

LES RAVAGEURS EN HORTICULTURE ET LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Équipe de réalisation :

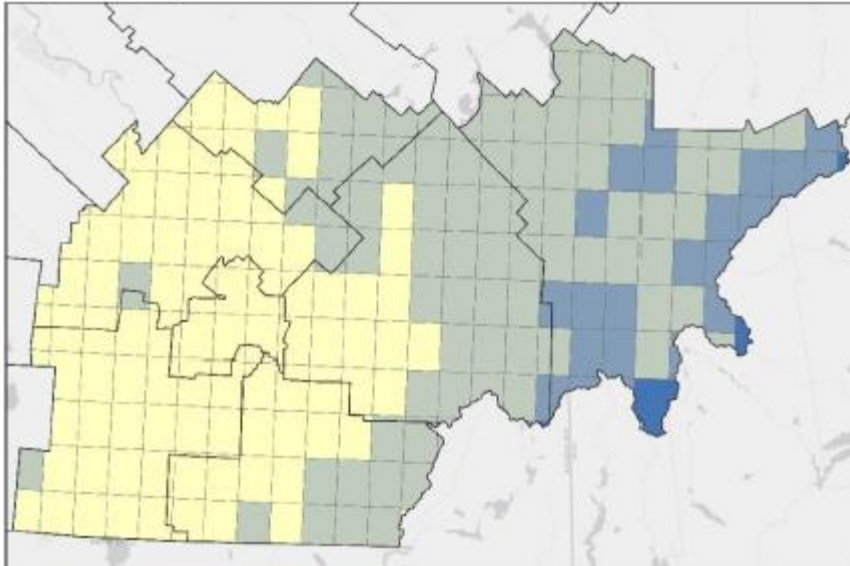
Annabelle Firlej, IRDA; Marie-Pier Ricard, IRDA; Alessandro Dieni, IRDA; Élisabeth Ménard, IRDA; Gaétan Bourgeois, AAC; Anne Blondlot, Ouranos et Patrick Grenier, Ouranos.

Collaborateurs :

Stéphanie Tellier, MAPAQ; François Gervais, CETAQ; Didier Labarre, CETAQ; Vincent Philion, IRDA; Gérald Chouinard, IRDA; Francine Pelletier, IRDA; Daniel Cormier, IRDA et Franz Vanoosthuyse, IRDA.

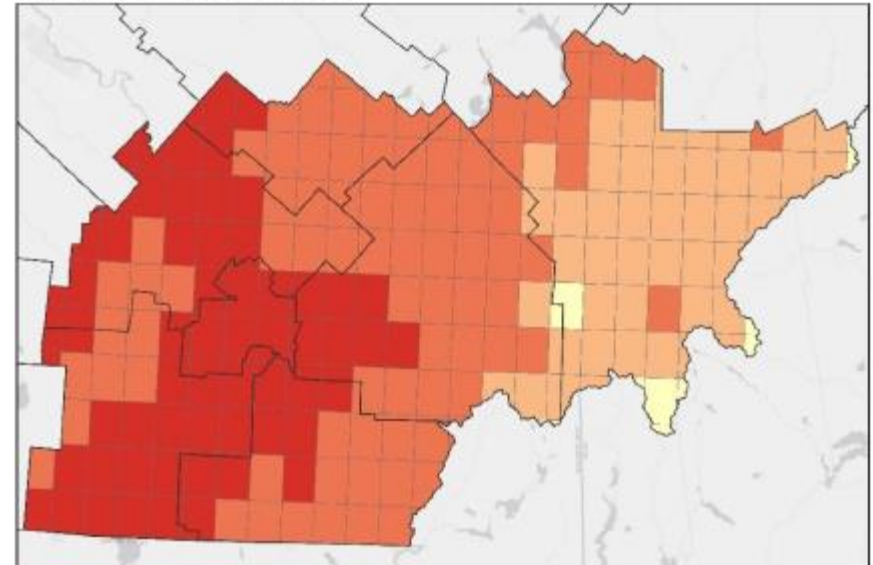


Estrie - Historique 1981-2010
Températures moyennes annuelles



Historique (1981-2010): 4.7 °C
Δ 2041-2070 : +1.6 à +3.7 °C

Estrie - Futur 2041-2070
Températures moyennes annuelles



Historique (1981-2010): 4.7 °C
Δ 2041-2070 : +1.6 à +3.7 °C



LES RÉGIONS

DÉCOUVREZ LES RÉGIONS PARTICIPANTES AU PROJET

ABITIBI-TÉMISCAMINGUE VOIR LA RÉGION ▶	BAS-SAINT-LAURENT VOIR LA RÉGION ▶	CAPITALE-NATIONALE-CÔTE-NORD VOIR LA RÉGION ▶
--	--	---

HIVER	PRINTEMPS
<ul style="list-style-type: none"> • Durée d'enneigement réduite de 47 jours (historique : 138 jours) • Débits plus importants dans les cours d'eau • Redoux hivernaux plus fréquents • Froids intenses moins fréquents 	<ul style="list-style-type: none"> • Devancement de la crue printanière • Date du dernier gel devancée de 11 jours • Début de la saison de croissance¹ devancé de 11 jours • Allongement de la saison de croissance de 22 jours (historique : 203 jours) • Augmentation de 788 UTM (historique : 2 646 UTM) • Faible augmentation des précipitations
ÉTÉ	AUTOMNE
<ul style="list-style-type: none"> • 14 jours supplémentaires avec des températures maximales au-dessus de 30 °C (historique : 2 jours au-dessus de 30 °C) • Étiages estivaux des cours d'eau plus sévères • Peu de changement au niveau des quantités de précipitations • Plus d'épisodes de pluie de forte intensité • Accentuation du déficit hydrique dû à l'augmentation de l'évapotranspiration 	<ul style="list-style-type: none"> • Fin de la saison de croissance repoussée de 11 jours, pour se situer autour du 22 novembre • Date du premier gel retardée de 13 jours pour se situer autour du 18 octobre • Peu de changement au niveau des précipitations

¹ La durée de la saison de croissance débute, suivant un hiver, au 5^e jour d'une période de 5 jours consécutifs où la moyenne mobile pondérée des températures moyennes quotidiennes est supérieure à 5,5 °C. Elle prend fin au 5^e jour d'une période de 5 jours consécutifs où la moyenne mobile pondérée des températures moyennes quotidiennes est supérieure à 5,5 °C pour la dernière fois suivant un été.

PRÉDICTION HORIZON 2050

(jours)	Montérégie	Lanaudière	Outaouais-Laurentides	Centre	Chaudières	Estrie	Bas St-Laurent	Capitale	Côte Nord
Réduction durée enneigement	41	41	40	42	43	47	41	40	36
Jours au dessus de 30°C	24	16	18-20	20	13	14	7	10	3
Devancement du dernier gel	12	13	13-14	12	13	11	14	13	14
Devancement de la saison de croissance	11	10	10	11	11	11	12	12	12
Allongement de la saison de croissance	23	22	21	22	23	22	25	25	27
Retardement du 1er gel	14 26 octobre	13 15 octobre	14 13-18 octobre	13 22 octobre	13 19 octobre	13 18 octobre	13 18 octobre	14 18 octobre	14 23 octobre



↑ risque d'établissement de nouveaux ennemis des cultures

↑ pression exercée par les ennemis des cultures déjà présents

↑ extrêmes climatiques dommageables pour les cultures

Pas que des inconvénients ...

