



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'économie,
de la formation et de la recherche DEFR

Agroscope

Influence du rapport feuille-fruit sur le métabolisme glucidique et la mise en réserve de la vigne



V. Zufferey
J.-L. Spring, F. Murisier

Perpignan, 12 juin 2024



Thèmes de recherche en écophysologie

Agroscope, groupe viticulture

- Alimentation hydrique

état hydrique et activité physiologique
accidents physiologiques (embolies, folletage...)
adaptation à la contrainte hydrique (g_s , anatomie...)
indicateurs physiologiques (Ψ , composition isotopique du C)

- Alimentation carbonée

photosynthèse/respiration et environnement
métabolisme et stockage des glucides
maturation des raisins

- Alimentation azotée

allocation de l'azote dans la plante (marquage ^{15}N)
réserves azotées
teneur en azote des raisins et qualité des vins





Alimentation carbonée de la vigne

- 1 - Photosynthèse et environnement**
- 2 - Respiration foliaire**
- 3 - Exportation des photo-assimilats foliaires**
- 4 - Réserves glucidiques**



La conduite de la vigne est déterminante pour:

**L'interception
de l'énergie lumineuse**

**La capacité photosynthétique
du couvert végétal**

**La mise en réserve
des glucides et des minéraux...**



«Sunlight into Wine» Smart and Robinson (1991)



Conduite de la vigne

Architecture de la végétation

Systemes de taille

Densité de plantation

Distance interligne et inter-cep

Orientation des rangs

Charge en bourgeons

Travaux en vert

Rapport feuille-fruit

...

Congrès GiESCO





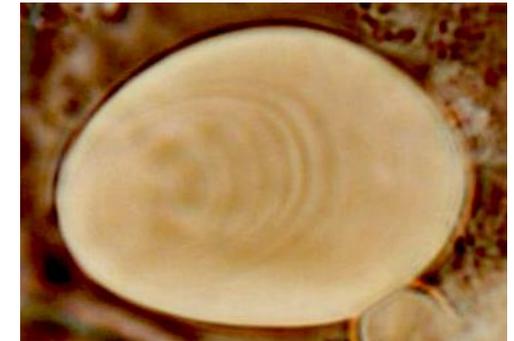
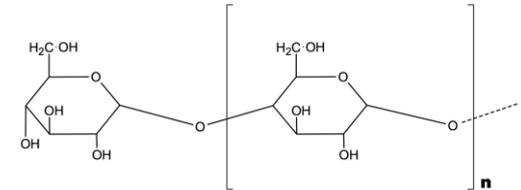
Mesure de la photosynthèse diverses approches



Analyseur à infrarouge
Feuille isolée



Souche entière
Ballon plastique



Analyse des glucides
formés (grain d'amidon)

CO₂ radioactif marquage (W. Koblét, 1969)



Photosynthèse et environnement

Influence des facteurs climatiques et physiologiques

La teneur en CO₂ de l'air

L'intensité lumineuse (P.A.R.)

La température

La disponibilité en eau (atmosphérique, édaphique et foliaire)

L'âge des feuilles

La teneur en chlorophylle

La proximité d'un organe puits (grappe)

Le rapport feuille-fruit

La teneur en glucides foliaires

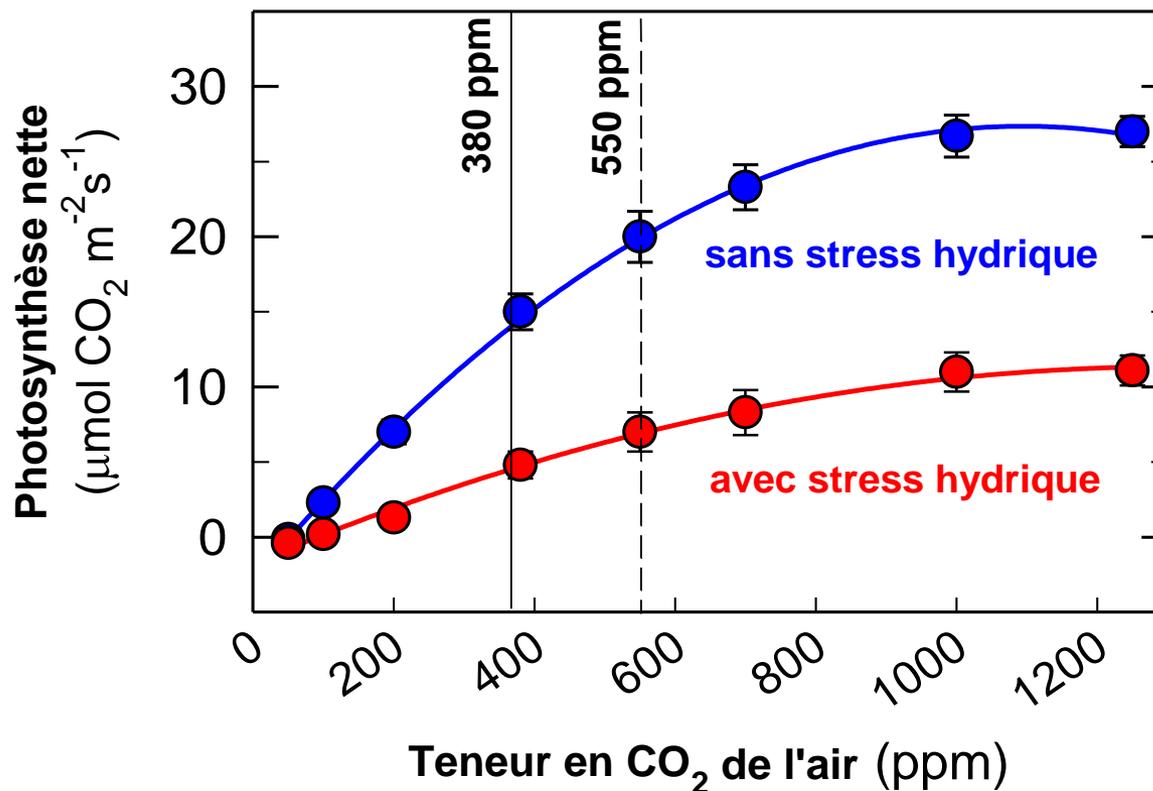
L'aptitude variétale...





