dépouillés de leur enveloppe; les parties affectées tombent souvent de la vigne. Les larves de deuxième génération pénètrent dans les grains verts près du pédicelle ou sur les côtés, là où les fruits entrent en contact les uns avec les autres. Il peut se former un point violet autour du trou, de la grosseur d'une tête d'épingle. Les fruits peuvent se fendre, se ratatiner, être infectés par des maladies ou tomber au sol lorsqu'ils sont endommagés. Les larves de troisième génération peuvent endommager directement les fruits en formant des galeries à l'intérieur de ceux-ci et en se déplaçant d'un à l'autre dans la grappe; elles peuvent causer d'importantes infections avant les vendanges (MAAARO, 2003).

Les adultes émergent à l'été et les femelles pondent les premiers œufs sur les bourgeons, les petites tiges ou les baies en formation et plus tard, les œufs sont déposés directement sur les fruits. Les larves se

développent sur ces structures et atteignent le premier pic d'abondance au début de juillet. La larve de cinquième stade se tisse un abri en repliant un rebord de feuille et en la liant à l'aide d'un fil de soie afin de compléter la pupaison (métamorphose en adulte). Des études préliminaires suggèrent qu'il y aurait une ou deux générations par année au Québec. Les tordeuses de la dernière génération passent l'hiver dans le sol au stade de chrysalide.

Les larves se nourrissent de bourgeons, de petites tiges ou de baies en formation. Lorsqu'elles sont assez développées, elles creusent des cavités à l'intérieur du fruit et peuvent endommager plusieurs baies dans une même grappe, laissant des traces d'excréments et des soies derrière elles.

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Tobin, P.C., S. Nagarkatti et M.C. Saunders. 2003. Phenology of Grape Berry Moth (Lepidoptera: Tortricidae) in Cultivated Grape at Selected Geographic Locations. *Environmental Entomology*, 32-2, pp. 340-346.

Degrés-jours cumulés pour chaque seuil de développement

Température de base = 8,4 °C

Température optimale = 30 °C

Méthode = sinus simple

Début des calculs = 1^{er} mars

Hôte : vigne	Degrés-jours (°C)
1 ^{re} génération, 50 % adultes	190
1 ^{re} génération, 50 % ponte	263
2 ^e génération, 50 % adultes	687
2 ^e génération, 50 % ponte	760
3 ^e génération, 50 % adultes	1184
3 ^e génération, 50 % ponte	1257
4 ^e génération, 50 % adultes	1681

Vigne

Maladie

Blanc de la vigne (*Uncinula necator* (syn. *Erysiphe necator*))



DESCRIPTION DE LA MALADIE (Carisse et coll., 2006)



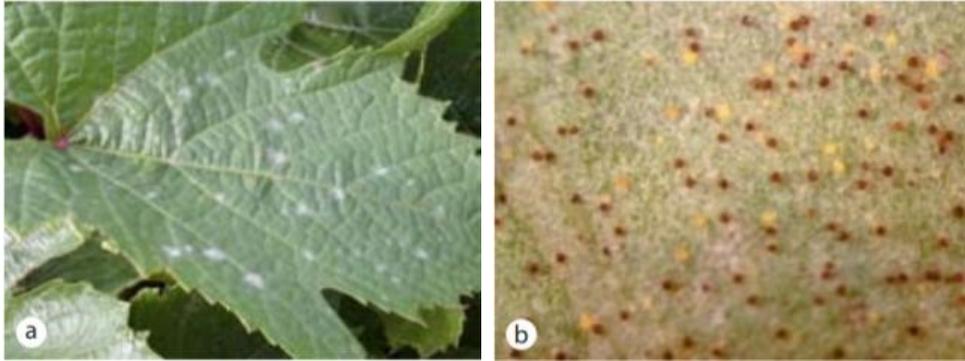
Blanc de la vigne sur fruits de la variété Chancellor et symptômes sur feuilles de Chardonnay

Photos : Peter Sholberg, Agriculture et Agroalimentaire Canada

Épidémiologie

L'*Erysiphe necator* est un parasite qui ne peut se développer que sur les tissus vivants de la vigne. Sous les conditions climatiques du Québec, l'*E. necator* hiverne sous forme de cléistothèces, organes contenant les ascospores (spores sexuées). Au printemps, les ascospores mûrissent puis infectent les feuilles situées à proximité de l'écorce. À la suite de ces infections, des taches recouvertes de spores asexuées, les conidies, se développent sur les feuilles. Les conidies de l'*E. necator* n'ont pas besoin d'eau libre sur la feuille pour l'infecter. Par contre, une humidité relative élevée favorise la germination des conidies et donc, les infections. Le blanc de la vigne est favorisé par un temps chaud (température optimale 25 °C) et sans pluie l'eau inhibant la germination des conidies.