↑ du potentiel de rendement, introduction de nouvelles cultures

OBJECTIF DU PROJET

- Année 2016: Documenter l'impact potentiel des CC sur les ravageurs et maladies présents au Québec
- Année 2017-2018: Modéliser l'effet des CC pour des études de cas selon les scénarios climatiques à l'horizon 2041-2070 pour le Québec
- Année 2018-2019: Identifier et proposer des mesures d'adaptation aux CC pour ces ravageurs et maladies ciblés des quatre secteurs

REVUE DE LITTÉRATURE

Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA)

Ministère de l'Agriculture des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ)

Club Environnemental et Technique Atocas Québec (CETAQ)

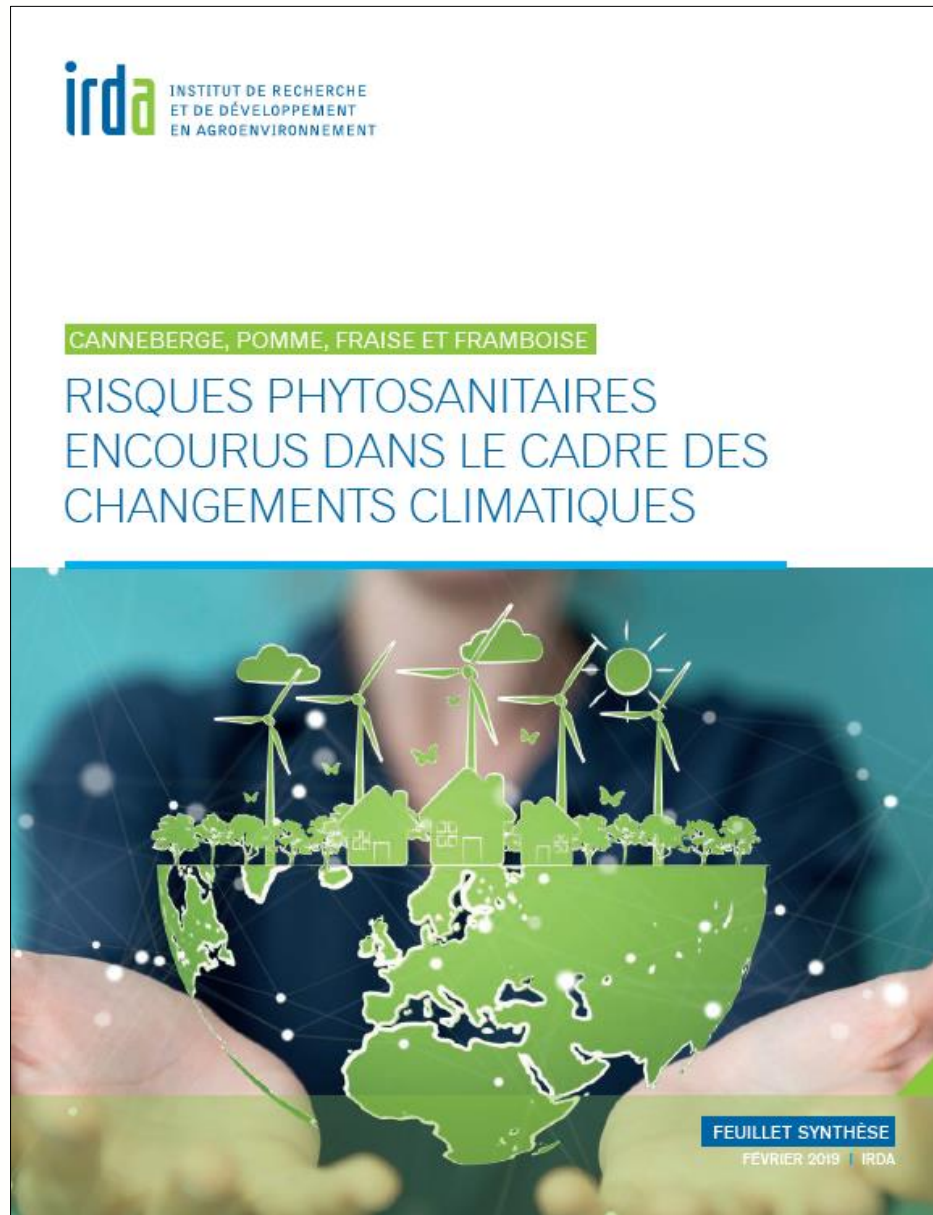
Total de 168 ravageurs et 75 maladies ciblés pour la canneberge, la pomme, la fraise et la framboise.



LES CRITÈRES PRÉLIMINAIRES COLLIGÉS POUR LES RAVAGEURS ÉTAIENT :

- Cultures affectées
- Résistance aux pesticides
- Pourcentage de dommage au Québec
- Hivernation au Québec
- Perte économique au Québec
- Stade hivernant
- Pourcentage de dommage hors Québec
- Lieu d'hivernation
- Perte économique hors Québec
- Données de modélisation
- Parties endommagées
- Nombre de générations par année
- Stade causant des dommages
- Statut au Québec
- Vecteur de maladie
- Aire d'origine
- Polyphagie
- Aire de distribution
- Ennemis naturels
- Distribution régionale

2019: Document qui vient en appui au secteur pour les initiatives de recherche sur les méthodes de lutte



FRAISES

Ravageurs présents à risque d'être plus problématiques avec les changements climatiques

Maladies présentes à risque d'être plus problématiques avec les changements climatiques



Punaise terre - 24



Torreuse à bandes obliques - 14



Torreuse soufrée - 14



Anthraxose - 14



Pourriture cuir/ amère - 14



Verticilliose - 13



Thrips des petits fruits - 14



Cicadelle de la pomme de terre - 13



Tétranyque à deux points - 12



Stèle rouge - 11



Blanc - 10



Scarabée japonais - 11



Drosophile à ailes tachetées - 11



Tarsonème du fraisier - 11

FRAMBOISE

Ravageurs présents à risque d'être plus problématiques avec les changements climatiques

Maladies présentes à risque d'être plus problématiques avec les changements climatiques



Punaise terne
21



Scarabée japonais
15



Cicadelle de la pomme de terre
13



Pourridié des racines
17



Moississure grise
16



Anthranose
14



Tétranyque à deux points
12



Anthronome de la fleur du fraisier
11



Drosophile à ailes tachetées
11



Feu bactérien
11



Rouille jaune tardive
6



Tache septoriennne
6

AUTRE RAVAGEUR NON ILLUSTRÉ

— Tétranyque de McDaniel : 12

AUTRE MALADIE NON ILLUSTRÉE

— Verticilliose : 6

POMME

Ravageurs présents à risque d'être plus problématiques avec les changements climatiques

Maladies présentes à risque d'être plus problématiques avec les changements climatiques



Punaise terne
24



Carpocapse de la pomme
18



Tordeuse à bandes obliques
18



Feu bactérien
14



Pourriture des racines et du collet
14



Tavelure du pommier
14



Cicadelle de la pomme de terre
16



Tétranyque à deux points
15



Tétranyque rouge
15



Pourriture amère
13



Alternariose
9

AUTRES RAVAGEURS NON ILLUSTRÉS

- Cicadelle blanche du pommier : 18
- Tordeuse orientale du pêcheur : 17

ÉTUDE DE CAS

Phénologie des plantes (fraisier, pommier, canneberge et framboisier)

1-Tarsonème du fraisier (*Phytonemus pallidus*)

2-Scarabée japonais (*Popillia japonica*)

3-Anthraxnose (*Colletotrichum acutatum*)

4-Carpocapse de la pomme (*Cydia pomonella*)

5-Feu bactérien (*Erwinia amylovora*)

6-Tordeuse des canneberges (*Rhopobota naevana*)

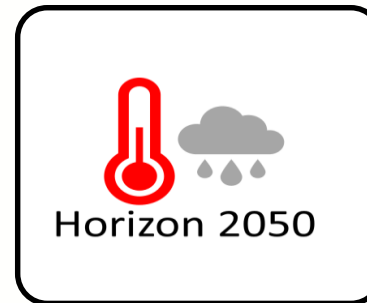
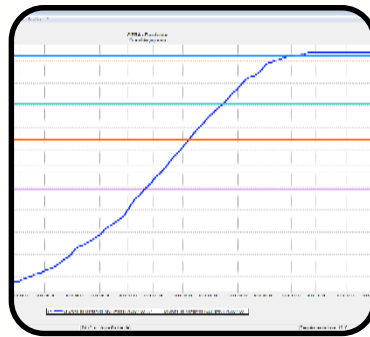
7-Punaise marbrée (*Halyomorpha halys*)





