

Comment le xylème, les phytohormones et la météo affectent-ils la tache amère?

Virginie Grégoire

M.Sc. Student, Department of Plant Science, McGill University
Research Affiliate Program - Agriculture and Agri-Food Canada



Phytohormones

Ce qu'on savait déjà

Un ratio auxines:gibbérellines inférieur augmente la susceptibilité à la tache amère. (Saure 2005; de Freitas 2012)

Basé seulement sur applications foliaires de GA.

But

Évaluer et comparer les ratios d'auxines:gibbérellines naturellement présents de 4 variétés avec différentes susceptibilités à la tache amère (Empire, Cortland, Honeycrisp et Passionata)

Résultats

Trop d'échantillons avec des niveaux de GA indétectables ou inquantifiables pour analyses statistiques

Fonctionnalité du xylème

Ce qu'on savait déjà

- Plus part des nutriments (Mg, K, ...) transportés via phloème et xylème
- Ca^{2+} transporté presque exclusivement via xylème
- Flot transpiratoire = via xylème

Variétés susceptibles à la tache amère → perte rapide de fonctionnalité du xylème (Drazeta **2004**), NZ, Granny Smith vs Breaburn

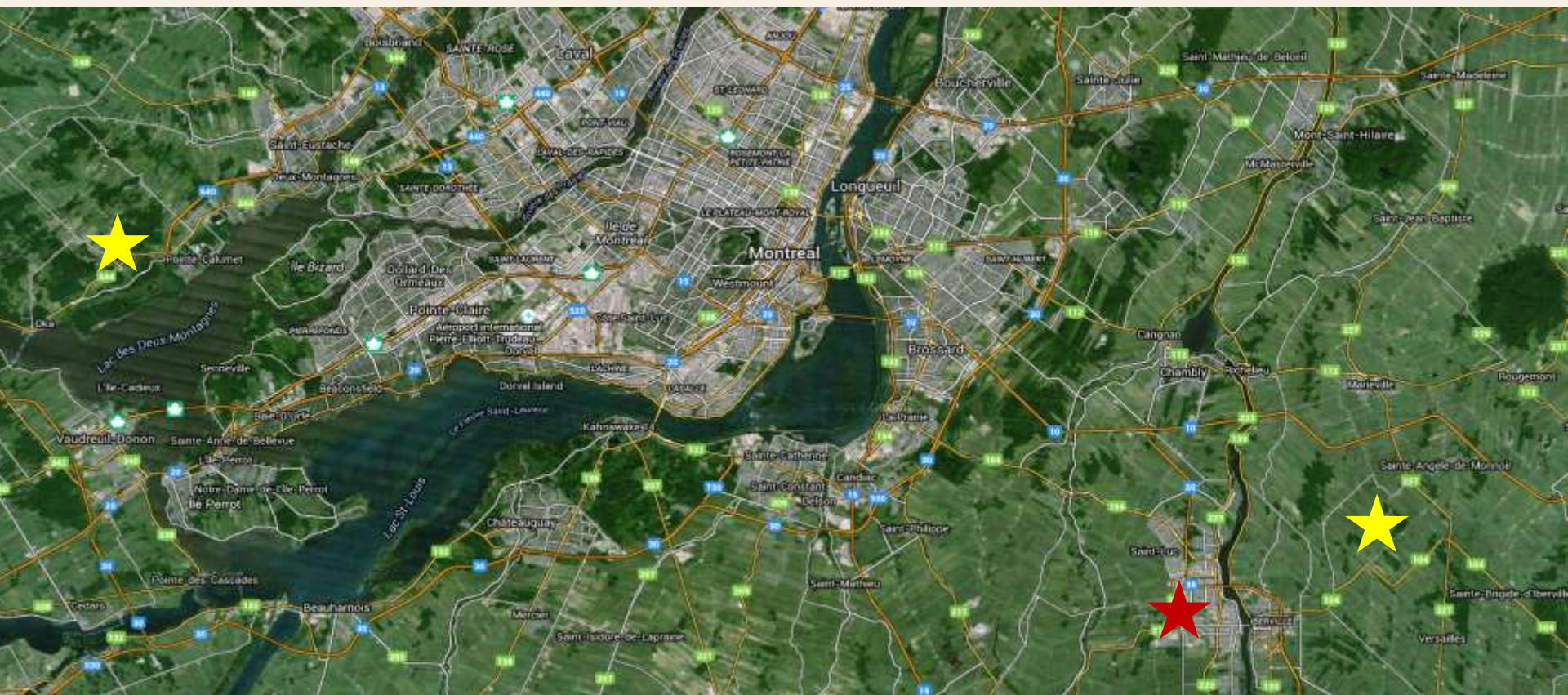
Débalancement des nutriments dans le fruit ($\text{Mg}^{2+} + \text{K}^+/\text{Ca}^{2+}$) (Amarante et al. **2013** and Miqueloto et al. **2013**), Brésil, Catrina vs Fuji

