



Agriculture et
Agroalimentaire Canada

Agriculture and
Agri-Food Canada



Agriculture, Pêcheries
et Alimentation
Québec



Changements climatiques : quelles implications pour la phytoprotection en pomiculture?

Annabelle Firlej, Ph.D. IRDA
JHR 2023

M.-P. Ricard, G. Bourgeois, P. Grenier, A. Blondlot,
S. Tellier, G. Chouinard, D. Cormier, V. Pillion, F.
Pelletier, F. Vanoosthuyse, A. Dieni et E. Ménard



Institut de recherche
et de développement
en agroenvironnement

«Peu de régions dans le monde sont affectées par *tous* les phénomènes météorologiques extrêmes. C'est le cas au Québec, avec un continuum qui va de la neige à la pluie, incluant sécheresse, chaleurs accablantes, vents violents, tornades et ouragans»

<https://actualites.uqam.ca/2023/sadapter-aux-phenomenes-meteo-extremes/>



Agriclimat - <https://agriclimat.ca/>

PROJET

RÉGIONS

PARTENAIRES

DIAGNOSTIC



DOCUMENTATION

FORMATIONS

EN

A photograph of a farm landscape. In the foreground, there is a small stream with yellow wildflowers on the bank. In the middle ground, a large white barn with a dark roof and two tall silos are visible. The background shows green fields and a clear blue sky.

**DES FERMES
ADAPTEES
POUR LE FUTUR**

L'été 2050 en Estrie



**+14 JOURS AVEC
UNE TEMPÉRATURE
MAXIMALE > 30 °C**

2050 : 17 jours
(de 7 à 27 jours)

Historique : 3 jours



**DÉFICIT HYDRIQUE
EN AUGMENTATION
DE 41 MM**

2050 : -79 mm
(de -16 à -100 mm)

Historique : -38 mm



**QUANTITÉ
DE PLUIE
SIMILAIRE**

2050 : 354 mm
(de 337 à 401 mm)

Historique : 351 mm



**PLUIES
INTENSES PLUS
FRÉQUENTES**

Davantage de cellules
orageuses localisées

L'été 2050 en Montérégie



**+24 JOURS AVEC
UNE TEMPÉRATURE
MAXIMALE > 30 °C**

2050 : 33 jours
(de 18 à 48 jours)

Historique : 9 jours



**DÉFICIT HYDRIQUE
EN AUGMENTATION
DE 43 MM**

2050 : -163 mm
(de -117 à -187 mm)

Historique : -120 mm



**QUANTITÉ
DE PLUIE
SIMILAIRE**

2050 : 298 mm
(de 281 à 329 mm)

Historique : 297 mm



**PLUIES
INTENSES PLUS
FRÉQUENTES**

Davantage de cellules
orageuses localisées

Changements pour 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

Conséquences en phytoprotection

- ↑ 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
- ↑ ↓ des applications de pesticides



Projet IRDA–OURANOS-MAPAQ

Documenter l'impact potentiel des CC sur les ravageurs et maladies présents au Québec

Identifier et proposer des mesures d'adaptation aux CC pour ces ravageurs et maladies ciblés des quatre secteurs

2017–2018

2016

2018–2019

Modéliser l'effet des CC pour des études de cas selon les scénarios climatiques à l'horizon 2041-2070 pour le Québec

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

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 pêcher : 17

Projet IRDA–OURANOS-MAPAQ

Documenter l'impact potentiel des CC sur les ravageurs et maladies présents au Québec

Identifier et proposer des mesures d'adaptation aux CC pour ces ravageurs et maladies ciblés des quatre secteurs

2017–2018

2016

2018–2019

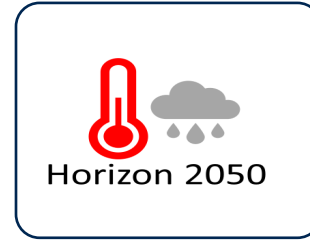
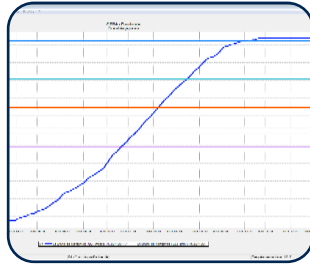
Modéliser l'effet des CC pour des études de cas selon les scénarios climatiques à l'horizon 2041-2070 pour le Québec



