

Prédiction des dates de récolte des variétés de pommes du Québec

Gaétan Bourgeois, chercheur scientifique

Dominique Plouffe, assistante de recherche

Centre R&D Saint-Jean-sur-Richelieu, Bioclimatologie et modélisation



Agriculture et
Agroalimentaire Canada

Agriculture and
Agri-Food Canada



Démarche



- Guide *L'implantation d'un verger de pommiers* : Influence du climat
- Importance de la date de récolte
- Date de récolte des pommes n'est pas la même sur tout le territoire agricole québécois, pour une variété donnée
- Dépend du climat des régions
- Au Québec, plus de 20 variétés différentes de pommes (PPQ)
- Comment estimer la date de récolte ?
- Possibilité de cartographier les dates de récolte ?



Importance de la date de récolte

Affecte la qualité des pommes après entreposage

- Récolte trop hâtive (manque de maturité)
 - Fruits fermes mais petits et verts
 - Goût acide ou sans saveur
 - Susceptibles à échaudure, tache amère
- Récolte tardive
 - Chute des fruits
 - Après entreposage : durée de conservation courte, apparence terne, goût trop mûr, farineux, susceptibles au cœur aqueux
 - Sensibles aux meurtrissures = déclassement



Estimation de la date de récolte

Source des données (1/2)

Variété retenue = McIntosh (Summerland ?)

Avec ou sans ReTain ? (Retrait des données avec ReTain)

► ProPomme

- 5 sites : Bedford (Dunham), Frelighsburg, Rougemont, Saint-Jean-Baptiste (Saint-Hilaire)
- Test iode : minimum, maximum, moyenne
- 6 années : 2014 à 2019

► Dura-Club

- 5 sites : Rougemont (2 sites), Mont Saint-Grégoire, L'Ange Gardien (2 sites)
- Test iode : minimum, maximum, moyenne. Plusieurs dates (sept.-oct.)
- 6 années : 2014 à 2019



Estimation de la date de récolte

Source des données (2/2)

- Agropomme
 - 1 site : Saint-Joseph-du-Lac
 - **Date de récolte**
 - 8 années : 2011 à 2018
- RECUPOM
 - 7 sites : Frelighsburg, Rougemont, Sainte-Famille, Saint-Jean-Baptiste (Saint-Hilaire), Saint-Joseph-du-Lac, Université Laval (Sainte-Foy), Université McGill (Sainte-Anne-de-Bellevue)
 - **Date de récolte**
 - 22 années : 1996 à 2019

Estimation de la date de récolte

Modèle : « Cumul des degrés-jours »

Ex. Modèle phénologie McIntosh dans CIPRA



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

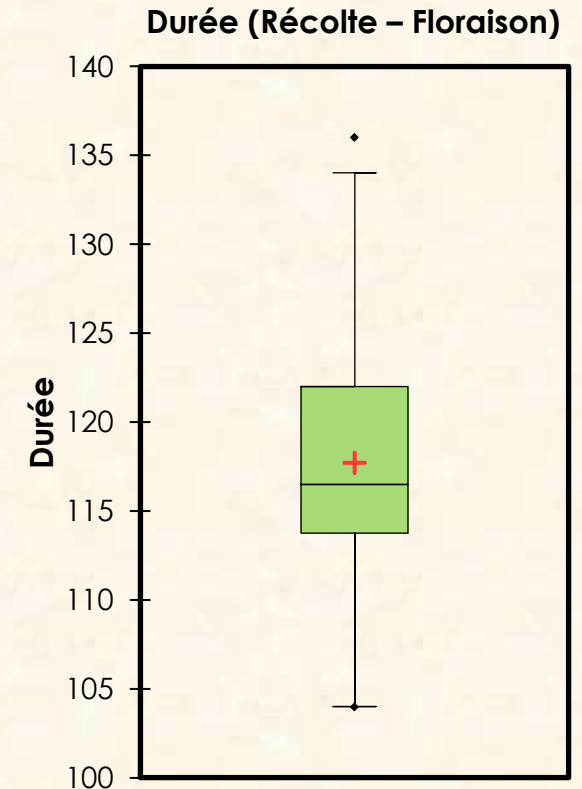
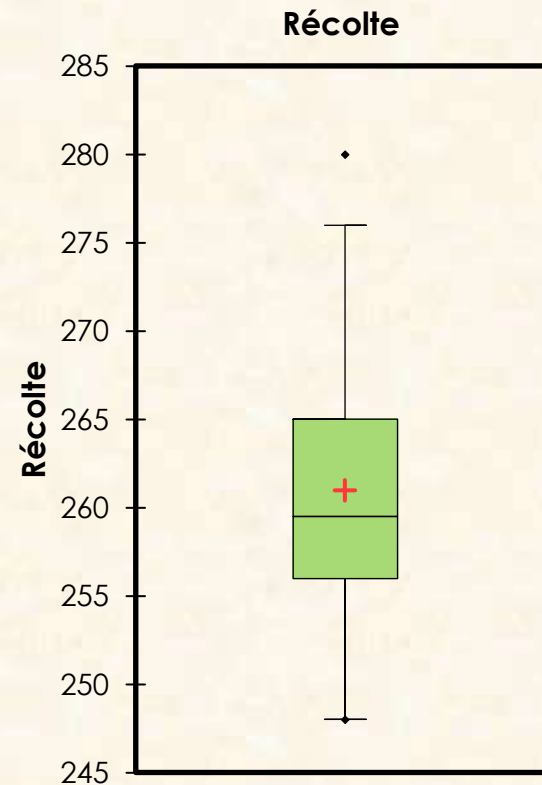
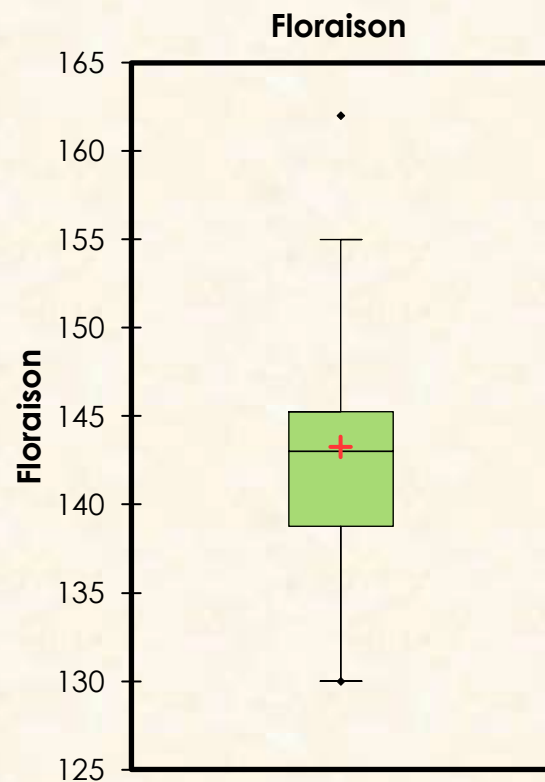