Buts

Évaluer les niveaux de fonctionnalité du xylème à différents moments de la saison et les comparer entre:

- a. 4 variétés avec différentes susceptibilités à la tache amère (Empire, Cortland, Honeycrisp et Passionata)
- b. des fruits poussés en simple vs en double (1 fruit/inflorescence vs 2 fruits/inflorescence)

Set up



★ 2 vergers

★ 1 centre de recherche

Les 4 variétés présentes dans les 2 vergers, arbres matures, même parcelle (exc. Passionata)

Materiel végétal

<u>Variétés</u>	<u>Éclaircissage</u>
Empire	5 fruits/cm ²
Honeycrisp	3.5 "
Cortland	5 "
Passionata	3.5 "

Échantillonnage

<u>Mont-Saint-Grégoire</u>	<u>Oka</u>
23 rd June	25 th June
7 th July	9 th July
21 st July	23 rd July
4 th August	6 th August
18 th August	20 th August
2 nd September	4 th September
16 th September	18 th September

	<u>Mont-Saint-Grégoire</u>		<u>Oka</u>	
	<u>Year planted</u>	<u>Rootstock</u>	<u>Year planted</u>	<u>Rootstock</u>
Cortland	2001	Cepiland	2012	Cepiland
Empire	2001	Cepiland	2011	Cepiland
Honeycrisp	2006	Ottawa 3	2011	Cepiland
Passionata	2010	Cepiland	2009	Cepiland

Manipulations

- Levé du soleil → transpiration nulle
- Sacs de polyéthylène
- Mesure du diamètre
- Fruits déposés avec pédoncule trempant dans solution teintée (fuchsine acide 1% w/w)
- Chambre de croissance à 65% h.r. et 22°C pour 2 heures
- Tranché de façon équatoriale pour 3 lectures par fruit:
Pédoncule, centre et calice