Modèles existants

- Phénologie McIntosh
- Carpocapse de la pomme (*Cydia pomonella*)
- Feu bactérien (*Erwinia amylovora*)
- Anthracnose (*Colletotrichum acutatum*)
- Punaise marbrée (*Halyomorpha halys*)



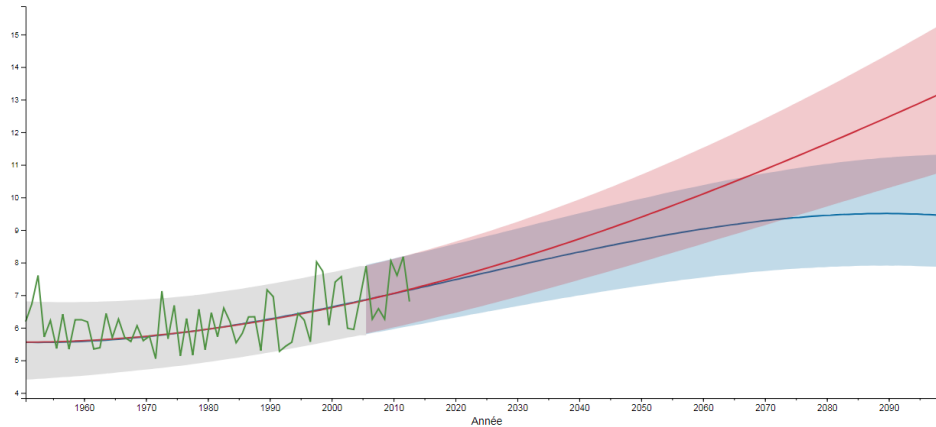


Modèles bioclimatiques

- Décrire phénologie

Scénarios climatiques