Effet d'un enrichissement à court terme en CO₂ sur la photosynthèse

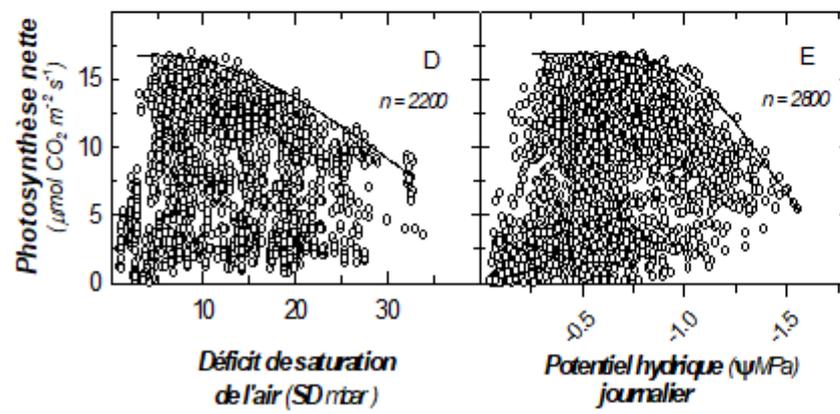
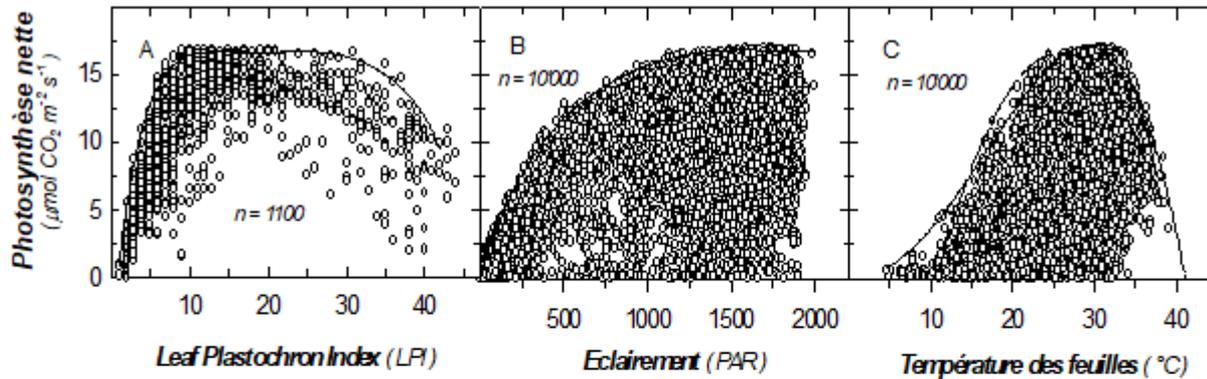
(Chasselas, Leytron Suisse, 2010)





