

Module **2**

Modèles bioclimatiques

Formation sur l'utilisation d' *Agrométéo* Québec

Hiver 2018

Cultivons l'avenir 2
Une initiative fédérale-provinciale-territoriale

**Solutions
Mesonet**

Canada 

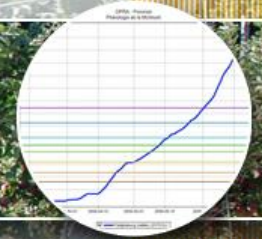
Québec 

 **CRAAQ**



Agriculture et
Agroalimentaire Canada

Agriculture and
Agri-Food Canada



Agrométéo Québec

Module 2 : Modèles bioclimatiques

Gaétan Bourgeois, Ph.D. et Dominique Plouffe, B.Sc.
Centre de recherche et développement de Saint-Jean-sur-Richelieu

Canada

Formation Agrométéo Québec (Plan de présentation – Module 2)

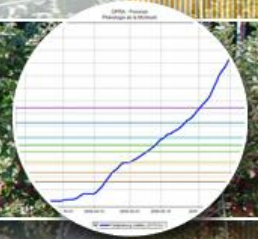
- ✓ **Introduction à la modélisation bioclimatique**
 - Équipe de recherche en bioclimatologie
 - Logiciel CIPRA et ses modèles
- ✓ **Phénologie des cultures**
- ✓ **Modèles pour les insectes ravageurs**
- ✓ **Modèles prévisionnels pour les maladies des cultures**
- ✓ **Qualité post-récolte des fruits**





Agriculture et
Agroalimentaire Canada

Agriculture and
Agri-Food Canada



Introduction à la modélisation bioclimatique

Gaétan Bourgeois, Ph.D.

Centre de recherche et développement de Saint-Jean-sur-Richelieu

Canada

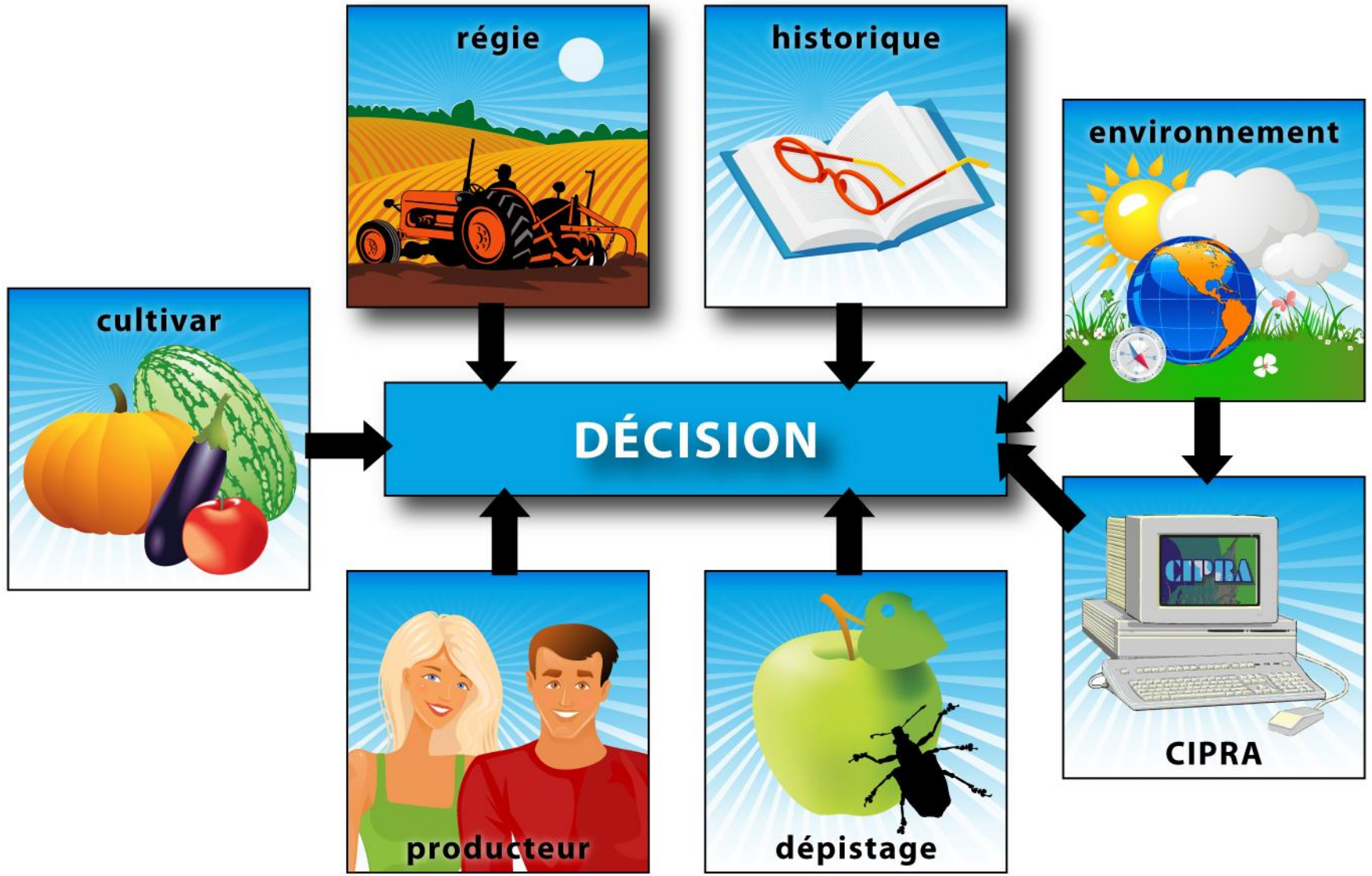


Agriculture and
Agri-Food Canada

Agriculture et
Agroalimentaire Canada



Équipe de recherche en bioclimatologie et modélisation **Canada**
Centre R&D St-Jean-sur-Richelieu



Centre Informatique de Prédiction des Ravageurs en Agriculture



1
9
9
4



2
0
1
8



~150 modèles et indices bioclimatiques → >25 cultures
>250 utilisateurs enregistrés → Milliers de producteurs

Tair, Tsol, HR, Vent,
RadSol, Précip

Tair, HR, Précip (%prob.),
Couvert. Nuag., Vente

Tmax, Tmin, Précip

**Observations
météo
(horaires)**

**Prévisions
météo
(horaires)**

**Normales
climatiques
(quotidiennes)**

**Modèles
bioclimatiques**

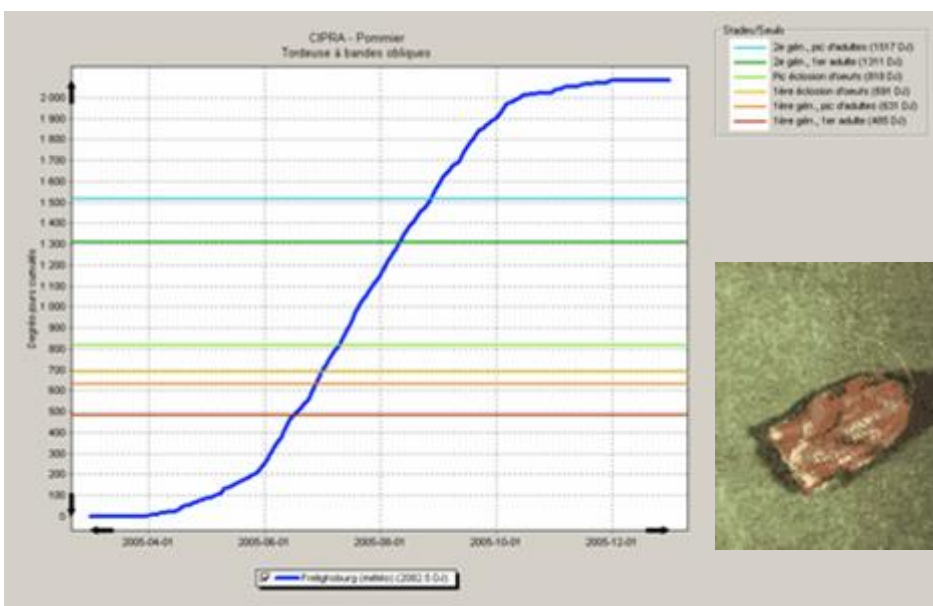
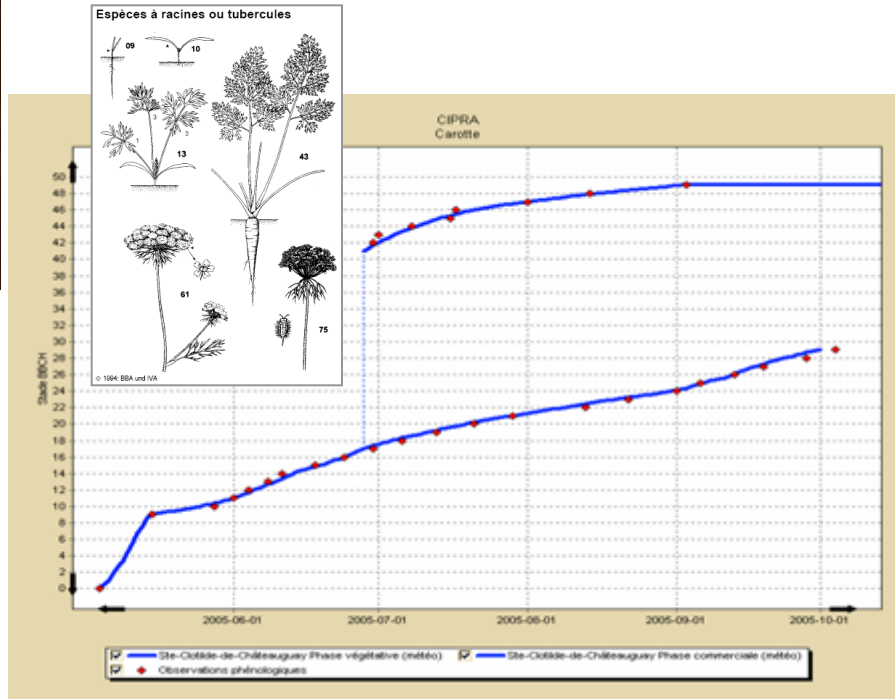
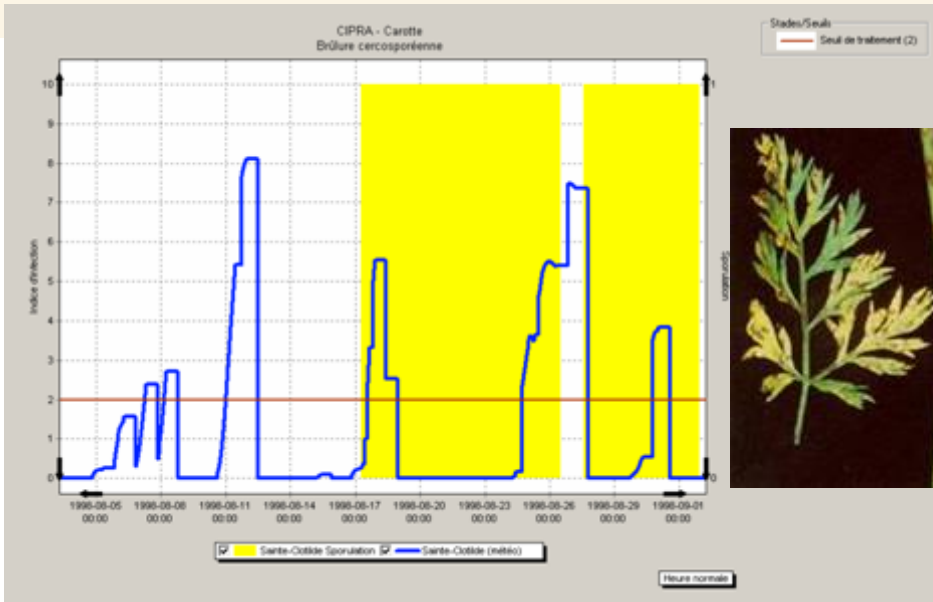


**Valeurs
prédites**

**Observations
biologiques**

- Interprétation
- Évaluation
- Développement et/ou mise à jour
- Transfert technologique

Exemples de modèles bioclimatiques



Pour plus d'informations sur les modèles bioclimatiques

- Guide sur les modèles bioclimatiques de CIPRA
- Disponible en français et en anglais sur Agri-Réseau
- Informations
 - ✓ Descriptions
 - ✓ Références
 - ✓ Interprétations
 - ✓ Calibration / Validation

Publié en novembre 2014,
Mis à jour en 2017



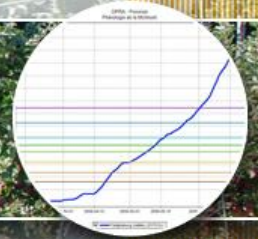
Guide des cultures





Agriculture et
Agroalimentaire Canada

Agriculture and
Agri-Food Canada



Phénologie des cultures

Gaétan Bourgeois, Ph.D.

