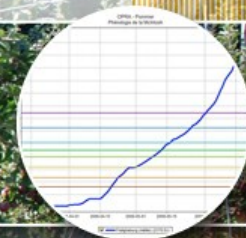




Agriculture et
Agroalimentaire Canada

Agriculture and
Agri-Food Canada

 **Ontario**
Ministry of Agriculture,
Food and Rural Affairs



Prédiction de la fermeté des pommes à la récolte selon les conditions météorologiques au cours de la saison de croissance

Maude Lachapelle¹, Gaétan Bourgeois¹, Jennifer DeEll²

¹ AAC/CRDH, Saint-Jean-sur-Richelieu, QC

² MAAARO, Simcoe, ON

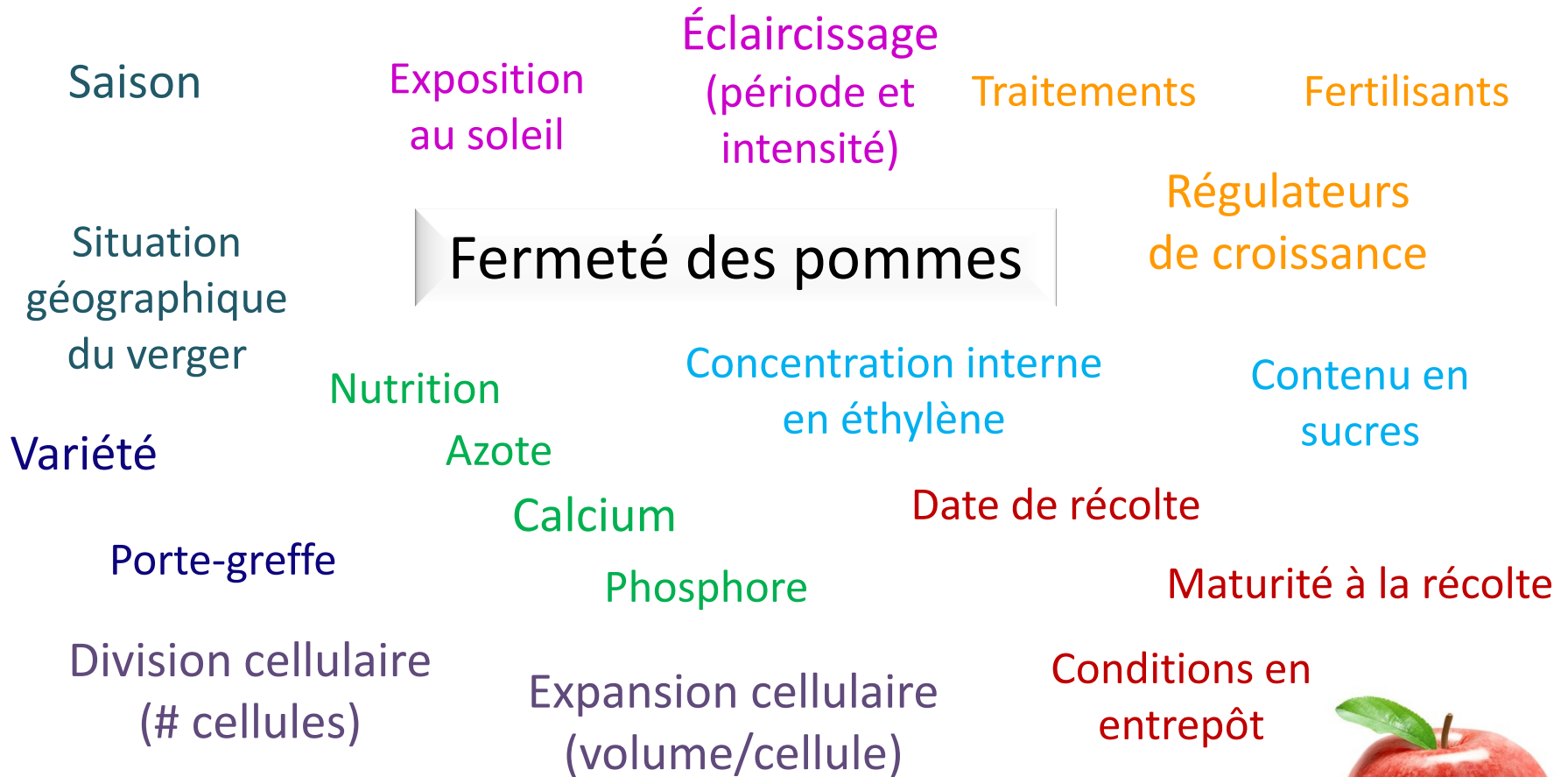


Introduction

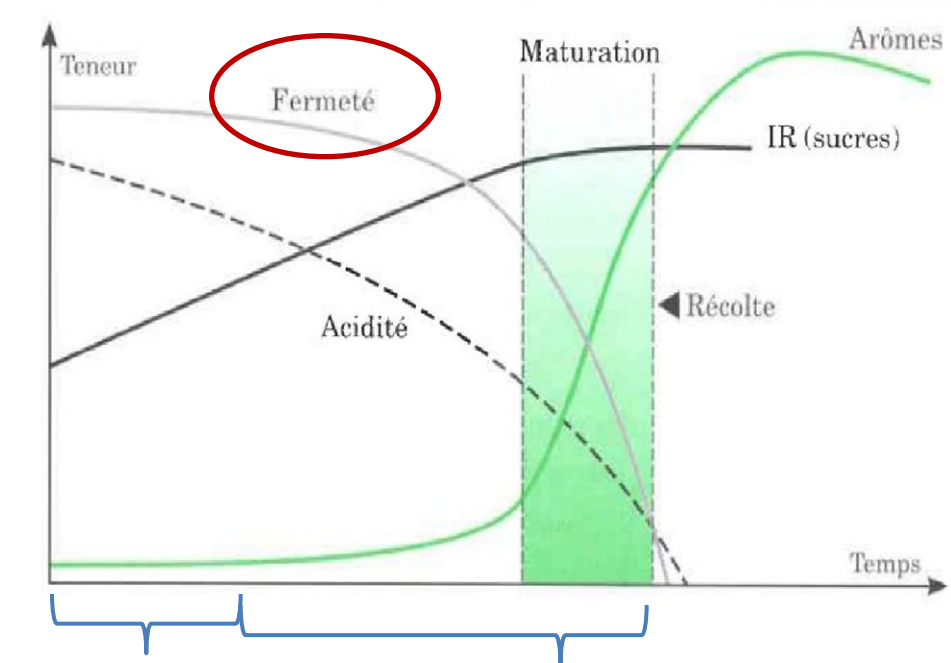
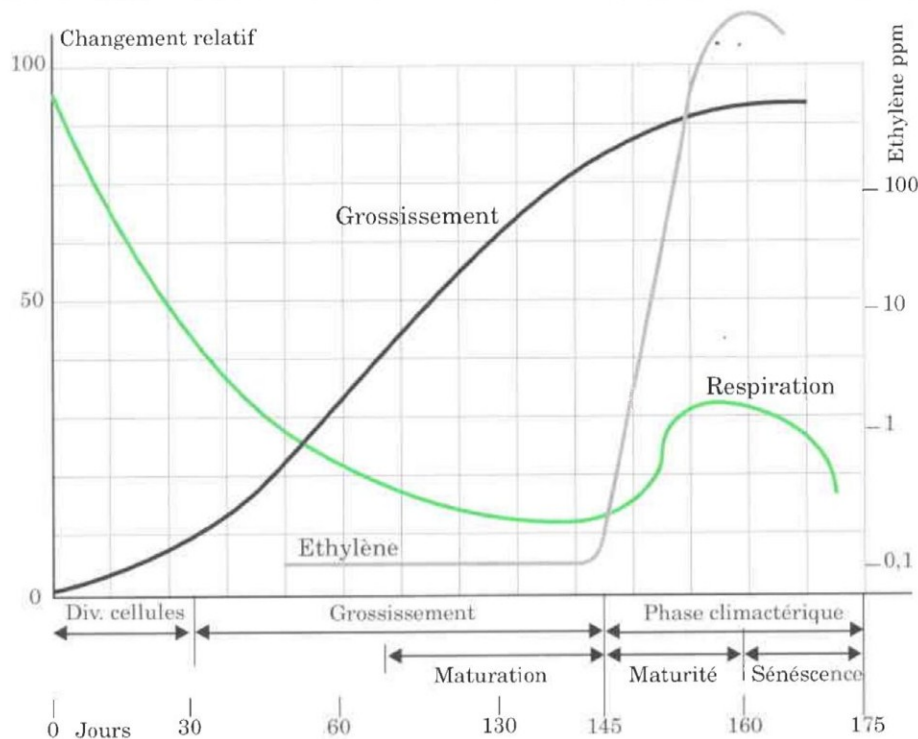
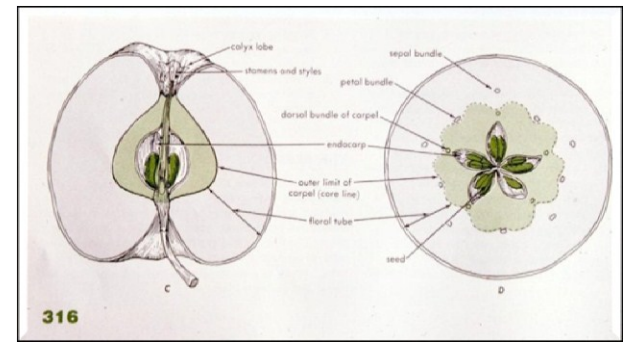


- La fermeté de la pomme à la récolte est le critère qui influence le plus la valeur du fruit sur le marché frais.
- Consommateurs canadiens qualifient qu'une fermeté sous 44.5 N (10 lbs-force) est trop 'molle'
- *Pommes-Qualité-Québec* : emballeurs doivent maintenir une fermeté moyenne au-dessus de 53.4 N (12 lbs-force) pour la pomme 'McIntosh'

Facteurs impliqués dans la variation du niveau de fermeté des pommes à la récolte



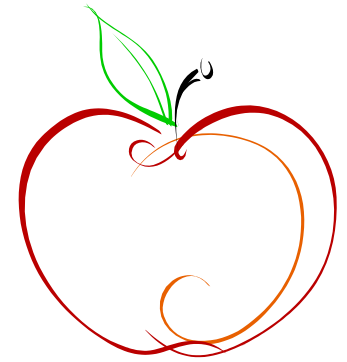
Physiologie de la pomme



Division cellulaire (# cellules) Expansion cellulaire (volume/cellule)

Division cellulaire (# cellules) Expansion cellulaire (volume/cellule)

Objectifs de l'étude



Expliquer la variation des données de fermeté à la récolte pour la pomme 'McIntosh' par l'étude des impacts de la météo pendant la saison

Approches:

- 1) Souligner les périodes du développement de la pomme qui sont sensibles à certaines variations climatiques, diminuant ainsi la fermeté
- 2) Caractériser ces variations climatiques en leur attribuant des paramètres climatiques spécifiques pour déterminer leur effet direct ou indirect sur la fermeté à la récolte

Long terme:

Résultats seront utilisés pour développer un modèle de prévision basé seulement sur les conditions météo pré-récolte

Matériels et méthodes



Données de fermeté à la récolte pour la pomme 'McIntosh'

(Jennifer DeEll)

1996 à 2011

Québec:

- Abbotsford, Franklin, Frelighsburg, Oka, Mont St-Grégoire
- 5 sites, 6 ans, 10 cas = 40% de la base de données

Ontario:

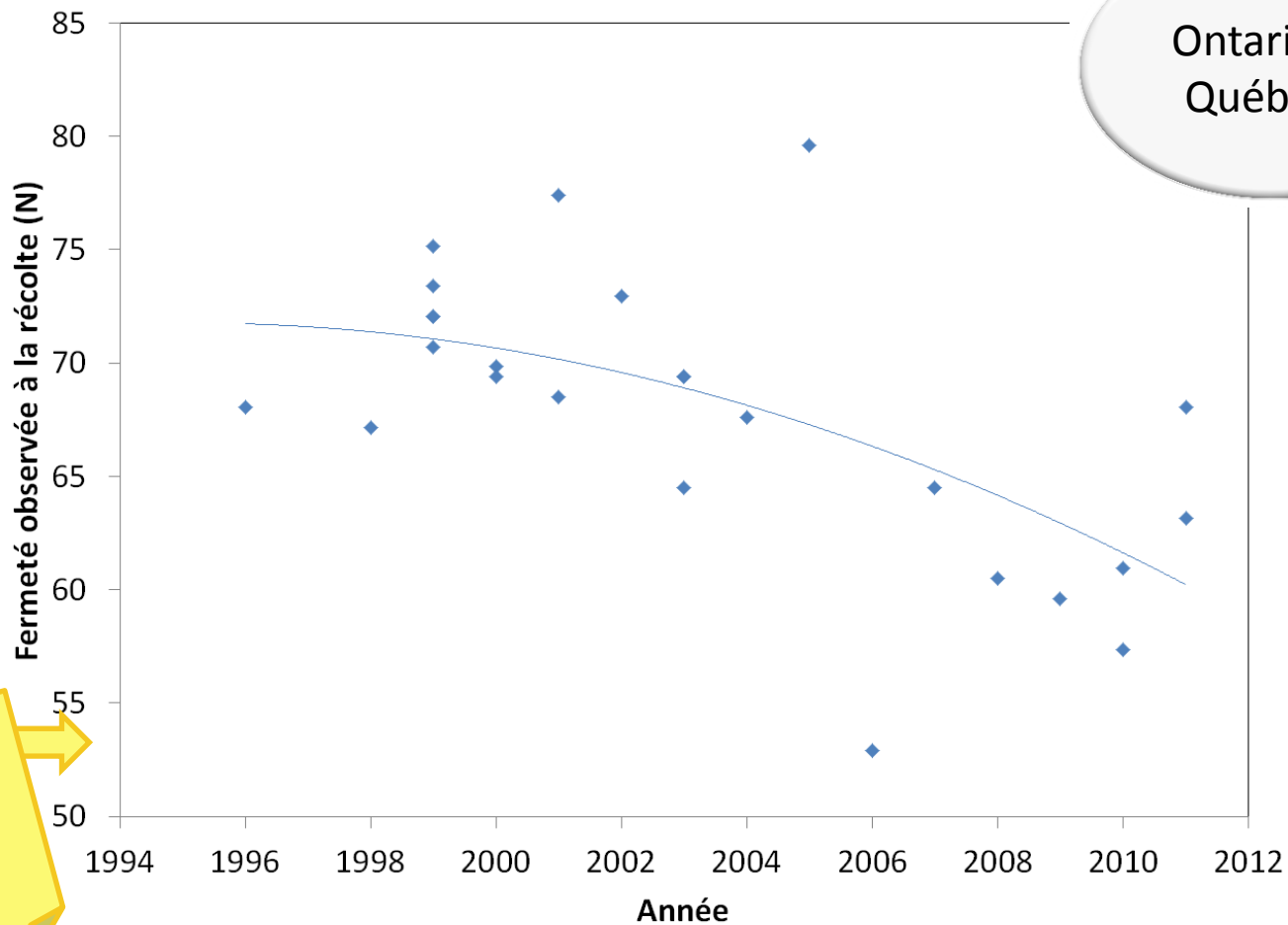
- Cobourg, Georgian Bay, Lingwood, Simcoe
- 4 sites, 11 ans, 15 cas = 60% de la base de données

Sites à l'étude

Récoltes de pommes 'McIntosh'



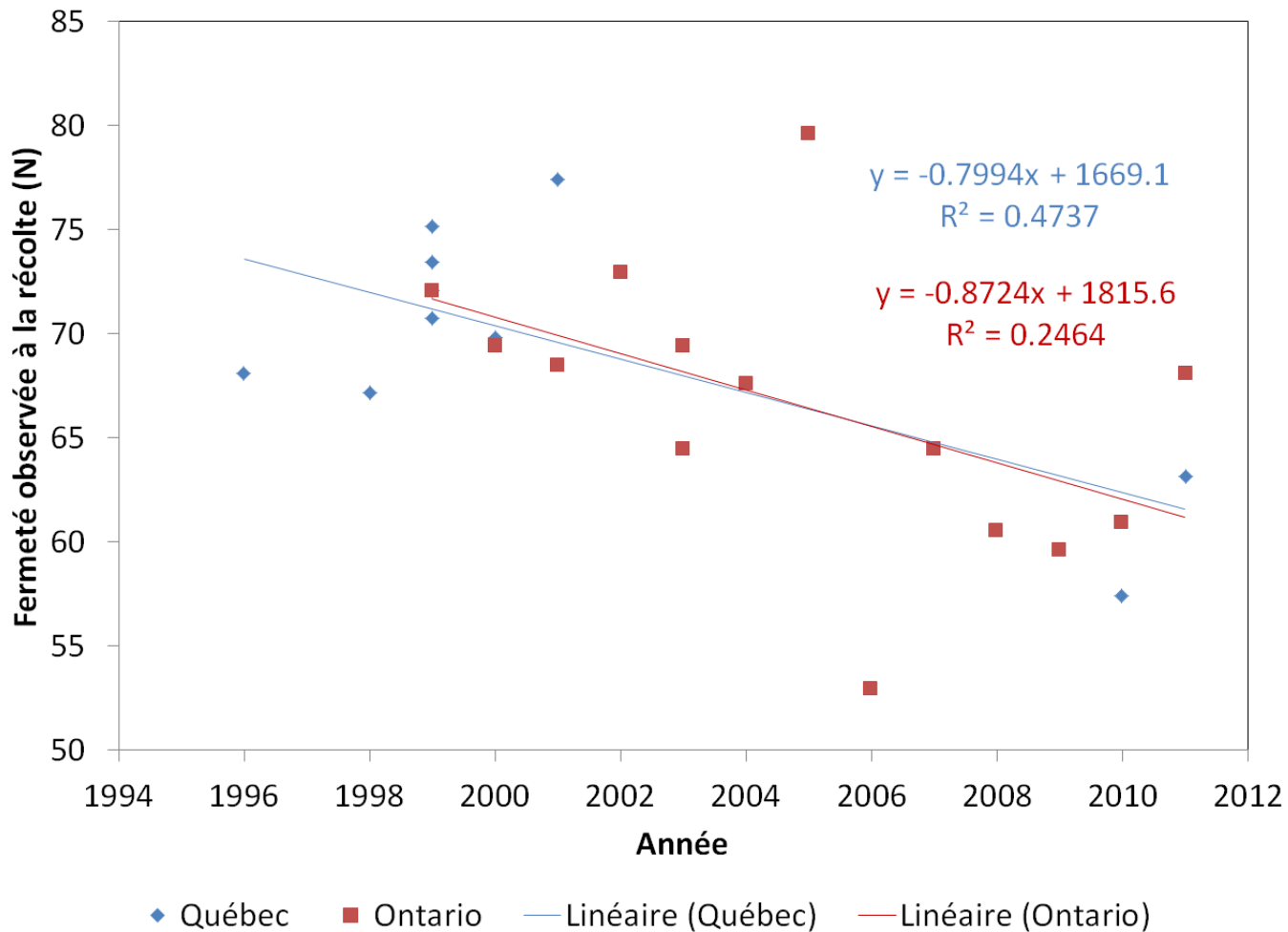
Données brutes de fermeté à la récolte pour la pomme 'McIntosh'