Agriculture et
Agroalimentaire Canada

Agriculture and
Agri-Food Canada

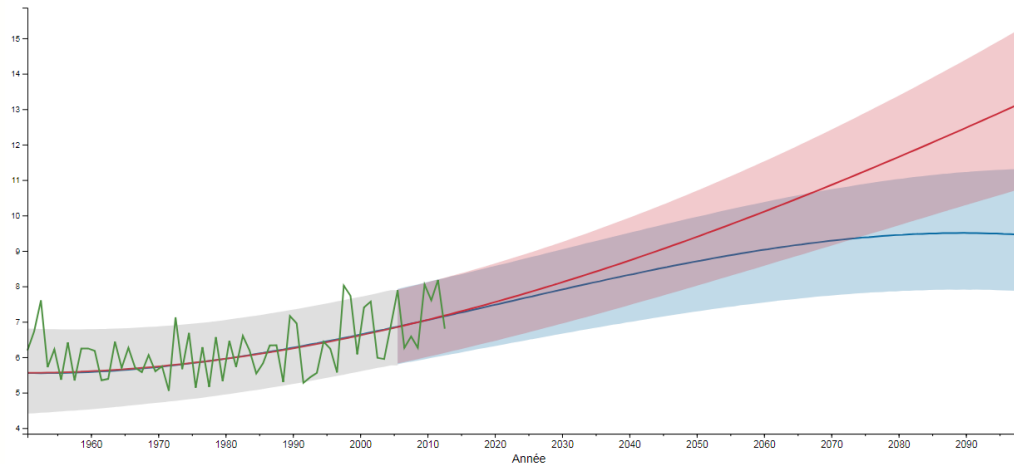


Modèles bioclimatiques

- Décrire phénologie

Scénarios climatiques

- Projections futures



Scénario de
changement supérieur

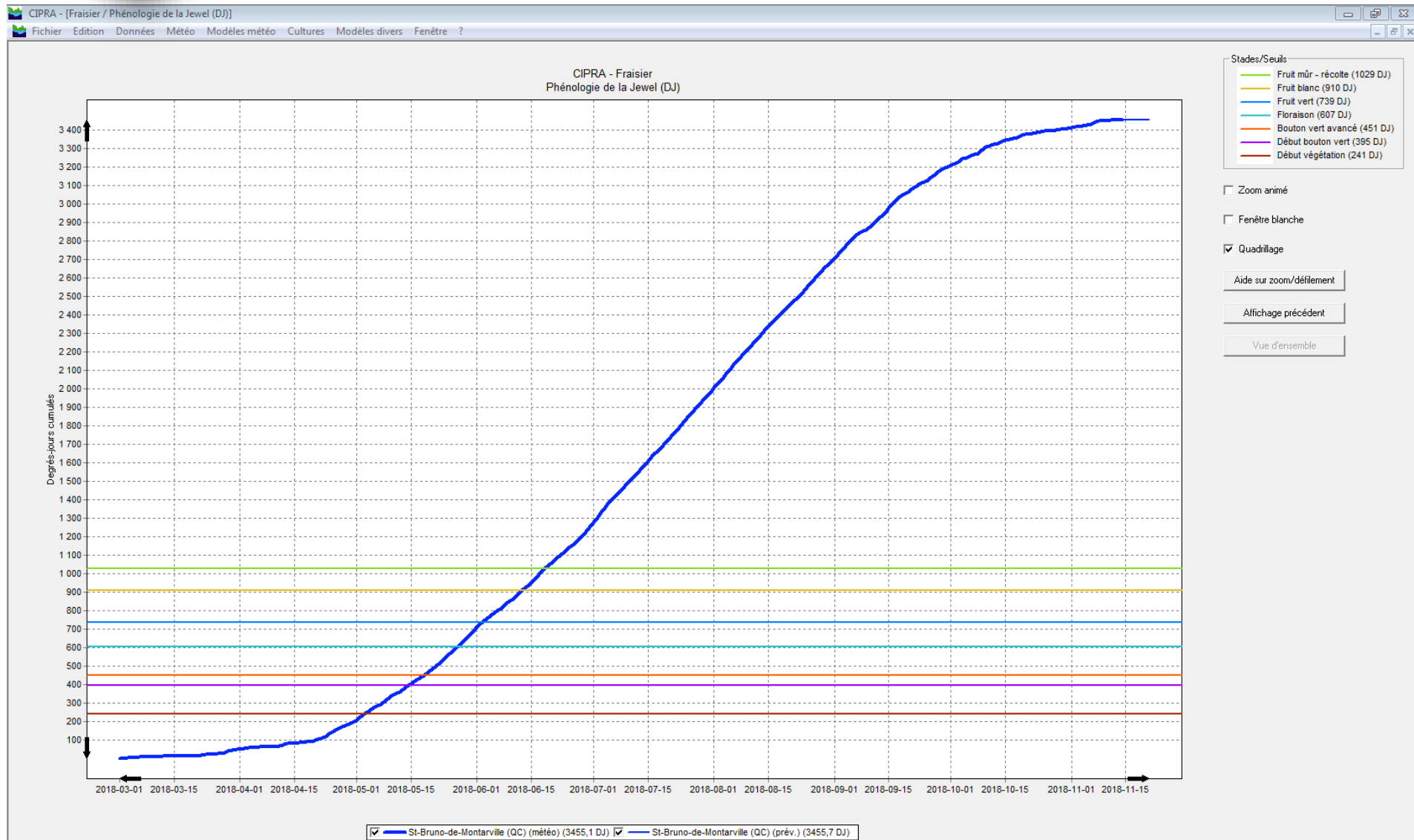
Scénario de
changement inférieur

MODÉLISATION

Culture	Nombre de cartes	Cible
Canneberge	18	Phéno-culture
	6	Anthraxnose
	18	Tordeuse des canneberges
Fraise	12	Phéno-culture
	6	Tarsonème
	15	Anthraxnose
Framboise	12	Phéno-culture
	6	Scarabée japonais
	12	Phéno-culture
Pomme	18	Carpocapse de la pomme
	9	Feu bactérien
	3	Anthraxnose
	24	Punaise marbrée