- Projections futures



Scénarios de
changement supérieur

Scénarios de
changement inférieur

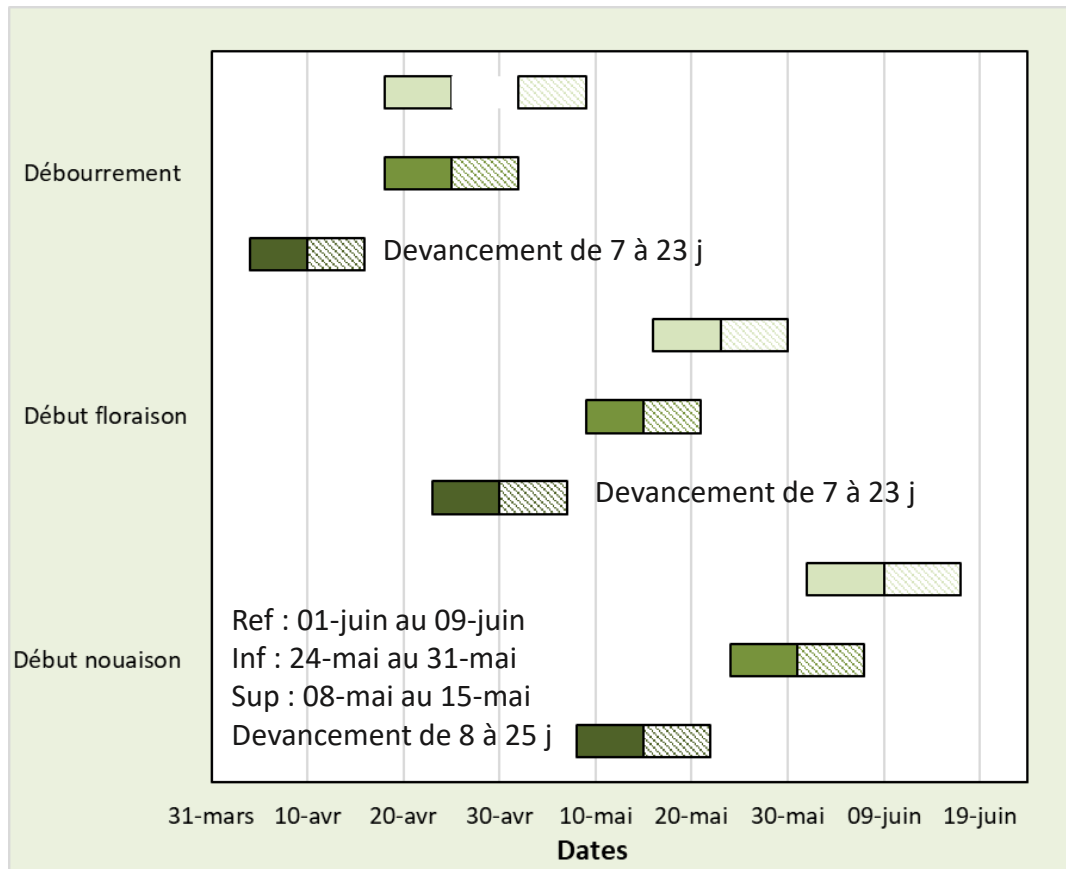


Agriculture et
Agroalimentaire Canada

Agriculture and
Agri-Food Canada



Prédiction pommier



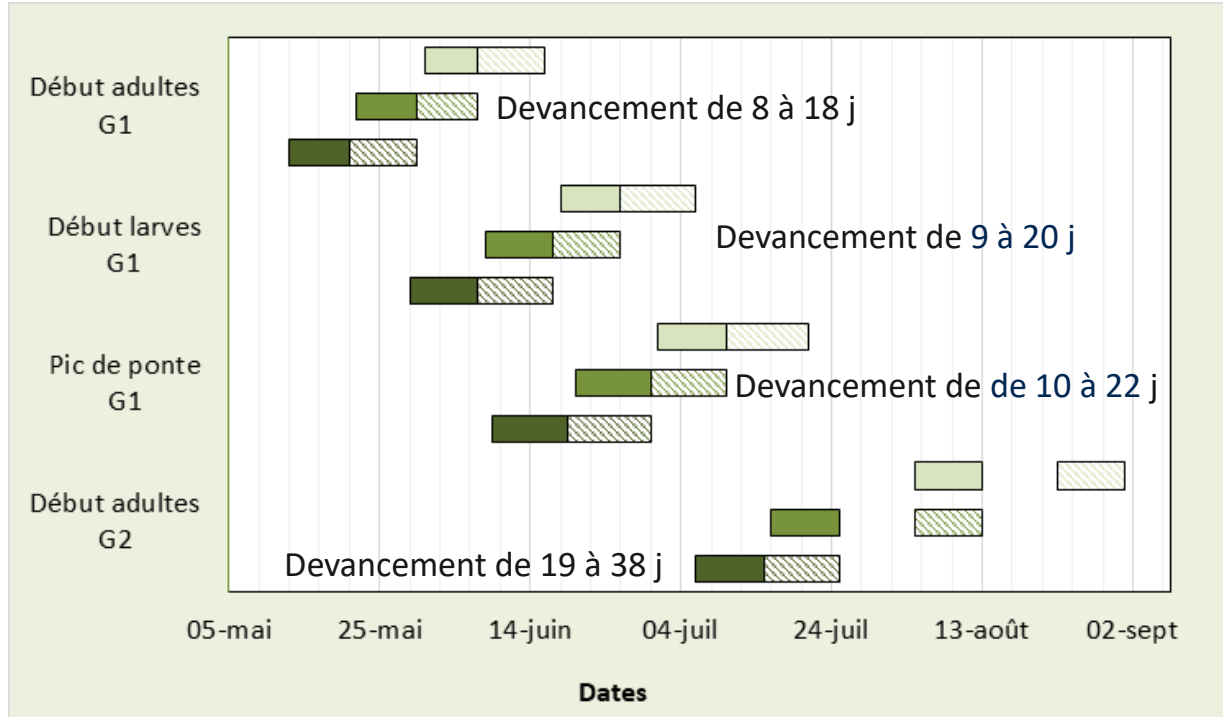
Montérégie (couleur pleine)
Capitale-Nationale (couleur hachurée)