Grande variabilité dans les observations

Date de floraison: 80 % des valeurs entre les jours 130 (10 mai) et 155 (4 juin); différence = 25 jours

Date de récolte: 80 % des valeurs entre les jours 248 (5 sept.) et 276 (3 oct.); différence = 28 jours

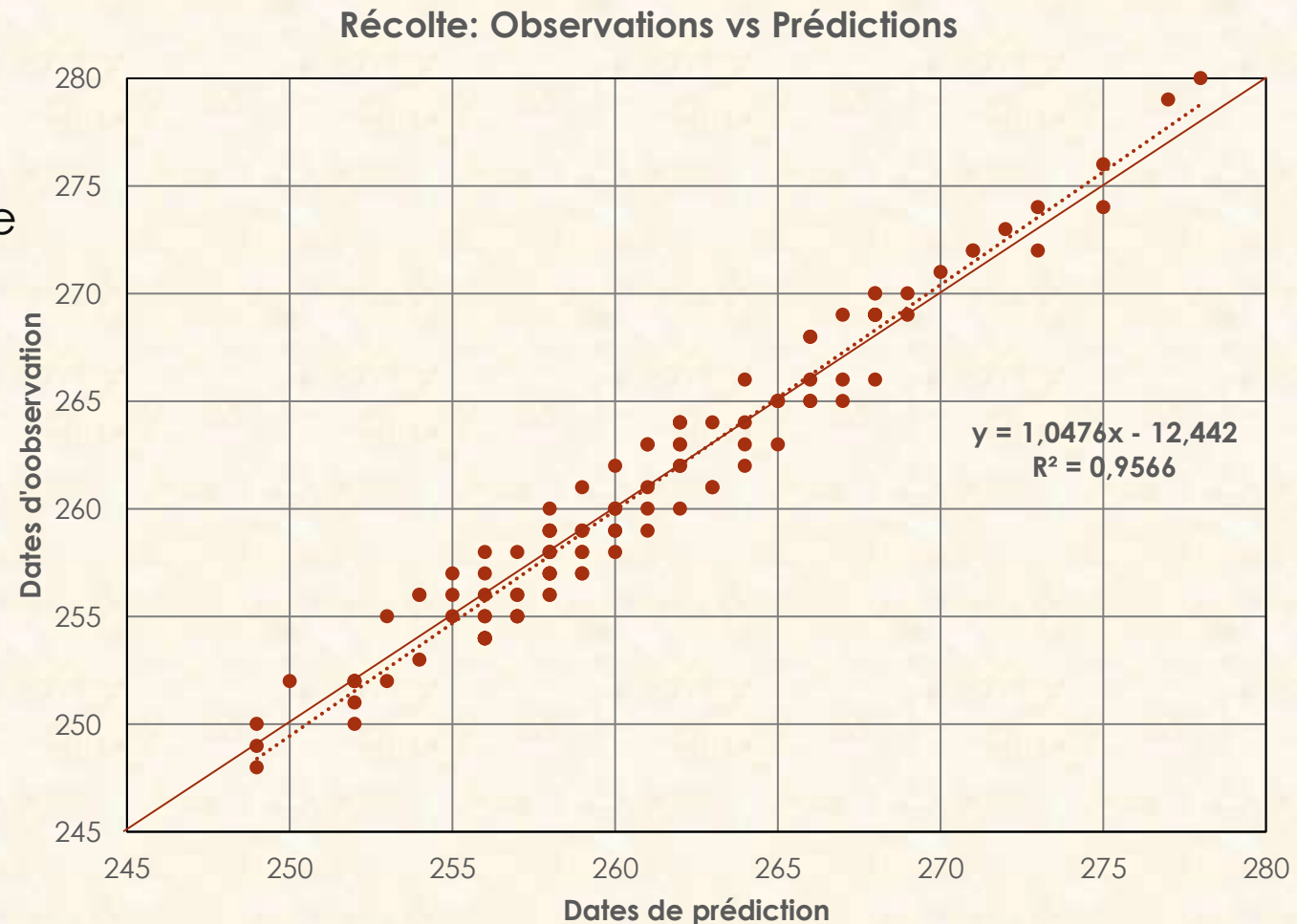
Durée entre la floraison et la récolte: 80 % des valeurs entre 104 et 134 jours; différence = 30 jours



Quel serait le modèle parfait pour prédire la récolte ?