Centre de recherche et développement de Saint-Jean-sur-Richelieu

Canada

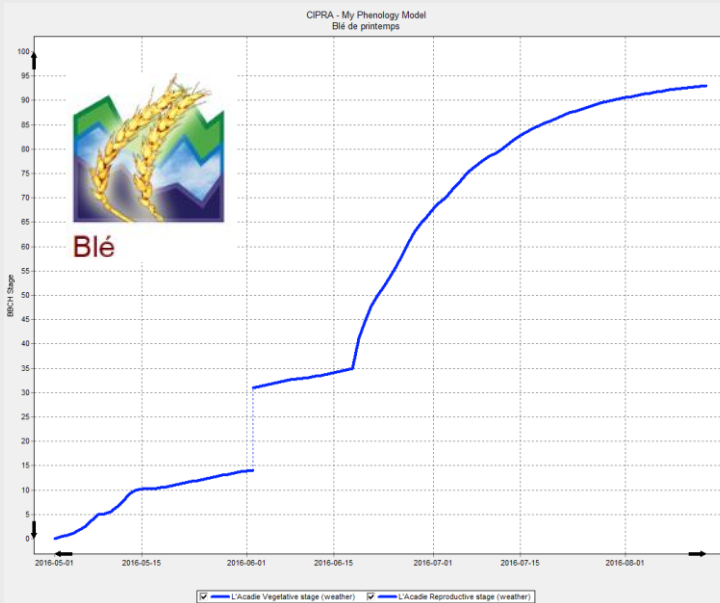
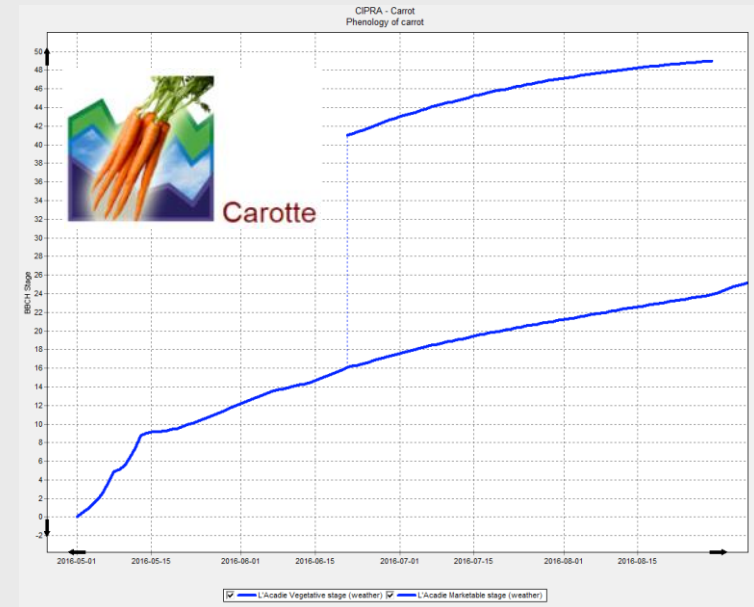
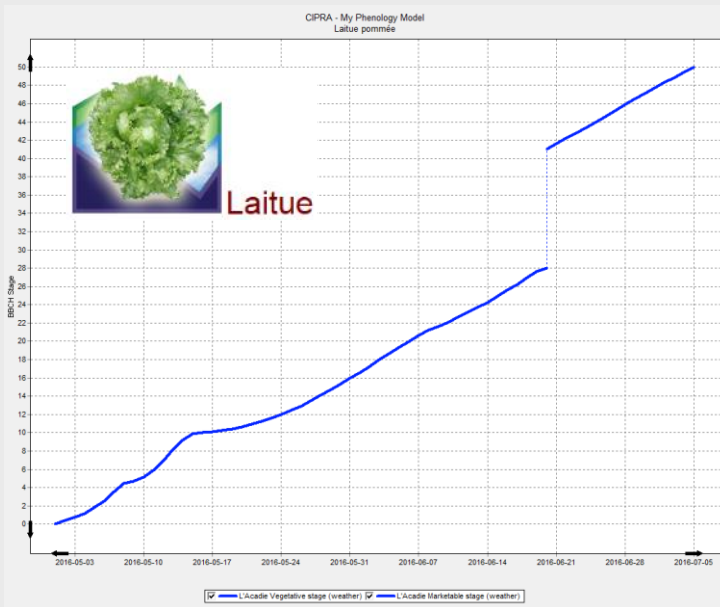
Phénologie des cultures

(Plan de présentation)

- ✓ Pourquoi prédire les stades phénologiques des cultures?
- ✓ Introduction aux modèles phénologiques basés sur les cumuls thermiques (ex.: degrés-jours)
- ✓ Jeux de données biologiques et météo requis
- ✓ Modèles phénologiques en développement
 - ✓ Approche « Cumuls thermiques »
 - ✓ Approche « Simulation dynamique »



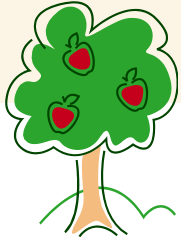
Modèles de prédiction de la phénologie des cultures



- Améliorent la planification des stratégies de dépistage et de lutte phytosanitaire
- Meilleure planification des semis et des récoltes
- Outil fort utile pour la mise en marché
- Améliore la gestion de l'eau et des fertilisants
- Élément clef pour les études sur les impacts des changements climatiques

Approche des cumuls thermiques (ex.: degrés-jours)

Données sur la phénologie du pommier et insectes ravageurs



Cultivar ou Ravageur	Nombre de sites	Années	Nombre de jeux de données
Phénologie 'McIntosh'	15	1977 à 2005	286
Carpocapse	15	2006 à 2014	684
Hoplocampe	12	2006 à 2014	132
Mineuse marbrée	8	1989 à 2006	166
Mouche de la pomme	12	2006 à 2014	210
Noctuelle du fruit vert	12	1981 à 2006	225
Sésie du cornouiller	12	1977 à 2006	147
Tordeuse à bandes obliques	13	1977 à 2006	266
Tordeuse à bandes rouges	10	1977 à 1998	160
Punaise terne	12	1980 à 2006	240

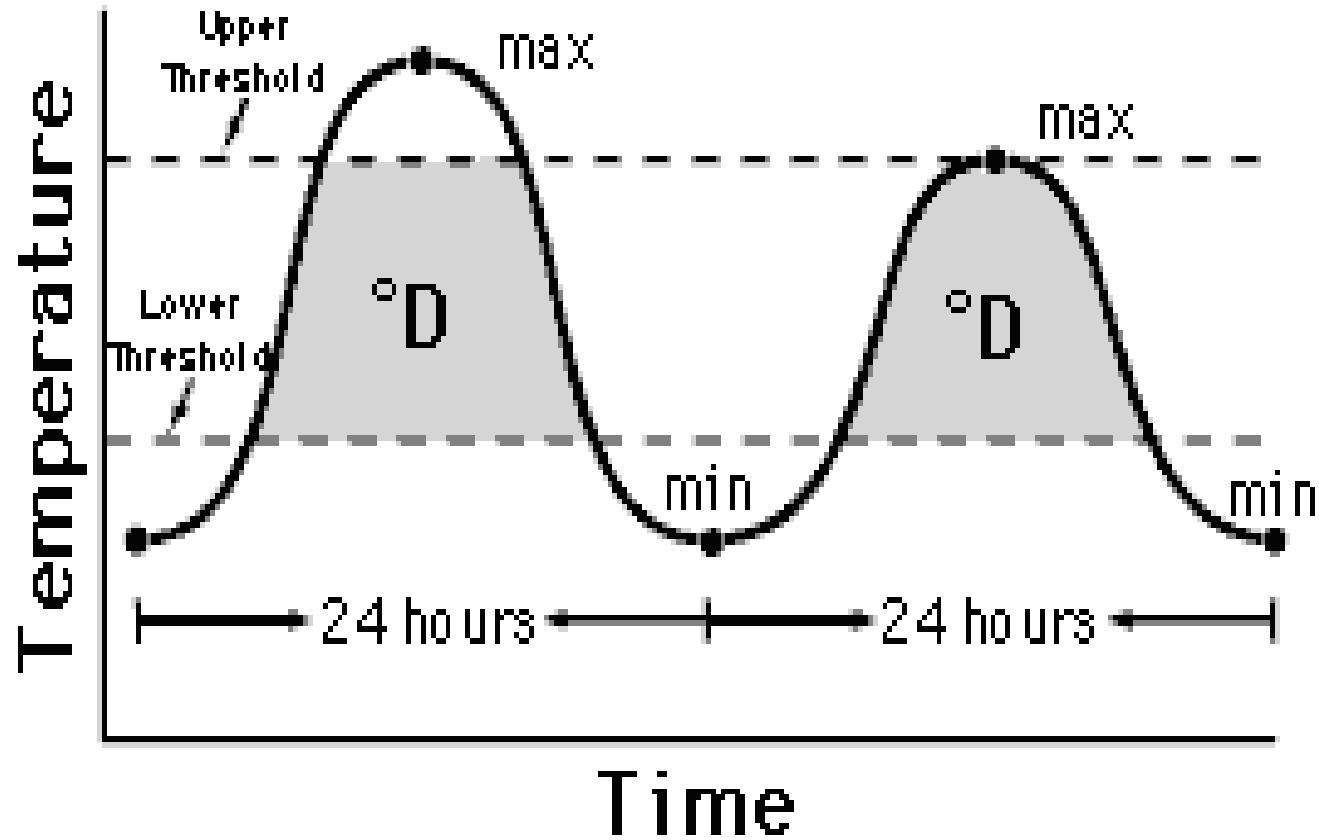
Approche des degrés-jours

Quelques définitions

- ✓ **Tmax, Tmin** : Températures maximale et minimale de l'air
(Observations météo)
- ✓ **Tbase (T_L)** : Température du seuil inférieur de développement
(ou Température de base)
- ✓ **Topt (T_U)** : Température optimale de développement
- ✓ **Tsup** : Température du seuil supérieur de développement
- ✓ **DJ** : Degrés-Jours

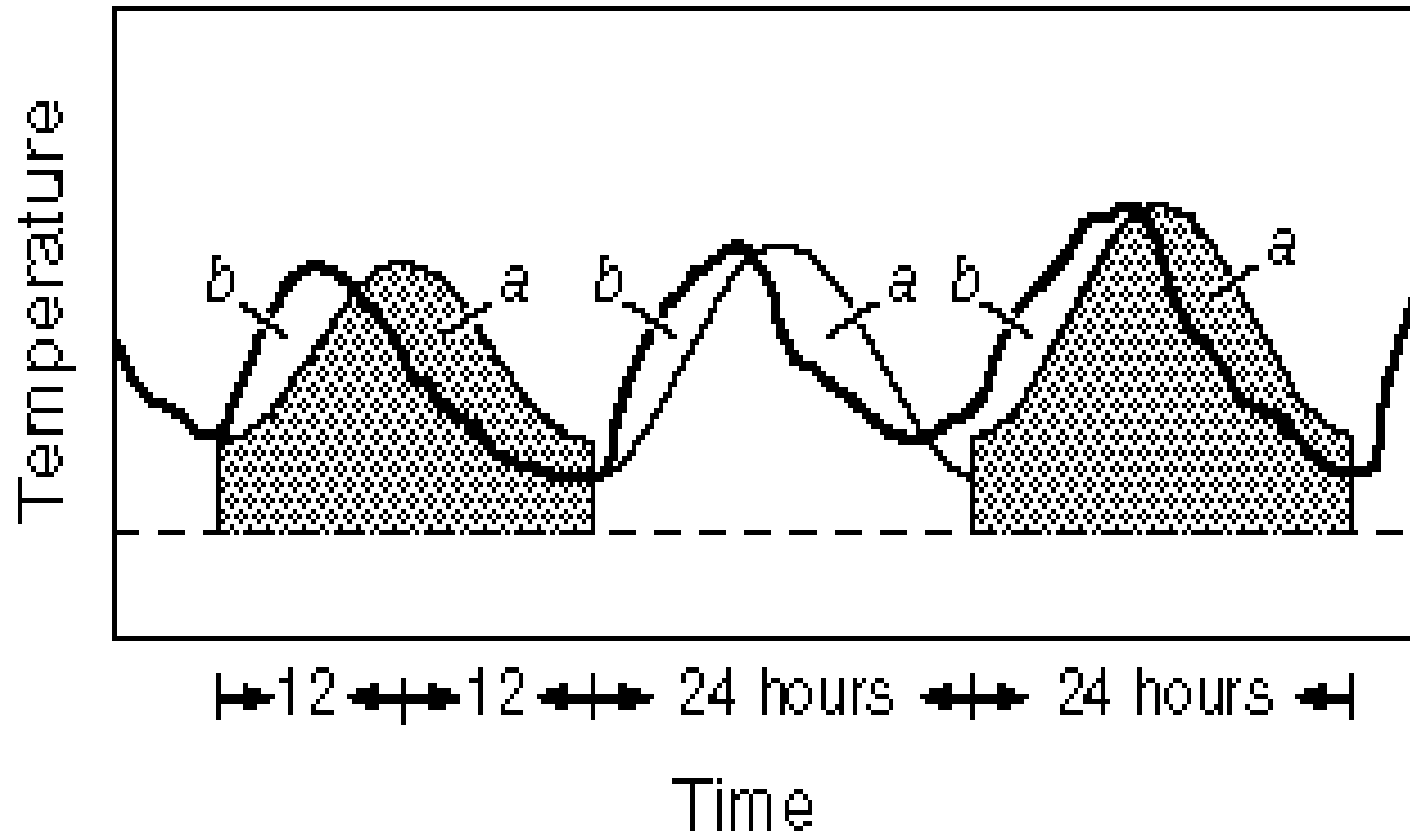


Modèles bioclimatiques basés sur l'approche degrés-jours



Calcul des degrés-jours

Méthode sinus simple



Prédictions avec les degrés-jours

Éléments requis

- ✓ **Température du seuil inférieur de développement (Tbase)**
- ✓ **Nombre de degrés-jours requis pour atteindre le stade à prédire**
- ✓ **Date de début des calculs (Calendrier ou Biofixe)**
- ✓ **Méthode de calcul (Standard, Sinus, Triangle)**
- ✓ **Température optimale = « Optionnelle »**

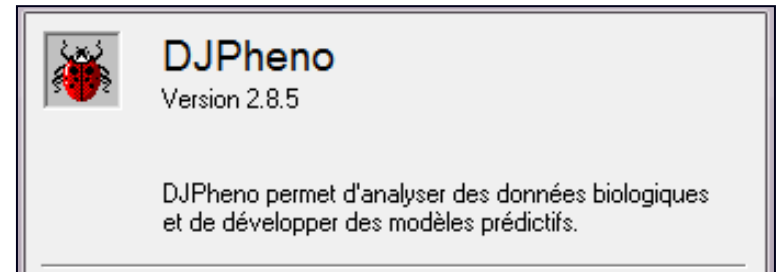


Étapes pour estimer les degrés-jours et évaluer les prédictions

Informations biologiques et
météorologiques

Détermination de la température de
base et de la méthode de calcul

Comparaison des observations et
des prédictions



Observations :

Jeux de données observées :

Lieu	Année	Producteur	F
Oka	2005	0	
Ste-Famille	2005	0	
Rougemont	2005	0	
St-Joseph-du-Lac	2005	0	
St-Paul d'Abbot...	2005	0	

Données :

Variétés : Toutes

Jour julien	Date	Stade	Cumul par génération	% du cumul
115	2005-04-25	2	2	5
125	2005-05-05	3	5	11
129	2005-05-09	4	9	20
136	2005-05-16	5	14	32
139	2005-05-19	6	20	45
148	2005-05-28	7	27	61
153	2005-06-02	8	35	80

Type de prédiction :

Pourcentage cumulé

Valeur cumulée

Valeur observée

Date de début : 01/03 (jour/mois)

Prédiction : (Stade) 3

Informations biologiques et climatiques :