Modèle de Photosynthèse de la vigne

Chasselas, Suisse, 1994-2000



$$(A) A = A_{max} \cdot [1 - (1e^{(\alpha(LPI-\beta)})}] \cdot [1 - (1e^{-(\gamma(LPI_{max}-LPI))})]$$

$$(B) A = \frac{\alpha PAR + A_{max} + Fb \sqrt{(\alpha PAR + A_{max} + Fb)^2 - 4 \alpha PAR \beta (A_{max} + Fb)}}{2 \cdot \beta} - Fb$$

$$(C_1) A = \frac{A_{max}(T_o) \cdot ((T-T_{mh})^2 + 2(T-T_{mh})^2 \cdot (T_o-T_{mh})^2)}{(T_o-T_{min})^2}$$

$$(C_2) A = \frac{A_{max}(T_o) \cdot (T-T_{mh}) \cdot (T_{max}-T)^\beta}{(T_o-T_{min}) \cdot (T_{max}-T)}$$

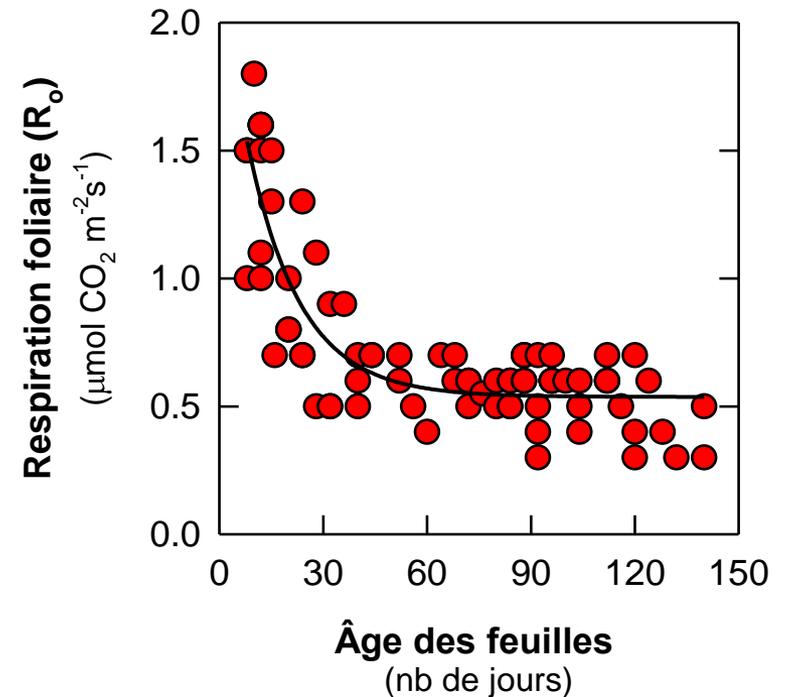
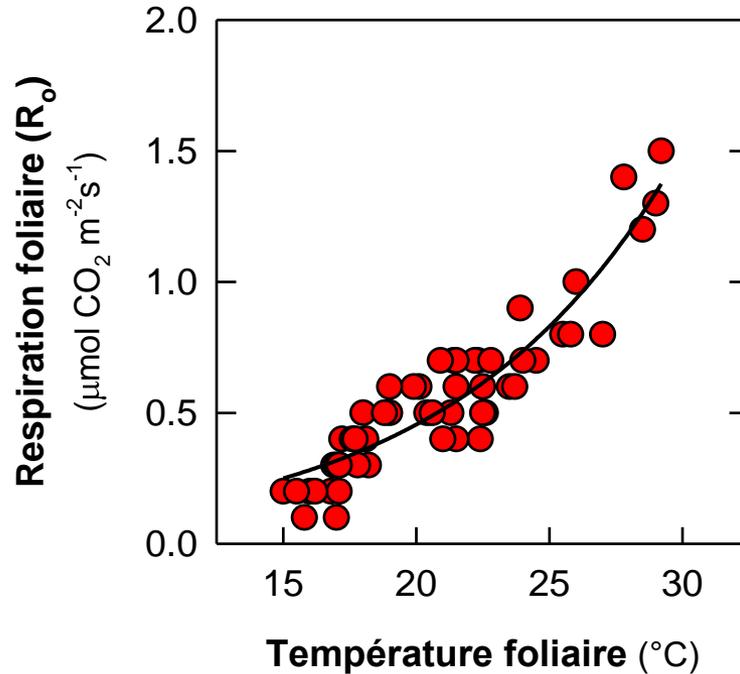
$$(D) A = \frac{A(SD_o)}{(1 + \alpha e^{(-\beta SD)})}$$