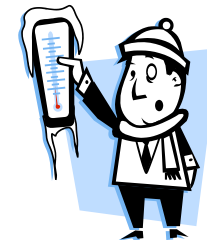
Pomme
Qualité
Québec



Données brutes de fermeté à la récolte pour la pomme 'McIntosh'



Matériels et méthodes



Données météorologiques:

- 1996-2008: Grille aux 10 km (AAC)
- 2009-2011: Archives nationales d'informations et de données climatiques (www.climate.weatheroffice.gc.ca)



Environnement
Canada

Environment
Canada

Canada



Archives nationales d'information et de données climatologiques

www.climate.weatheroffice.gc.ca

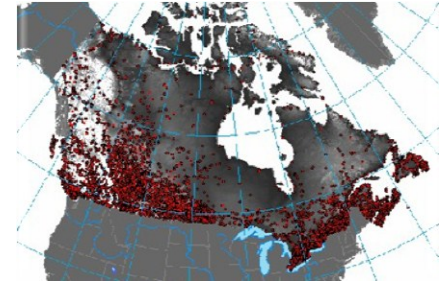


Grille aux 10 km

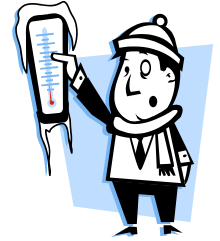


Agriculture and
Agri-Food Canada

Agriculture et
Agroalimentaire Canada



Matériels et méthodes



Données météorologiques:

- 1996-2008: Grille aux 10 km (AAC)
- 2009-2011: Archives nationales d'informations et de données climatiques (www.climate.weatheroffice.gc.ca)

Données sur la phénologie:

- CIPRA (Bourgeois et al., 2008) → Stades BBCH du pommier
- Stades BBCH → Nombre de jours depuis la pleine floraison



Échelle BBCH pour le pommier

Les principaux stades de développement

stade	description
0	germination / levée / développement des bourgeons
1	développement des feuilles (tige principale)
2	formation des pousses secondaires / tallage
3	élongation de la tige / formation de la rosette / développement des pousses (tige principale)
4	développement des parties végétatives de récolte ou des organes de multiplication végétative / développement des organes de reproduction sexuée, gonflement de l'épi ou de la panicule (tige principale)
5	apparition de l'inflorescence (tige principale) / épiaison
6	floraison (tige principale)
7	développement des fruits
8	maturation des fruits ou graines
9	sénescence et mort ou début de la période de dormance

Stade principal 6: la floraison

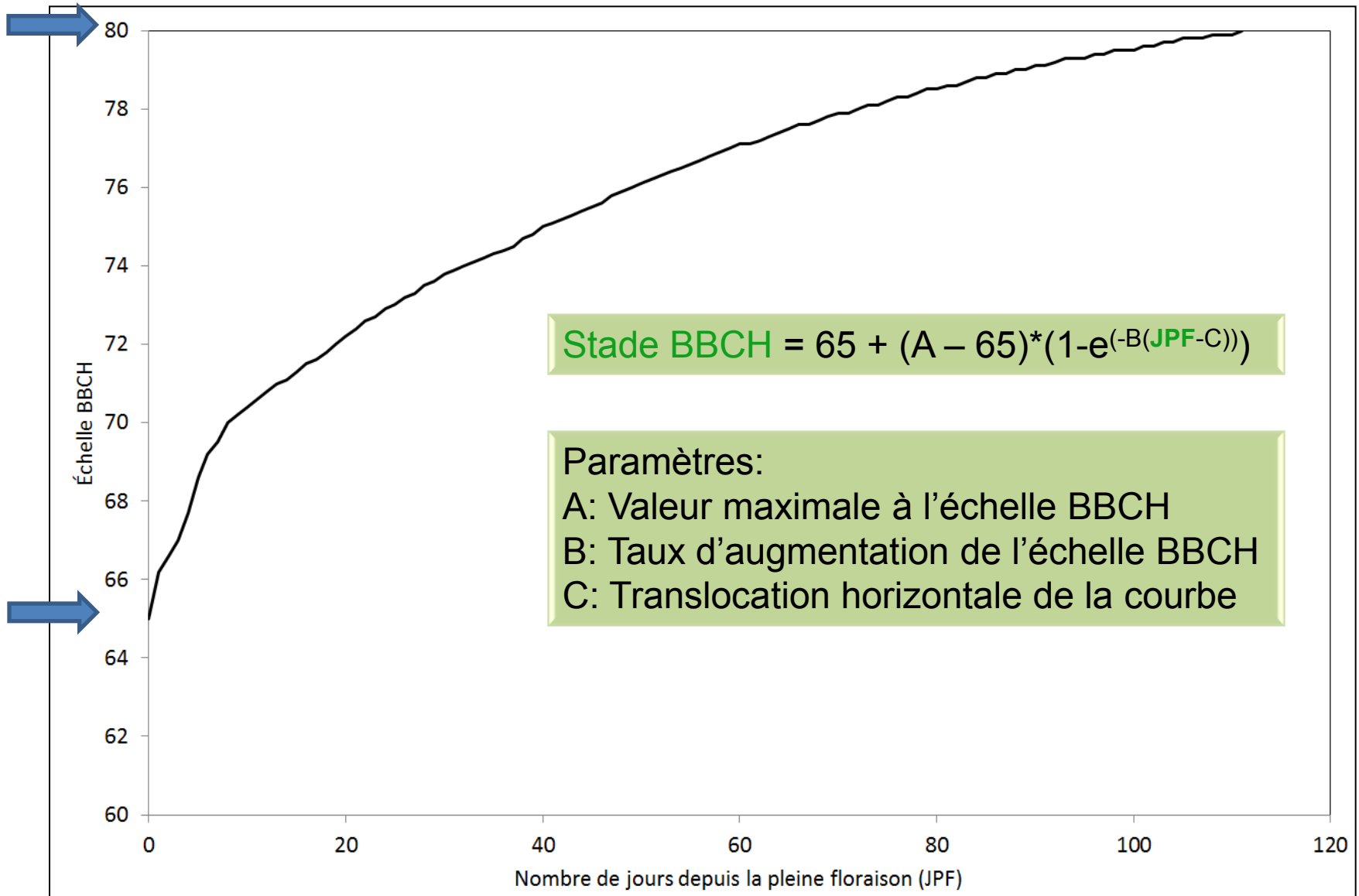
60	les premières fleurs sont ouvertes
61	début de la floraison: environ 10% des fleurs sont ouvertes
62	environ 20% des fleurs sont ouvertes
63	environ 30% des fleurs sont ouvertes
64	environ 40% des fleurs sont ouvertes
65	pleine floraison: au minimum 50% des fleurs sont ouvertes, les premiers pétales tombent
67	la floraison s'achève: la plupart des pétales sont tombés
69	fin de la floraison: tous les pétales sont tombés