Exemple de données météo

Ville	Province	Source	Latitude	Longitude	Élévation (m)
Oka	Québec		45.4666	-74.0833	
Année	Mois	Jour	Temp.max	Temp.min	Total préc.
2005	4	15	13.5	-0.1	0
2005	4	16	20.1	-0.7	0
2005	4	17	22.7	5.5	0
2005	4	18	18.9	0.9	0
2005	4	19	23.5	3	0
2005	4	20	19.1	1.3	13
2005	4	21	10.7	-1.9	0
2005	4	22	14.2	-3.2	0
2005	4	23	9.8	4.1	23.1
2005	4	24	18	4.5	9.2
2005	4	25	10.4	4.9	0.9
2005	4	26	16.5	4.6	0.1
2005	4	27	14.2	8.7	28.1
2005	4	28	10.8	5.3	5.5
2005	4	29	12.7	4.4	3.1
2005	4	30	11	1.5	9.8
2005	5	1	14	4.4	2.3
2005	5	2	10.3	1.8	3.4
2005	5	3	10.4	2	0
2005	5	4	10.9	2.8	0
2005	5	5	14.9	0.2	0
2005	5	6	19.2	5	0
2005	5	7	17.4	6	0

Comparaison des observations et des prédictions

Période : De 01/03 (jour/mois) à Stade (3)
 Nombre de jeux de données observées : 285

Nombre de prédictions : 285

Comparaisons : 285/285

Site	Observation	Prédiction	Diff. (obs. - préd.)	Diff. absolue	Diff. au carré
Oka	2005-05-05	2005-05-01	4	4	16
Ste-Famille	2005-05-17	2005-05-11	6	6	36
Rougemont	2005-04-30	2005-05-02	-2	2	4
St-Joseph-du-L...	2005-05-05	2005-05-01	4	4	16
St-Paul d'Abbo...	2005-04-28	2005-04-29	-1	1	1

Ampleur de la différence	
Somme des diff. absolues	710
Somme des diff. au carré	3484
MAE	2.4912
* RMSE	3.4964
C	0.0397
RRMSE	0.0558

Direction de la différence	
Somme des différences	-142
* E	-0.4982
RE	-0.0079

Probabilité d'une différence significative	
* Paired-t	-2.4263

Qualité de la concordance	
* EF	0.7449
EF1	0.5433

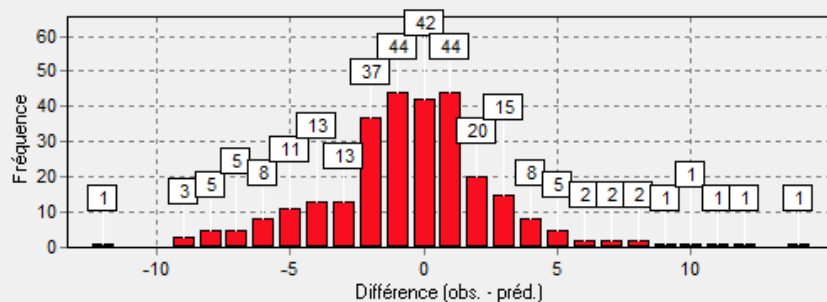
* Valeur recommandée dans chacune des catégories.

Enregistrer...

Fermer

Graphiques <<

Fréquence des différences | Régression linéaire | Régression linéaire | Régression linéaire



Période : De 01/03 (jour/mois) à Stade (3)
 Nombre de jeux de données observées : 285

Nombre de prédictions : 285

Comparaisons : 285/285

Site	Observation	Prédiction	Diff. (obs. - préd.)	Diff. absolue	Diff. au carré
Oka	2005-05-05	2005-05-01	4	4	16
Ste-Famille	2005-05-17	2005-05-11	6	6	36
Rougemont	2005-04-30	2005-05-02	-2	2	4
St-Joseph-du-L...	2005-05-05	2005-05-01	4	4	16
St-Paul d'Abbo...	2005-04-28	2005-04-29	-1	1	1

Ampleur de la différence	
Somme des diff. absolues	710
Somme des diff. au carré	3484
MAE	2.4912
* RMSE	3.4964
C	0.0397
RRMSE	0.0558

Direction de la différence	
Somme des différences	-142
* E	-0.4982
RE	-0.0079

Probabilité d'une différence significative	
* Paired-t	-2.4263

Qualité de la concordance	
* EF	0.7449
EF1	0.5433

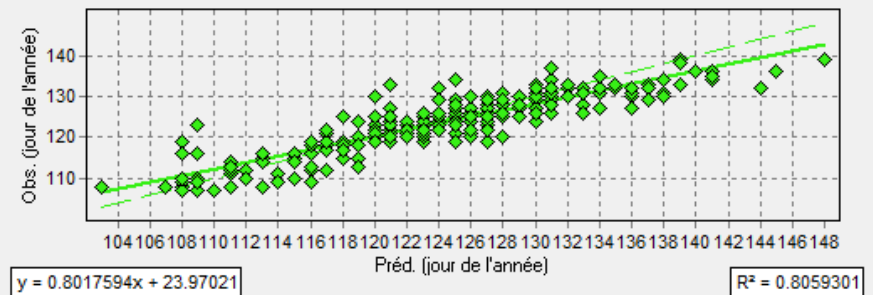
* Valeur recommandée dans chacune des catégories.

Enregistrer...

Fermer

Graphiques <<

Fréquence des différences | Régression linéaire | Régression linéaire | Régression linéaire



Modèle bioclimatique

Phénologie du pommier, cultivar 'McIntosh'

Prédictions du modèle

- Débourrement = 79 DJ
- Débourrement avancé = 116 DJ
- Pré-bouton rose = 158 DJ
- Bouton rose = 197 DJ
- Bouton rose avancé = 224 DJ
- Pleine floraison = 255 DJ
- Calice = 313 DJ
- Nouaison = 371 DJ



Début des calculs: 1 mars; Tbase = 5°C; Méthode de calcul: Sinus simple



Modèle bioclimatique sur Agrométéo Québec

Phénologie du pommier, cultivar 'McIntosh'



Observations et prévisions

Météo agricole

Atlas agroclimatique

Choisissez votre région : Province

- Général >
- Grandes cultures >
- Légumes >
- Petits fruits >
- Plantes fourragères >
- Pommes >
- Pommes de terre >
- Aide et documentation >



Phénologie McIntosh (Rougemont)

Phénologie McIntosh

Rougemont

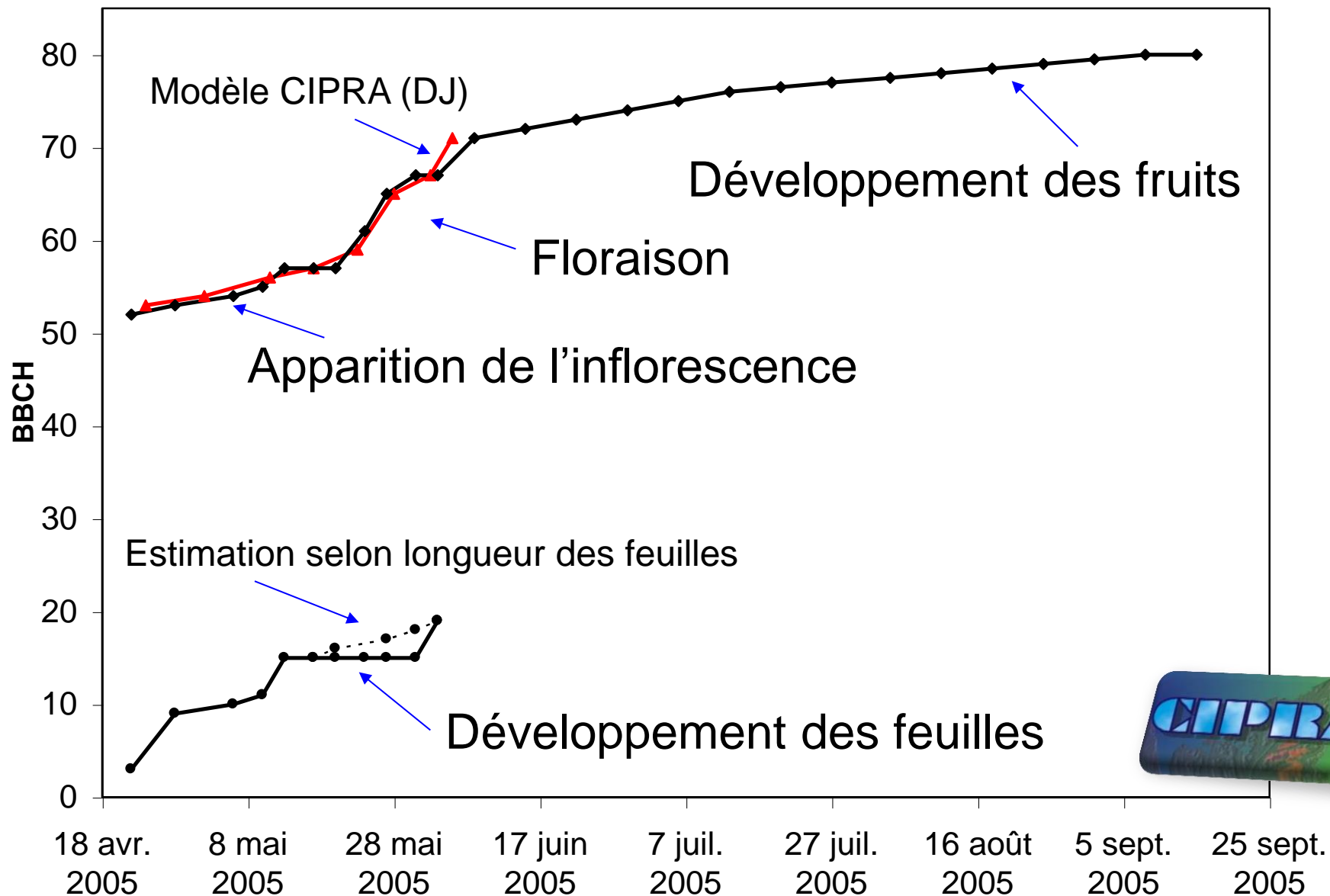
Début du calcul : 1 Mars 2017

Chargement des données...

Ce météogramme montre l'évolution des degrés-jours calculés selon les paramètres du modèle bioclimatique choisi. Les valeurs seuils correspondant à divers stades de développement sont identifiées sur le graphique.

Modèle bioclimatique

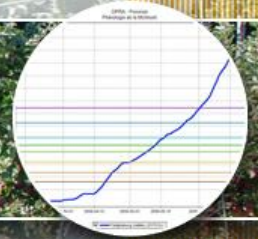
Phénologie du pommier, cultivar 'McIntosh'





Agriculture et
Agroalimentaire Canada

Agriculture and
Agri-Food Canada



Modèles pour les insectes ravageurs

Dominique Plouffe, B.Sc.

Centre de recherche et développement de Saint-Jean-sur-Richelieu

Canada 

Modèles pour les insectes ravageurs (Plan de présentation)

- ✓ **Éléments de base**
- ✓ **Développement des modèles bioclimatiques**
- ✓ **Modèles disponibles dans Agrométéo**
- ✓ **Exemples**
- ✓ **Utilité des modèles**



Développement des insectes

- ✓ Développement des insectes est en relation directe avec la température
- ✓ Tbase spécifique pour chaque espèce

Comment créer un modèle qui prédit les populations d'insectes dans une culture en utilisant les données météo ?



Modèle DJ pour insectes

- 1. Établir problématique**
- 2. Obtenir des données**
 - Observations : captures d'insectes sur plusieurs années, plusieurs sites
 - Données météo pour chaque année, chaque site
- 3. Connaître la biologie de l'insecte : cycle vital, Tbase**



Pièges pour données d'observation



Mouche de l'oignon



Charançon de la carotte



Mouche de la pomme



Mouche de la carotte

**Drosophile à ailes
tachetées**



Données météo / site / année

Station Env. Can. à Ste-Clotilde



**Station du réseau
pommier**



Station pour recherche en verger

Biologie des insectes

Tbase spécifique pour chaque espèce

Ex:

Insecte	Tbase (°C)
Anthonome, tordeuse bandes rouges	0
Charançon carotte, mouche oignon, hoplocampe	4
Piérade du chou, cicadelles	8
Cécidomyie, pyrale, fausse-teigne, carpocapse, doryphore	10
Punaise marbrée	14

Modèle DJ pour insectes

Début du modèle

- À date fixe (généralement le 1^{er} mars, au QC)
- Avec biofix

Un événement biologique ou un indicateur d'un événement de développement, qui initie le début des calculs du cumul des degrés-jours.

Ex: 1^{re} capture, 1^{re} feuille étalée



Modèle bioclimatique dans Agrométéo

Mouche de la pomme, 26 juillet 2017

The screenshot displays the Agrométéo Québec website interface. At the top, there is a navigation bar with links for 'Accueil', 'À propos', 'Atlantique', and 'English', along with a search bar and a 'Que pensez-vous du site?' button. Below this, a menu bar includes 'Observations et prévisions', 'Météo agricole', and 'Atlas agroclimatique'. A dropdown menu for 'Choisissez votre région' is set to 'Centre sud'.

The main content area is divided into two columns. The left column shows the current weather for Québec: a temperature of 22,8 °C, wind speed of SO à 9 km/h, and a sun icon. It also lists 'Rosée: 15,6 °C', 'Préc depuis 00 UTC: 0,00 mm', and 'Dernière observation: 2017/07/26 12:00'. A green box highlights 'Prévisions agricoles avec indices d'assèchement' for the 'Vallée du Richelieu - Saint-I' region. Below this are links for 'WeatherScope', 'Guide du site', and 'Nouveau compte CIPRA'. A 'Nouvelles' section mentions 'Le module WeatherScope n'est plus disponible' (dated 2017-03-15) and 'Modernisations du réseau Pommiers' (dated 2016-05-13).

The right column features a precipitation map titled 'Précipitations quotidiennes (mm)' for '25 Juillet 2017'. The map shows various precipitation values across the region, with a color scale from 0.0 to 15.0 mm. A legend on the right side of the map indicates the scale in millimètres. Below the map are buttons for downloading the app from the 'App Store' and 'Google Play'.