Objectif: Trouver un modèle bioclimatique qui répond le plus possible à tous les critères suivants:

- Dates: Observations = Prédictions
- La régression linéaire et la ligne centrale se confondent.
- Pente (valeur de x) ≈ 1
- Ordonnée à l'origine (constante) ≈ 0
- Distribution des données ($R^2 \approx 1$)



Modèle: « Cumul des degrés-jours »



Plusieurs essais avec notre logiciel

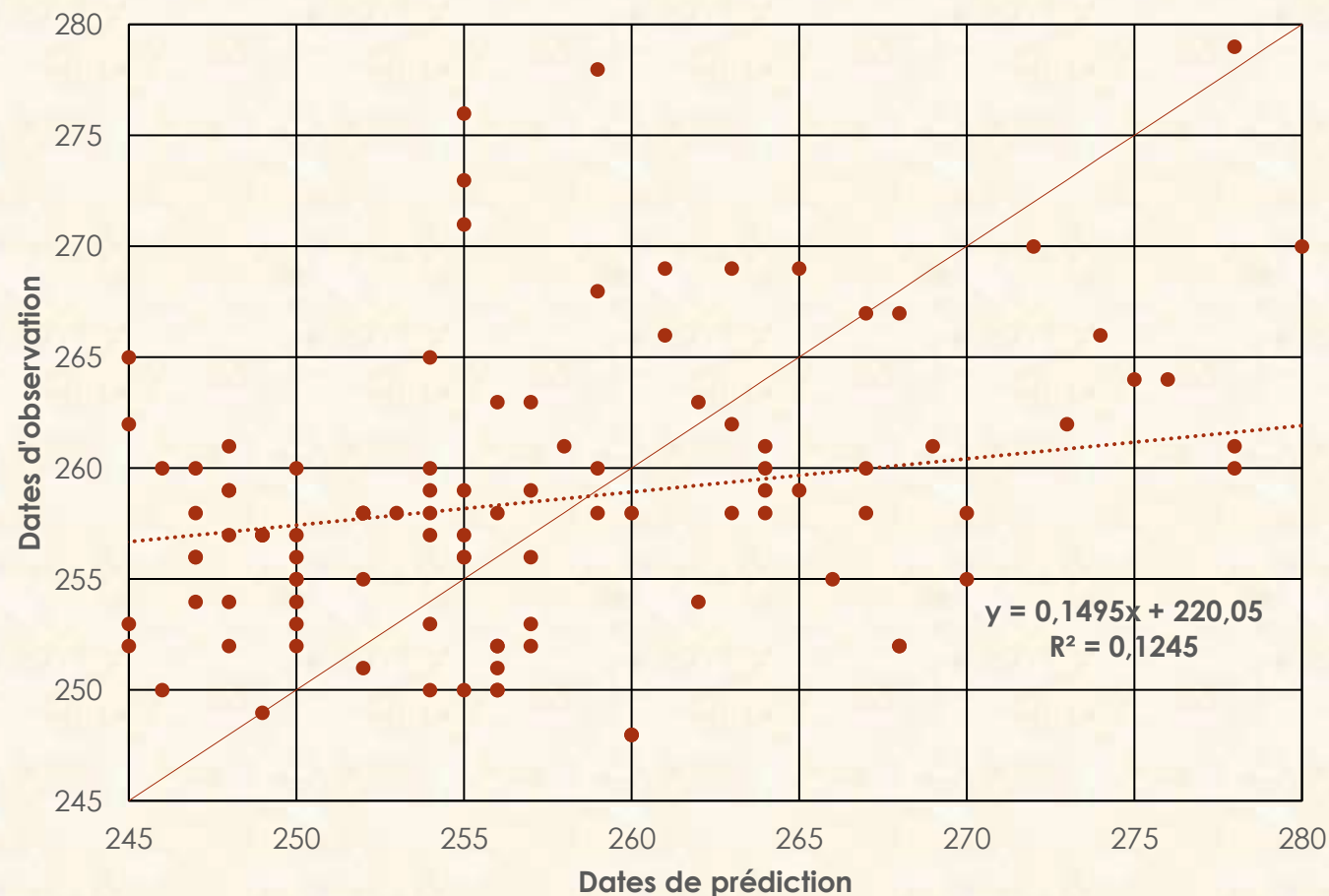


BBCH 65 = Pleine floraison

BBCH 79 = Récolte

Jeux de données	Degrés-jours (BBCH 65 à 79)	N
Tous 1996-2019	1580	119
Tous 2000-2019	1584	106
1996-2019 sans Québec	1628	104
Tous 2008-2019	1597	82
RECUPOM 1996-2019	1555	62

Récolte: Observations vs Prédications



Modèle américain de Blanpied et Silsby (1992)

- Bulletin d'information de Cornell: « Predicting Harvest Date Windows for Apples »
- Modèle basé sur un article de Blanpied et Ben-David (1970)

