



Agriculture et
Agroalimentaire Canada

Agriculture and
Agri-Food Canada



Un peu d'ordre dans les désordres post-récolte grâce à la modélisation bioclimatique

Dominique Plouffe¹, Gaétan Bourgeois¹ et Jennifer DeEll²

¹ Agriculture et Agroalimentaire Canada, Saint-Jean-sur-Richelieu, Québec

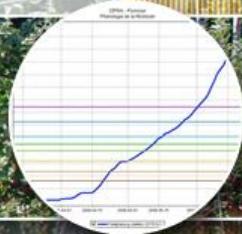
² Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires Rurales, Ontario

Avec la collaboration de:

Maude Lachapelle, Marie-Pier Ricard, Virginie Grégoire, Cyril Viens et Antoine Plourde-Rouleau



Canada



Plan de la présentation

- Aperçu de trois désordres post-récolte de la pomme 'Honeycrisp'
 - Échaudure molle
 - Brunissement humide de la chair
 - Tache amère
- Effet de la météo durant la saison de croissance précédent l'entreposage des pommes
 - Valeurs mesurées et estimées
- Développement et présentation des modèles



Désordres post-récolte: 'Honeycrisp'

Échaudure molle

(« Soft scald »)

- Lésion brune bien définie sur la peau du fruit
- Affecte les premières couches de chair
- Aggravée par :
 - maturité avancée
 - température trop froide en entrepôt
 - faible charge
 - gros fruits



Désordres post-récolte – ‘Honeycrisp’

Brunissement humide de la chair

(Désordre commun du froid, « soggy breakdown »)

- Brunissement diffus bien défini autour du cortex qui est normalement humide et séparé de la peau par du tissu sain
- Aggravé par :
 - maturité avancée à la récolte
 - conditions en entrepôt ($T < 2 \text{ à } 3^\circ\text{C}$)



Désordres post-récolte: 'Honeycrisp'

Tache amère

(« Bitter pit »)

- Lésions brunes, légèrement enfoncées à la surface du fruit; visible sous la peau, apparence liégeuse, goût amer
- Causée par un déficit de calcium dans la chair
 - plus important dans les fruits de gros calibre
- Aggravée par :
 - faible charge
 - forte croissance végétative



Développement des modèles bioclimatiques

Observations et mesures:

- Incidence des désordres
- Dates de floraison et de récolte
- Précipitations (PPT)
- Températures (Tmax et Tmin)

Données estimées:

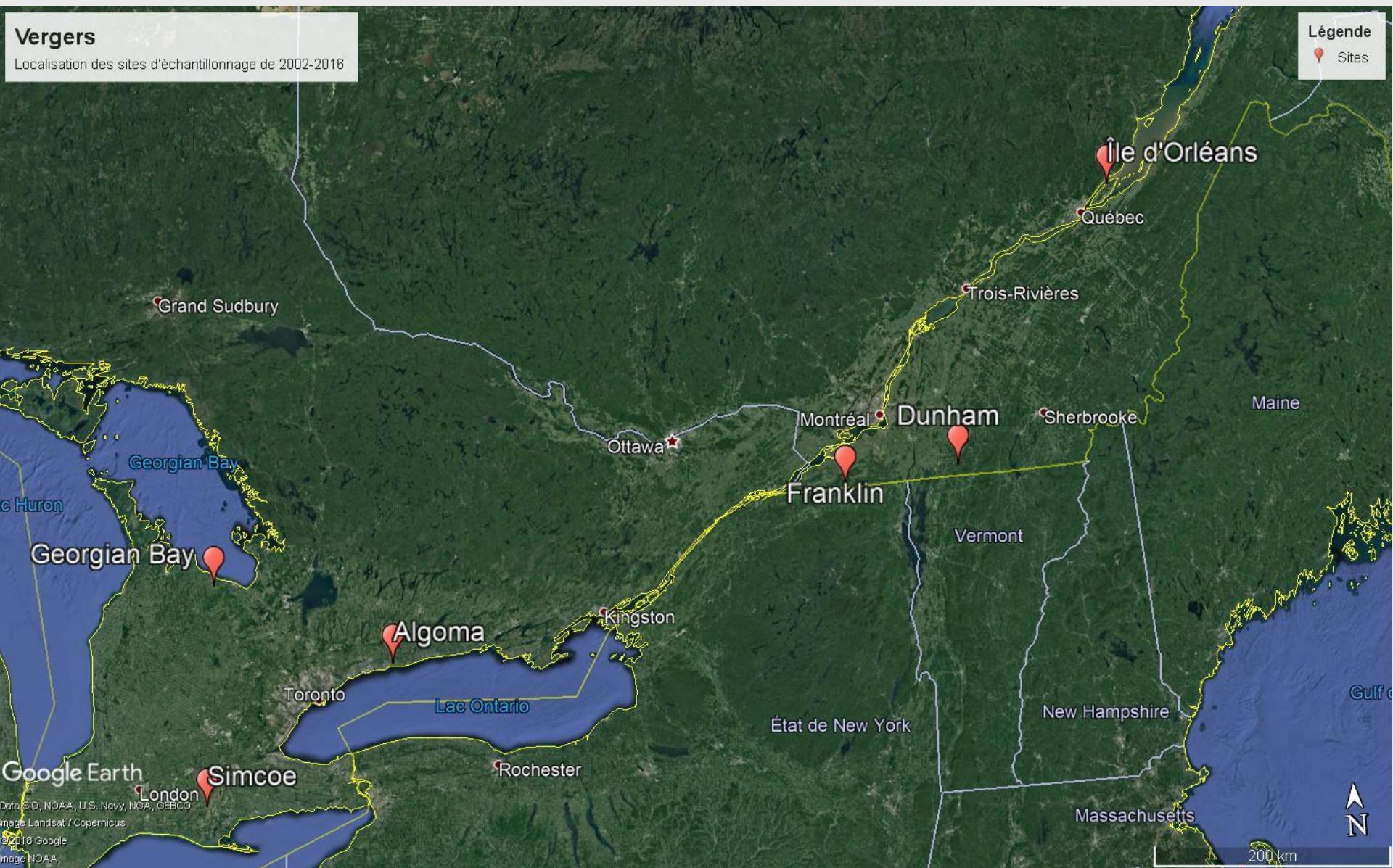
- Radiation solaire
- Evapotranspiration (ETP)
- Bilan hydrique (PPT – ETP)