Cultivons l'avenir 2
Une initiative fédérale-provinciale-territoriale

Canada

Québec

RioTinto

Solutions
Mesonet

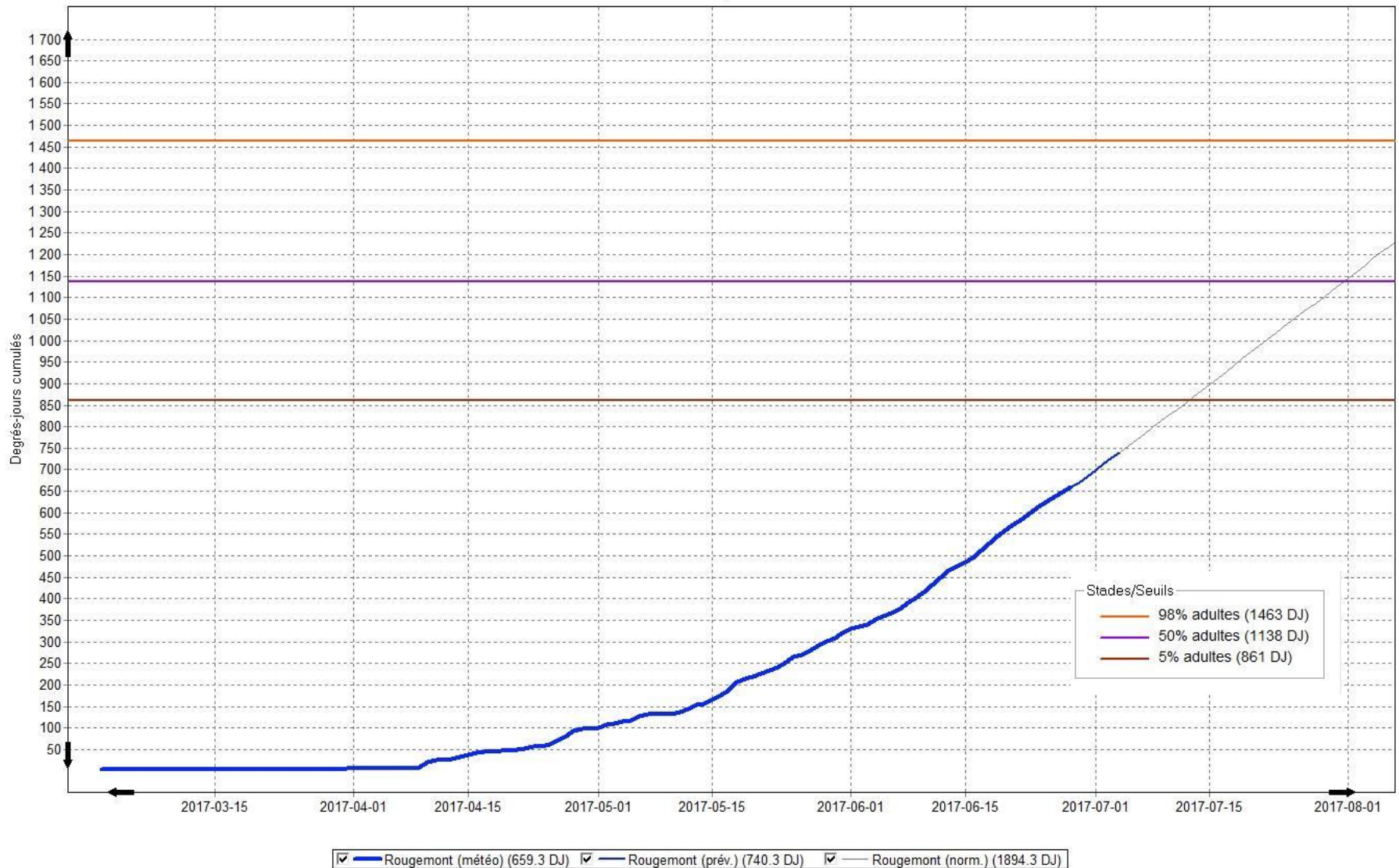
Hydro
Québec

Modèle bioclimatique dans CIPRA

Mouche de la pomme, 30 juin 2017

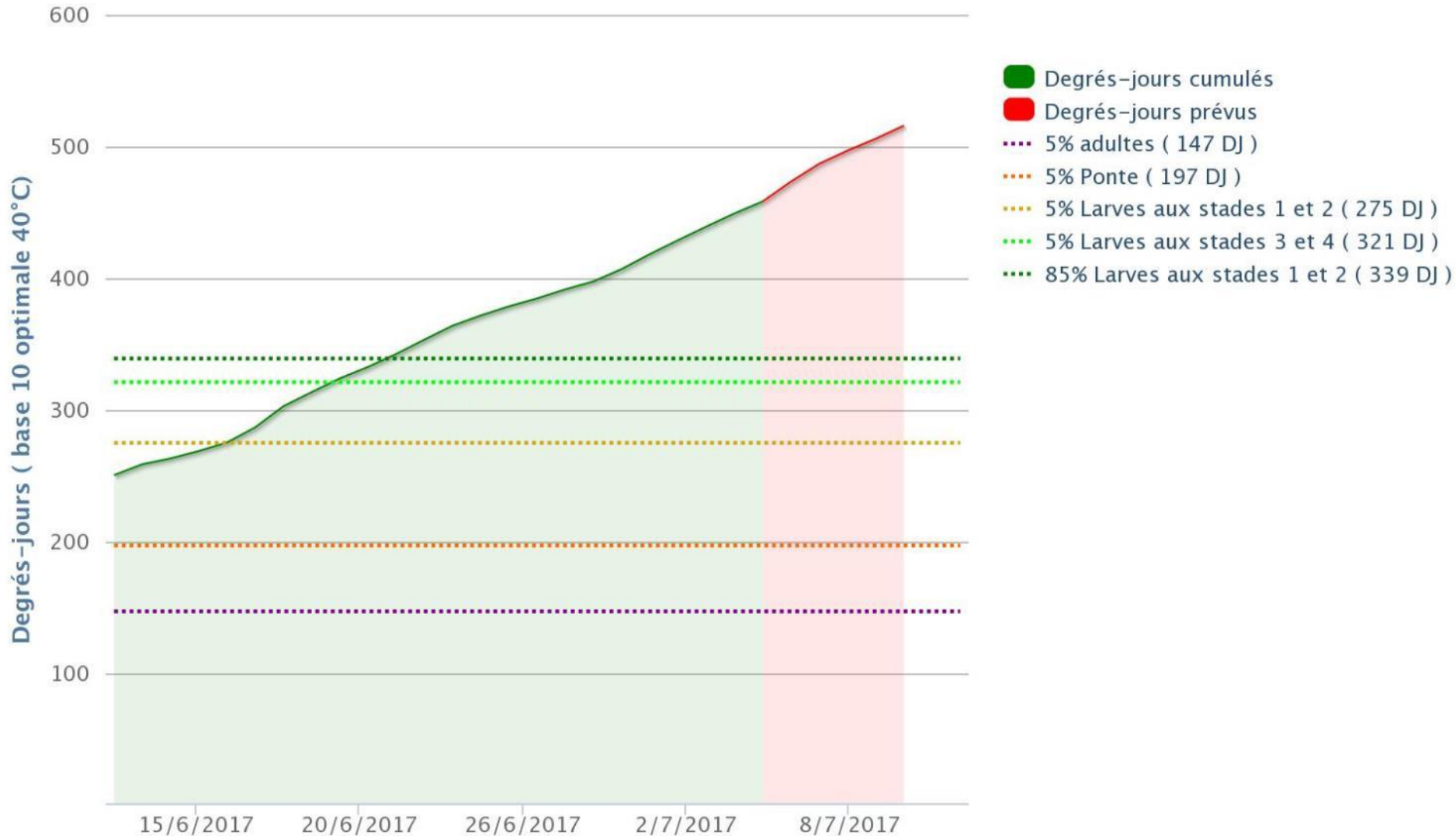


CIPRA - Pommier
Mouche de la pomme



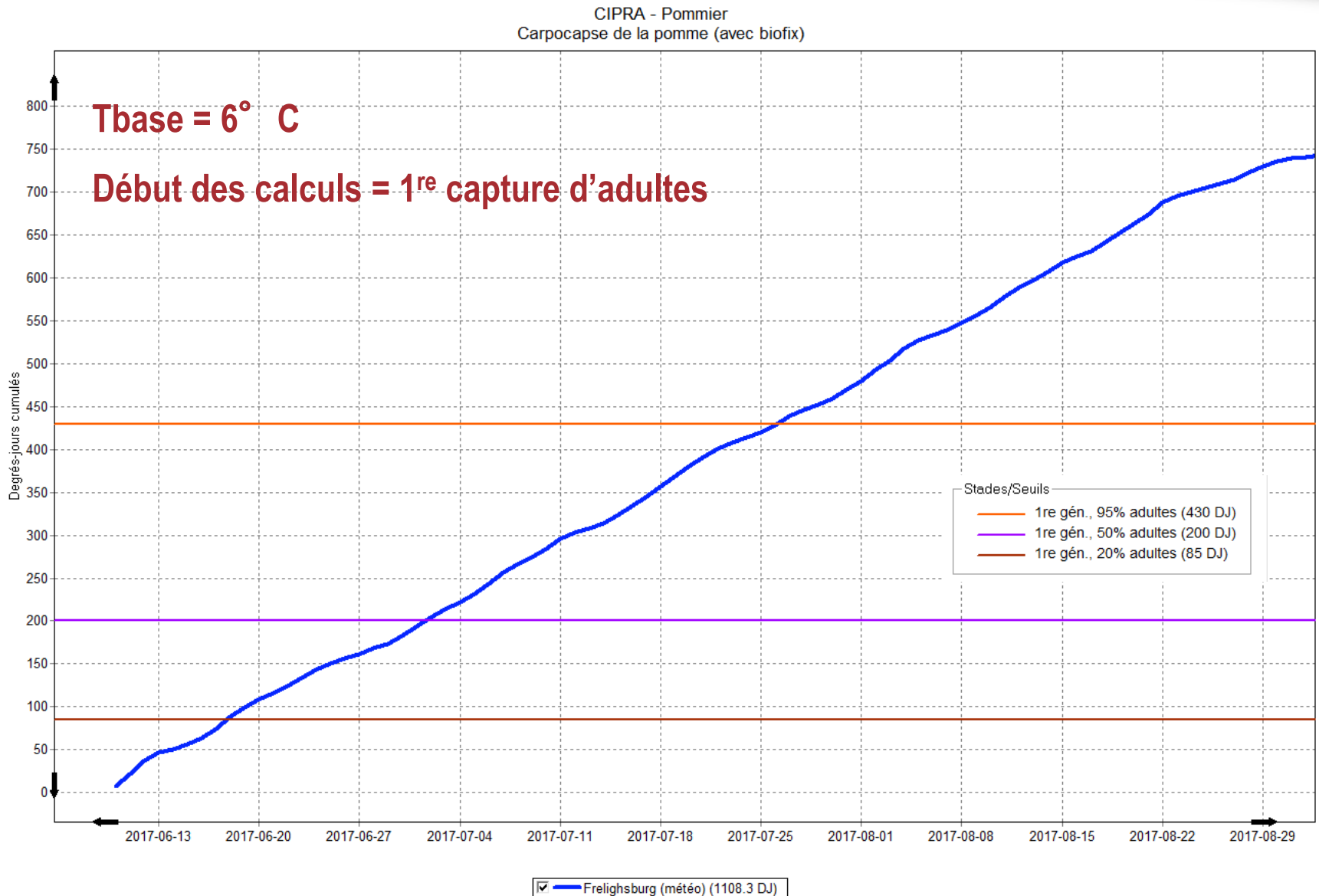
Modèle bioclimatique dans Agrométéo

Doryphore de la pomme de terre, 5 juillet 2017



Modèle bioclimatique avec biofix

Carpocapse de la pomme



Modèles d'insectes disponibles

Cultures	Agrométéo	CIPRA
Pomme	17	19
Légumes (carotte, crucifères, oignon, maïs sucré, poireau)	10	10
Petits fruits (canneberge, fraisier, vigne)	7	11
Pomme de terre	1	1
Gazon	na	5



Tableau de bord, pommier

Orchar Monitor V0.01 BETA

Suivi des maladies et ravageurs

[Retour à Pommes](#)

ROUEMONT

POMMES

CHOIX DES MODÈLES

Modèles Bioclimatiques

Observations jusqu'au 2017-6-29

Prévisions jusqu'au 2017-7-7


Punaïse terne



12341340

464



 Tordeuse à bandes rouges



562

1234

1340



Noctuelle du fruit vert



9461037

241



Sésie du cornouiller



730

857

943



Hoplocampe des pommes



802885

363



Phénologie McIntosh



774855

371




Tétranyque rouge



774855

140



 Tordeuse du pommier



0

774

855



Tordeuse à bandes obliques



686

695

772



Mouche de la pomme



0

657

731



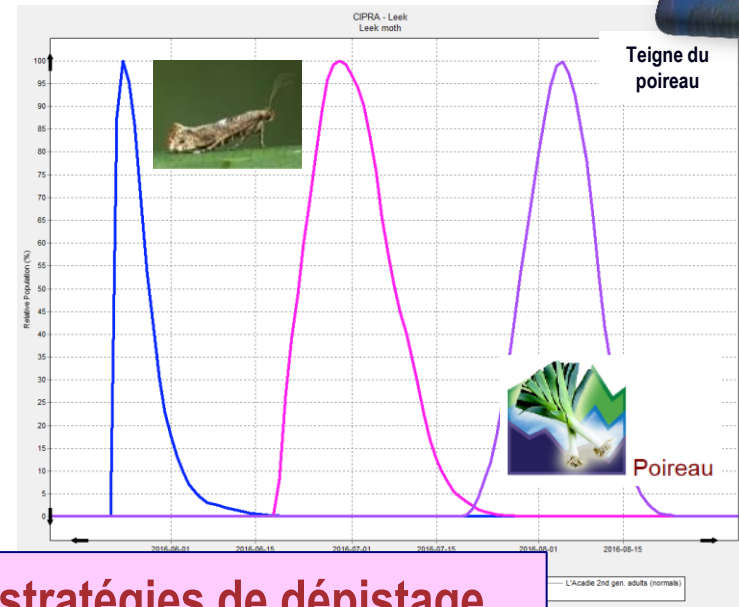
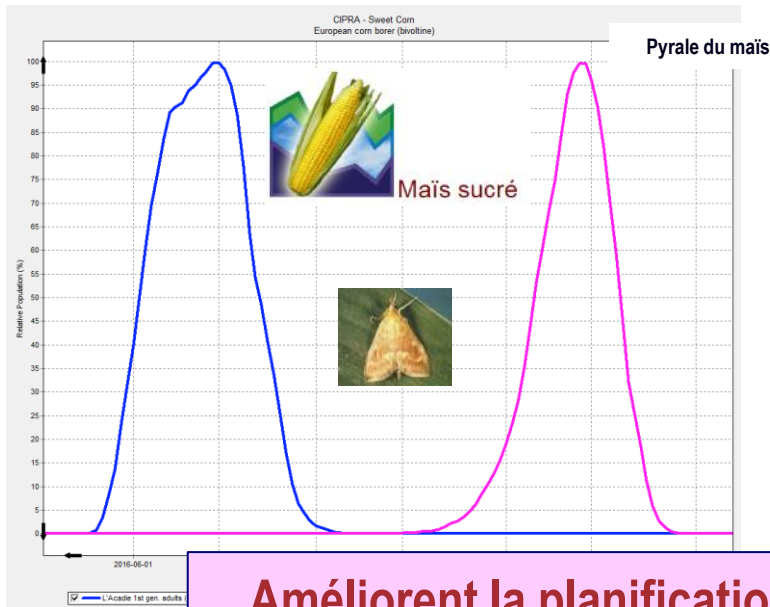
Mouche de la pomme (biofix)