Symptômes (Carisse et coll. (2006))



Feuilles : apparition d'un feutre blanc poudreux et peu épais généralement sur la face inférieure de la feuille (a). Lorsque la maladie progresse, le nombre de taches augmente; elles sont visibles sur les deux faces. Sur les feuilles sévèrement atteintes, il y a crispation du bord du limbe. En fin de saison, on peut observer la présence de petites pustules oranges à noires (cléistothèques) sur la partie supérieure du limbe (b).



Tiges : taches étoilées qui peuvent mesurer jusqu'à quelques centimètres et qui prennent une coloration brune à noire, suite à la dégénérescence progressive du champignon au cours de la saison (c). Les taches, au pourtour fibreux, demeurent visibles même à la suite de l'aoûtement des rameaux.

Inflorescences et rachis : le blanc prend habituellement l'aspect d'une poussière grise à blanchâtre. Lors d'infections sévères, les grappes peuvent tomber, particulièrement lors de la récolte mécanique. Les symptômes sur les rachis sont semblables à ceux sur les tiges.





Baies : Les baies peuvent être atteintes, de la nouaison à la véraison (environ 4 semaines après la floraison). Elles prendront une coloration gris cendré pour rapidement se recouvrir de spores (d), leur donnant une apparence farineuse. En fin de saison, des cléistothèces apparaissent aussi sur les baies (e). Les baies atteintes se dessèchent, peuvent craquer et tombent au sol (f). Les baies infectées vers la fin de la période de sensibilité sont généralement plus sujettes au craquement, ce qui les rend plus sensibles à la pourriture grise.

Dépistage cépages : surveiller les cépages sensibles.

Quand : du stade 3-5 feuilles jusqu'à la fin de la saison. Dans l'est du Canada, les premiers symptômes sont généralement observés à partir du début de la floraison. Les conditions propices sont normalement de début mai à mi-septembre avec une amplification de mi-juin à fin août.

Où : dans tout le vignoble.

Comment : surveiller l'apparition des taches décolorées qui deviennent blanchâtres sur le dessus et le dessous des feuilles. Attention de ne pas confondre avec des résidus de pesticides. Observer en variant l'angle du feuillage. Les taches blanchâtres sont particulièrement visibles lorsqu'on regarde la feuille de côté sous un angle d'environ 30°. Porter une attention particulière aux feuilles à l'intérieur du rang puisque la maladie est favorisée par l'ombre (Carisse et Bacon, 2006).

RÉFÉRENCE POUR LE MODÈLE

Carisse, O., R. Bacon et A. Lefebvre. 2009. A degree-day model to initiate fungicide spray programs for management of grape powdery mildew [*Erysiphe necator*]. *Can. J. Plant Pathol.* 31: 186-194.

Degrés-jours cumulés pour chaque seuil de risque

Température de base = 6 °C

Température maximale = 30,5 °C

Méthode = standard modifiée

Début des calculs = stade pointe verte (EL 06)

Indice de risque	Degrés-jours (°C)
Faible	400 à 500
Moyen	500 à 600
Élevé	600 à 700

INTERPRÉTATION DE LA COURBE

Le cumul des degrés-jours du modèle commence à la date du stade pointe verte (EL 06). Le modèle peut être utilisé afin de déterminer le meilleur moment pour débiter les traitements en fonction de la sensibilité des différents cépages à la maladie.