6 périodes (Jours après floraison - JAF):

- 0-14 JAF (15 j)
- 15-29 JAF (15 j)
- 30-44 JAF (15 j)
- 45-59 JAF (15 j)
- 60-89 JAF (30 j)
- 90 JAF à récolte (30 j)



~ 70 jeux de données observées (2002-2017)

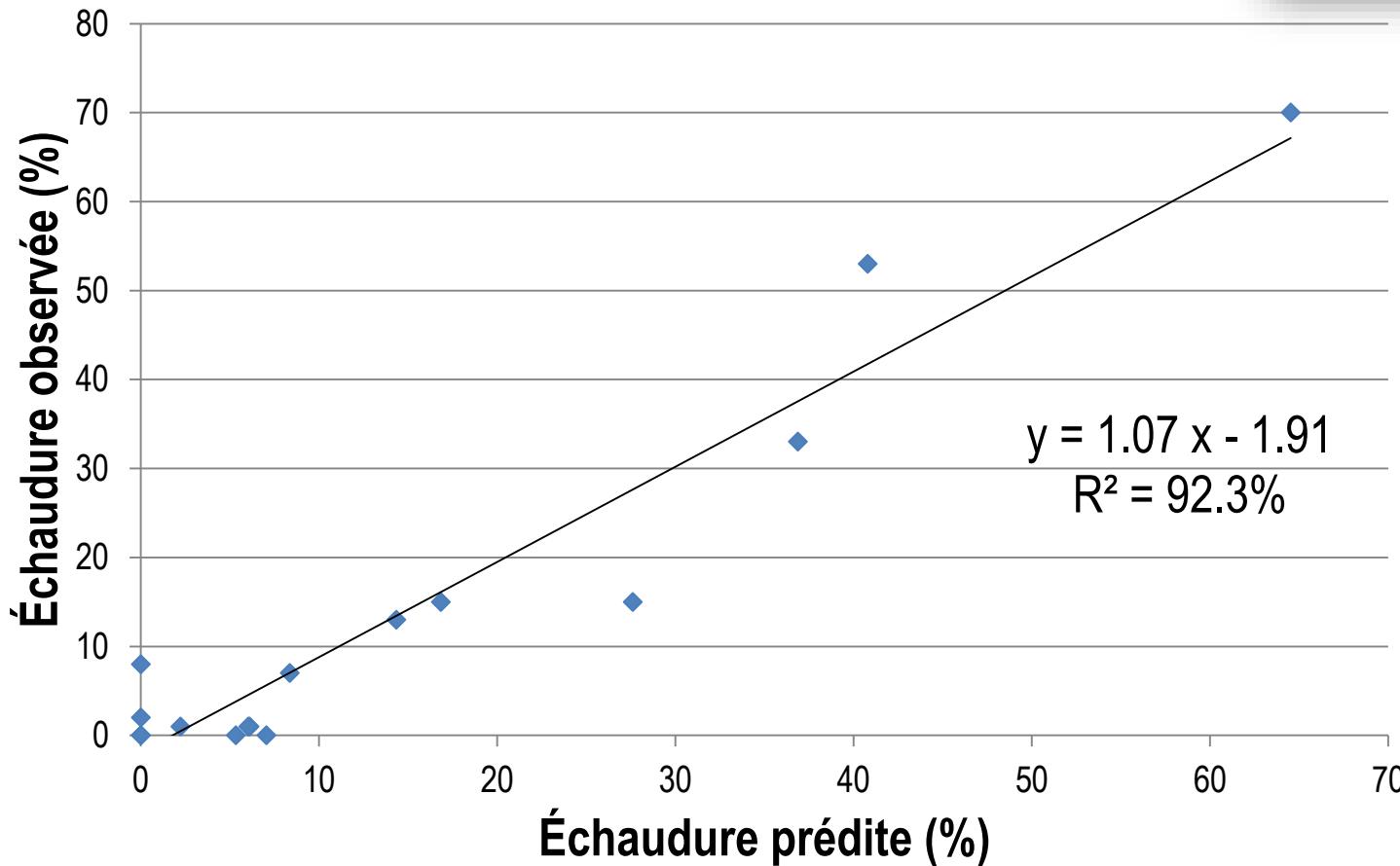


Modèle « Échaudure molle »: ‘Honeycrisp’

2 modèles : 1 Québec, 1 Ontario (\neq équations)



Modèle Québec



Modèle « Échaudure molle - QC »

Période \ Paramètres	0-14 (fin mai)	15-29 (mi-juin)	30-44 (fin juin)	45-59 (mi-juillet)	60-89 (fin juillet)	90-R (mi-août)