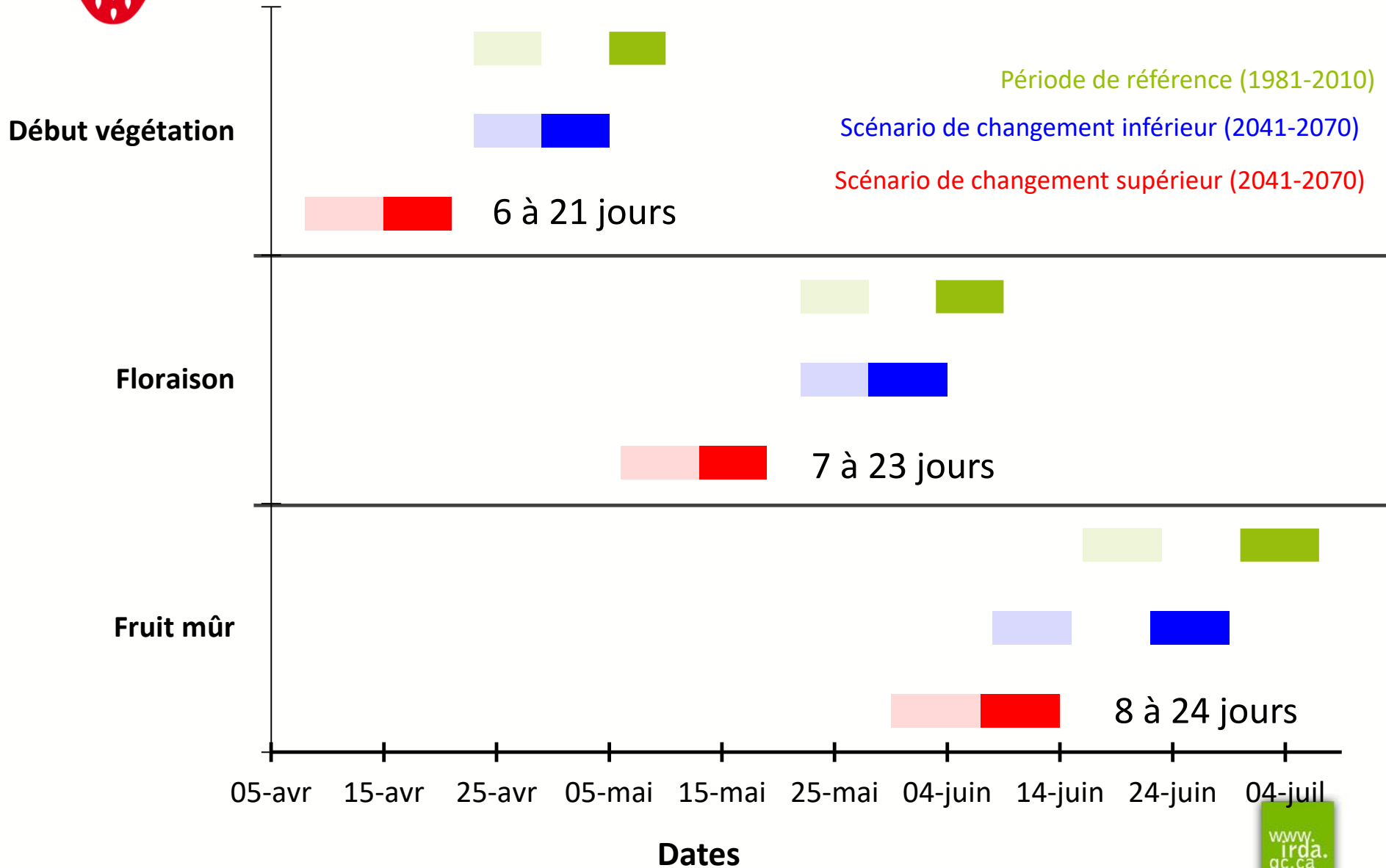
FRAISIER JEWEL





Phénologie du fraisier et changements climatiques

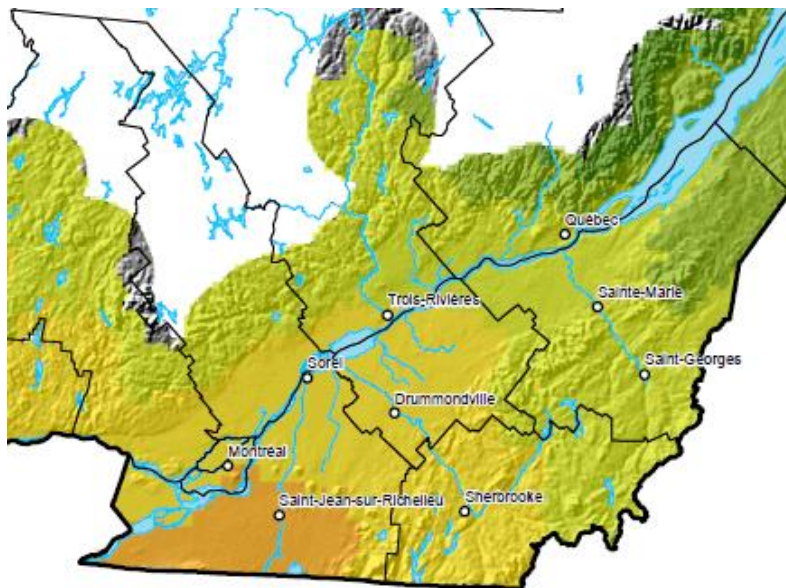
Île d'Orléans et Montérégie



Pommier McIntosh



Période de référence (1981-2010)



Scénario de changement inférieur (2041-2070)

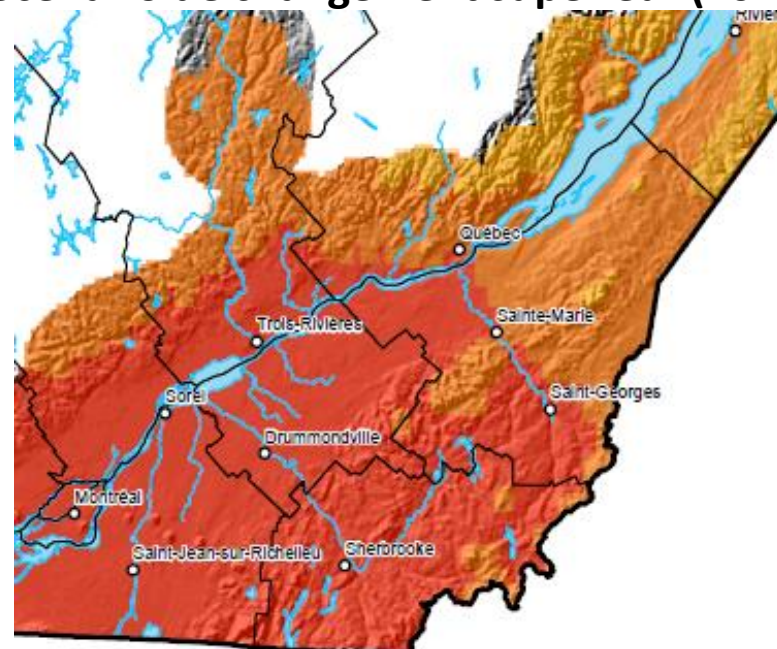


Dates



Dates moyennes
de **débourrement**
des bourgeons de
pommier

Scénario de changement supérieur (2041-2070)



Estrie

Référence : 26 avr au 2 mai

Inférieur : 19 avr au 25 avr

Supérieur : 04 avr au 11 avr

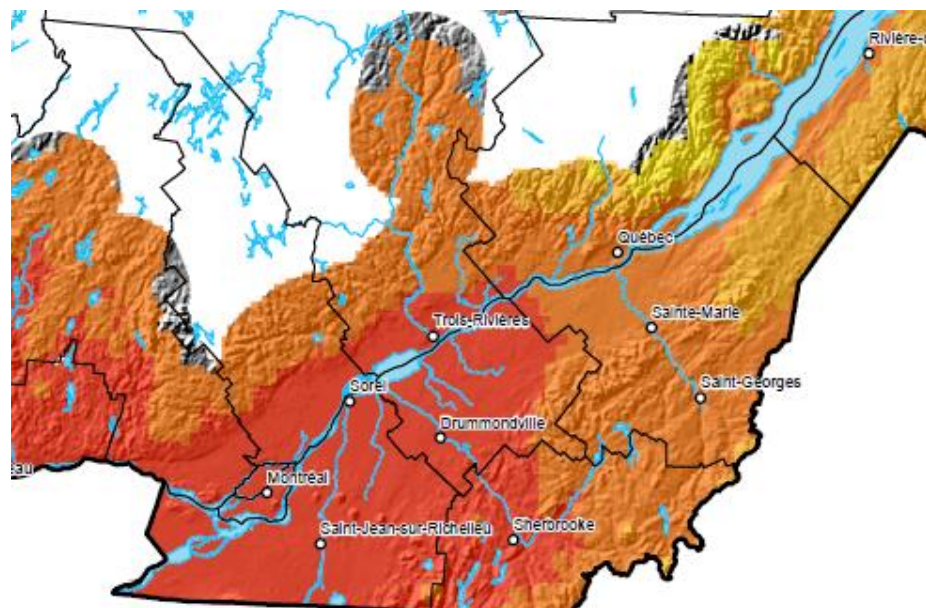
Période de référence (1981-2010)



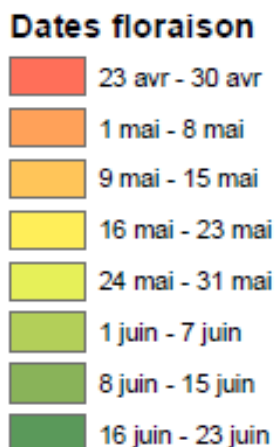
Scénario de changement inférieur (2041-2070)



Scénario de changement supérieur (2041-2070)