- Moins de 500 degrés-jours cumulés = risque faible : le dépistage est de mise. S'il y a apparition de taches blanches, les traitements fongiques débutent.
- 500 à 600 degrés-jours cumulés = risque moyen : la fréquence du dépistage est augmentée, et les traitements sur cépages sensibles (Chancellor, Seyval, Vidal et les pinots, etc.) peuvent commencer.
- 600 à 700 degrés-jours cumulés = risque élevé : le seuil de tolérance est atteint, la fréquence de dépistage est encore augmentée et les traitements fongiques sur les cépages modérément sensibles (DeChaunac, Frontenac, Foch, Ste-Croix, etc.) peuvent débiter.

Référence : Réseau d'avertissements phytosanitaires – Avertissement No 09 – Vigne – 30 juin 2016
https://www.agrireseau.net/documents/Document_92808.pdf

Vigne

Bibliographie

- Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA). 2017. *Popillia Japonica* (Scarabée japonais) - Fiche de renseignements.
<http://www.inspection.gc.ca/vegetaux/phytoravageurs-especes-envahissantes/insectes/scarabee-japonais/fiche-de-renseignements/fra/1328165101975/1328165185309>
- Alm S.R., T. Yeh, J.L. Hanula et R. Georgis. 1992. Biological Control of Japanese, Oriental, and Black Turfgrass Ataenius Beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) Larvae with Entomopathogenic Nematodes (Nematoda: Steinernematidae, Heterorhabditidae). *Biological and microbial control, Entomological Society of America*. 85(5): 1660-1665
- Annis, S., K. McGovern, D. Yarborough. Mummy berry disease forecasting method. The University of Maine.
<https://extension.umaine.edu/blueberries/wp-content/uploads/sites/41/2010/06/mummyberryforecastingmethod.pdf>
- Beaulieu A.A. 1957. Manuel de pulvérisation du verger. Ministère de l'Agriculture du Québec, Québec.
- Bergeron L. 2010. Phylloxera de la vigne. Réseau d'avertissements phytosanitaires - Bulletin d'information No 02 - vigne - 6 mai 2010. Agriculture, Pêcheries et alimentation Québec.
<http://www.agrireseau.qc.ca/Rap/documents/b02vig10.pdf>
- Bostanian N.J. 1994. La punaise terne et la production de fraises. Agriculture et Agroalimentaire Canada. Bulletin technique 1994-1F.
https://publications.gc.ca/collections/collection_2021/aac-aafc/A54-8-1994-1-fra.pdf
- Boulé J., G. Chouinard, C. Vincent et Y. Morin. 1997. Biologie et dépistage des principaux insectes et acariens du pommier. Pages 19-99 dans Chouinard, G. (éd) : Manuel de l'observateur : pommier. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, Québec.
https://www.agrireseau.net/documents/Document_91053.pdf
- Brodeur C., O. Carisse et G. Bourgeois. La cercosporose de la carotte - Stratégies de lutte. Agriculture et Agroalimentaire Canada. Publication A42-86-1997F. No. cat. A42-86/1997F-IN.
<http://publications.gc.ca/collections/Collection/A42-86-1997F.pdf>
- Brodeur C., O. Carisse et G. Bourgeois. La tache commune de la fraise - Stratégies de lutte. Agriculture et Agroalimentaire Canada. Publication A42-87-1997F. No. cat. A42-87/1997F-IN.
<http://publications.gc.ca/collections/Collection/A42-87-1997F.pdf>
- Carisse O., R. Bacon, J. Lasnier et W. McFadden-Smith. 2006. Guide d'identification des principales maladies de la vigne. Agriculture et Agroalimentaire Canada. Publication 10092F. No. cat. A52-74/2006F-PDF.
<https://publications.gc.ca/collections/Collection/A52-74-2006F.pdf>
- Carisse O., R. Bacon et J. Lasnier. 2009. Gestion raisonnée des principales maladies de la vigne au Québec. Agriculture et Agroalimentaire Canada. Publication 10372F. No. cat. A52-146/2009F.
- Champeil A. 2004. Contribution à la compréhension des effets des systèmes de culture sur l'infection des cultures de blé tendre d'hiver par la fusariose et la contamination des grains par les mycotoxines associées. UMR d'Agronomie INRA/INA P-G. Institut National Agronomique Paris-Grignon.
- Chouinard G., D. Cormier et G. Bourgeois. 2002. A Temperature Dependent Model Describing Nocturnal Activity of Plum Curculio in Apple Trees Following Bloom. *Acta Horticulturae* 584: 201-205.
- Chouinard G. et coll. 2014. Guide de référence en production fruitière intégrée à l'intention des producteurs de pommes du Québec. Institut de recherche et de développement en agroenvironnement, Québec, QC.