Depuis : [Choisir une date](#) 

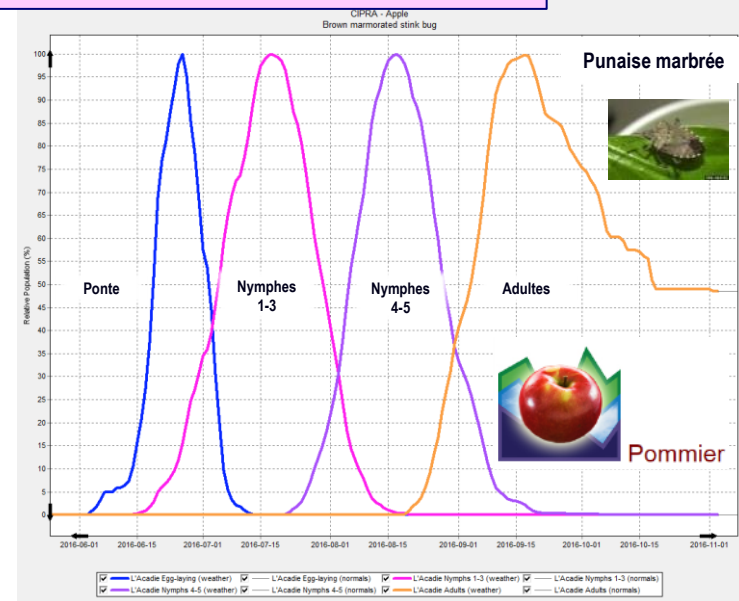
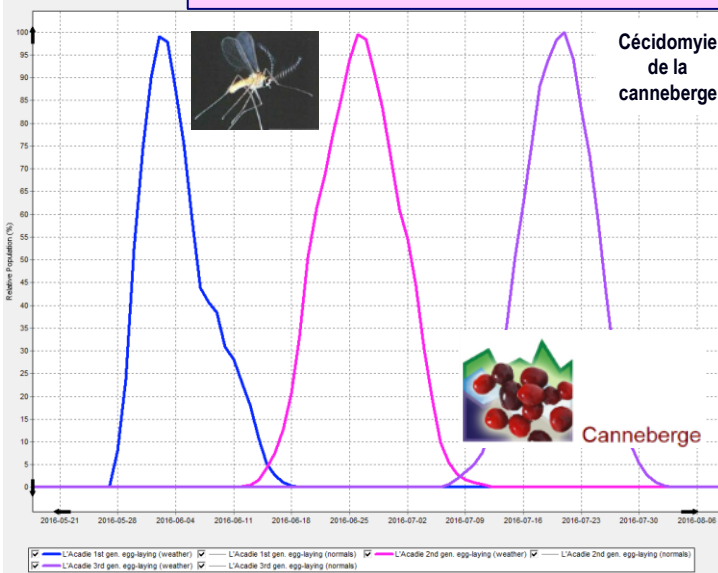


Une date doit être choisie pour ce modèle

Modèles de prédiction du développement des insectes

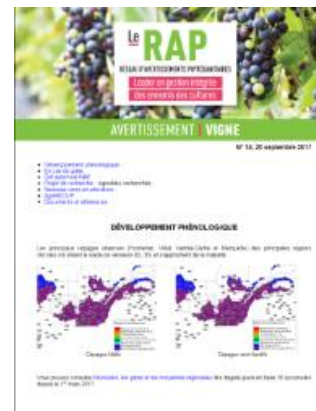


Améliorent la planification des stratégies de dépistage



Utilité des modèles prévisionnels d'insectes

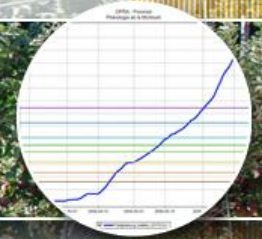
- ✓ Cibler le moment des interventions phytosanitaires
- ✓ Meilleure gestion des pesticides
- ✓ Économie pour les producteurs \$\$
- ✓ Protection de l'environnement
- ✓ Utile aux conseillers pour la préparation des avertissements





Agriculture et
Agroalimentaire Canada

Agriculture and
Agri-Food Canada



Modèles prévisionnels pour les maladies des cultures

Gaétan Bourgeois, Ph.D.

Centre de recherche et développement de Saint-Jean-sur-Richelieu

Canada 

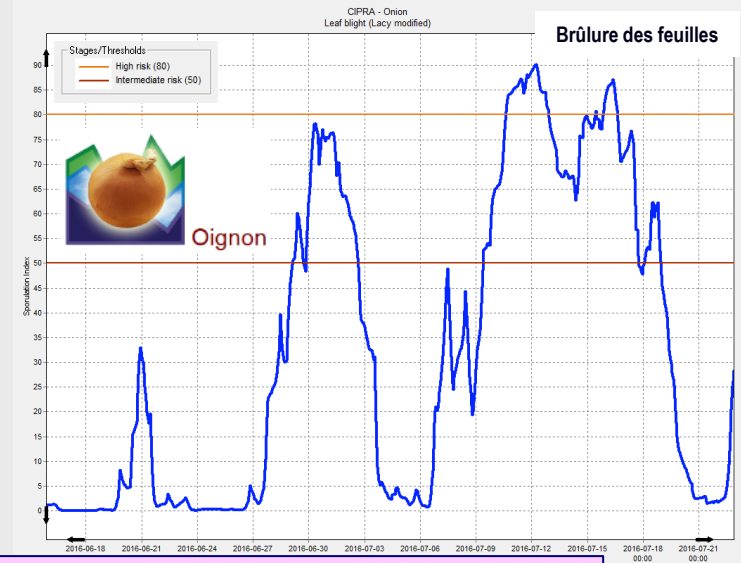
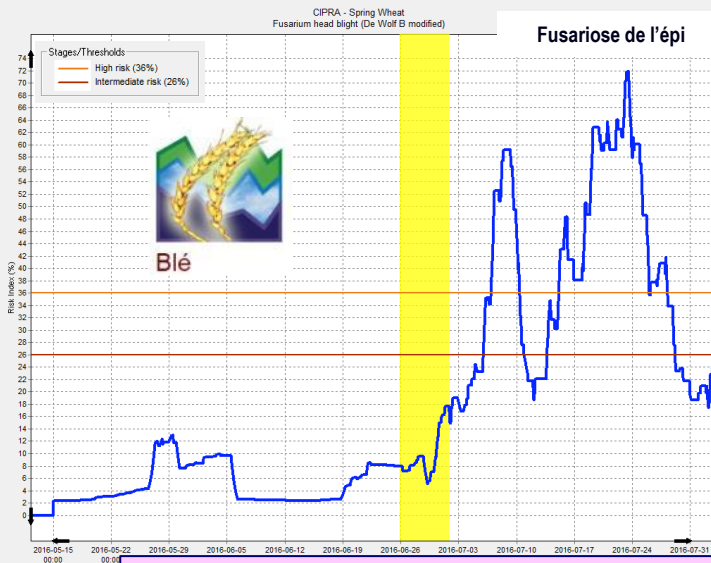
Modèles prévisionnels pour les maladies des cultures

(Plan de présentation)

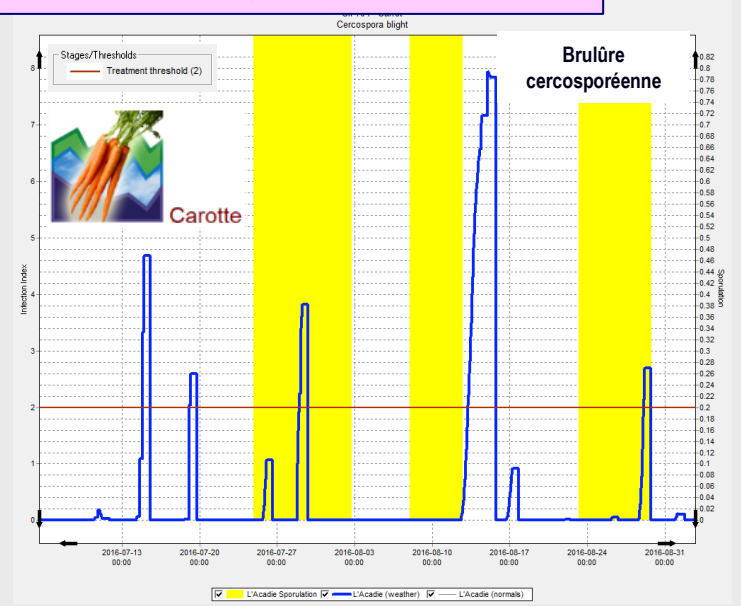
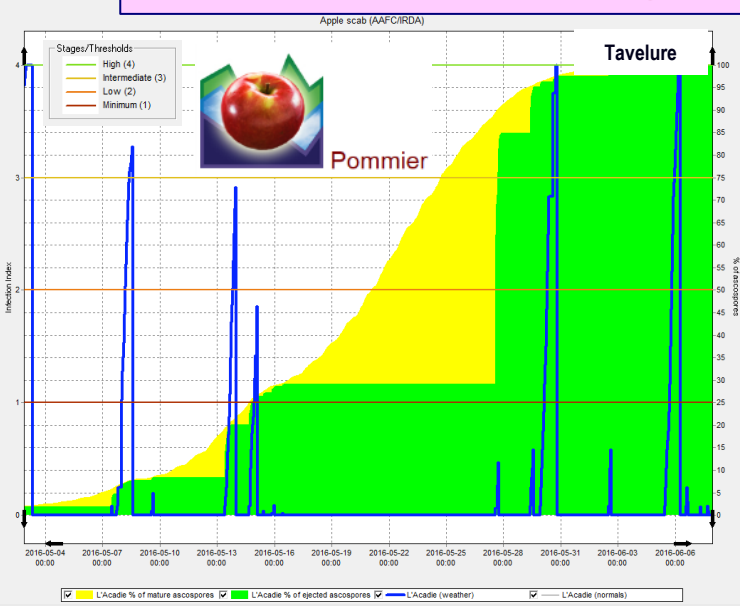
- ✓ Pourquoi utiliser les modèles prévisionnels des maladies des cultures?
- ✓ Introduction à la diversité des modèles prévisionnels des maladies des cultures
 - ✓ Température
 - ✓ Humidité relative et Mouillure du feuillage
- ✓ Jeux de données biologiques et météo requis
- ✓ Modèles prévisionnels en développement
 - ✓ Prédiction des risques d'infection



Modèles prévisionnels des maladies des cultures



Améliorent le « timing » des interventions phytosanitaires



Fusariose de l'épi du blé

Giroux et al. 2016. Evaluation of forecasting models for wheat Fusarium head blight under growing conditions of Quebec, Canada. Plant Disease 100: 1192-1201.

Table 5. Performance parameters for adjusted threshold of forecasting models using observed phenological stages with deoxynivalenol ≥ 1 ppm as damage indicator

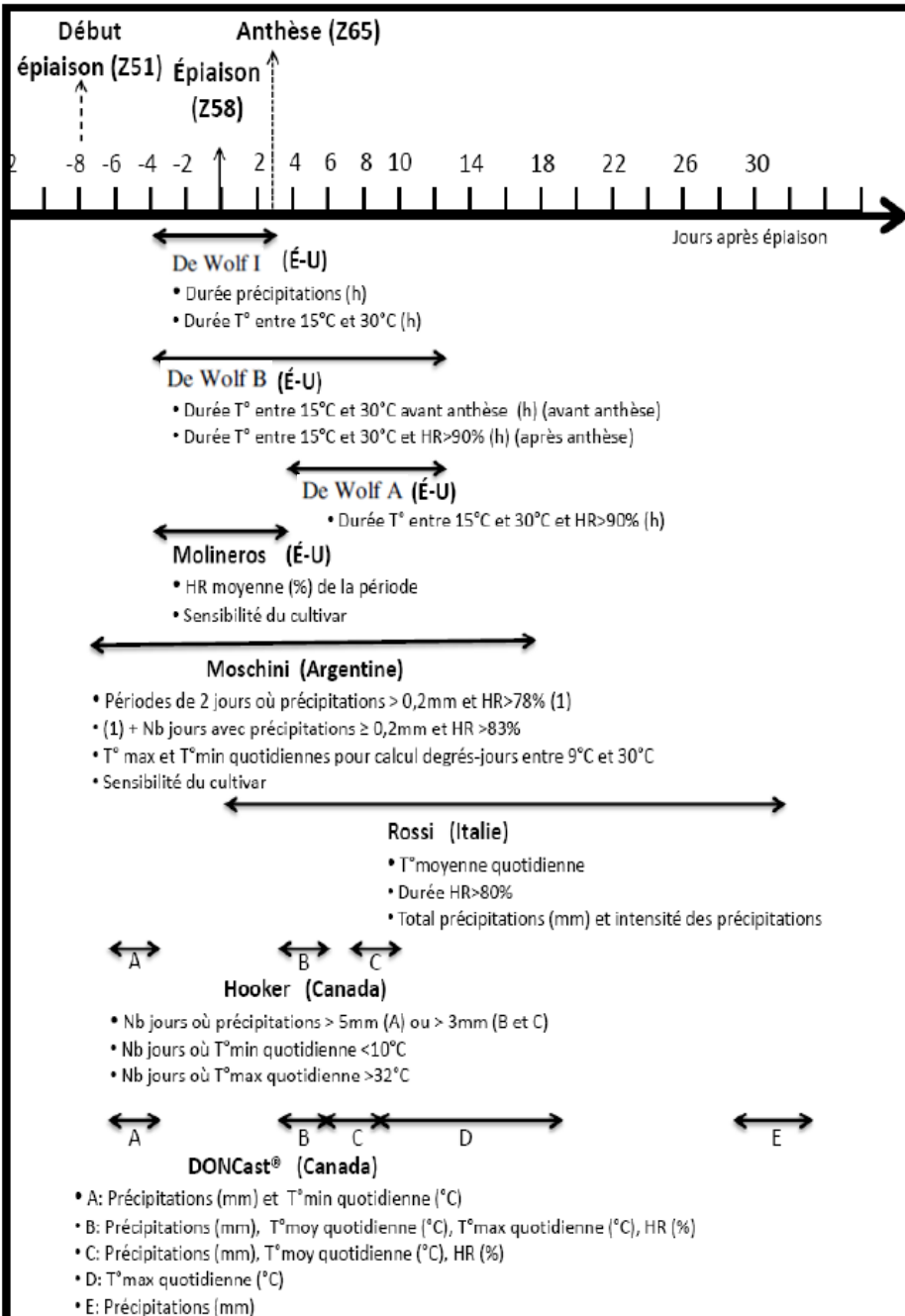
Model	Optimal decision threshold ^w	Accuracy ^x	Sensitivity (%) ^y	Specificity (%) ^z
De Wolf A	0.32	0.92	100.0	89.2
De Wolf B	0.31	0.90	100.0	86.5
De Wolf I	0.83	0.48	6.7	64.9
DONcast	1.00	0.83	60.0	91.9
Hooker	3.4	0.87	60.0	97.3
Molineros	48.5	0.77	86.7	73.0
Moschini	45.0	0.88	100.0	83.8
Rossi inf	0.3	0.79	53.3	89.2
Rossi tox	15.6	0.83	40.0	100.0

^w Optimal decision threshold based on Youden's index as $J = \text{sensitivity} + \text{specificity} - 1$.