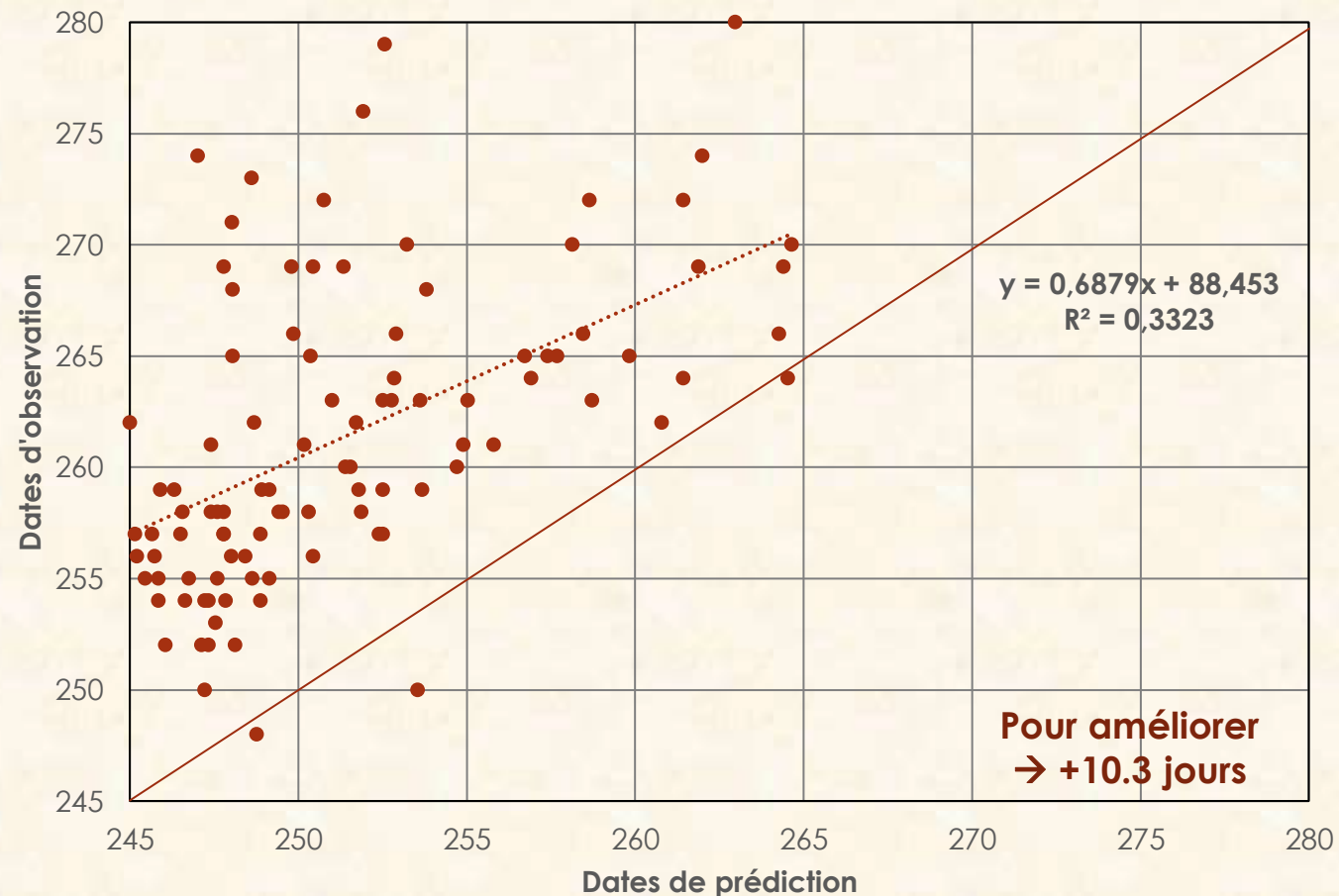
FB: Date de floraison

MT: Température moyenne des 30 jours suivant la floraison

Prédiction de la durée entre la floraison et la date optimale de récolte pour entreposage des pommes McIntosh

<i>Geographic area</i>	<i>Length-of-season formula</i>
Hudson Valley	205.04 - 0.16FB - 1.08MT-30
Central New York	201.53 - 0.16FB - 1.08MT-30
Lake Ontario	201.56 - 0.16FB - 1.08MT-30
Champlain Valley	197.73 - 0.16FB - 1.08MT-30