- Cormier, D., G. Chouinard, F. Vanoosthuyse, F. Pelletier, S. Bellerose, G. Bourgeois, D. Plouffe et R. Joannin. 2015. A Phenology Model for Codling Moth Management in Quebec Apple Orchards. *Acta Hort.* 1068 : 51-56.
- Cormier, D., G. Chouinard, F. Pelletier, F. Vanoosthuyse, et R. Joannin. 2016. An interactive model to predict codling moth development and insecticide application effectiveness. *IOBC-WPRS Bull.* 112: 65–70.
- Couture, I. 2020. Le perceur de la courge, nouvel ennemi des cucurbitacées. MAPAQ, Gouvernement du Québec.
<https://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Regions/monteregie/articles/production/Pages/perceur-courge-cucurbitacees.aspx>
- CPVQ. 1988. Céréales de printemps – Culture. Conseil des productions végétales du Québec, AGDEX 110/20.
- Daniel C.P., M.D. Diaz et M. Seto. 2007. TURFGRASS Annual bluegrass weevil. Cornell University, Integrated Pest Management. NY United States.
www.nysipm.cornell.edu/factsheets/turfgrass/abw.pdf
- Davidson R.H. et W.F. Lyon. 1979. *Insect pests of farm, garden and orchard.* Wiley, New York. 7th ed.
- DeEil, J.E. 2007. Storage Disorders of Apples.
<http://www.storagecontrol.com/wp-content/uploads/2016/03/Storage-Disorderso-Apples.pdf>
- DeEil, J.E. 2017. Prévenir les troubles physiologiques des pommes Honeycrisp. Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario.
<http://www.omafra.gov.on.ca/french/crops/hort/news/orchnews/2017/on-0217a11.htm>
- Dewdney M. et G. Bourgeois. 2001. Évaluation et implantation de modèles prévisionnels de la fusariose de l'épi du blé et de l'orge dans le but de planifier les interventions phytosanitaires. Rapport de projet.
- Diaz M.D.C. et D.C. Peck. 2007. Overwintering of annual bluegrass weevils, *Listronotus maculicollis*, in the golf course landscape. *The Netherlands Entomological Society* 125: 259-268
- Duval B., P. Ferland, J. Boisclair et C. Jean. 2016. Pyrale du maïs dans le maïs sucré : biologie, surveillance, dépistage et stratégies d'intervention. Réseau d'avertissements phytosanitaires – Bulletin d'information No 05 - Maïs sucré - 16 juin 2016. Agriculture, Pêcheries et alimentation Québec.
https://www.agrireseau.net/rap/documents/92705/bulletin-d_information-no-5-16-juin-2016
- Ellis, M. A. 2008. Botrytis fruit rot “Gray Mold” of strawberry, raspberry, and blackberry. Fact sheet, Agriculture and Natural Resources, HYG-3017-08, The Ohio State University, Columbus (OH), 3 p.
- Fick, G.W., S.C. Mueller. 1989. Alfalfa: quality, maturity, and mean stage of development. Department of Agronomy, College of Agriculture and Life Sciences, Cornell University, Information Bulletin 217, 13 p.
- Grégoire, V. 2017. Xylem functionality, phytohormones and weather: how they affect bitter pit incidence in apples. Master's thesis, McGill University, Montreal, Canada.
- Guay J.F., A. Bernier-Desmarais, J.F. Doherty et C. Cloutier. 2018. La cochenille des aiguilles du pin : un ravageur émergent des arbres de Noël au Québec. AgriRéseau. Fiche technique.
<https://www.agrireseau.net/horticulture-arbresdenoel/documents/99090/la-cochenille-des-aiguilles-du-pin-un-ravageur-emergent-des-arbres-de-noel-au-quebec?a=1&r=cochenille>
- Guérin S.F. 2009a. Élaboration d'un modèle bioclimatique de la phénologie de la canneberge (*Vaccinium macrocarpon*). Rapport présenté à Gaétan Bourgeois, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Saint-Jean-sur-Richelieu.
- Guérin S.F. 2009b. Élaboration d'un modèle bioclimatique de la cécidomyie de la canneberge (*Dasineura oxycoccana*). Rapport présenté à Gaétan Bourgeois, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Saint-Jean-sur-Richelieu.