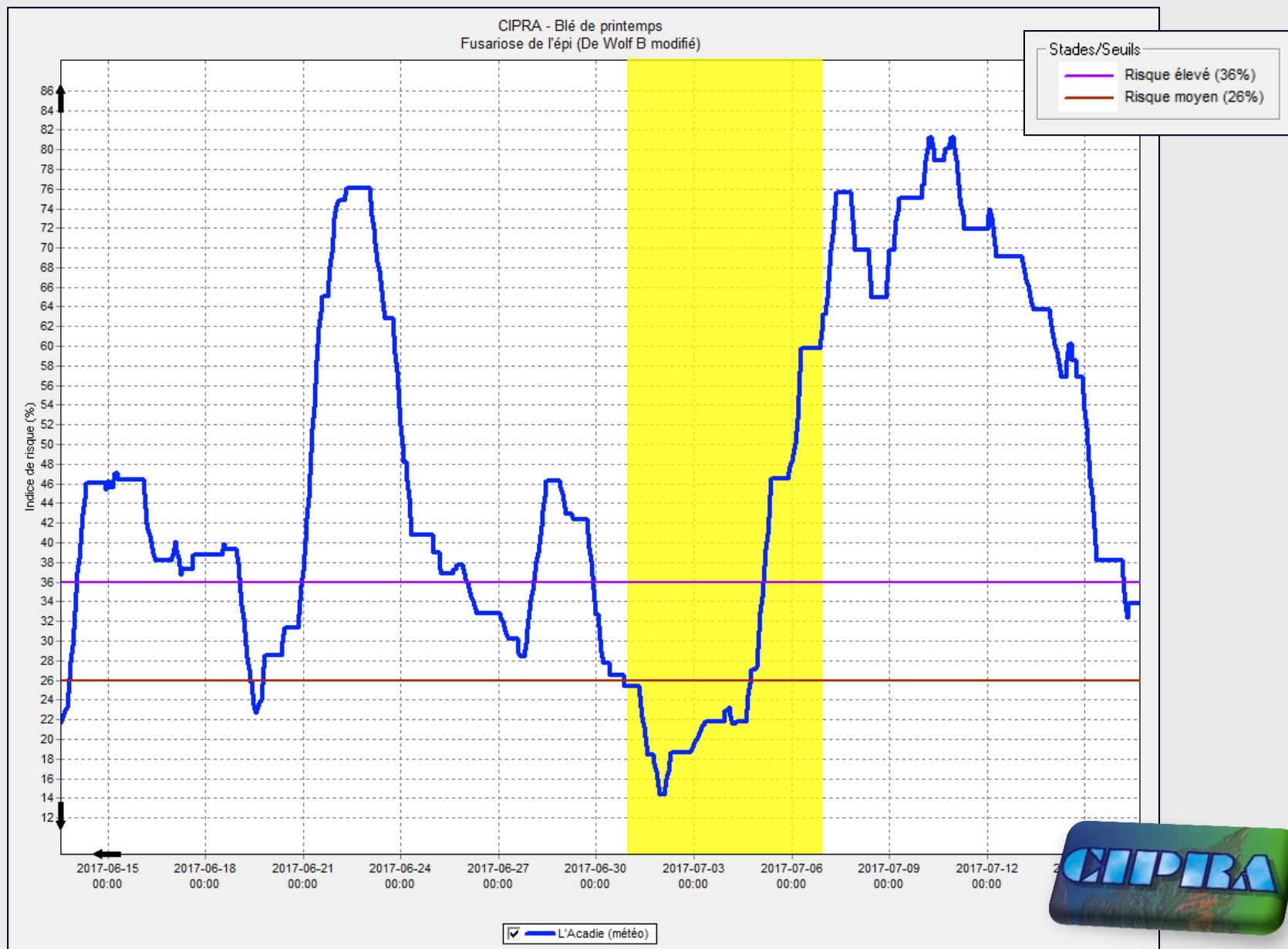
^x Prevalence of cases and controls correctly classified.

^y Prevalence of cases correctly classified.

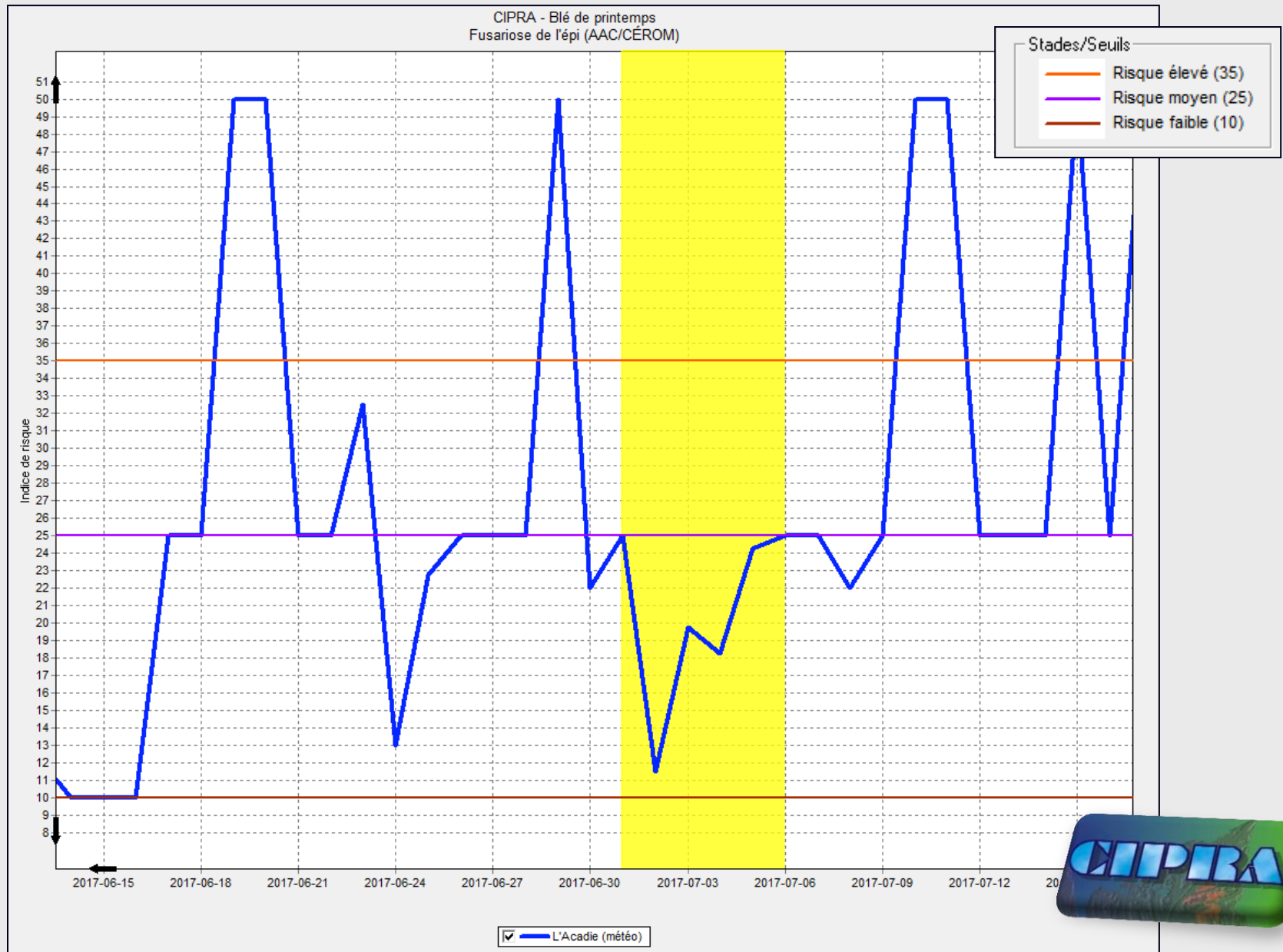
^z Prevalence of controls correctly classified.



Modèle prévisionnel de la fusariose du blé (De Wolf B)

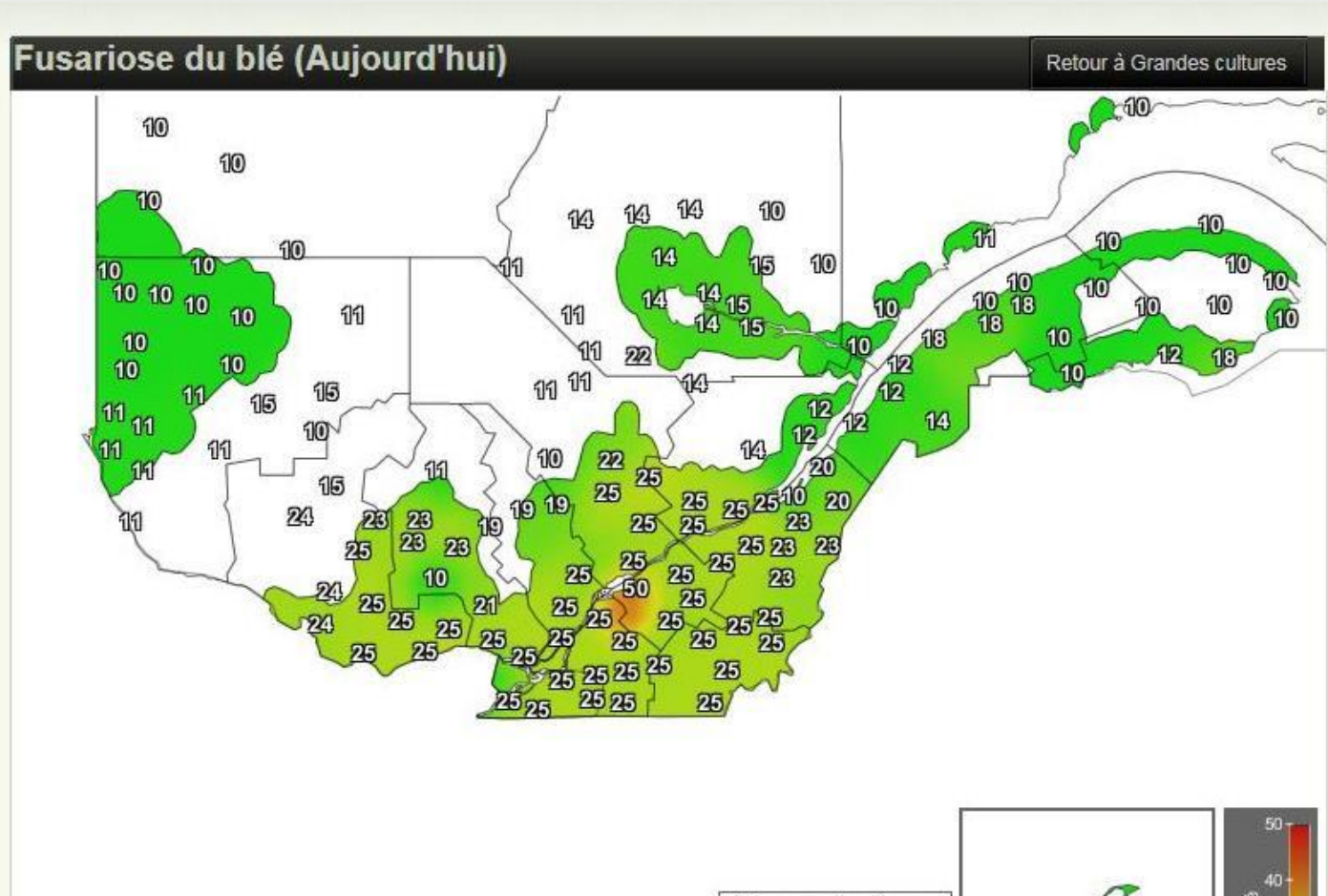


Modèle prévisionnel de la fusariose du blé (AAC/CÉROM)