Précip. f (BH)	↓ Éch. molle	↓ Brun. hum. chair			↓ Éch. molle	↗ Brun. hum. chair
T° < 15			↗ Tache amère			
15 < T° < 25						
T° > 25		↓ Brun. hum. chair				↓ Éch. molle
Rad. sol. < 15	↓ Tache amère		↓ Brun. hum. chair			
15 < Rad. sol. < 24			↗ Tache amère			
Rad. sol. > 24		↗ Tache amère	↗ Éch. molle			
	R^2					
Période \ Modèles	0-14	15-29	30-44	45-59	60-89	90-R
Éch. molle	36.1	47.6	78.4	81.4	82.0	88.3
Brun. hum. chair	13.1	55.5	66.5	66.5	66.5	82.8
Tache amère	38.7	61.1	87.5	87.5	87.5	87.5



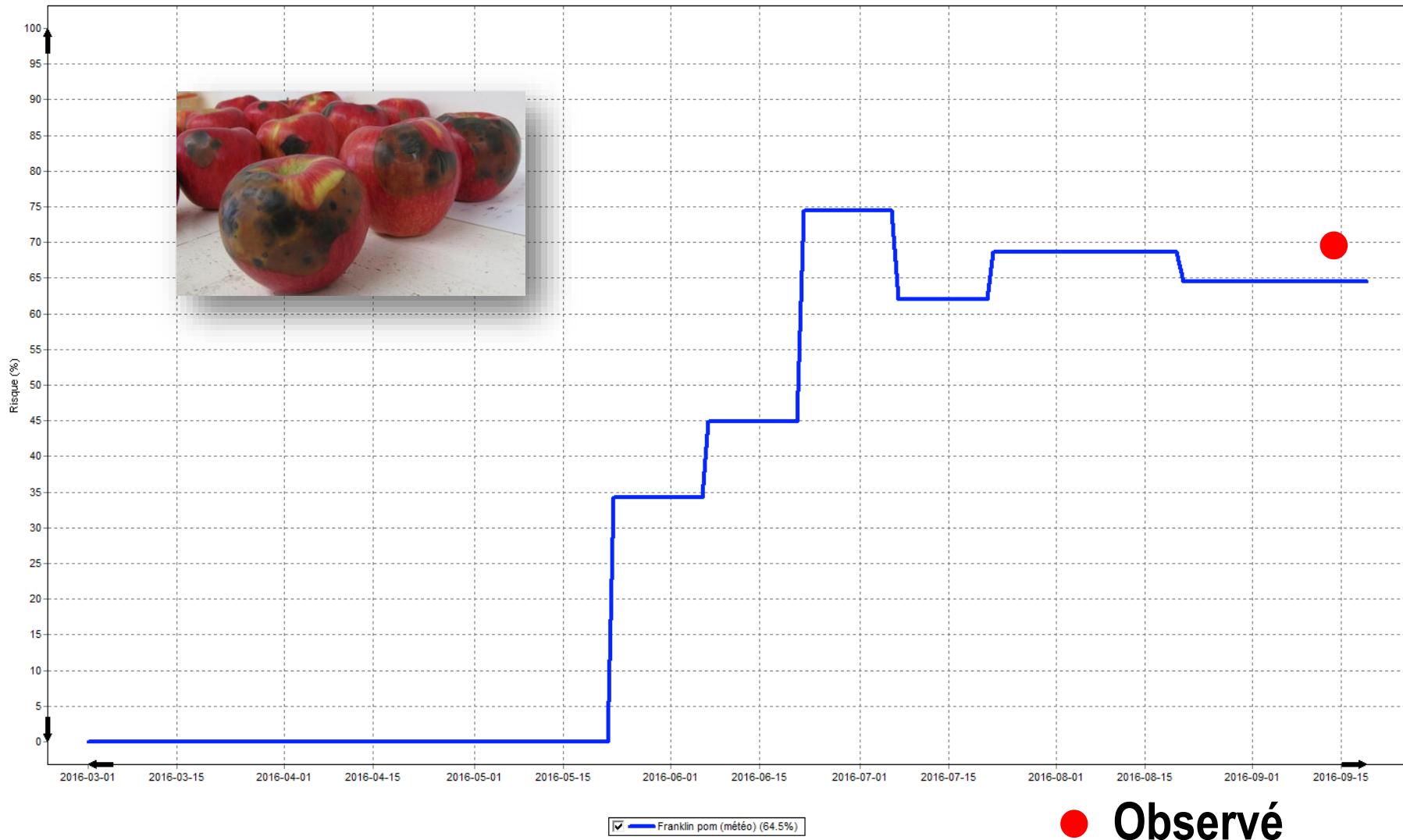
Modèle « Échaudure molle - QC »