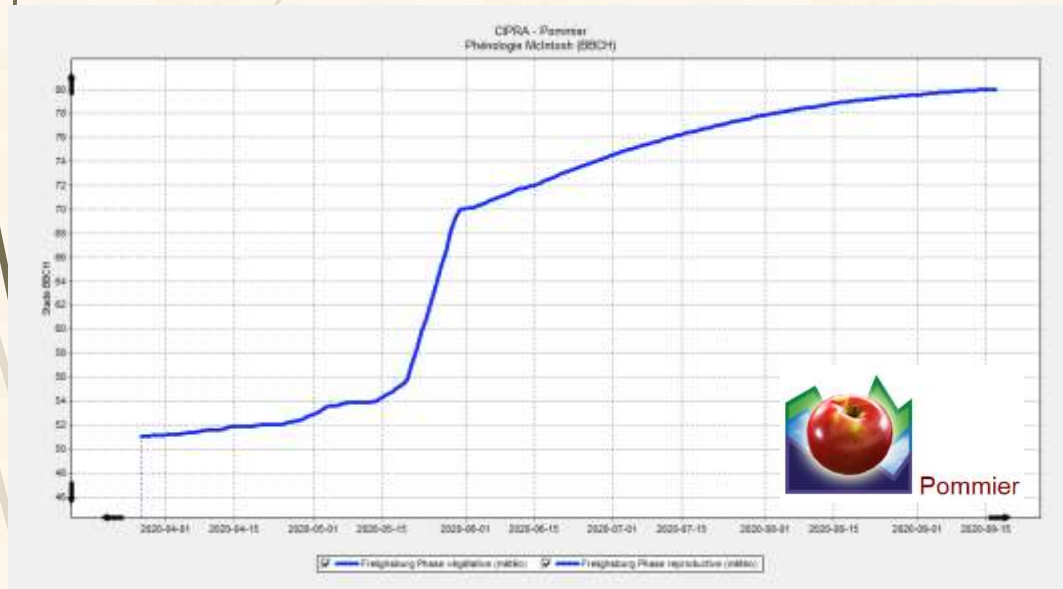
Récolte: Observations vs Prédictions



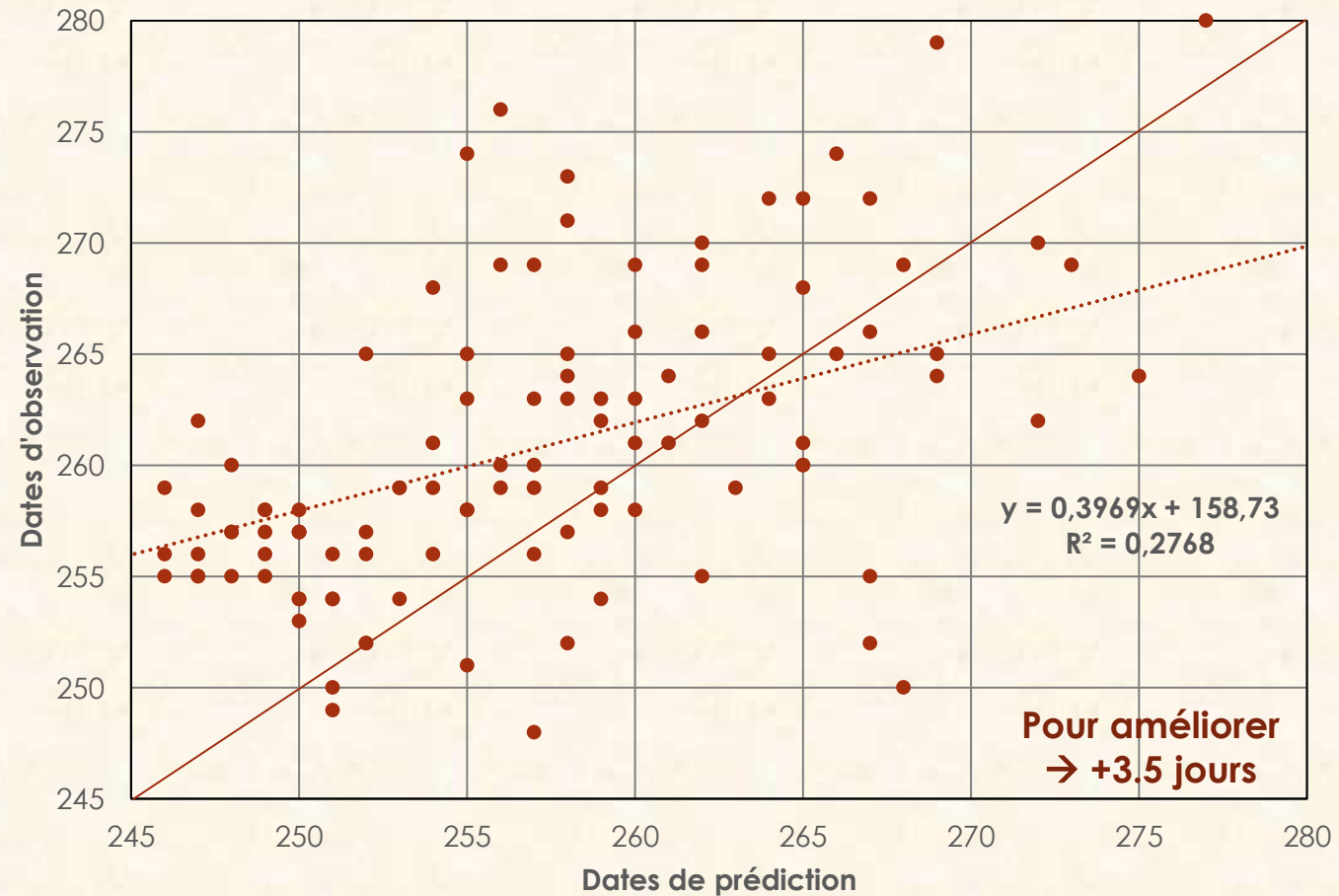
Modèle phénologique BBCH McIntosh



Modèle bioclimatique permettant de prédire tous les stades de développement du pommier, dont la maturité pour la récolte (BBCH = 79)



Récolte: Observations vs Prédications



Développement à partir des données recueillies au Québec

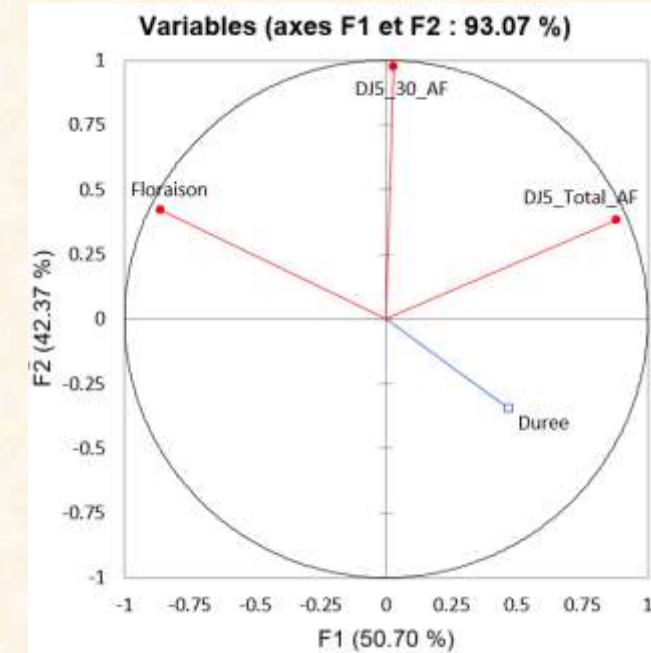
Floraison: Date de floraison

Récolte: Date de récolte

Durée: Différence entre les dates de floraison et de récolte

DJ5_30_AF: Degrés-jours (Tbase = 5°C) cumulés pendant les 30 jours suivant la floraison (idem pour 35, 40 et 45 jours suivant la floraison)

DJ5_Total_AF: Degrés-jours (Tbase = 5°C) cumulés de la floraison à la récolte



Site	Annee	Club	Parcelle	Variete	Floraison	Recolte	Duree	DJ5_30_AF	DJ5_35_AF	DJ5_40_AF	DJ5_45_AF	DJ5_Total_AF
Rougemont	2005	RECUPOM	nil	McIntosh	145	271	126	412	513	597	673	1872
Ste-Famille	2005	RECUPOM	nil	McIntosh	154	270	116	381	454	536	624	1696
St-Joseph-du-Lac	2005	RECUPOM	nil	McIntosh	145	273	128	406	507	593	667	1866
Rougemont	2006	RECUPOM	nil	McIntosh	134	256	122	316	393	465	544	1651
Ste-Famille	2006	RECUPOM	nil	McIntosh	148	259	111	370	435	504	580	1489
St-Joseph-du-Lac	2006	RECUPOM	nil	McIntosh	135	257	122	322	405	472	556	1658
Rougemont	2007	RECUPOM	nil	McIntosh	144	269	125	401	483	535	605	1695
Ste-Famille	2007	RECUPOM	nil	McIntosh	150	264	114	358	408	468	536	1457
St-Joseph-du-Lac	2007	RECUPOM	nil	McIntosh	142	259	117	397	465	526	595	1675
Rougemont	2008	RECUPOM	nil	McIntosh	138	261	123	332	388	461	543	1662
Ste-Famille	2008	RECUPOM	nil	McIntosh	157	264	107	369	453	524	594	1434
St-Joseph-du-Lac	2008	RECUPOM	nil	McIntosh	139	265	126	333	391	462	541	1613
Rougemont	2009	RECUPOM	nil	McIntosh	134	259	125	279	347	419	506	1677
Ste-Famille	2009	RECUPOM	nil	McIntosh	153	262	109	332	377	438	491	1331
St-Joseph-du-Lac	2009	RECUPOM	nil	McIntosh	139	260	121	271	337	417	488	1525