Dates moyennes de
début de floraison
des pommiers



Estrie

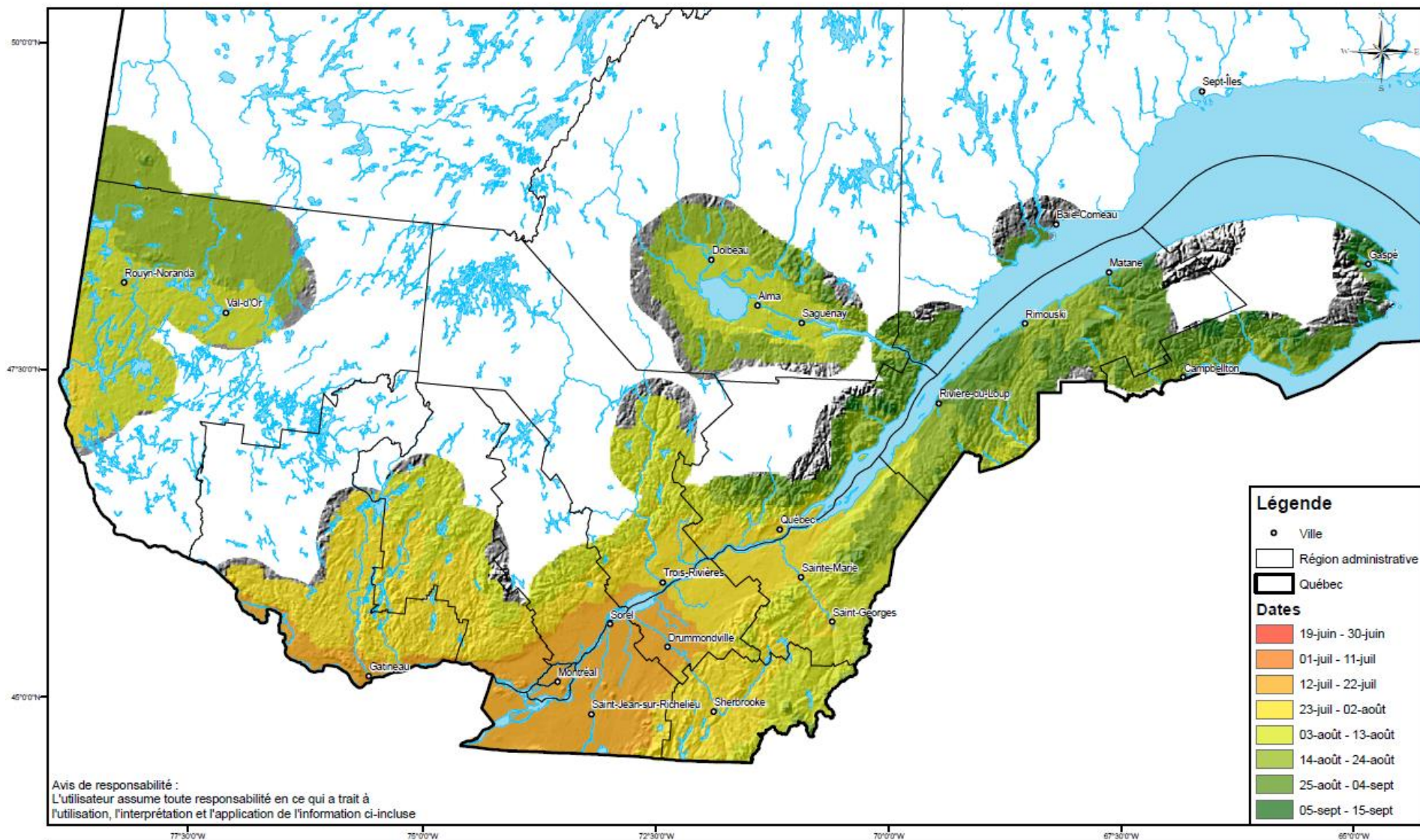
Référence : 16 mai au 23 mai

Inférieur : 09 mai au 15 mai

Supérieur : 23 avr au 30 avr



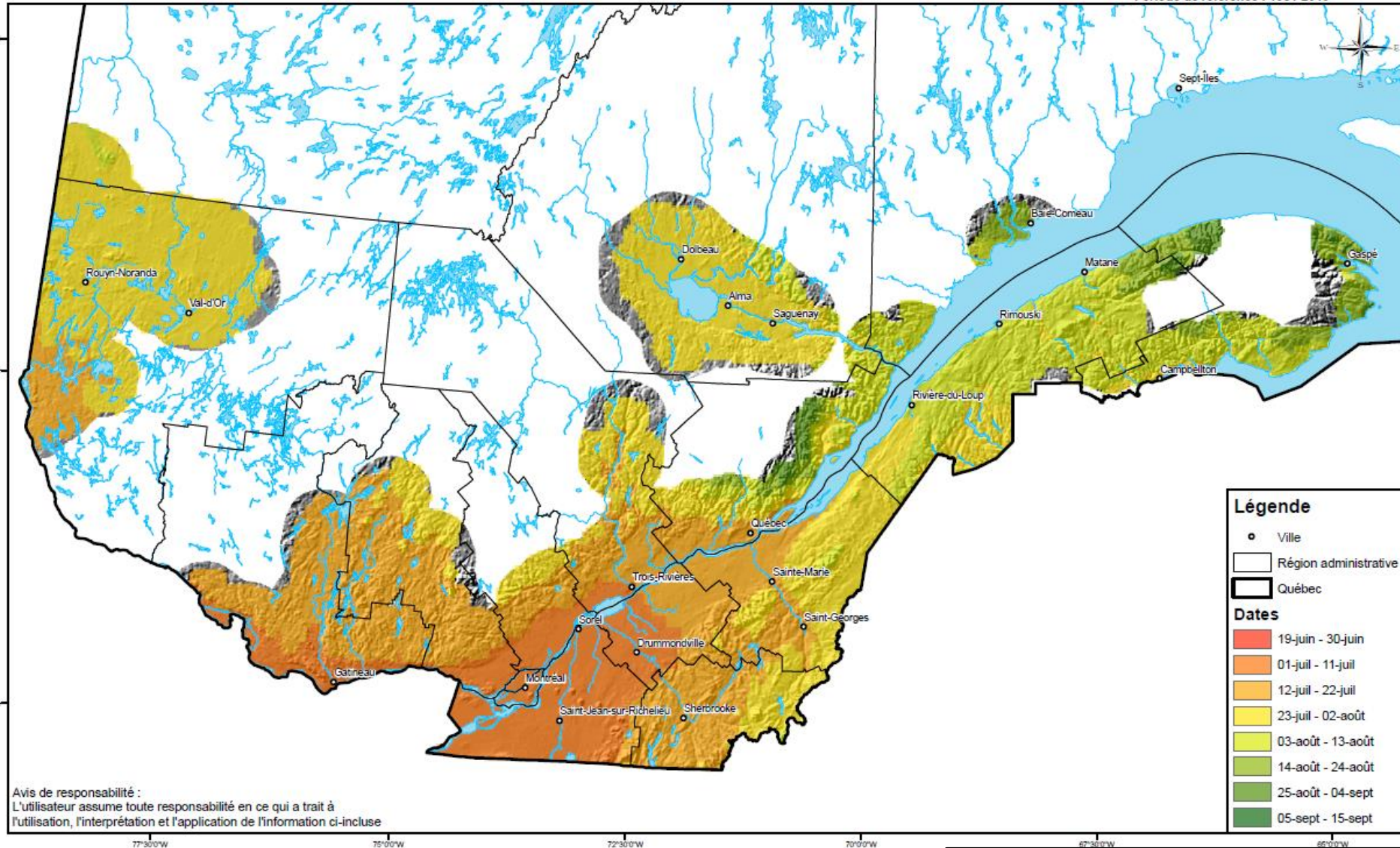
Dates moyennes d'apparition des adultes du scarabée japonais basée sur la période de référence 1981-2010



Dates moyennes d'apparition des adultes du scarabée japonais :

Scénario de changement inférieur (2041-2070)