Site/année \ Périod	Incidence échaudure molle (%)							Différence
	0-14	15-29	30-44	45-59	60-89	90-R	Post-R (observé)	
Franklin/2009	4	5	10	7	11	7	0	7
Franklin/2010	35	27	7	8	7	5	0	5
Franklin/2011	10	4	0	5	4	6	1	5
Franklin/2013	16	8	8	17	23	8	7	1
Franklin/2014	25	19	45	41	57	41	53	12
Franklin/2015	5	3	5	0	13	0	2	2
Franklin/2016	34	45	62	62	57	65	70	5
Freelighsburg/2013	9	2	5	3	0	2	1	1
Freelighsburg/2014	6	0	13	9	0	6	1	5
Freelighsburg/2015	8	5	0	0	0	0	0	0
Freelighsburg/2016	24	28	25	27	16	37	33	4
Orléans/2009	9	15	4	4	10	17	15	2
Orléans/2011	28	38	20	23	19	28	15	13
Orléans/2013	0	3	0	0	0	0	8	8
Orléans/2014	9	16	0	0	0	0	0	0
Orléans/2015	9	9	5	29	15	14	13	1
Orléans/2016	0	2	24	3	2	0	1	1

Modèle « Échaudure molle – QC » Franklin 2016



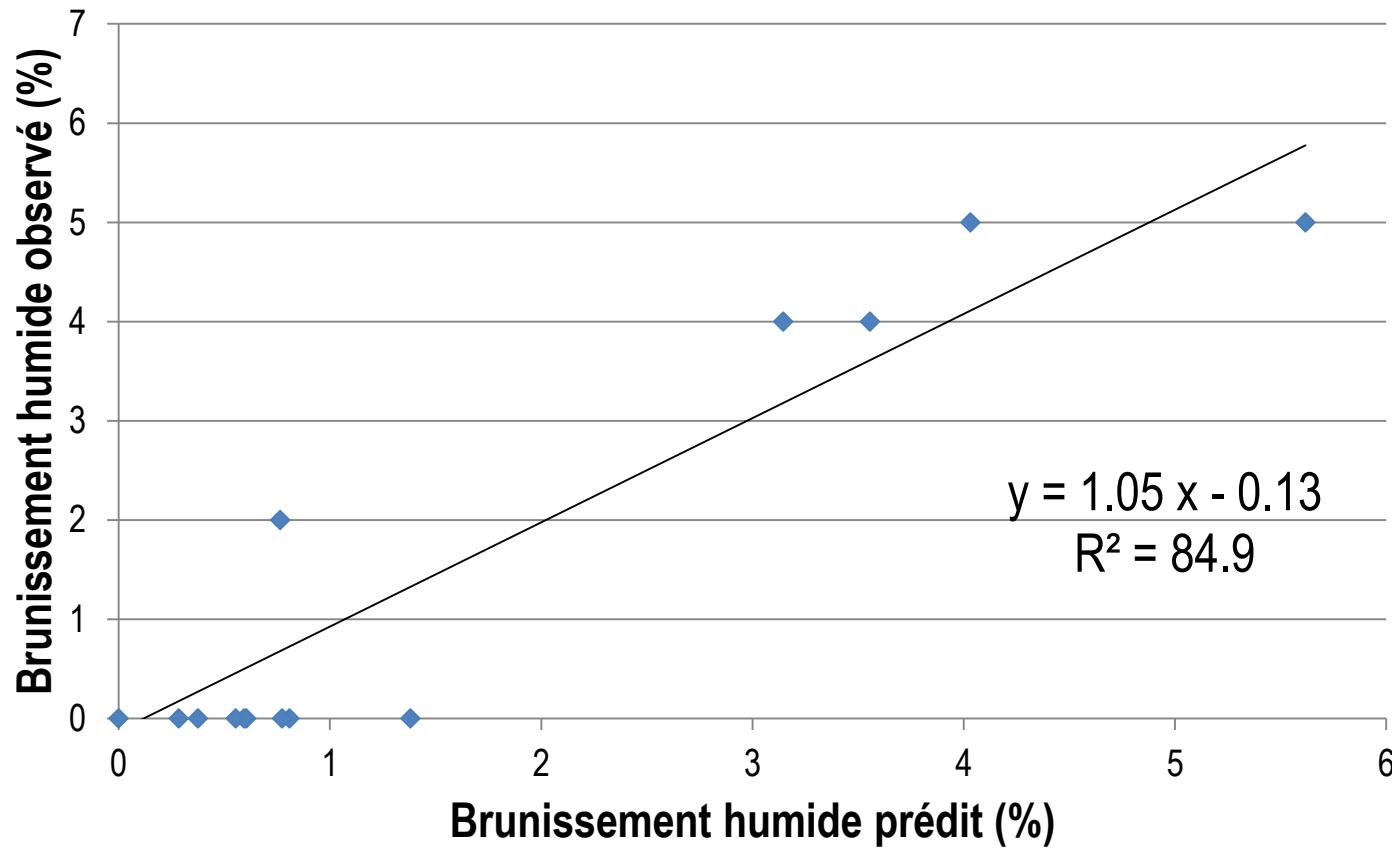
CIPRA - Pommier
Échaudure molle (QC)