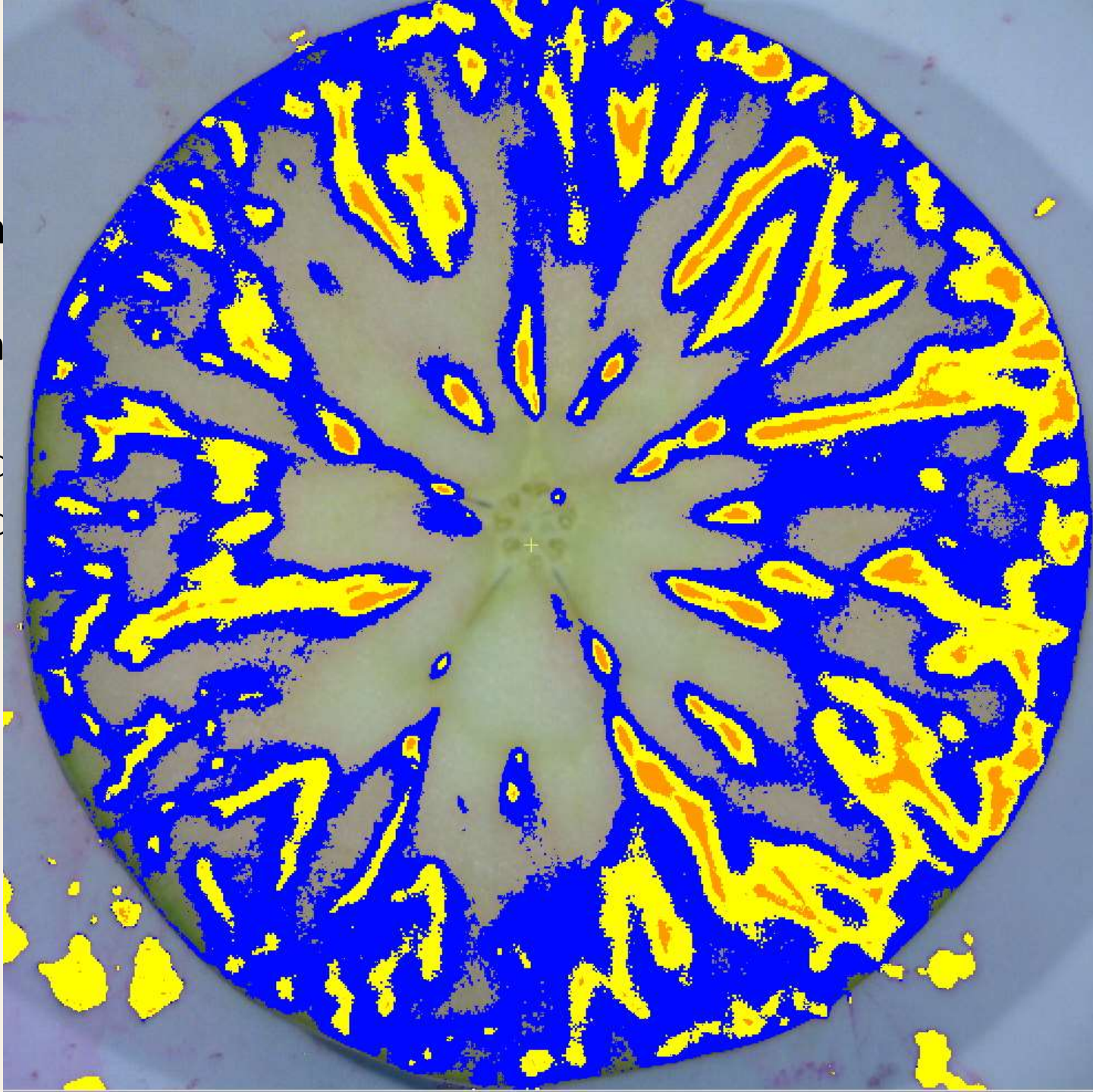
○ Ch

○ Ph

○