Vert clair: période de référence (1981-2010)

Vert moyen: scénario de changement inférieur (2041-2070)

Vert foncé: scénario de changement supérieur (2041-2070)

Prédiction sur le développement du carpocapse



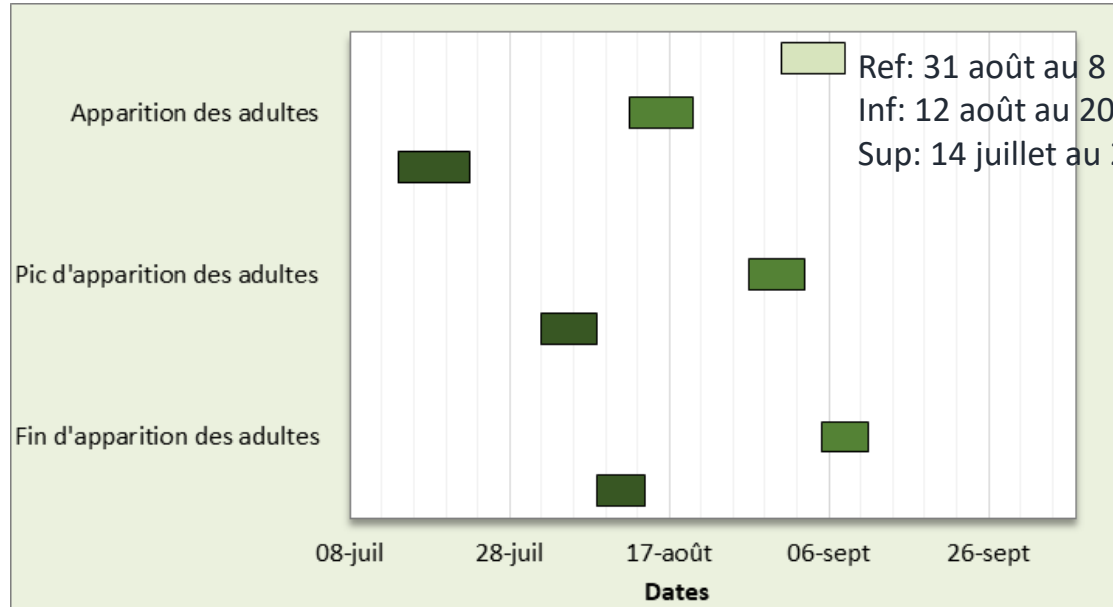
Montérégie (couleur pleine)
Capitale-Nationale (couleur hachurée)

Vert clair: période de référence (1981-2010)

Vert moyen: scénario de changement inférieur (2041-2070)

Vert foncé: scénario de changement supérieur (2041-2070)

Prédiction de l'apparition de la punaise marbrée



Montérégie (couleur pleine)

Vert clair: période de référence (1981-2010)

Vert moyen: scénario de changement inférieur (2041-2070)

Vert foncé: scénario de changement supérieur (2041-2070)

Projet IRDA–OURANOS-MAPAQ

Documenter l'impact potentiel des CC sur les ravageurs et maladies présents au Québec

Identifier et proposer des mesures d'adaptation aux CC pour ces ravageurs et maladies ciblés des quatre secteurs

2017–2018

2016

2018–2019

Modéliser l'effet des CC pour des études de cas selon les scénarios climatiques à l'horizon 2041-2070 pour le Québec

Analogues spatiaux



- Période de référence (1981-2010)
- Indicateurs bioclimatiques
 - Durée de la saison de croissance (potentiel agricole 1^{er} mars au 1^{er} décembre)
 - Précipitations moyennes journalières (précipitation affectant ravageur)
 - Cumul de degrés-jours (potentiel de croissance du ravageur)