Modèle « Brunissement humide de la chair »: ‘Honeycrisp’

2 modèles : 1 Québec, 1 Ontario (\neq équations)

Modèle Québec



Modèle « Brunissement humide de la chair – QC »

Période \ Paramètres	0-14 (fin mai)	15-29 (mi-juin)	30-44 (fin juin)	45-59 (mi-juillet)	60-89 (fin juillet)	90-R (mi-août)
Précip. f (BH)	↓ Éch. molle	↓ Brun. hum. chair			↓ Éch. molle	↗ Brun. hum. chair
T° < 15			↗ Tache amère			
15 < T° < 25						
T° > 25		↓ Brun. hum. chair				↓ Éch. molle
Rad. sol. < 15	↓ Tache amère		↓ Brun. hum. chair			
15 < Rad. sol. < 24			↗ Tache amère			
Rad. sol. > 24		↗ Tache amère	↗ Éch. molle			
	R^2					
Période \ Modèles	0-14	15-29	30-44	45-59	60-89	90-R
Éch. molle	36.1	47.6	78.4	81.4	82.0	88.3
Brun. hum. chair	13.1	55.5	66.5	66.5	66.5	82.8
Tache amère	38.7	61.1	87.5	87.5	87.5	87.5



Modèle « Brunissement humide de la chair - QC »

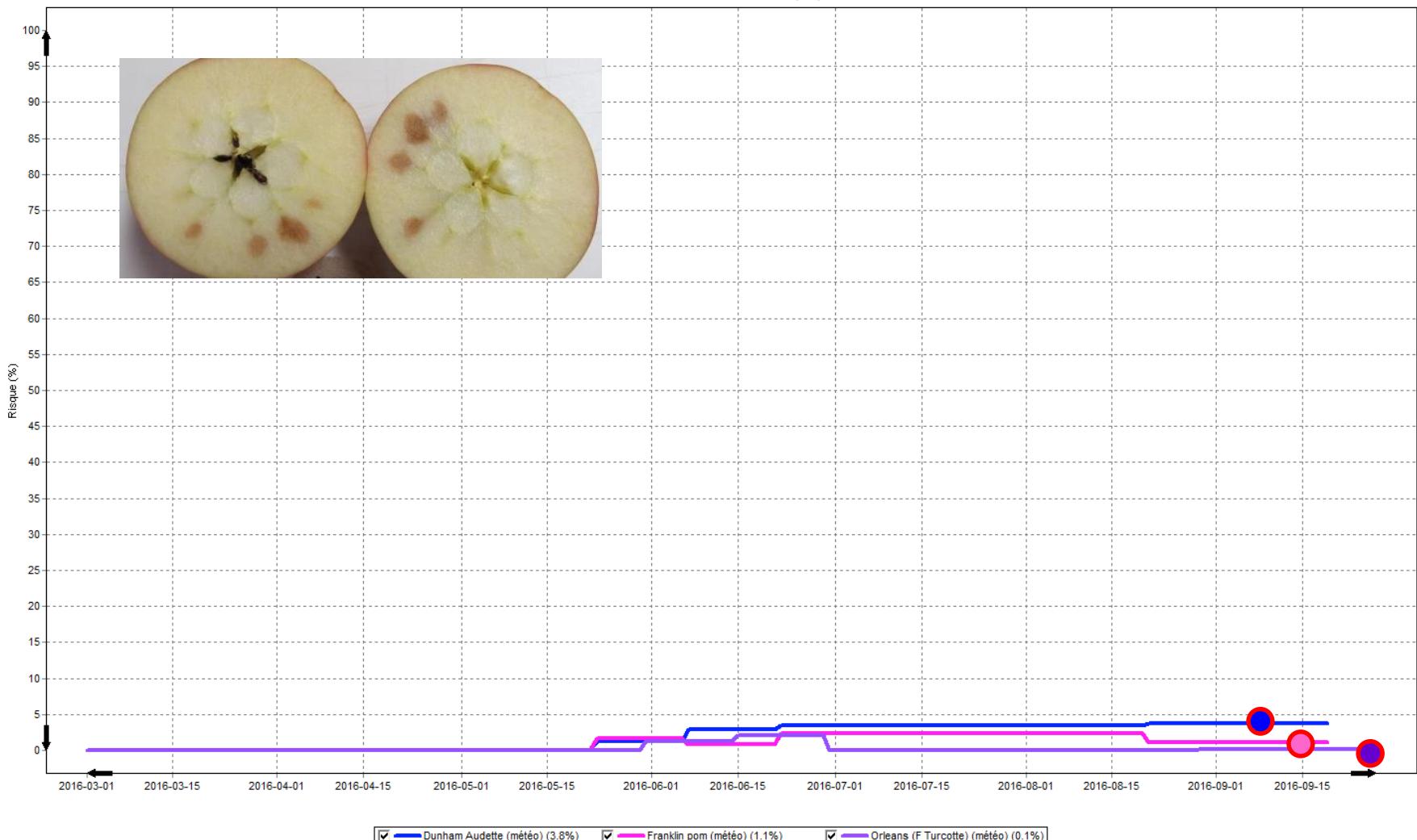
verger/année \ période	Indice brunissement humide de la chair (%)							décalage
	0-14	15-29	30-44	45-59	60-89	90-R	post-R (observée)	
Fra09	0	1	2	2	2	0	0	0
Fra10	1	0	0	0	0	0	0	0
Fra11	1	0	0	0	0	1	0	1
Fra13	3	0	0	0	0	1	0	1
Fra14	1	0	1	1	1	1	0	1
Fra15	0	0	2	2	2	1	0	1
Fra16	2	1	2	2	2	1	2	1
Fre13	2	2	2	2	2	4	5	1
Fre14	1	1	0	0	0	0	1	1
Fre15	0	0	0	0	0	0	0	0
Fre16	1	3	3	3	3	4	4	0
Orl09	1	1	1	1	1	0	0	0
Orl11	2	4	5	5	5	6	5	1
Orl13	1	4	3	3	3	3	4	1
Orl14	1	1	0	0	0	1	0	1
Orl15	2	3	2	2	2	1	0	1
Orl16	1	2	0	0	0	0	0	0