Modèles prévisionnels des maladies des cultures

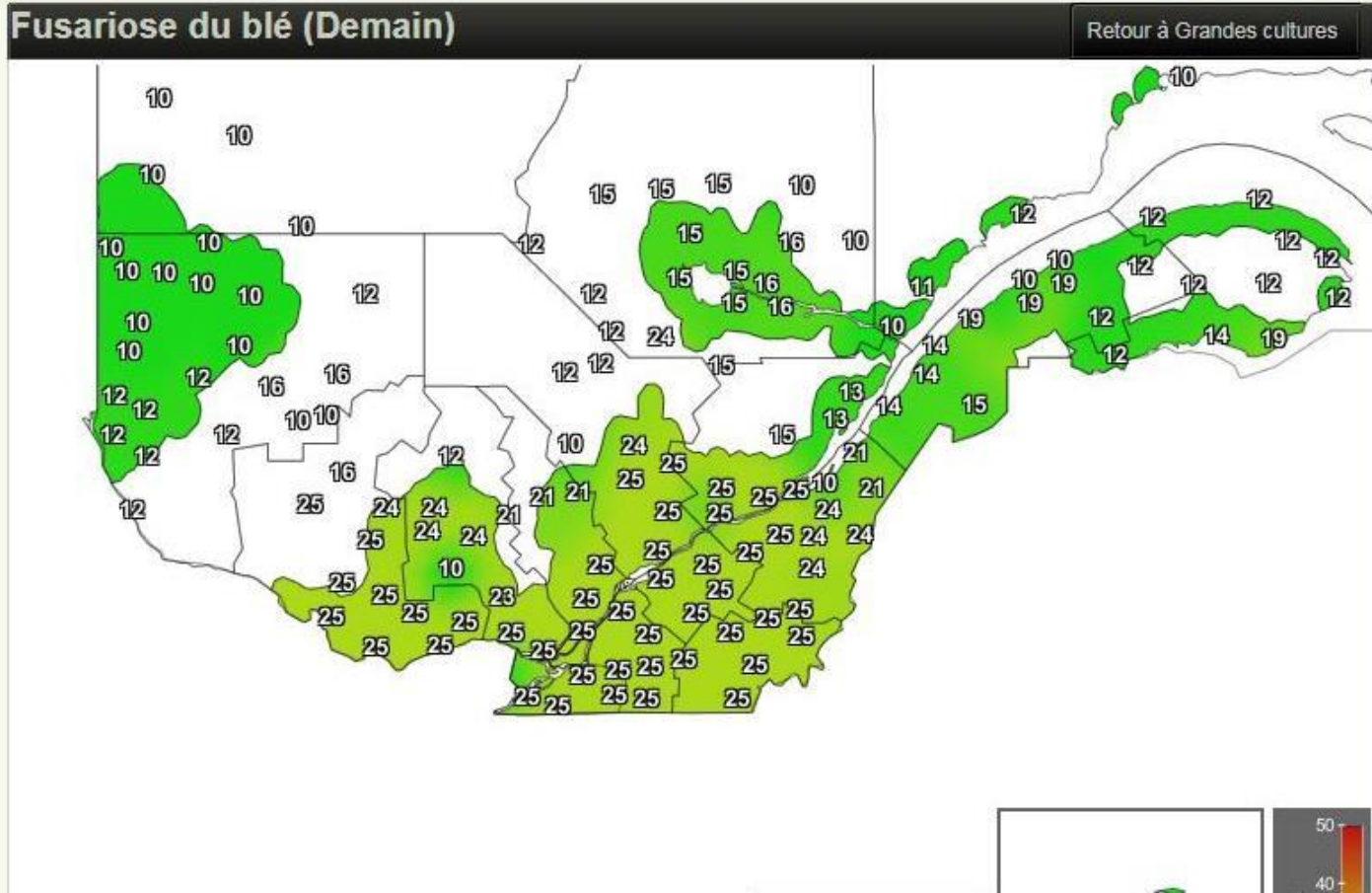
Carte avec prévisions émises le 13 juillet 2017



Agrométéo
Québec

Modèles prévisionnels des maladies des cultures

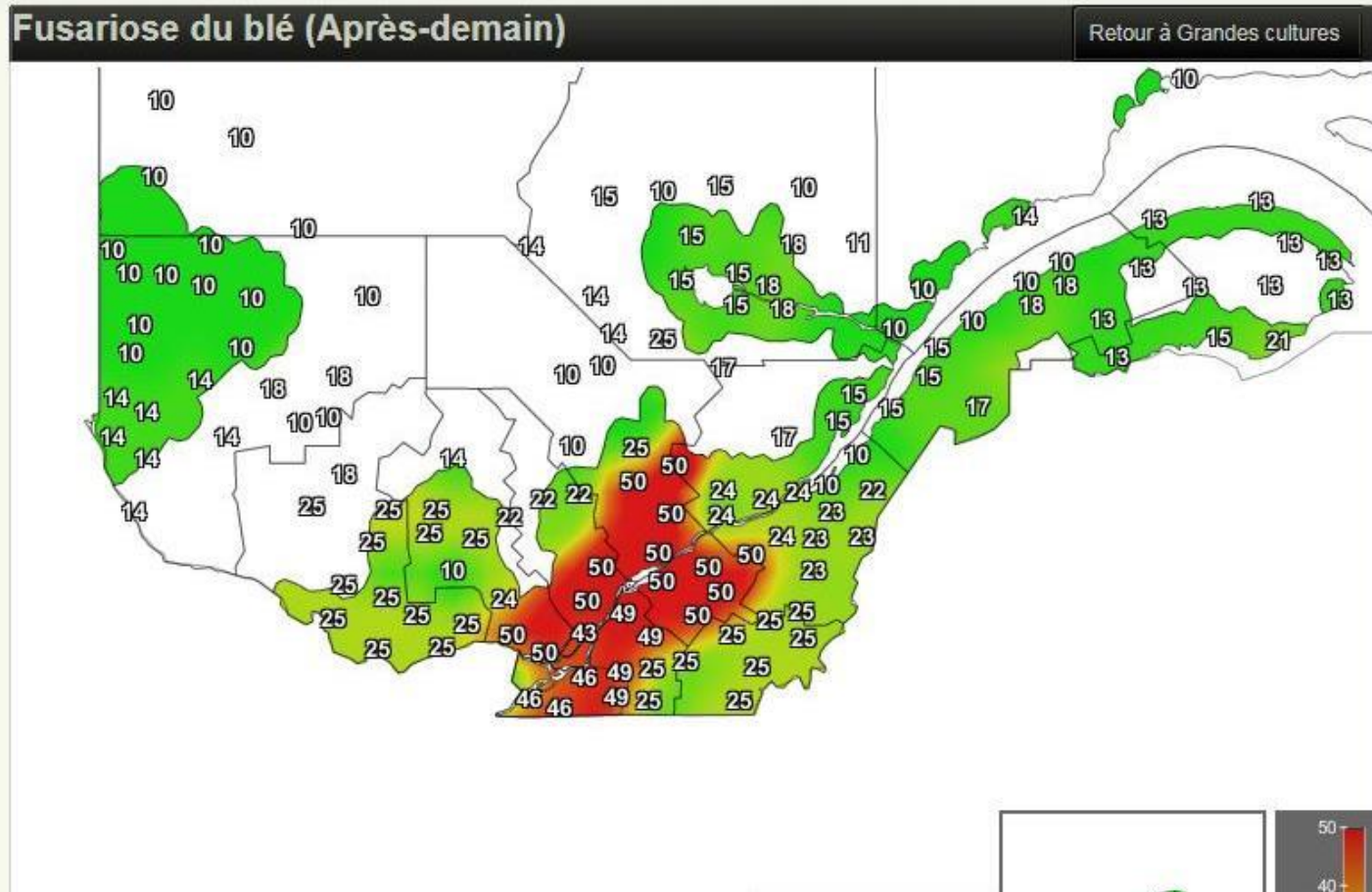
Carte avec prévisions émises le 13 juillet 2017



Agrométéo
Québec

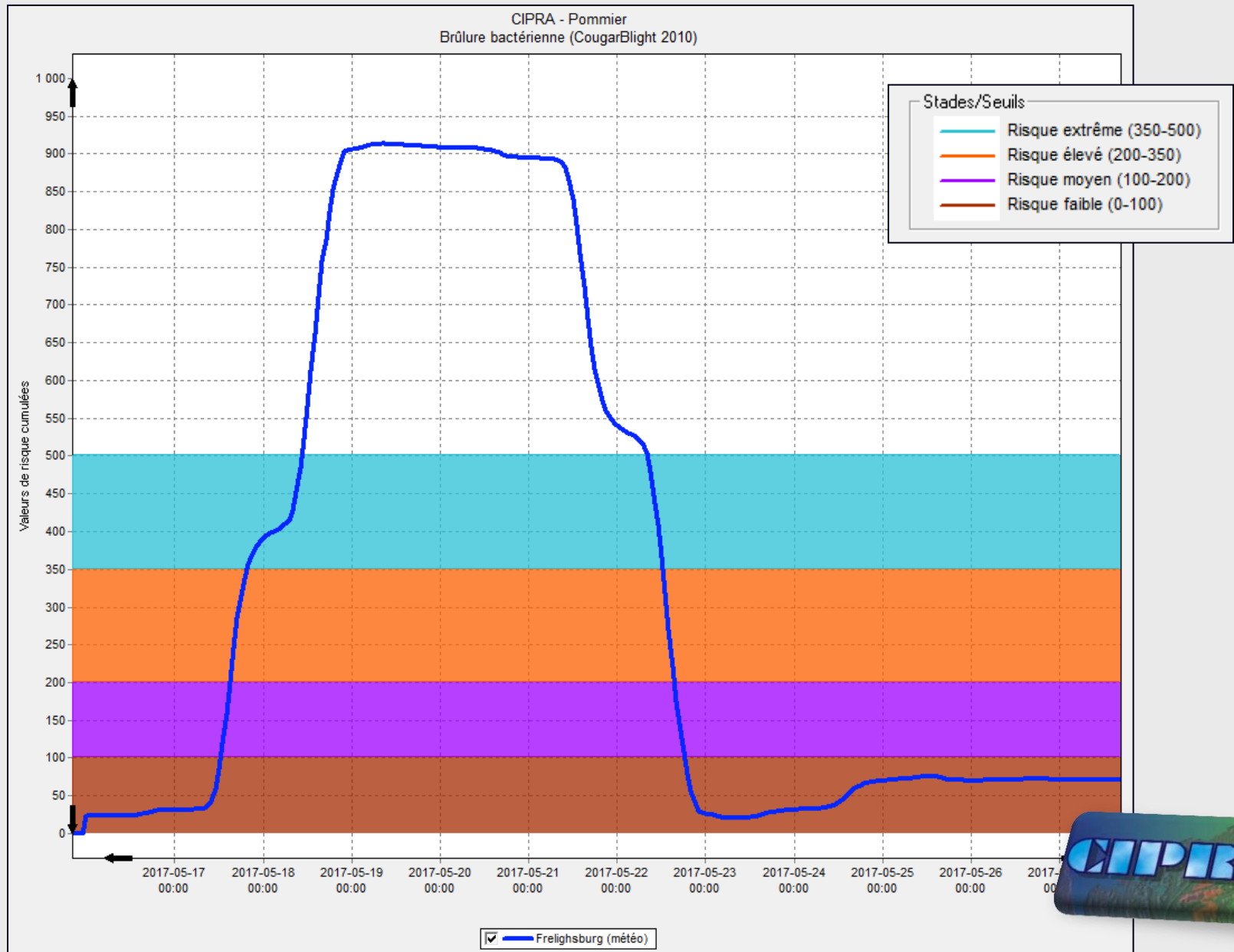
Modèles prévisionnels des maladies des cultures

Carte avec prévisions émises le 13 juillet 2017



Agrométéo
Québec

Modèle prévisionnel de la brûlure bactérienne (CougarBlight)



Modèle prévisionnel de la brûlure bactérienne (CougarBlight)



Observations et prévisions

Météo agricole

Atlas agroclimatique

Choisissez votre région : Province

- Général
- Grandes cultures
- Légumes
- Petits fruits
- Plantes fourragères
- Pommes
- Pommes de terre
- Aide et documentation



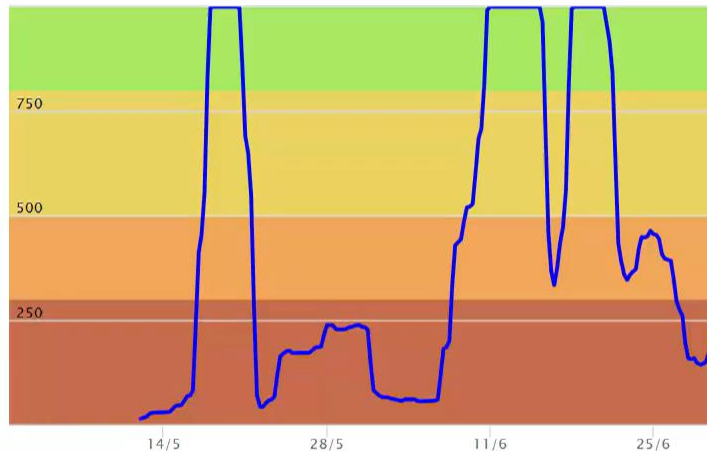
Brûlure bactérienne (CougarBlight 2010) (Rougemont)

Brûlure bactérienne (CougarBlight 2010)

Rougemont

- Date par défaut (basée sur la phénologie de la McIntosh)
- Choisir une date du bouton rose

Scénario : Pas de feu bactérien dans la région l'année précédente.



Proposition d'une approche plus universelle

Agriculture, Ecosystems and Environment 197 (2014) 147–158



Contents lists available at ScienceDirect

Agriculture, Ecosystems and Environment

journal homepage: www.elsevier.com/locate/agee



Climatic indicators for crop infection risk: Application to climate change impacts on five major foliar fungal diseases in Northern France



Marie Launay^{a,*}, Julie Caubel^b, Gaétan Bourgeois^c, Frédéric Huard^a,
Iñaki Garcia de Cortazar-Atauri^a, Marie-Odile Bancal^d, Nadine Brisson^{e,1}

^a INRA, US1116 AgroClim, Domaine St. Paul, Site Agroparc, 84914 Avignon Cedex 9, France

^b ACTA, 149 rue de Bercy, 75595 Paris, France

^c Agriculture and Agri-Food Canada, Horticulture Research and Development Centre, Saint-Jean-sur-Richelieu, Quebec, Canada

^d INRA, UMR1091 EGC, 78850 Thiverval Grignon, France

^e INRA, UMR0211 Agronomie, 78850 Thiverval Grignon, France

2.1.1. General surface response function development

The Weibull equation, as modified by Duthie (1997), was used to model the daily infection efficiency (hereafter “ClimInfer”) as a surface response to both temperature and LWD (Fig. 1, Eq. (1)):

$$\text{ClimInfer}(d) = f(T)(1 - \exp\{-[A(\text{LWD} - \text{LWD}_0)]^B\}) \quad (1)$$

$$\text{ClimInfer} = 0 \text{ for } T < 0$$

The simple temperature response function $f(T)$ is a linear-plateau function with ascending and descending portions on both sides of the optimal plateau (Hartkamp et al., 2002) (Eq. (2)):

$$f(T) = \left\{ \begin{array}{ll} 0, & T \leq T_{\min} \text{ and } T \geq T_{\max} \\ Y_{\max}, & T_{\text{opt}1} \leq T \leq T_{\text{opt}2} \\ \frac{Y_{\max}}{T_{\text{opt}1} - T_{\min}}(T - T_{\min}), & T_{\min} < T < T_{\text{opt}1} \\ \frac{Y_{\max}}{T_{\text{opt}2} - T_{\max}}(T - T_{\max}), & T_{\text{opt}2} < T < T_{\max} \end{array} \right\} \quad (2)$$

Modèles prévisionnels du fraisier (sud-est des États-Unis)

Bulger, M. A., Ellis, M. A., and Madden, L. V. 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* 77:1225-1230.