Climat 2050 au Québec





Begin a new search

Target city

QC: Montréal | X

Emissions scenario:

Moderate (SSP2-4.5) High (SSP5-8.5)

Target period: 2041-2070

Slider for target period: 2041-2070

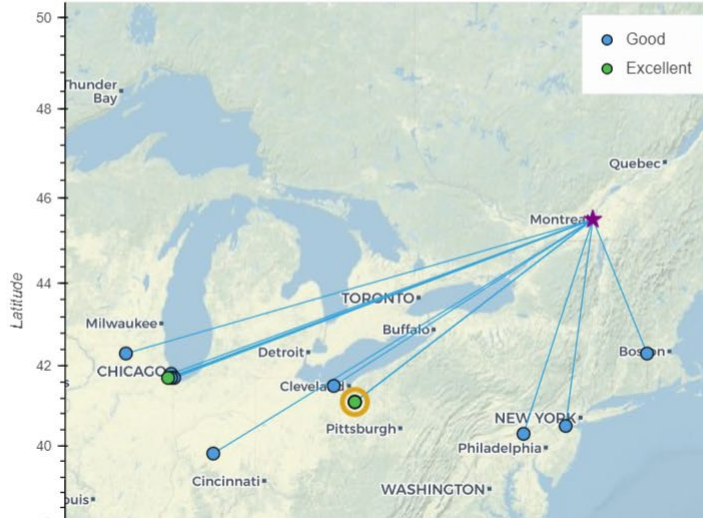
Climate indices (select up to 4)

Degree days above 0°C | X
 Growing season length | X
 Maximum 1-day precipitation | X

- #1
- #2
- #3
- #4
- #5
- #6
- #7
- #8
- #9
- #10
- #11
- #12

Based on the climate indices chosen (Growing season length, Maximum 1-day precipitation and Degree days above 0°C), Akron, Ohio's present day climate is an **excellent** analogue of the future climate for Montréal, from 2041 to 2070, under an emissions scenario with high greenhouse gas emissions. This is based on the climate simulation MIROC_MIROC-ES2L. Out of the 12 simulations chosen, this climate simulation is the **3rd best** representation of the ensemble mean.