- Guérin S.F. 2009c. Élaboration d'un modèle bioclimatique de la pyrale de l'atoca (*Acrobasis Vaccinii*). Rapport présenté à Gaétan Bourgeois, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Saint-Jean-sur-Richelieu.
- IRIIS phytoprotection. Légionnaire d'automne. Fiche technique. CRAAQ.
<https://www.iriisphytoprotection.qc.ca/Fiche/Insecte?imageld=4112>
- IRIIS phytoprotection. Légionnaire uniponctué. Fiche technique. CRAAQ.
<https://www.iriisphytoprotection.qc.ca/Fiche/Insecte?imageld=7680>
- IRIIS phytoprotection. Maladie Anthracnose - Courges. Fiche technique. CRAAQ.
<https://www.iriisphytoprotection.qc.ca/Fiche/Champignon?imageld=2732>
- IRIIS phytoprotection. Perceur de la courge. Fiche technique. CRAAQ.
<https://www.iriisphytoprotection.qc.ca/Fiche/Insecte?imageld=9490>
- IRIIS phytoprotection. Pourriture sclérotique - Bleuets en corymbe. Fiche technique. CRAAQ.
<https://www.iriisphytoprotection.qc.ca/Fiche/Champignon?imageld=2246>
- IRIIS Phytoprotection. Scarabée japonais – Japanese beetle. Fiche technique. CRAAQ.
<https://www.iriisphytoprotection.qc.ca/Fiche/Insecte?imageld=3305>
- IRIIS Phytoprotection. Tordeuse des canneberges – Fiche technique. CRAAQ.
<https://www.iriisphytoprotection.qc.ca/Fiche/Insecte?imageld=7846>
- IRIIS phytoprotection. Ver-gris noir. Fiche technique. CRAAQ.
<https://www.iriisphytoprotection.qc.ca/Fiche/Insecte?imageld=4689>
- IRIIS phytoprotection. Ver-gris occidental des haricots. Fiche technique. CRAAQ.
<https://www.iriisphytoprotection.qc.ca/Fiche/Insecte?imageld=4115>
- Khanizadeh S. et J. DeEll. 2005. Our Strawberries = Les Fraisiers de chez nous. Agriculture and Agri-Food Canada = Agriculture et agroalimentaire Canada.
http://cyberfruit.info/book-poster/strawberry-book/pdf-file/strawberries_web.pdf
- Laboratoire de diagnostic en phytoprotection. 2013. La légionnaire uniponctué. Direction de la phytoprotection, MAPAQ.
https://www.agrireseau.net/grandescultures/documents/La%20l%C3%A9gionnaire%20uniponctu%C3%A9_Final.pdf
- Lachapelle M., G. Bourgeois, J. DeEll, K.A. Stewart, P. Séguin. 2017. Modeling the Effect of Preharvest Weather Conditions on the Incidence of Soggy Breakdown in 'Honeycrisp' Apples. HortScience 52(5): 756-763
- Leblanc M. 2006. Stratégie de lutte contre la teigne du poireau. Réseau d'avertissements phytosanitaires. Bulletin d'information No 03 - carotte, céleri, laitue...- 7 juillet 2006. Agriculture, Pêcheries et alimentation Québec.
<http://www.agrireseau.qc.ca/Rap/documents/b03tn06.pdf>
- Le Duc I., C. Turcotte et F. Allard. 2004. Manuel de lutte intégrée de la canneberge de l'Est canadien. Ministère de la Santé, Gouvernement du Canada.
<https://publications.gc.ca/collections/Collection/H114-10-2004F.pdf>
- Maas J.L. 1984. Compendium of strawberry diseases. American Phytopathological Society., St. Paul, Minn.
- MAAARO. 1997. Phylloxera de la Vigne. Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario. Commande 97-156. <http://www.omafra.gov.on.ca/french/crops/facts/97-156.htm>
- MAAARO. 2003. Guide d'identification des ravageurs et des maladies de la vigne. Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario. Commande 03-040.
- MAAARO. 2005. Stades de croissance de la vigne. Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario.