○

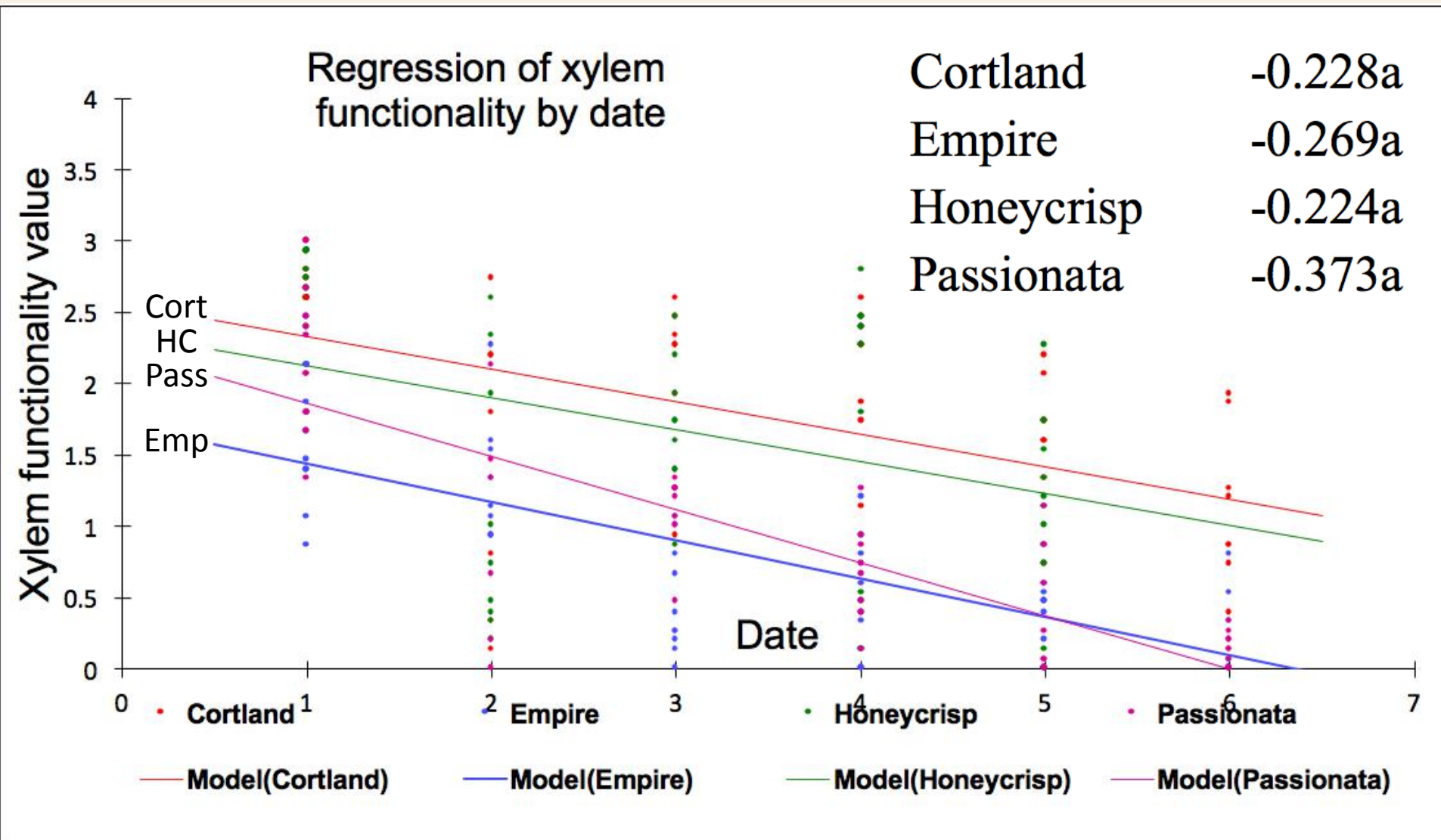
atics)