Période de référence : 1981-2010

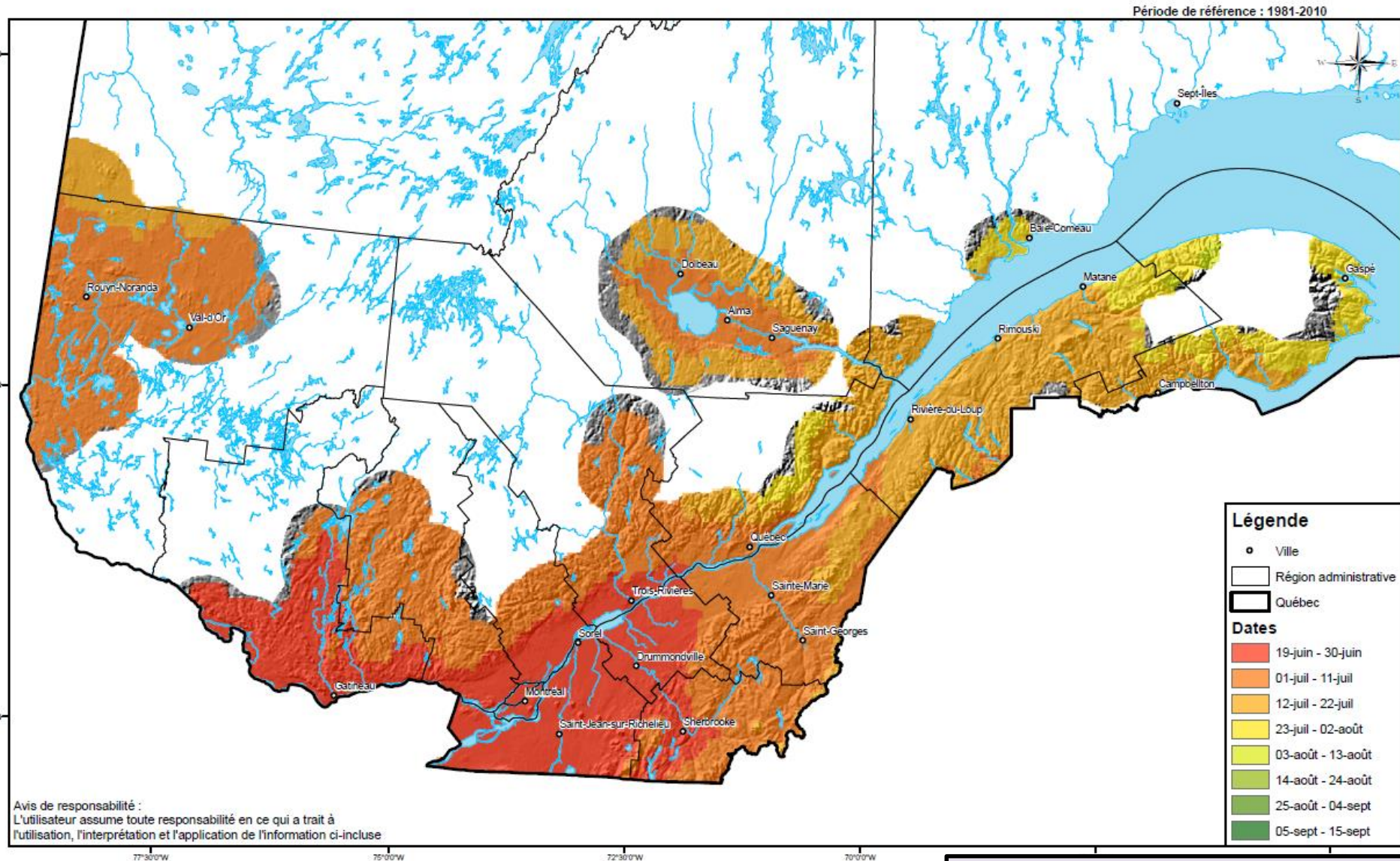


Devancement de 1 à 11 jours

Etrie :
12-juil au 22-juil

Dates moyennes d'apparition des adultes du scarabée japonais :

Scénario de changement supérieur (2041-2070)



Devancement de 12 à 23 jours

Etrie :
19-juin au 30-juin



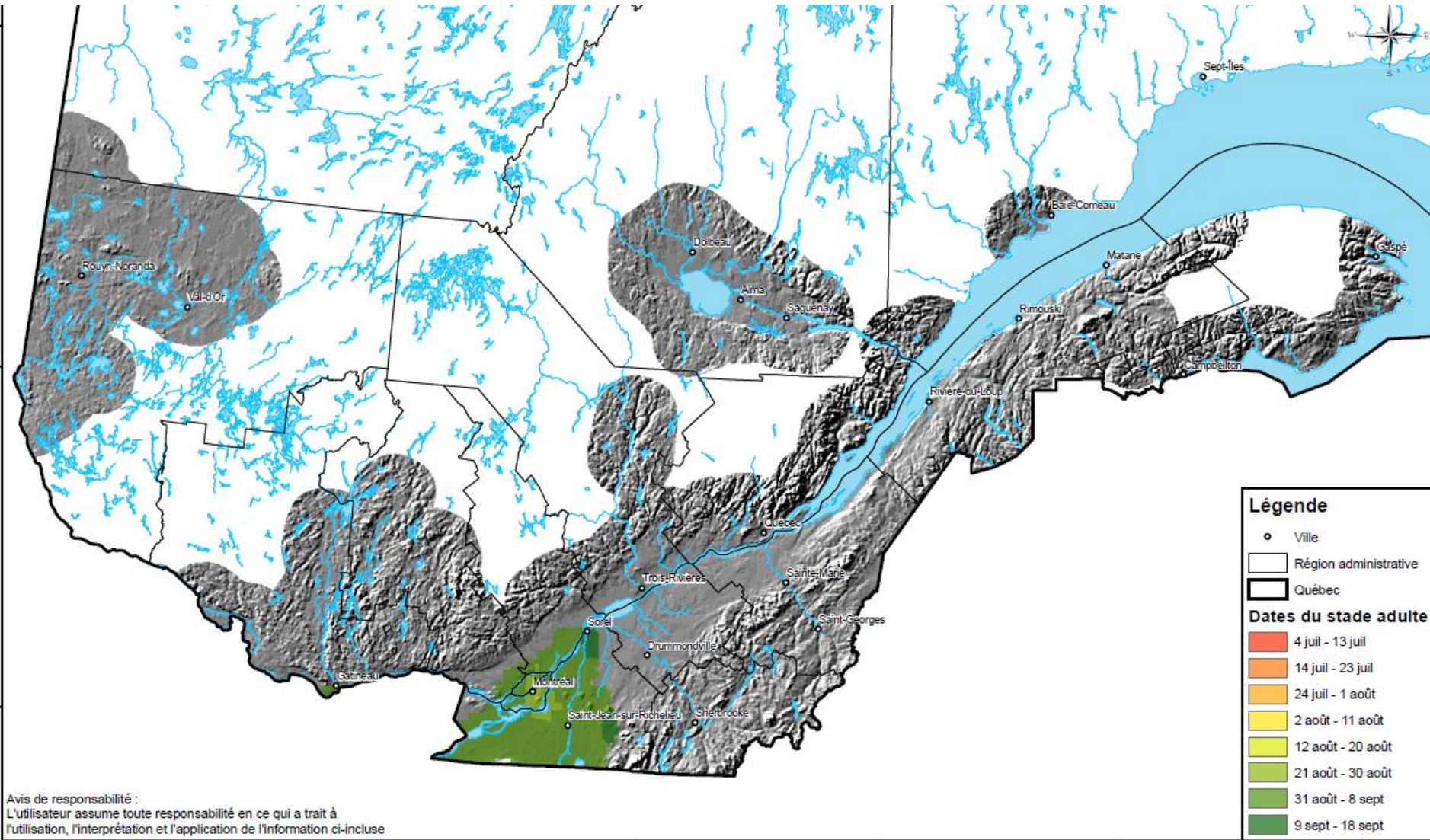
Faits saillants



- Pour l'horizon 2050: délai court entre le début des adultes et le pic de ponte
- Actuellement: peu d'individus peuvent générer une 2^{ème} génération dû à la photopériode critique induisant la diapause (Riedl et Croft, 1978)
- Pour l'horizon 2050: le nombre d'individus capables de produire une 2^{ème} génération sera beaucoup plus grand (Bradshaw et Holzapfel, 2001)
- Diapause possible de la 2^{ème} génération
- Pas de 3^{ème} génération possible



Dates moyennes d'apparition de la 1ère génération d'adulte de punaise marbrée basée sur la période de référence 1981-2010