- MAAARO. 2009. Lutte intégrée contre les ennemis du pommier. Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario. Publication 310F.
- MAAARO. 2009a. Alternariose. Cucurbitacées – Llcultures Ontario. Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario.
<http://www.omafra.gov.on.ca/IPM/french/cucurbits/diseases-and-disorders/alternaria.html#advanced>
- MAAARO. 2009b. Anthracnose. Cucurbitacées – Llcultures Ontario. Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario.
<http://www.omafra.gov.on.ca/IPM/french/cucurbits/diseases-and-disorders/anthracnose.html>
- MacKenzie, S. J. et N.A. Peres, 2012. Use of leaf wetness and temperature to time fungicide applications to control Botrytis fruit rot of strawberry in Florida. *Plant Disease* 96 (4): 529-536.
- Mailloux M. 1982. Atlas des stades phénologiques. Feuillet no.S-1. Service de recherche en défense des cultures, Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec. Publication no B-505.
- McGraw B.A. et A.M. Koppenhöfer. 2008. Evaluation of two endemic and five commercial entomopathogenic nematode species (Rhabditida: Heterorhabditidae and Steinernematidae) against annual bluegrass weevil (Coleoptera: Curculionidae) larvae and adults. *Biological control* 46(3): 467–475
- McGraw B.A. et A.M. Koppenhöfer. 2010. Spatial distribution of colonizing *Listronotus maculicollis* populations: implications for targeted management and host preference. *Journal of applied entomology Zeitschrift foor angewandte Entomologie* 134(4): 275-284
- Meheriuk M., R.K. Prange, P.D. Lidster et S.W. Porritt. 1994. Affections après récolte de la pomme et de la poire. Publication d'Agriculture Canada 1737/F.
https://publications.gc.ca/collections/collection_2015/aac-aafc/A53-1737-1994-fra.pdf
- Meier U. 2001. Stades phénologiques des mono-et dicotylédones cultivées : BBCH monographie. 2^e ed. Centre Fédéral de Recherches Biologiques pour l'Agriculture et les Forêts.
- Moyer M, L. Mills, Keller M. et Hoheisel G. 2011. Assessing and Managing Cold Damage in Washington Vineyards. Washington State University extension.
- Pelletier, F., D. Cormier, F. Vanoosthuysse, D. Plouffe, et G. Bourgeois. 2010. Validation de deux modèles phénologiques prévisionnels pour lutter efficacement contre le carpocapse de la pomme. Programme de soutien à l'innovation horticole (PSIH) du MAPAQ.
http://www.irda.qc.ca/assets/documents/Publications/documents/pelletier-et-al-2010_rapport_modeles_carpo.pdf
- Pomerleau-Lacasse, F., P. Seguin, G. Tremblay, D. Mongrain. 2017. Stades de développement de la fléole des prés et de la luzerne. Agriculture et Agroalimentaire Canada.
https://www.agrireseau.net/documents/Document_94874.pdf
- Prange, R.K. 2008. Région de l'Atlantique - 'Honeycrisp'. Récolte, conditionnement et entreposage. Agriculture et Agroalimentaire Canada. Publication 10541F. No. cat. A52-85/2008F-PDF.
https://publications.gc.ca/collections/collection_2008/agr/A52-85-2008F.pdf
- RAP. 2015. La légionnaire uniponctué : identification, dépistage et stratégie d'intervention. Grandes cultures. Réseau d'Avertissements Phytosanitaires. Bulletin d'information No 17 – 12 juin 2015, 7 p.
https://www.agrireseau.net/rap/documents/90139/bulletin-d_information-no-17-12-juin-2015?s=1184&a=1&r=%22%C3%A9gionnaire+uniponctu%C3%A9e%22+&sort=2&page=2
- RAP. 2018a. Légionnaire d'automne – Fiche technique. Maïs sucré. Réseau d'Avertissements Phytosanitaires.
https://www.agrireseau.net/rap/documents/97303/mais-sucre-fiche-technique-legionnaire-d_automne