Modèle #1: Régression linéaire quadratique

Forme du modèle: $Y = \beta_0 + \beta_1 X + \beta_2 X^2$

Y: Durée (jours) entre la floraison et la récolte

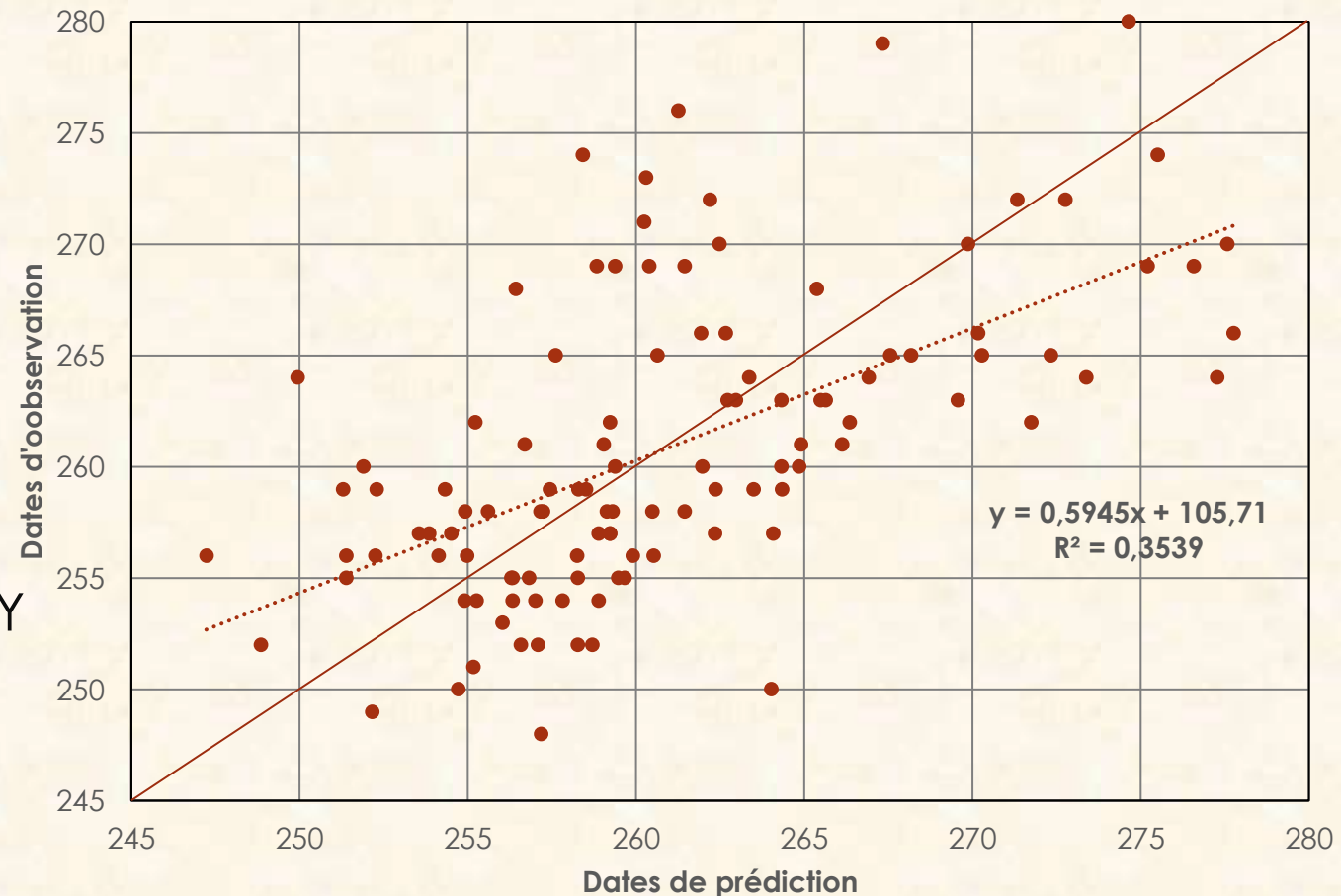
X: Cumul des degrés-jours des 30 jours après la floraison