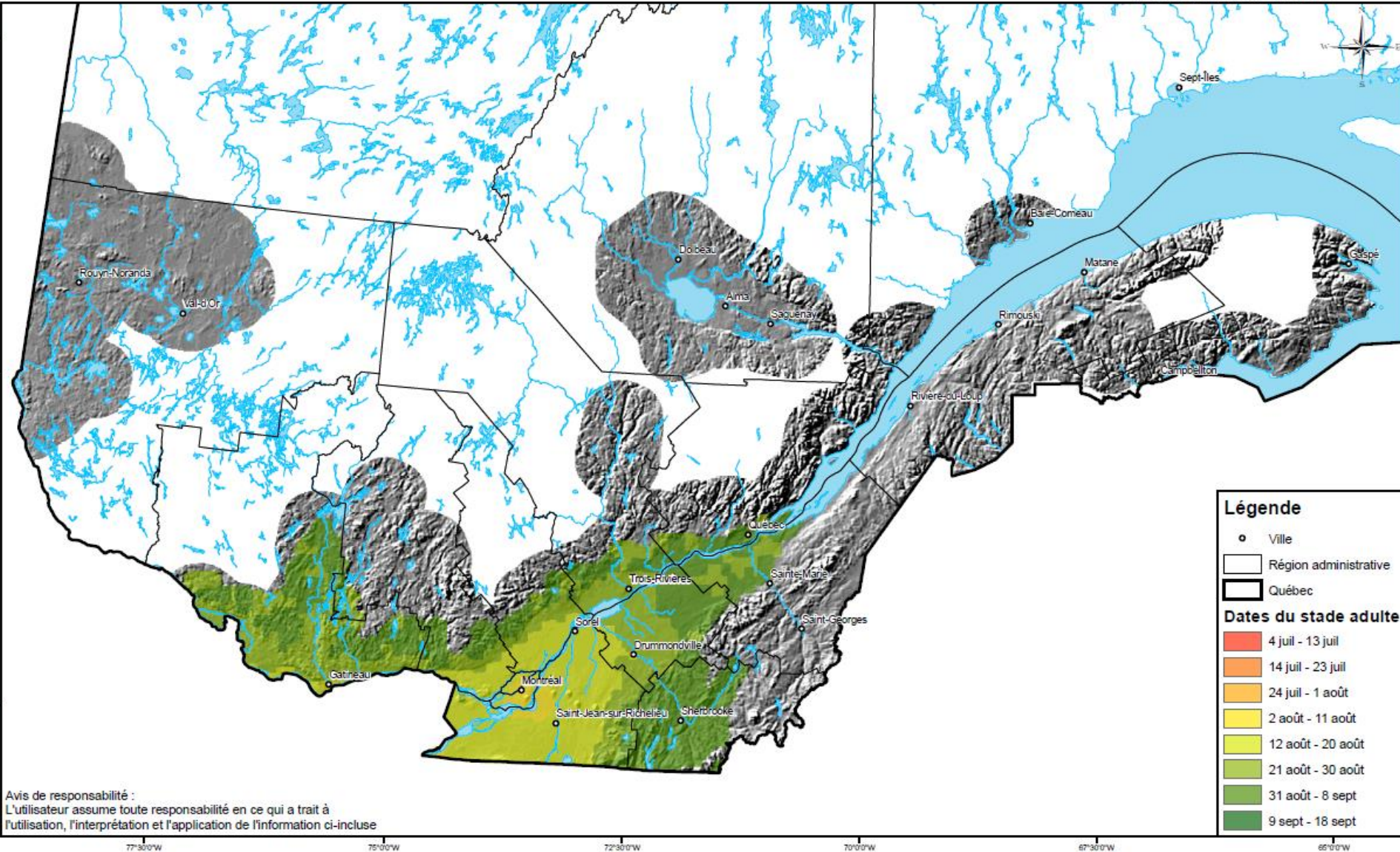


Pas de présence

Dates moyennes d'apparition de la 1ère génération d'adulte de punaise marbrée

Scénario de changement inférieur (2041-2070)

Période de référence : 1981-2010



Avis de responsabilité :
L'utilisateur assume toute responsabilité en ce qui a trait à
l'utilisation, l'interprétation et l'application de l'information ci-incluse

77°30'W

75°00'W

72°30'W

70°00'W

67°30'W

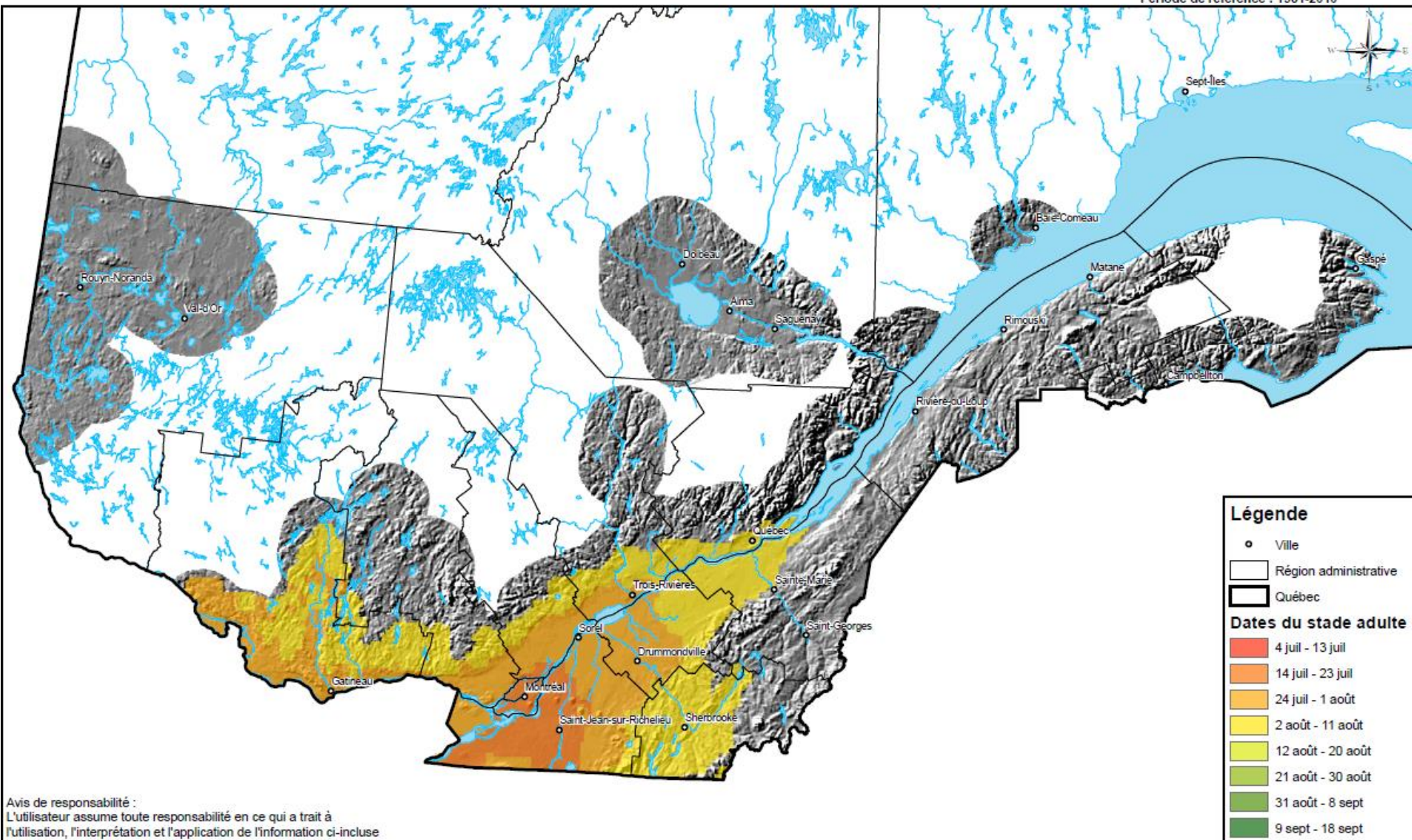
65°00'W

9 au 18 septembre

Dates moyennes d'apparition de la 1ère génération d'adulte de punaise marbrée

Scénario de changement supérieur (2041-2070)