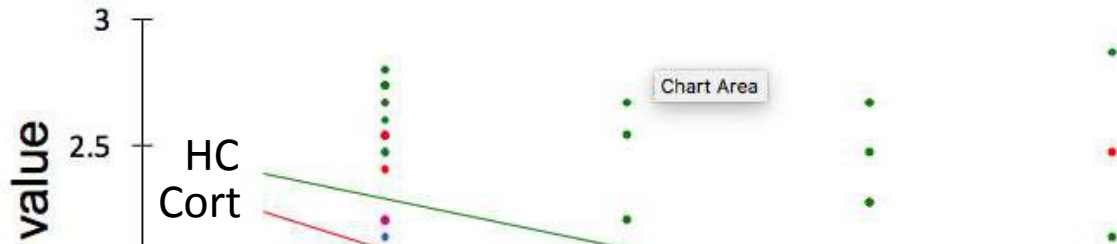
Passionata après 1 mois

Comparaison des taux – Mont-St-Grégoire



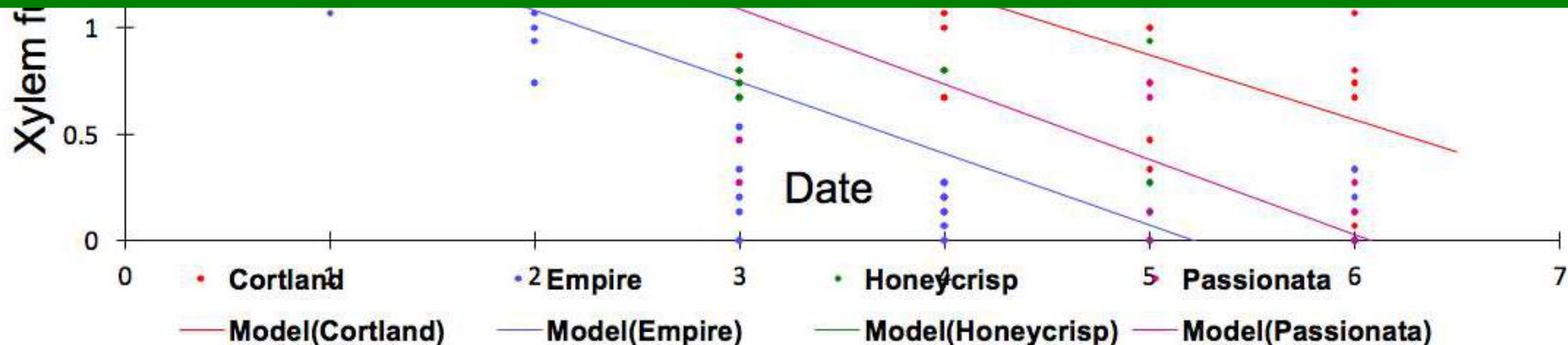
Comparaison des taux – Oka

Regression of xylem functionality by date



Cortland	-0.303a
Empire	-0.336a
Honeycrisp	-0.200a
Passionata	-0.352a

Du plus rapide au plus lent dans les 2 vergers:
Passionata, Empire (!), Cortland and Honeycrisp



Comparaison des moyennes par date

Valeurs de l'échelle 0 - 3

Mont-Saint-Grégoire				
	Cortland	Empire	Honeycrisp	Passionata
7 th July	2.58a	1.59b	2.64a	2.19a
21 st July	1.36a	1.17a	1.04a	1.4a
4 th August	1.93a	0.42c	1.70a	1.10b
18 th August	1.87a	0.71b	1.70a	0.65b
2 nd September	1.54a	0.39b	1.23a	0.38b
16 th September	1.03a	0.20b	-	0.13b

Oka				
	Cortland	Empire	Honeycrisp	Passionata
9 th July	2.07ab	1.69b	2.59a	1.9b
23 rd July	1.74a	1.19b	1.81a	-
6 th August	1.50a	0.33b	1.70a	0.90ab
20 th August	1.13a	0.11b	1.72a	-
4 th September	1.07ab	0.06c	1.63a	0.38bc
18 th September	0.422a	0.06b	-	0.10ab

Effet du nb fruit par bouquet

Valeurs de l'échelle 0 - 3

Cortland

Treatment 1 Treatment 2

8th July	2.32a	<u>1.86b</u>
22nd July	1.62a	1.16a
5th August	1.71a	1.47a
19th August	1.50a	<u>0.78b</u>
3rd September	1.31a	0.96a
17th September	0.73a	0.71a

Honeycrisp

Treatment 1 Treatment 2

8th July	2.61a	2.49a
22nd July	1.46a	<u>2.38b</u>
5th August	1.70a	<u>2.42b</u>
19th August	-	-
3rd September	1.43a	1.37a
17th September	-	-

Empire

Treatment 1 Treatment 2

8th July	1.64a	1.53a
22nd July	1.25a	1.15a
5th August	0.38a	0.44a
19th August	0.41a	0.28a
3rd September	0.23a	0.07a
17th September	0.13a	0.04a

Passionata

Treatment 1 Treatment 2

8th July	2.10a	2.47a
22nd July	0.97a	1.12a
5th August	1.04a	0.94a
19th August	0.65a	0.41a
3rd September	0.38a	0.36a
17th September	0.12a	0.19a

Comparaison du diamètres des fruits

Entre variétés

Mont-Saint-Grégoire				
	Cortland	Empire	Honeycrisp	Passionata
7 th July	48.722ab	41.444c	49.778a	46.889b
21 st July	63.000a	50.333c	61.278a	57.167b
4 th August	70.945a	57.056b	69.167a	68.889a
18 th August	79.833a	63.111b	77.833a	76.556a
2 nd September	82.889a	67.222b	81.889a	81.938a
16 th September	87.222a	71.556b	-	86.000a

Oka				
	Cortland	Empire	Honeycrisp	Passionata
9 th July	42.889b	41.389b	47.500a	44.250ab
23 rd July	57.389a	48.389b	58.111a	-
6 th August	66.333a	55.167b	67.611a	67.000a
20 th August	79.833a	63.111b	77.833a	-
4 th September	77.945a	66.445b	78.889a	77.125a
18 th September	81.278a	67.833b	-	82.375a