Stade principal 7: développement des fruits

71	diamètre des fruits jusqu'à 10 mm, chute des fruits après floraison
72	diamètre des fruits jusqu'à 20 mm
73	seconde chute des fruits
74	diamètre des fruits jusqu'à 40 mm, fruit dressé, stade T: la base du fruit et sa tige forment un T
75	les fruits ont atteint environ 50% de leur taille finale
76	les fruits ont atteint environ 60% de leur taille finale
77	les fruits ont atteint environ 70% de leur taille finale
78	les fruits ont atteint environ 80% de leur taille finale
79	les fruits ont atteint environ 90% de leur taille finale
80	les fruits ont atteint environ 100% de la taille finale = Récolte

CIPRA

Modèle phénologique de la pomme



Indices météorologiques

Par mois:

- De mai à septembre



Par stade phénologique:

- De la pleine floraison (BBCH 65 ou 0 JPF)
- À la récolte (BBCH 80 ou X JPF)
 - (X varie selon le site et l'année de la récolte)
- Division en sous-sections:
 - 0-30 JPF, 31-60 JPF, 61-90 JPF, 91 JPF-Récolte



Stades BBCH et Jours depuis la Pleine Floraison (JPF)

Jour depuis la pleine floraison (JPF)	Date moyenne	Stade BBCH moyen	Description du stade BBCH
0	17 mai	65	Pleine floraison
30	16 juin	73	Diamètre entre 20-40 mm
60	16 juillet	77	70% calibre final
90	16 août	79	90% calibre final
Récolte	8 septembre	80	100% calibre final: récolte



Analyses - Par mois

$$\text{Fermeté (N)} = 123.54 - (1.83 T_{<25_{\text{Juin}}}) - (1.29 \text{ Prec}_{>6.0_{\text{Août}}}) + (1.57 T_{<15_{\text{Août}}})$$

Donc: **Fermeté diminue si**

- Températures plus basses en juin (<25 °C)
- Fortes précipitations en août (>6.0 mm)
- Températures plus élevées en août (>15 °C)

$$R^2 = 0.48$$

Équation explique 48 % de la variation dans les valeurs de fermeté à la récolte de la pomme 'McIntosh'...

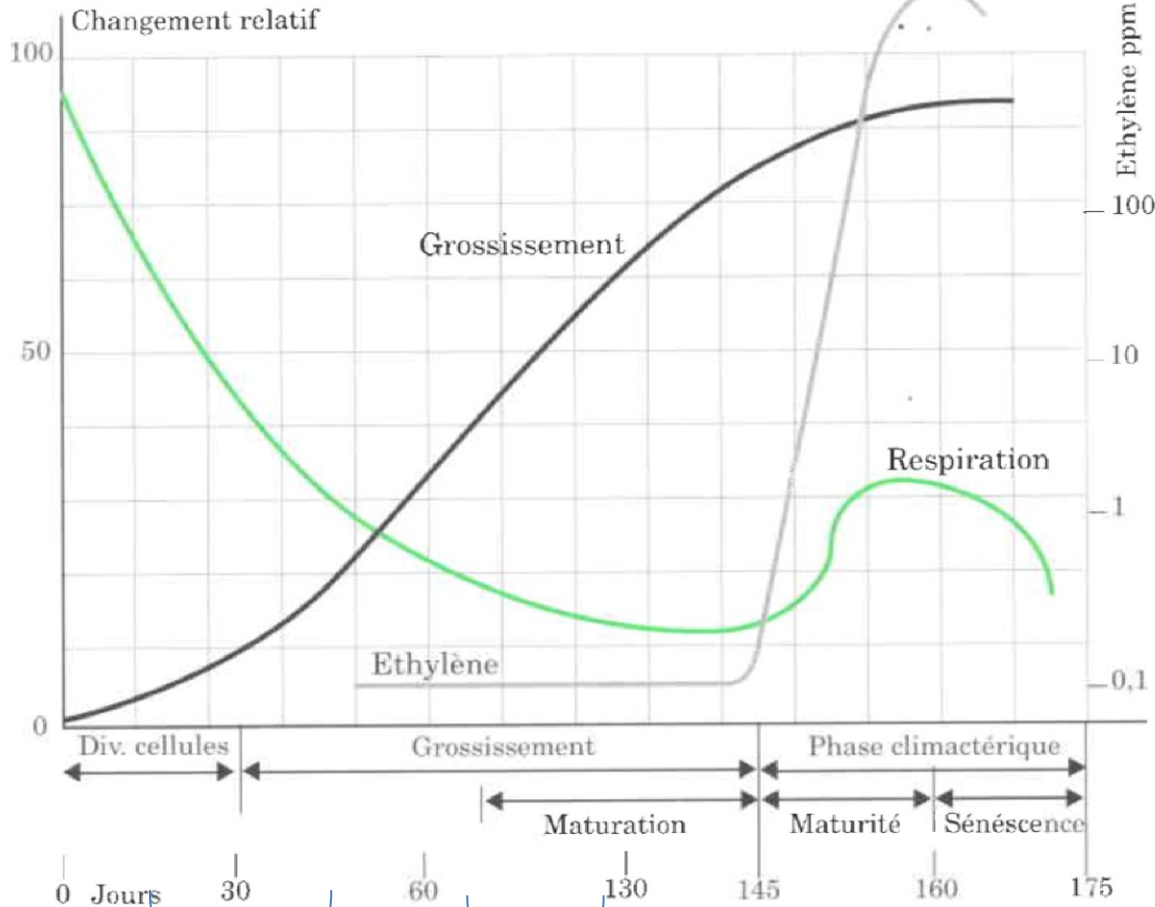


Analyses - Par mois

Fermeté
diminue
si

FIGURE 1.5

Respiration et émission d'éthylène des fruits climactériques
Exemple de la pomme Golden Delicious
(d'après Dilley, 1982)



Juin 

Août 

Juin:

- **Températures plus froides:** Réduisent taux de respiration
- Réduisent apport en énergie, nécessaire pour synthétiser protéines, éthylène, composés aromatiques...