Modèle « Brunissement humide de la chair - QC »

Dunham, Franklin, Sainte-Famille 2016



CIPRA - Pommier
Brunissement humide de la chair (QC)



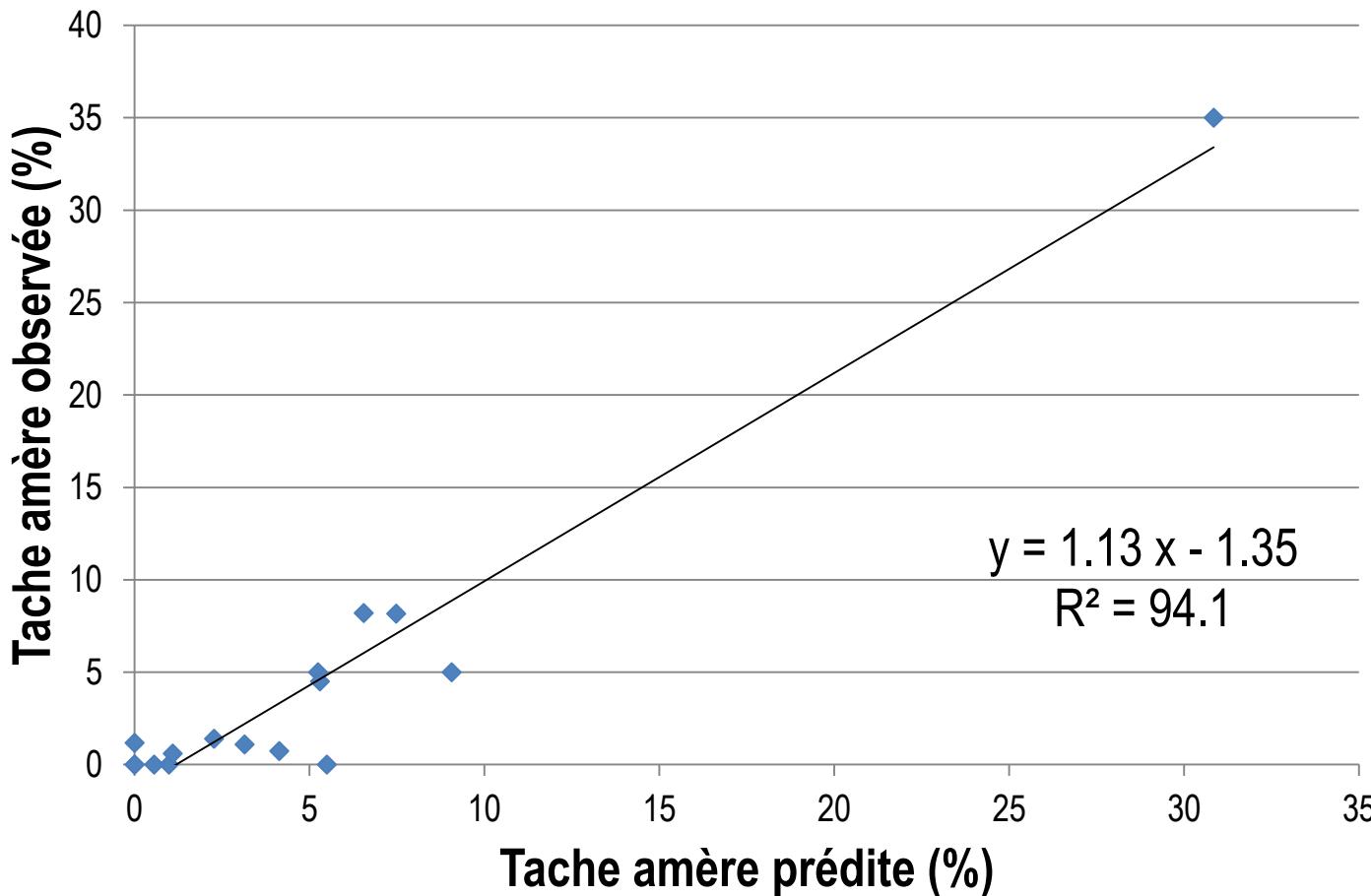
● Observés

Modèle « Tache amère »: ‘Honeycrisp’

2 modèles : 1 Québec, 1 Ontario (\neq équations)



Modèle Québec



Modèle « Tache amère - QC »

Période \ Paramètres	0-14 (fin mai)	15-29 (mi-juin)	30-44 (fin juin)	45-59 (mi-juillet)	60-89 (fin juillet)	90-R (mi-août)
Précip. f (BH)	↓ Éch. molle	↓ Brun. hum. chair			↓ Éch. molle	↗ Brun. hum. chair