Comparaison du diamètres des fruits

Selon le nb de fruit par bouquet

Mont-St-Grégoire		
	1 fruit/cluster	2 fruits/cluster
Cortland	82.889a	76.833b
Empire	-	-
Honeycrisp	81.889a	81.125a
Passionata	81.937a	78.611a

Oka		
	1 fruit/cluster	2 fruits/cluster
Cortland	77.944a	79.250a
Empire	66.444a	62.722b
Honeycrisp	78.889a	73.667b
Passionata	-	-

2nd September

4th September

Comparaison de l' incidence de tache amère

Entre variétés

	Mont-St-Grégoire	Oka
Cortland	0.00a	0.06a
Empire	0.00a	0.00a
Honeycrisp	0.23b	0.19b
Passionata	0.41c	0.50c

Basé sur la présence de tache amère après 3 mois d'entreposage

Conclusion

Empire: contraire à la littérature → xylème le moins fonctionnel ET variété la moins sensible

Passionata: fidèle à la littérature → xylème moins fonctionnel que Cortland et Honeycrisp ET variété la plus sensible des 3.

Transpiration et diffusion du colorant affectées par le calibre du fruit?

Besoin moindre en Ca^+ pour Empire due à l'expansion cellulaire modérée ?

Modèle de prévision basé sur la météo

Buts

Trouver une relation entre les conditions météo et l'incidence de tache amère pour élaborer un modèle de prévision du risque d'incidence de tache amère.

Modèle de prédiction pour l'incidence de tache amère

- Projet CanAdapt et programme d'AAC Growing Forward
30 années-sites, Québec et Ontario, 2002 – 2006 + 2014 – 15
- Données:
 - Incidence de tache amère (%) 3 mois d'entreposage
 - À la sortie d'entreposage ET 7 jours après sortie (moyenne)
 - Précipitation, température and humidité relative
*Stations météo locales *Données horaire et quotidiennes
- Données météo séparées en 4 périodes:
0-30 japf 31-60 japf 61-90 japf 91 japf - récolte
japf = jours après pleine floraison

Modèle de risque pour l'incidence de tache amère

Données quotidiennes	Données horaires
Nb de jours sans pluie	Nb d'heures avec temp ≥ 5 degC et < 10 degC
Précipitation totale(mm)	Nb d'heures avec temp ≥ 10 degC et < 15 degC
Nb de jours avec ≥ 5 mm de pluie	Nb d'heures avec temp ≥ 15 degC et < 20 degC
Precipitation moyenne (mm)	Nb d'heures avec temp ≥ 20 degC et < 25 degC
Nb de jours avec HR $< 60\%$	Nb d'heures avec temp ≥ 25 degC et < 30 degC
Nb de jours avec HR $\geq 90\%$	Nb d'heures avec temp ≥ 30 degC
HR moyenne	Nb d'heures avec HR $< 50\%$
Temp moyenne (degC)	Nb d'heures avec HR $\geq 50\%$ et $< 60\%$
	Nb d'heures avec HR $\geq 60\%$ et $< 70\%$
	Nb d'heures avec HR $\geq 70\%$ et $< 80\%$
	Nb d'heures avec HR $\geq 80\%$ et $> 90\%$
	Nb d'heures avec HR \geq to 90%

Résumé des 4 modèles

Variable dépendante: Moyenne de l'incidence de tache amère à la sortie d'entreposage (3 mois) et 7 jours après la sortie (%)

Modèle	R ² ajusté	Nombre de paramètres
0 - 30 JAPF	0.652	6
0 - 60 JAPF	0.877	7
0 - 90 JAPF	0.899	7
0 JAPF - Récolte	0.865	2

0 – 30 japf

Prévision à la mi-juin

R² ajusté: 0.652

Total de 6 paramètres

3 premiers paramètres - en ordre de sélection

Nb de jours sans pluie - période 1 (+)

Nb d'heures avec temp ≥ 5 degC et < 10 degC - période 1 (-)

Nb d'heure avec HR $\geq 50\%$ and $< 60\%$ - période 1 (-)

Résumé

Modèle 1

Fréquence pluie (+)

Basse temp (-)

Basse HR (-)