Août:

- **Températures plus chaudes et fortes précipitations:**
- Expliquent seulement 11 % et 12 % de la variation dans les données de fermeté

Analyses - Par Jours depuis Pleine Floraison (JPF)

$$\text{Fermeté (N)} = 156.66 - (0.74 T_{<20_{31-60}}) - (0.08 \text{ Prec}_{61-90}) - (2.65 T_{\text{min}_{61-90}}) - (2.21 T_{\text{min}_{91-R}})$$

Donc: **Fermeté diminue si:**

- Températures plus basses entre 31 et 60 JPF (<20 °C)
- Fortes précipitations entre 61 et 90 JPF
- Températures plus élevées entre 61 et 90 JPF et 91 JPF jusqu'à la récolte

$$R^2 = 0.76$$

Équation explique 76 % de la variation dans les valeurs de fermeté à la récolte de la pomme 'McIntosh'...



Analyses - Par JPF

Fermeté
diminue
si



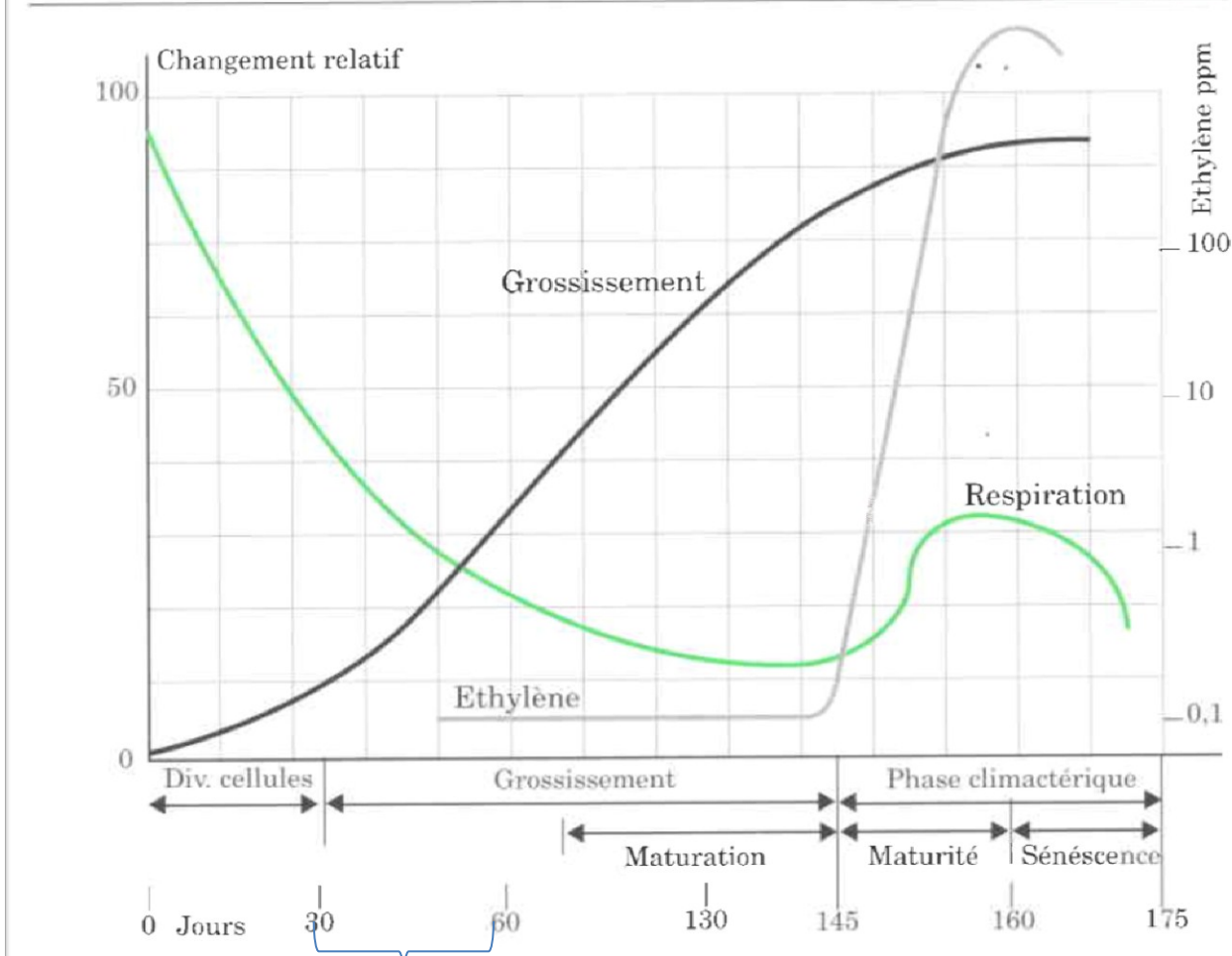
31-60 JPF
BBCH 74-77
Mi-juin à mi-juillet

Températures froides:

- Réduisent taux de respiration
- Production prématurée d'éthylène
- Réduisent taux d'accumulation de calcium

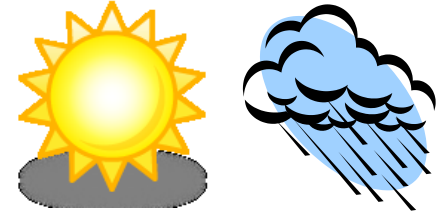
FIGURE 1.5

Respiration et émission d'éthylène des fruits climactériques
Exemple de la pomme Golden Delicious
(d'après Dilley, 1982)