Période de référence : 1981-2010



Avis de responsabilité :
L'utilisateur assume toute responsabilité en ce qui a trait à
l'utilisation, l'interprétation et l'application de l'information ci-incluse

2 au 11 août

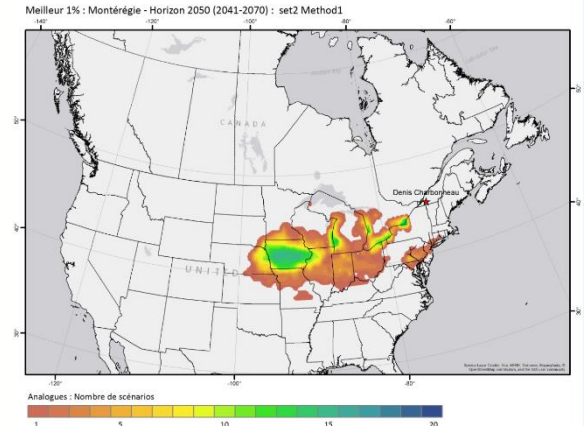
FAITS SAILLANTS

- Manque d'informations pour établir des nouveaux modèles phénologiques (ex: fraise à jour neutre, framboise d'automne, différentes variétés de fruits)
- Les températures extrêmes en saison de croissance augmenteront les risques de coup de soleil et aussi problème de thermo-dormance au dessus de 27 degrés pour la fraise à jour neutre
 - L'utilisation d'ombrière par économique et réalisable à grande échelle
 - Sélection de variétés adaptées pour la production en serre?
 - Les productions sous tunnels/serres auront plus chaud et donc les systèmes de refroidissement seront à peaufiner
 - Stratégies d'irrigation à investiguer
 - Phytotoxicité de certains produits phytosanitaires
 - Prédateurs commerciaux moins efficaces

FAITS SAILLANTS

- Les cycles de gel-dégel l'hiver augmenteront les dommages hivernaux et les gels printaniers
 - Risque accru de gel à la floraison en verger
 - Hivernation affectée par la couverture neigeuse: hivernation en condition contrôlée (frigo)
 - Utilisation plus répandue de couverture flottante
- Allongement de la saison de croissance
 - Bénéfice pour la production de framboises longues cannes
- Arrivée des fruits mûrs devancée
 - Adaptation au niveau des marchés
 - Adaptation au niveau de la disponibilité de la main d'oeuvre

CONSULTATION



Trois séances en décembre 2018

Fraises et framboises: comité de recherche APFFQ

Canneberge: groupe de producteurs et agronomes CETAQ

Pomme: groupe d'agronomes

Présentation des résultats + liste des vulnérabilités + liste des recommandations

Culture du pommier

Prédiction sur la fréquence du risque de gel et de grêle + analyse économique

Programme et méthodes de protection contre le gel printanier (éolienne)

Priorisation des variétés tardives et qui n'ont pas besoin de froid pour rougir

Besoin d'informations et caractérisation des besoins en eau /Optimisation de l'irrigation /
entreposage de l'eau

Améliorer la diffusion des modèles de désordres physiologiques post-récolte

Carpocapse de la pomme

Obtenir les réponses des subventions aux producteurs pour la confusion sexuelle plus tôt en saison
puisque la saison est devancée

Homologation de la confusion sexuelle avec le diffuseur électronique (Shin Etsu)

Homologation de produits phytosanitaires avec un délai avant récolte plus court

Développer le service de résistance au Québec pour les régions

Étude sur les différents cultivars adéquate pour la production sous filet

Punaise marbrée

Développer et diffuser les connaissances sur les stratégies de lutte et seuils d'intervention

Financer l'augmenter à deux pièges pour le suivi des captures en vergers pilotes

Développer et diffuser les connaissances sur les risques économiques de la punaise en fonction des
régions et du paysages agricoles

Pourriture amère

Développer l'informations sur les stratégies et méthodes de lutte en production biologique et
conventionnelle pour cette maladie

Brûlure bactérienne

Développer des variétés résistantes à la maladies

Effectuer des recherches sur la méthode d'éclaircissage à la fleur



DOCUMENTS EN LIGNE

- <https://www.irda.qc.ca/fr/equipe-r-d/annabelle-firlej/>

The screenshot shows a web browser window with the URL [irda.qc.ca/fr/equipe-r-d/annabelle-firlej/](https://www.irda.qc.ca/fr/equipe-r-d/annabelle-firlej/). The website header includes the IRDA logo (Institut de recherche et de développement en agroenvironnement) and navigation menus for SERVICES, PROJETS DE RECHERCHE, RÉALISATIONS, PUBLICATIONS, and ÉQUIPE R-D. A blue button for 'NOUVELLES ET ÉVÉNEMENTS' is also visible.

The main content area is titled 'Publications' and is divided into two sections: 'Articles scientifiques' (indicated by a downward arrow) and 'Rapports de recherche' (indicated by an upward arrow).

Under 'Rapports de recherche', there are three entries:

- Rapport de recherche • Annabelle Firlej**
Firlej, A., J. Saguez. 2019. « Changements climatiques et phytoprotection au Québec ». IRDA. 82 p. 
- Adaptation des mesures phytosanitaires pour les ravageurs et les maladies des cultures fruitières à l'égard des impacts des changements climatiques** ▶
- Rapport de recherche • Annabelle Firlej, Marie-Pier Ricard, Élisabeth Ménard**
Firlej, A., M.-P. Ricard, A. Dieni, E. Ménard, G. Bourgeois, P. Grenier. 2019. « Adaptation des mesures phytosanitaires pour les ravageurs et maladies des cultures fruitières à l'égard des impacts des changements climatiques ». IRDA. 219 p. 
- Adaptation des mesures phytosanitaires pour les ravageurs et les maladies des cultures fruitières à l'égard des impacts des changements climatiques** ▶

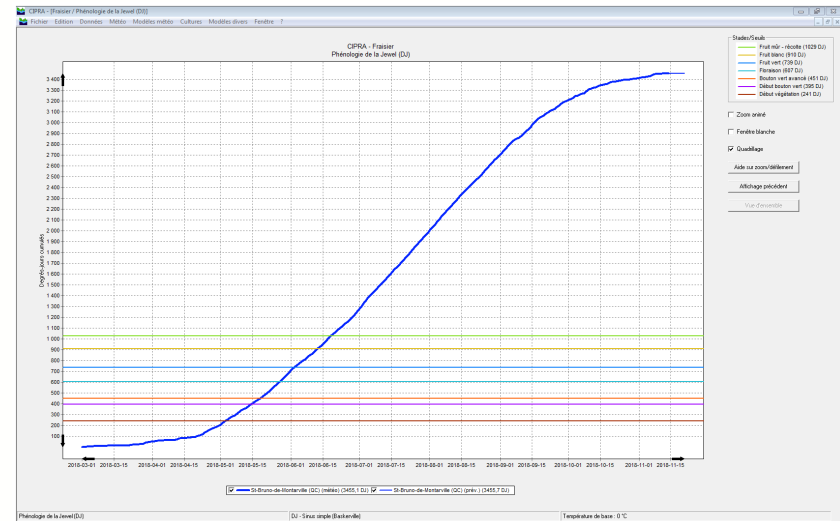
CIPRA

Modèles développés/améliorés

- Phénologie de la canneberge
- Tordeuses des canneberges
- Carpocapse de la pomme
- Tarsonème du fraisier
- Scarabée japonais
- Pourriture amère/anthracnose

Modèles déjà existants

- Feu bactérien
- Phénologie du fraisier
- Phénologie du framboisier
- Phénologie du pommier



REMERCIEMENTS

Nathalie Beaudry (programmation informatique), Arianne Deshaies/ Josianne Caron (cartographie) et CÉTAQ.

Ce projet a été réalisé en vertu du sous-volet 3. 2 du programme Prime-Vert 2013-2018 et il a bénéficié d'une aide financière du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ) par l'entremise du Fonds vert dans le cadre du Plan d'action 2013-2020 sur les changements climatiques du gouvernement du Québec. Ouranos est un partenaire scientifique et financier du projet.



Agriculture et
Agroalimentaire Canada

Agriculture and
Agri-Food Canada