T° < 15			↗ Tache amère			
15 < T° < 25						
T° > 25		↓ Brun. hum. chair				↓ Éch. molle
Rad. sol. < 15	↓ Tache amère		↓ Brun. hum. chair			
15 < Rad. sol. < 24			↗ Tache amère			
Rad. sol. > 24		↗ Tache amère	↗ Éch. molle			
	R^2					
Période \ Modèles	0-14	15-29	30-44	45-59	60-89	90-R
Éch. molle	36.1	47.6	78.4	81.4	82.0	88.3
Brun. hum. chair	13.1	55.5	66.5	66.5	66.5	82.8
Tache amère	38.7	61.1	87.5	87.5	87.5	87.5



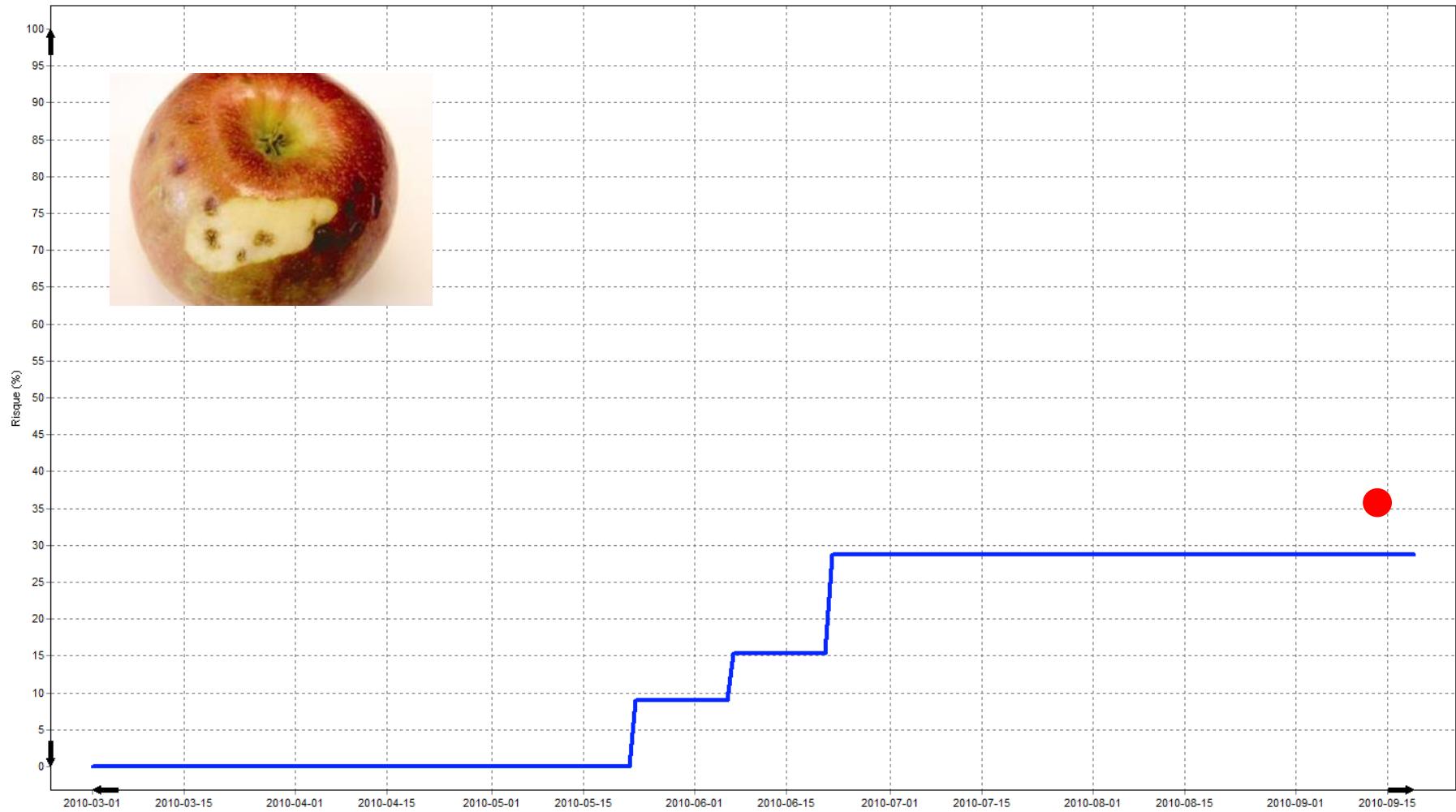
Modèle « Tache amère - QC »