- RAP. 2018b. Pyrale du maïs – Fiche technique. Grandes cultures. Réseau d’Avertissements Phytosanitaires.
<https://www.agrireseau.net/rap/documents/97138/mais-sucre-fiche-technique-pyrale-du-mais?s=1190&page=7&a=1>
- RAP. 2019a. Ver-gris noir – Avertissement. Maïs sucré. Réseau d’Avertissements Phytosanitaires, Avertissement No 1.
<https://www.agrireseau.net/rap/documents/100354/mais-sucre-avertissement-no-1-6-juin-2019>
- RAP. 2019b. Ver-gris noir – Fiche technique. Grandes cultures. Réseau d’Avertissements Phytosanitaires.
<https://www.agrireseau.net/rap/documents/89985/grandes-cultures-fiche-technique-ver-gris-noir>
- RAP. 2019c. Ver-gris occidental des haricots dans le maïs – Fiche technique. Grandes cultures. Réseau d’Avertissements Phytosanitaires. https://www.agrireseau.net/documents/Document_96011.pdf
- RAP. 2020. Pucerons des pousses du sapin – Fiche technique. Arbres de Noël. Réseau d’Avertissements Phytosanitaires. https://www.agrireseau.net/documents/Document_97663.pdf
- Richard C. et G. Boivin. 1994. Maladies et Ravageurs des Cultures Légumières au Canada. Société d’entomologie du Canada, Société Canadienne de Phytopathologie. Ottawa, Canada.
- Roullé, N., Bélanger, A., Bourgeois, G., Racette, G., Tousignant, M.E. 2019. Développement d’un modèle prévisionnel de l’arrivée des altises à tête rouge dans les productions ornementales en pépinière. Publication de l’IQDHO dans le cadre de son mandat de surveillance des cultures ornementales du Québec. 10 pages.
- Roy, M., J.-P. Légaré, M. Fréchette. 2013. La mouche du bleuët (*Rhagoletis mendax*). Laboratoire de diagnostic en phytoprotection, MAPAQ.
<https://www.mapaq.gouv.qc.ca/SiteCollectionDocuments/ProtectionCultures/Mouchedubleuet.pdf>
- Schilder, A., P. Wharton, T. Miles. 2008. Mummy Berry. Michigan Blueberry Facts. Michigan State University, Extension Bulletin E-2846.
<http://osu-wams-blogs-uploads.s3.amazonaws.com/blogs.dir/1676/files/2014/05/MUMMY-BERRY-FACT-SHEET.pdf>
- Simard L. 2006. Distribution, abondance et écologie saisonnière des principaux insectes ravageurs du gazon sur les terrains de golf du Québec et évaluation du potentiel de contrôle de nématodes entomopathogènes indigènes. Département de phytologie, Faculté des sciences de l’agriculture et de l’alimentation, Université Laval. Québec.
- Simard L., J. Brodeur et J. Dionne. 2007. Distribution, Abundance, and Seasonal Ecology of *Listronotus maculicollis* (Coleoptera: Curculionidae) on Golf Courses in Québec, Canada. Horticultural Entomology 100(4): 1344-1352
- Smith, T.J. et P.L. Pusey. 2011. CougarBlight 2010, a significant update of the CougarBlight fire blight infection risk model. Acta Hort. 896:331-336.
- Smitley D.R., T W. Davis et N.L. Rothwell, 1998. Spatial distribution of *Ataenius spretulus*, *Aphodius granarius* (Coleoptera: Scarabaeidae), and predaceous insects across golf course fairways and roughs. Environmental Entomology 27: 1336-1349.
- Urbain L., M.M. Gingras (rév. 2010), D. Bernier, L. Boivin, F. Charrier, F. Demers, L. Lambert, G. Laplante, V. Méthot, R. Néron, M. Poulin, M. Robert, M. Roy et R. Turmel. 2010. Fraisier : Guide de protection 2010. Réseau d’avertissements phytosanitaires. Agriculture, Pêcheries et alimentation Québec.
<http://www.agrireseau.qc.ca/petitsfruits/documents/EVE017.pdf>