(+) : Effet positif sur l'incidence de tache amère

(-) : Effet négatif sur l'incidence de tache amère

0 – 60 japf

Prévision à la mi-juillet

R² ajusté : 0.887

Total de 7 paramètres

3 premiers paramètres - en ordre de sélection

Nb de jours sans pluie - période 2 (+)

Nb d'heures avec temp ≥ 20 degC et < 25 degC - période 2 (-)

Nn d'heures avec HR $\geq 80\%$ et $< 90\%$ - période 2 (-)

Résumé

Modèle 1	Modèle 2
Fréquence pluie (+)	Fréquence pluie (+)
Basse temp (-)	Moy temp (-)
Basse HR (-)	Haute HR (-)

0 – 90 japf

Prévision à la mi-août

R² ajusté : 0.899

Total de 7 paramètres

3 premiers paramètres - en ordre de sélection

Nb de jours sans pluie - période 2 (+)

Nb d'heures avec temp ≥ 20 degC et < 25 degC - période 2 (-)

Nb d'heures avec HR $\geq 80\%$ et $< 90\%$ période 2 (-)

Résumé

Modèle 1	Modèle 2	Modèle 3
Fréquence pluie (+)	Fréquence pluie (+)	Fréquence pluie (+)
Basse temp (-)	Moy temp (-)	Moy temp (-)
Basse HR (-)	Haute HR (-)	Haute HR (-)

0 dafb – récolte

Prévision à la récolte

R² ajusté : 0.865

Total de 2 paramètres

2 paramètres - en ordre de sélection

Nb d'heures avec temp ≥ 30 degC - période 4 (+)

Nb d'heures avec HR < 50% - période 1 (-)

Résumé

Modèle 1	Modèle 2	Modèle 3	Modèle 4
Fréquence pluie (+)	Fréquence pluie (+)	Fréquence pluie (+)	-
Basse temp (-)	Moy temp (-)	Moy temp (-)	Haute temp (+)
Basse HR (-)	Haute HR (-)	Haute HR (-)	Basse HR (-)

Retour sur les variables

Données quotidienne	Données horaires
Nb de jours sans pluie	Nb d'heures avec temp ≥ 5 degC et < 10 degC
Précipitation totale(mm)	Nb d'heures avec temp ≥ 10 degC et < 15 degC
Nb de jours avec ≥ 5 mm de pluie	Nb d'heures avec temp ≥ 15 degC et < 20 degC
Precipitation moyenne (mm)	Nb d'heures avec temp ≥ 20 degC et < 25 degC
Nb de jours avec HR $< 60\%$	Nb d'heures avec temp ≥ 25 degC et < 30 degC
Nb de jours avec HR $\geq 90\%$	Nb d'heures avec temp ≥ 30 degC
HR moyenne	Nb d'heures avec HR $< 50\%$
Temp moyenne (degC)	Nb d'heures avec HR $\geq 50\%$ et $< 60\%$
	Nb d'heures avec HR $\geq 60\%$ et $< 70\%$
	Nb d'heures avec HR $\geq 70\%$ et $< 80\%$
	Nb d'heures avec HR $\geq 80\%$ et $> 90\%$
	Nb d'heures avec HR \geq to 90%

Jours pluvieux \rightarrow Pas de transpiration

Paramètres de temp et HR \rightarrow Effet sur la transpiration?

Effet sur l'expansion cellulaire ?

Conclusion

Forte relation entre la météo et l'incidence de tache amère

→ Continuation de récolte de données

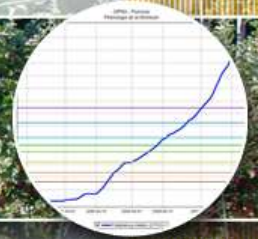
→ 2 nouveaux paramètres: bilan hydrique + radiation solaire

→ Sub-division des 2 premières périodes en quinzaine: identifier les moments cruciaux pendant la saison



Agriculture et
Agroalimentaire Canada

Agriculture and
Agri-Food Canada



Questions, commentaires?

Virginie Grégoire

M.Sc. Student, Department of Plant Science, McGill University
Research Affiliate Program - Agriculture and Agri-Food Canada

Superviseurs

Dr Valérie Gravel (Department of Plant Science, McGill University)
Dr Gaétan Bourgeois (Bioclimatology and Modelling, Agriculture and Agri-Food Canada)