Map of analogues



Summary Data Export

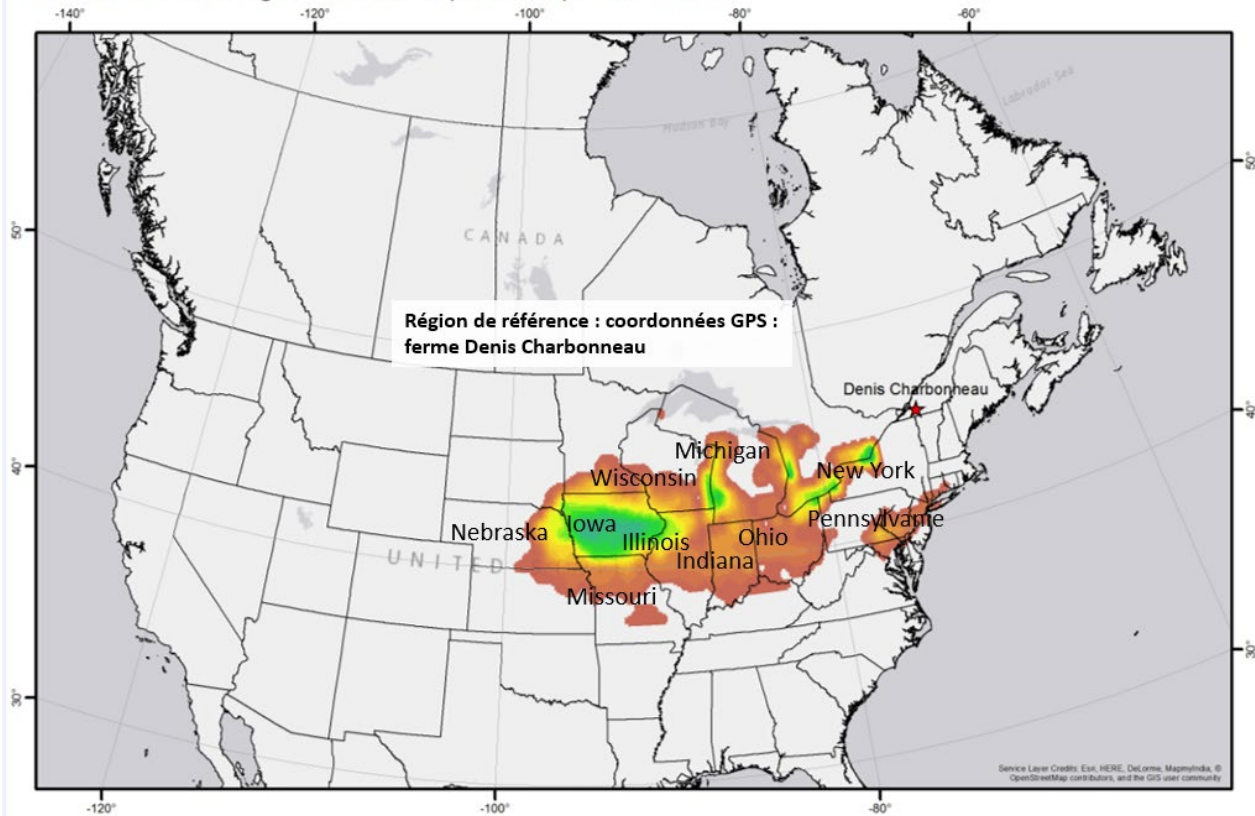
Current selection : #3

Quality of analogy: Excellent (-0.022, top 0.99 %)

Representativeness score: 1.46

	Target	Analogue
Urban area	Montréal, QC	near Akron, Ohio (812 km)
Coordinates	45°30'00"N, 74°00'00"W	42°00'00"N, 81°30'00"W
Time period	2041-2070	1991-2020
Data source	MIROC_MIROC-ES2L / SSP5-8.5	ERA5-Land
Pop. density	8111 hab/km ²	1388 hab/km ²