verger	période	Incidence de tache amère (%)							écart
		0-14	15-29	30-44	45-59	60-89	90-R	post-R (observée)	
Fra10		2	0	3	3	3	3	1	2
Fra11		5	1	0	0	0	0	0	0
Fra13		2	2	1	1	1	1	0	1
Fra14		6	5	5	5	5	5	0	5
Fre14		0	0	0	0	0	0	0	0
Orl10		13	22	31	31	31	31	35	4
Orl11		5	11	5	5	5	5	5	0
Orl13		6	7	9	9	9	9	5	4
Orl14		0	0	1	1	1	1	0	1
Orl15		5	5	0	0	0	0	1	1
Orl16		4	8	4	4	4	4	1	3
Fre13		3	0	5	5	5	5	5	1
Fre15		12	5	7	7	7	7	8	2
Fre16		4	5	2	2	2	2	1	1
Fra15		14	12	7	7	7	7	8	1
Fra16		0	1	1	1	1	1	1	0

Modèle tache amère (QC), Orléans 2010



CIPRA - Pommier
Tache amère (QC)



Ste-Famille (L'île-d'Orléans) (météo) (28.7%)

● Observé

[Graphique à l'écran] | [Rapport synthèse] | [Rapport spécial]

Insectes

- Carpocapse de la pomme *
- Carpocapse de la pomme (avec biofix)
- Cécidomyie du pommier *
- Charançon de la prune
- Hoplocampe des pommes
- Mineuse marbrée
- Mouche de la pomme
- Mouche de la pomme (avec biofix)
- Noctuelle du fruit vert
- Punaise marbrée *
- Punaise terne
- Sésie du cornouiller
- Tétranyque rouge
- Tordeuse à bandes obliques
- Tordeuse à bandes rouges
- Tordeuse du pommier
- Tordeuse orientale du pêcher (Michigan)
- Tordeuse orientale du pêcher (Pennsylvanie)
- Tordeuse orientale du pêcher (Penn/AAC)

Phénologie

- McIntosh (DJ)
- McIntosh (BBCH)
- Fermeté de la McIntosh
- Kilogrammes-force
- Livres-force

Désordres post-récolte

- Brunissement humide de la chair (QC)
- Brunissement humide de la chair (ON)
- Brunissement interne du cœur
- Brunissement vasculaire
- Échaudure molle (QC)
- Échaudure molle (ON)
- Échaudure superficielle
- Tache amère (QC)
- Tache amère (ON)

Maladies

- Tavelure du pommier (Mills)

- Échaudure molle (QC)

- Tache amère (ON)

Date du stade pleine floraison

Laisser le logiciel estimer la date (selon le modèle phénologie de la McIntosh)

1 mai

OK

Date de récolte

Laisser le logiciel estimer la date.

15 septembre



Comment utiliser les modèles ?

Lorsque les risques sont élevés :

- Cueillir les pommes lorsqu'elles sont à un degré optimal de maturité
 - Maximiser la durée de conservation en entrepôt
 - Assurer la bonne qualité des pommes
- Adapter la mise en marché
- Favoriser le refroidissement retardé des 'Honeycrisp'
 - 10°C pendant 7 jours avant l'entreposage
- Entreposage de 'Honeycrisp' entre 3 et 5°C pour réduire les risques





Agriculture et
Agroalimentaire Canada

Agriculture and
Agri-Food Canada



**Merci de votre attention !
Questions, commentaires, suggestions ?**

Canada