$\beta_0, \beta_1, \beta_2$: constantes

Prédiction de la date de récolte

Date de récolte = Date de floraison + Y

Récolte: Observations vs Prédictions



Modèle #2: Régression polynomiale

Forme du modèle: $Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_1 X_2$

Y: Durée (jours) entre la floraison et la récolte

X_1 : Date de floraison

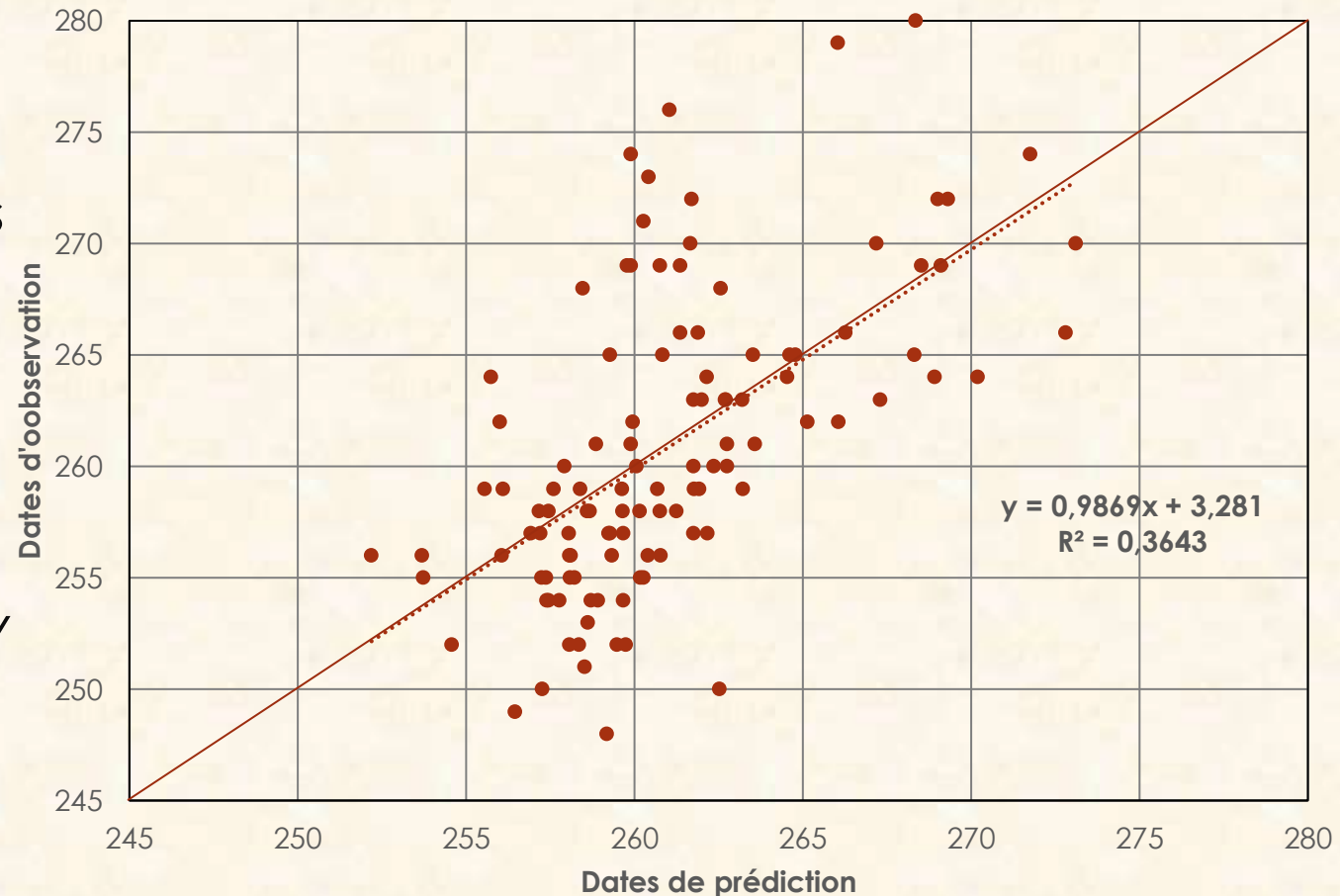
X_2 : Cumul des degrés-jours des 30 jours après la floraison

$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$: constantes

Prédiction de la date de récolte

Date de récolte = Date de floraison + Y

Récolte: Observations vs Prédictions



Base de données sur la mise en marché des pommes



Variété	Date moyenne récolte (1997-2019)
Lodi	16 juillet
Jaune transparente	18 juillet
Rouge hâtive	29 juillet
Vista Bella	1 août
Melba	13 août
Jersey Mac	14 août
Sunrise	22 août
Paulared	25 août
Ginger Gold	2 septembre
Lobo	8 septembre
McIntosh	21 septembre
Gala	26 septembre
Honeycrisp	28 septembre
Spartan	29 septembre
Cortland	3 octobre
Délicieuse jaune	4 octobre
Empire	4 octobre
Délicieuse rouge	12 octobre
Ambrosia	14 octobre

Variétés additionnelles

- Delbard Estivale
- Delcorf
- Passionata
- Primgold
- Rosinette

Total de 24 variétés



Adaptation relative à plusieurs variétés de pommes

Total de 24 variétés incluses dans cette adaptation



Frelighsburg	
Lodi	2020-07-13
Jaune transparente	2020-07-15
Rouge hâtive	2020-07-26
Vista Bella	2020-07-29
Melba	2020-08-10
Sunrise	2020-08-19
Jersey Mac	2020-08-21
Paulared	2020-08-28
Delbard Estivale	2020-08-29
Ginger Gold	2020-08-30
Delcorf	2020-09-04
Lobo	2020-09-18
McIntosh	2020-09-18
Primgold	2020-09-18
Rosinette	2020-09-21
Gala	2020-09-23
Honeycrisp	2020-09-25
Spartan	2020-09-26
Délicieuse jaune	2020-09-30
Cortland	2020-10-01
Empire	2020-10-02
Délicieuse rouge	2020-10-09
Ambrosia	2020-10-11
Passionata	2020-10-19