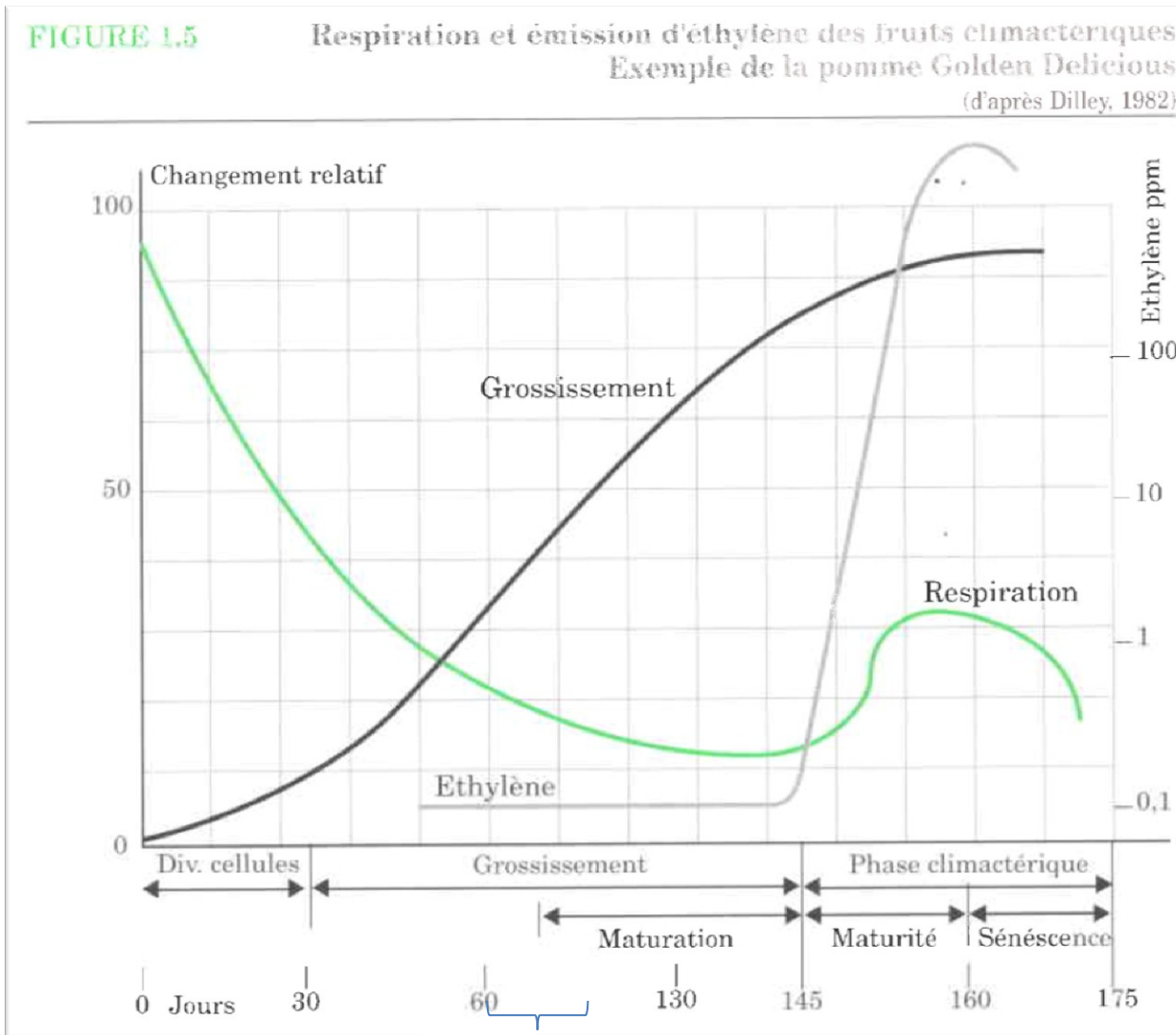


= 11 % de la variation

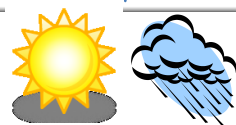
Analyses - Par JPF



61-90 JPF
BBCH 77-79
Mi-juillet à mi-août



- Températures chaudes et fortes précipitations:
- 39 % de la variation est dûe seulement aux précipitations
 - Épaississement et adhésion cellulaire: intégrité des parois
 - Vacuolisation (maintenir turgescence)

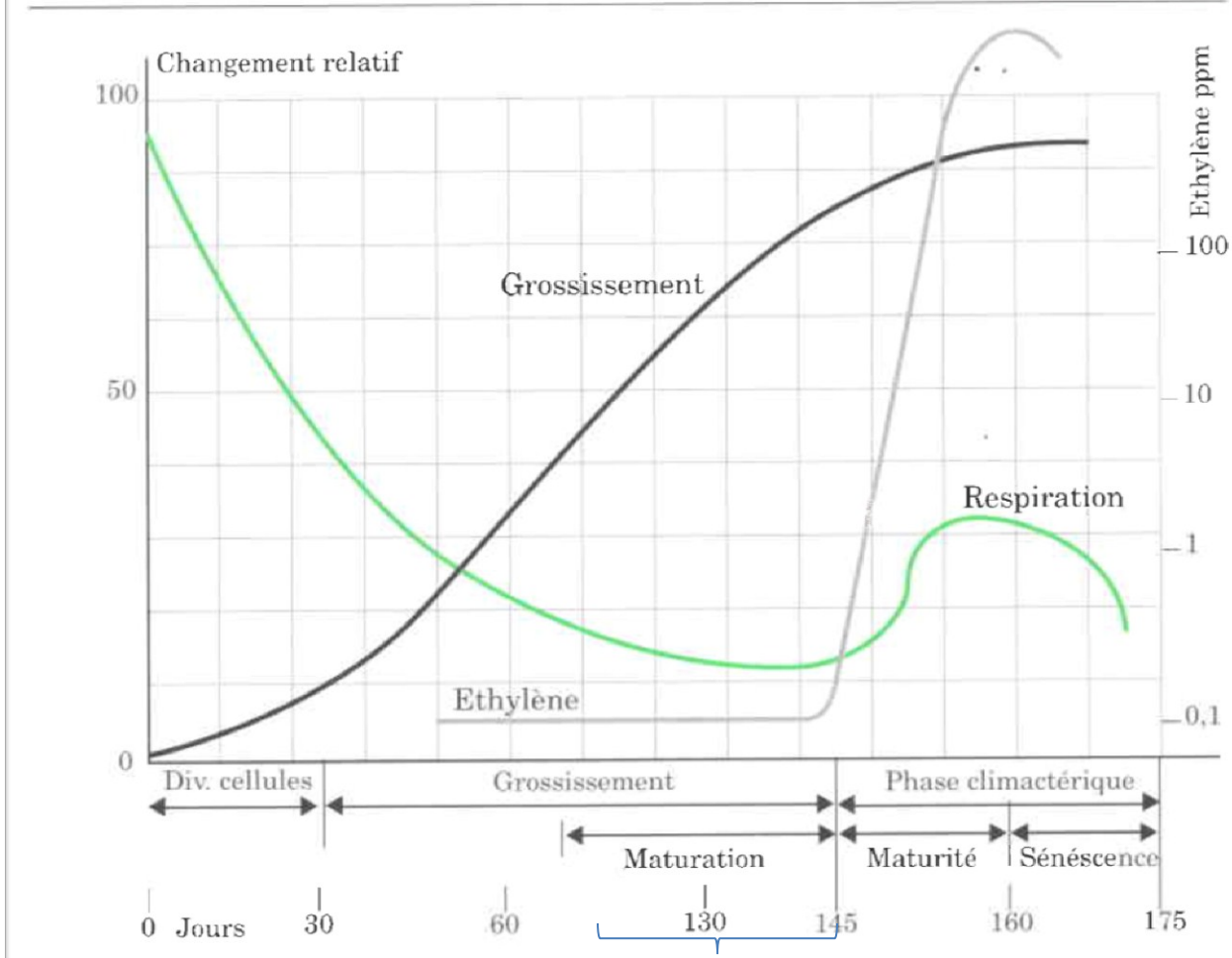


= 56 % de la variation

Analyses - Par JPF

FIGURE 1.5

Respiration et émission d'éthylène des fruits climactériques
Exemple de la pomme Golden Delicious
(d'après Dilley, 1982)