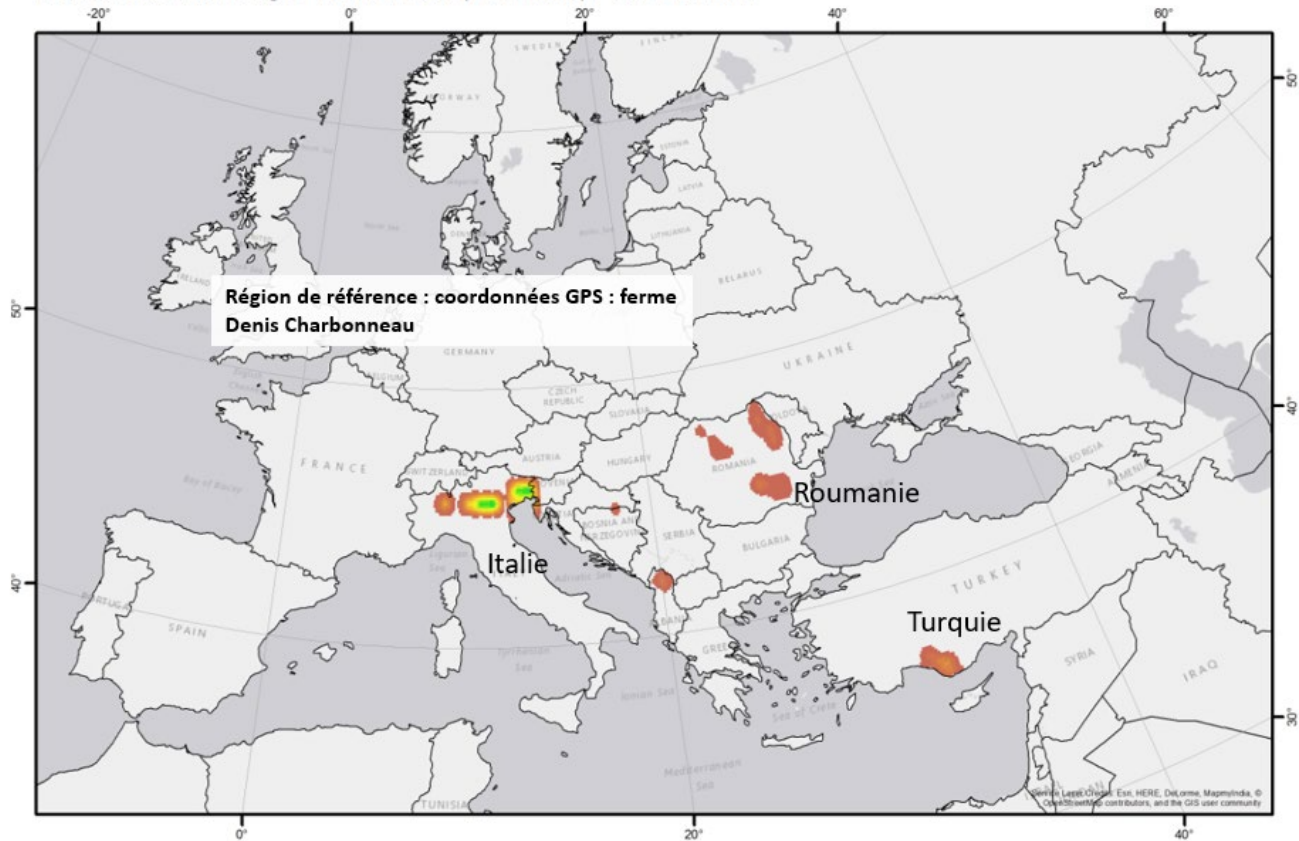
Meilleur 1% : Montréal - Horizon 2050 (2041-2070) : set2 Method1



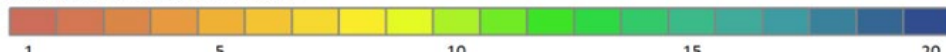
Analogues : Nombre de scénarios



Meilleur 5% : Montérégie - Horizon 2050 (2041-2070) : set2 Method1



Analogues : Nombre de scénarios



Prédictions *versus* analogues

Impacts	Projections Bioclimatiques	Analogue + littérature
Devancement de la floraison	Fin avril – début mai	Fin avril – début mai
Augmentation de la pression exercée chez le carpocapse de la pomme	2 générations	2 à 3 générations
Devancement phénologie du carpocapse de la pomme (début des vols de la G1)	Début à mi-mai	13 au 22 mai
Augmentation de la pression exercée par la punaise marbrée	1 génération complète	1 à 2

Outils de lutte dans les analogues

- Modèle prédictifs OAD
- Confusion sexuelle
- Granulovirus
- Lâchers de parasitoïdes
- Attract and kill
- Filets d'exclusion
- Contrôle chimique



Comment s'adapter dès maintenant ?

GUIDE de référence
en production
fruitière intégrée

Pour les producteurs de pommes du Québec



- Utiliser les ressources!!!!
- Bouger pour voir les nouvelles pratiques
- Se former et s'équiper d'outils d'aide à la décision (Rougerie Durocher 2022): RIMpro, Windy, Spray cast...



Comment s'adapter dès maintenant ?

- Replantation
- Variétés résistantes maladies
- Aménagement du verger (haie fruitière, haute densité, ...)
- Améliorer les processus opérationnels:
 - Une régie mécanisée (eliminae, Hedger, Darwin, etc...)
 - Équipement pulvérisateur air check
- Méthode globale de protection
 - Filet d'exclusion
 - Confusion sexuelle



Pratiques à moindre risque, épisode 3: Le broyeur de feuilles

Comment s'adapter dès maintenant?



Venez visiter le verger de
l'IRDA et parler à nos équipes



Remerciements

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

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