 CROQUANTE / JUTEUSE / NÂTIVE Vista Bella -51 jrs	 CROQUANTE / FERME / NÂTIVE Jersey Mac -28 jrs	 CROQUANTE / SUCRÉE / NÂTIVE Sunrise -30 jrs	 CROQUANTE / MI-ACIDE / ASSEZ SUCRÉE Spartan +8 jrs	 CROQUANTE / SUCRÉE / NE BRUNIT PAS Cortland +13 jrs	 CROQUANTE / SUCRÉE / FERME Empire +14 jrs
 CROQUANTE / JUTEUSE / ACIDE Paulared -21 jrs	 CROQUANTE / JUTEUSE / MOYENNEMENT ACIDE Lobo 0 jrs	 JAUNE / SUCRÉE / CROQUANTE / ÉPÉE Ginger Gold -19 jrs	 CROQUANTE / FERME / TRÈS LÉGÈREMENT FRUITE Primgold 0 jrs	 CROQUANTE / JUTEUSE / SUCRÉE Rosinette +3 jrs	 CROQUANTE / PARFUMÉE / GOÛT ATTÉNUÉ Passionata +31 jrs
 CROQUANTS / JUTEUSE / AROMATIQUE McIntosh 0 jrs	 GOÛT EXCEPTIONNEL / TRÈS CROQUANTE / JUTEUSE Honeycrisp +7 jrs	 TRÈS CROQUANTE / TRÈS SUCRÉE / AROMATIQUE Gala +5 jrs	 JUTEUSE / SUCRÉE / FAIBLEMENT ADOUCÉE Délicieuse rouge +21 jrs	 CROQUANTE / JUTEUSE / AROMATIQUE / GOÛT DE MIEL Ambrosia +23 jrs	 JUTEUSE / SUCRÉE / AROMATIQUE Délicieuse jaune +12 jrs



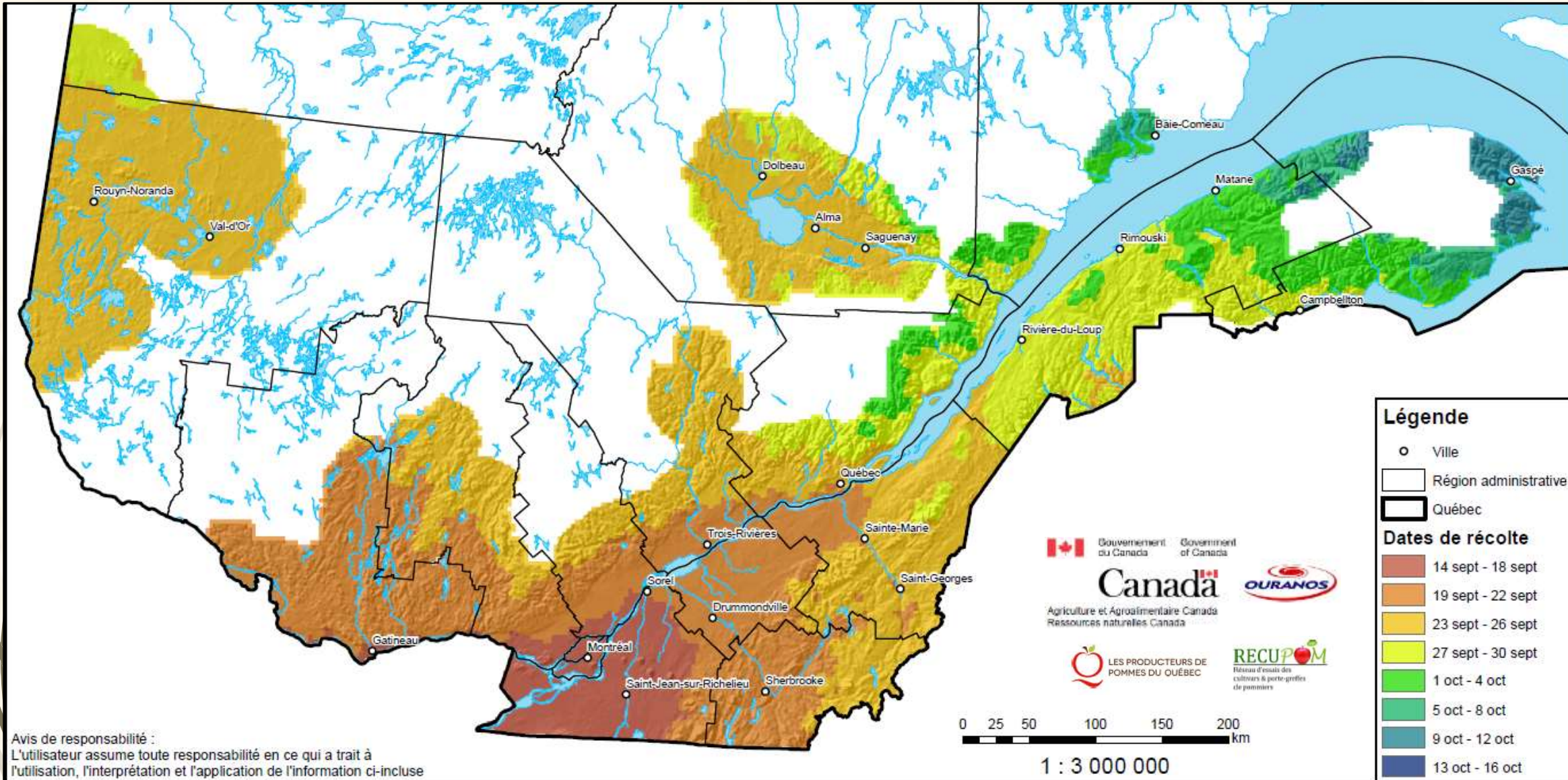
Conclusions et recommandations

- Utilisation du modèle bioclimatique
 - Modèle relativement simple et facile à implanter
 - Prédiction de la date récolte dès 30 jours après la floraison
 - Adaptation relative à plusieurs autres variétés (rf. McIntosh)
 - À considérer éventuellement → Différentes lignées d'une variété
- Fruits: « Maturité physiologique » vs « Mise en marché »
 - Données utilisées pour le modèle → plusieurs jeux = « Mise en marché »
 - Pas nécessairement qualité optimale (« Maturité physiologique ou gustative ») pour la récolte → Marché frais vs Entreposage
 - Enjeu: Définition des critères de « Maturité physiologique » par variété

Cartographie pour le Québec agricole

Dates médianes de récolte de la pomme McIntosh

(Période de référence: 1981-2010)



Merci!



Questions ?



Agriculture et
Agroalimentaire Canada

Agriculture and
Agri-Food Canada