Fermeté
diminue
si



**91 JPF - récolte
BBCH 79-80
Mi-août à mi-
septembre**

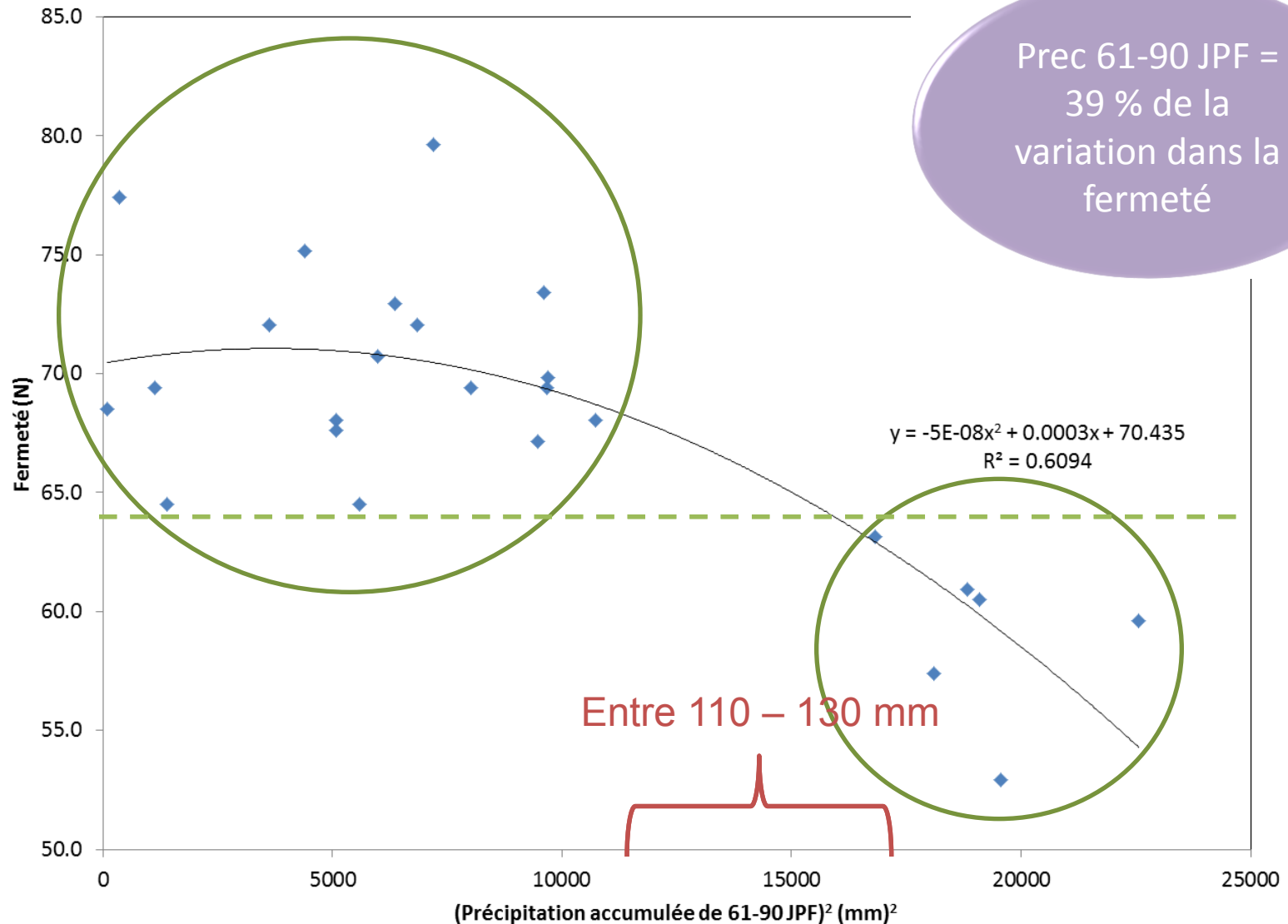
Températures
chaudes:

- Augmentation du taux de respiration
- Production prématurée d'éthylène
- Maturité avancée à la récolte



= 9 % de la variation

Effet des conditions de précipitation accumulée entre 61 et 90 JPF



Conclusions et améliorations



Cette étude a permis de cibler les paramètres diminuant la fermeté à la récolte des pommes 'McIntosh':

- Faibles températures au moment de la division cellulaire (11 %)
- Températures plus chaudes (17 %) et fortes précipitations (39 %) vers la fin de la période d'expansion cellulaire
- Températures plus chaudes juste avant la récolte (9 %)

Conclusions et améliorations

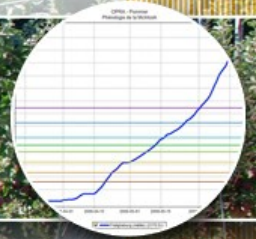


- Diminution de la fermeté à la récolte de la pomme 'McIntosh' depuis plusieurs décennies due à :
 - L'intensité des systèmes de production fruitière et les standards sur le marché du fruit frais
 - Les variations dans les conditions météorologiques
- Échelle BBCH : ajouter des indices de maturité de la pomme
 - Mieux comprendre le lien entre calibre du fruit et la fermeté
- Intégrer les impacts de la charge fruitière des arbres et des dommages dus à l'hiver



Agriculture et
Agroalimentaire Canada

Agriculture and
Agri-Food Canada



MERCI !!!

Questions, commentaires, suggestions

Canada 

Références

Agriculture and Agri-Food Canada (AAFC). 2007. National land and water information service. Daily 10km gridded climate dataset; 1961-2003, Canada, version 1.0 (CSV) Generated using ANUSPLIN. Version 4.3.

Grille aux 10 km: <http://www4.agr.gc.ca/AAFC-AAC/display-afficher.do?id=1227620138144&lang=fra>

Bourgeois, G., Plouffe, D., Chouinard, G., Beaudry, N., Choquette, D., Carisse, O., and DeEll, J. 2008. The apple CIPRA network in Canada: using real-time weather information to forecast apple phenology, insects, diseases and physiological disorders. *Acta Horticulturae* **803**.: 29-34.

Chapon, J.-F., and Westercamp, P. 1996. Entreposage frigorifique des pommes et des poires. Tome 2:"Conduite de la conservation", Paris.

Environment Canada., 2010. National Climate Data and Information Archive. On line [www.climate.weatheroffice.gc.ca] Consulted on March 1st 2010.