Botrytis cinerea (Moissure grise du fraisier)

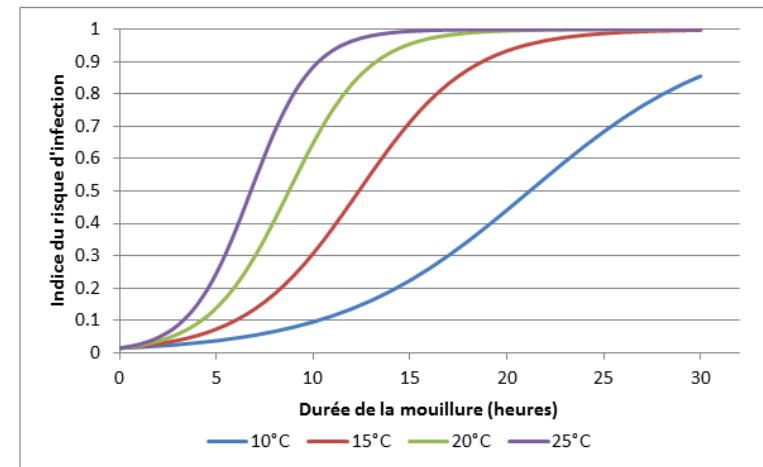
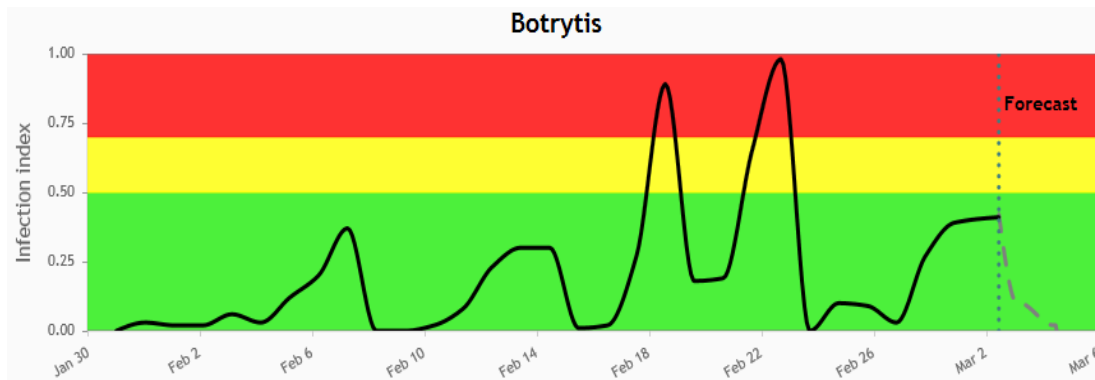
$$\ln\left(\frac{INF}{1-INF}\right) = -4,268 - 0,0901LWD + 0,0294LWD * T - 2,35 * 10^{-5}LWD * T^3$$

INF : indice de risque d'infection, échelle allant de 0 à 1

LWD : durée de la mouillure des feuilles (heures), nombre d'heures consécutives où c'est humide.

Nombre d'heure non interrompu de mouillure du feuillage

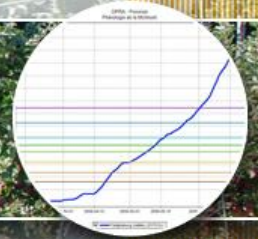
T : Température moyenne durant la période de mouillure (°C). Seule la température durant la période de mouillure est utilisée





Agriculture et
Agroalimentaire Canada

Agriculture and
Agri-Food Canada



Qualité post-récolte des fruits

Dominique Plouffe, B.Sc.

Centre de recherche et développement de Saint-Jean-sur-Richelieu

Canada 

Qualité post-récolte des fruits (Plan de présentation)

- ✓ **Influence du climat sur les désordres post-récolte**
- ✓ **Modèles disponibles (CIPRA)**
- ✓ **Utilité des modèles**



Brunissement vasculaire

- ✓ **Brunissement des faisceaux vasculaires alors que le cortex reste d'apparence normale (McIntosh). Dans les cas sévères, chair brune.**
- ✓ **Se développe généralement après 6 mois d'entreposage.**
- ✓ **Pas de symptômes visibles de l'extérieur**
- ✓ **Associé avec une saison de croissance froide.**



Échaudure superficielle

- ✓ Brunissement diffus de la peau, parfois rugueux dans les cas avancés (Cortland).
- ✓ Se développe après plusieurs mois d'entreposage et devient plus intense à température ambiante.
- ✓ Aggravée par : immaturité du fruit, délai d'entreposage, température et concentration en O_2 élevées en entreposage, ventilation restreinte.



Influence du climat

Brunissement vasculaire

- ✓ Augmente si T° fraîches en juillet et août
- ✓ Augmente si pptions élevées en juillet et août

Échaudure superficielle

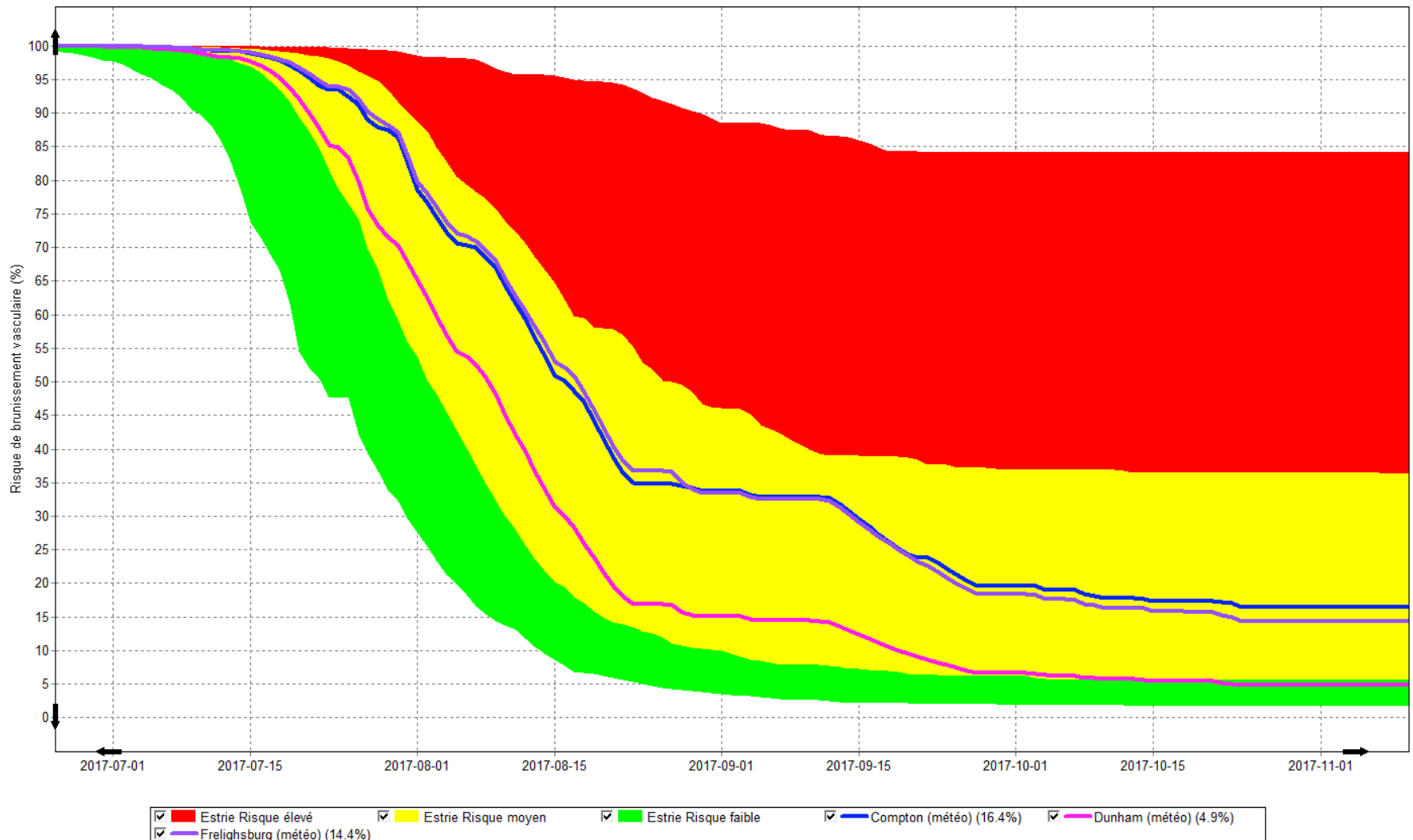
- ✓ Diminue avec accumulation d'heures de froid ($< 10^{\circ}\text{C}$ à partir du 1^{er} août)
- ✓ Augmente si T° chaudes avant la récolte



Modèles de désordres post-récolte

Dans CIPRA seulement

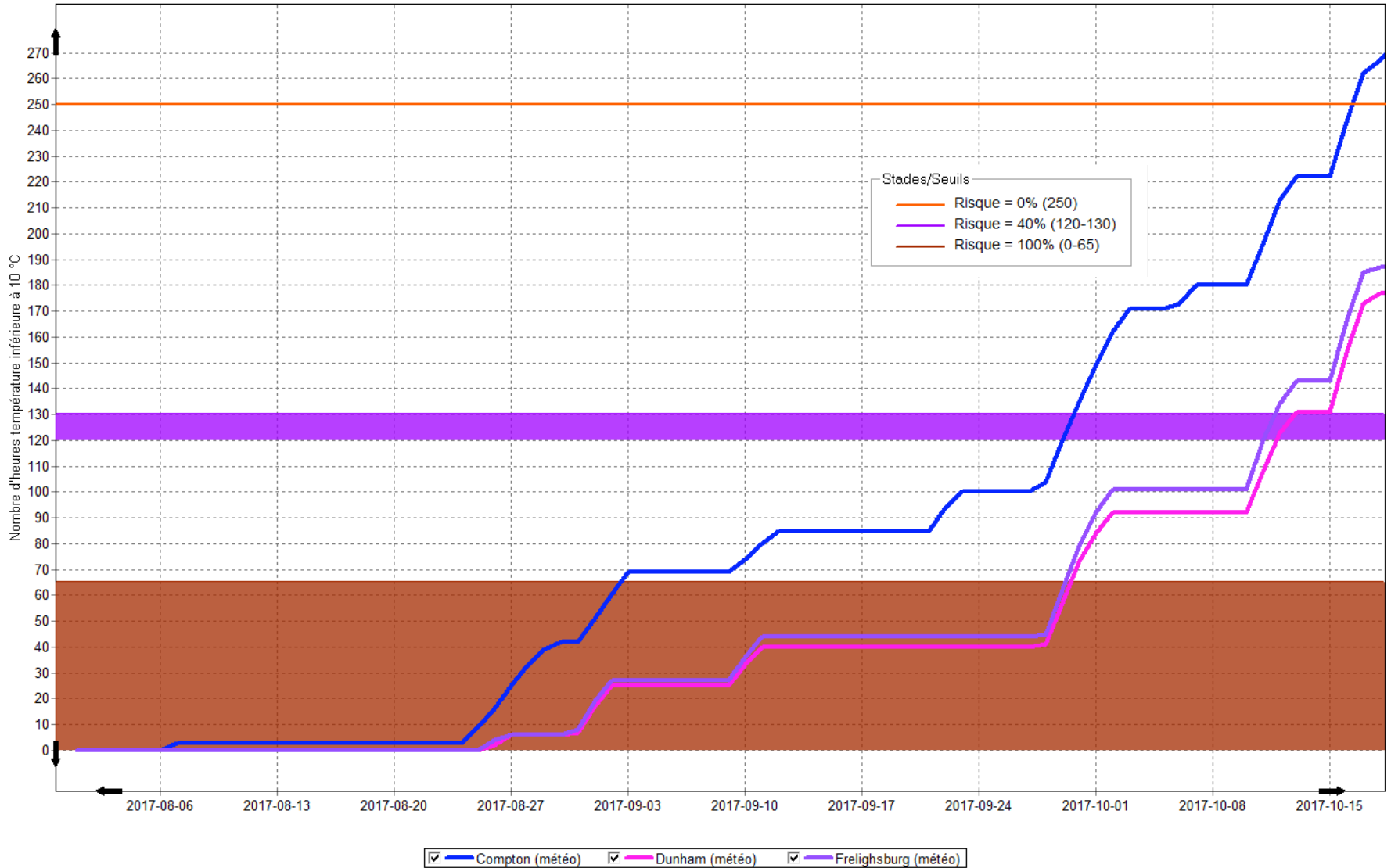
CIPRA - Pommier
Brunissement vasculaire



Modèles de désordres post-récolte

Dans CIPRA seulement

CIPRA - Pommier
Échaudure superficielle



Modèles de désordres post-récolte à venir

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	↘ Dégr. interne			↘ Éch. molle	↗ Dégr. interne
T° < 15		↘ Brun. cœur	↗ Tache amère			
15 < T° < 25						
T° > 25		↘ Dégr. interne				↘ Éch. molle
Rad. sol. < 15	↘ Tache amère		↘ Dégr. interne			
15 < Rad. sol. < 24			↗ Tache amère			
			↘ Brun. cœur			
Rad. sol. > 24		↗ Tache amère	↗ Éch. molle			↗ Brun. cœur
		↘ Brun. cœur				

Modèle	R ²					
	0-14	15-29	30-44	45-59	60-89	90-R
Éch. molle	36.09	47.55	78.43	81.44	82.01	88.26
Dégr. interne	13.08	55.54	66.48	66.48	66.48	82.83
Tache amère	38.73	61.07	87.50	87.50	87.50	87.50
Brun. cœur	27.45	50.5	55.3	65.23	65.23	58.61



Utilité des modèles prévisionnels des désordres post-récolte

Production d'un bulletin aux producteurs avant la récolte. Selon les risques d'incidence prédits :

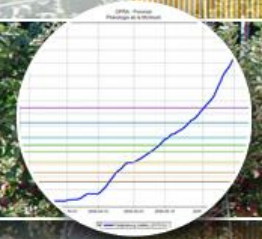
- ✓ **Organisation de la récolte**
- ✓ **Modification de la mise en marché**
- ✓ **Gestion des conditions d'entreposage**





Agriculture et
Agroalimentaire Canada

Agriculture and
Agri-Food Canada



Merci pour votre participation !

Courriels : Gaetan.Bourgeois@agr.gc.ca; Dominique.Plouffe@agr.gc.ca

Site web : <http://www.agr.gc.ca/science/stjean-crdh>

Canada 