$$(E) A = \frac{A(\psi_o)}{(1 + \alpha e^{(-\beta \psi)})}$$



Respiration foliaire en fonction de la température et de l'âge des feuilles

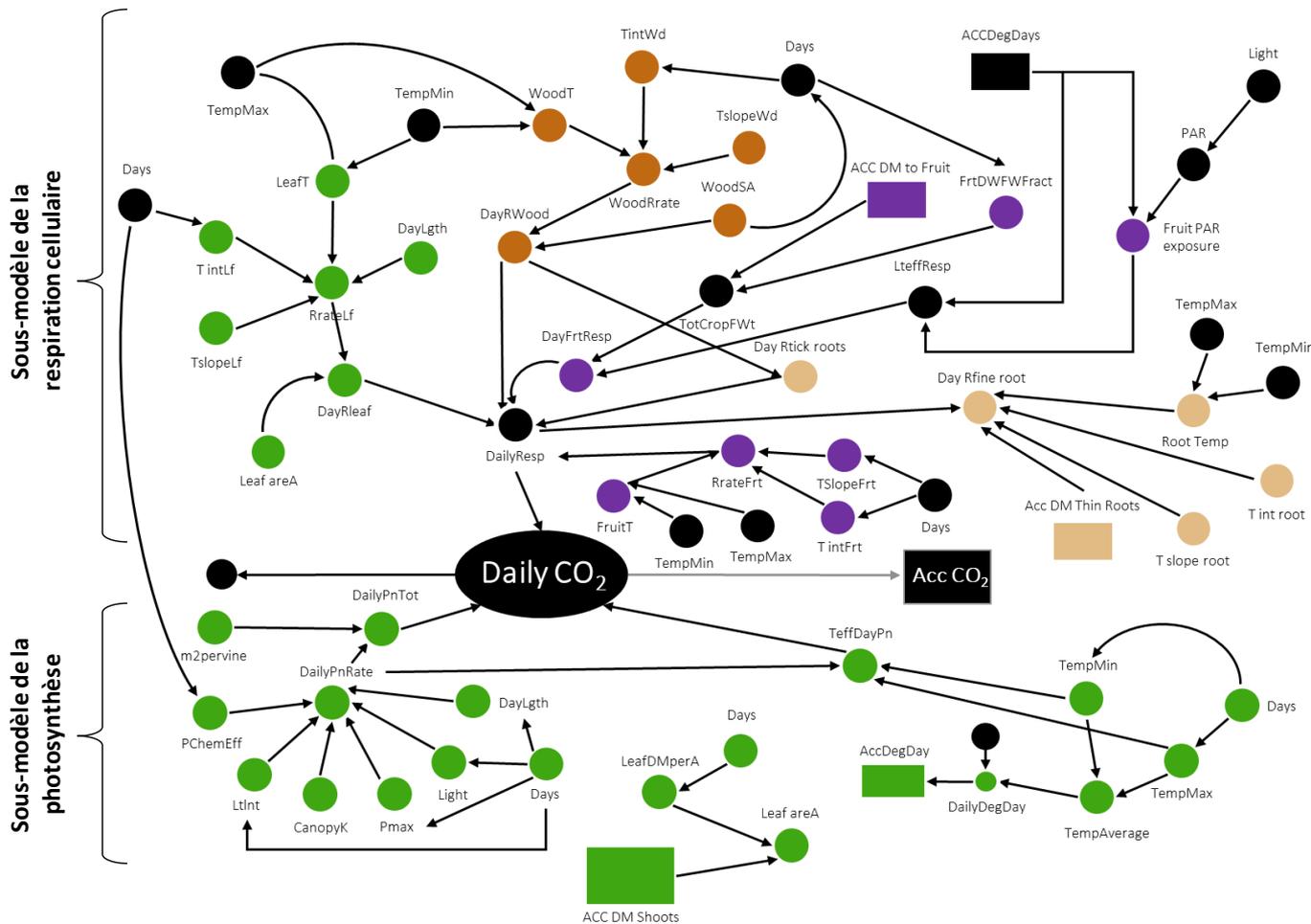
Chasselas, Leytron Suisse

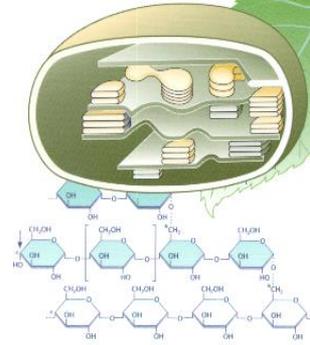


Zufferey, V. (2016). Leaf respiration in grapevine (*Vitis vinifera* L. cv. Chasselas) in relation to environmental and plant factors. *Vitis* **55**, 65-72.



Modèle de bilan de carbone de la vigne (d'après Lakso *et al.*, 2006)





C-Pool (glucides)



Croissance végétative et racinaire
Partie reproductive
Respiration
Réserves



Pourquoi s'intéresse-t-on aux réserves de la vigne?

Réserves carbonées (CH₂O)_n et azotées (N)

Développement végétatif (débourrement-floraison)

Induction florale et nouaison

Mobilisation lors de la véraison

Résistance face aux contraintes environnementales (froid, gel)
et biotiques (ex. étude mildiou, M. Jermini 2010)

Accidents physiologiques (chlorose, F. Murisier 1996)

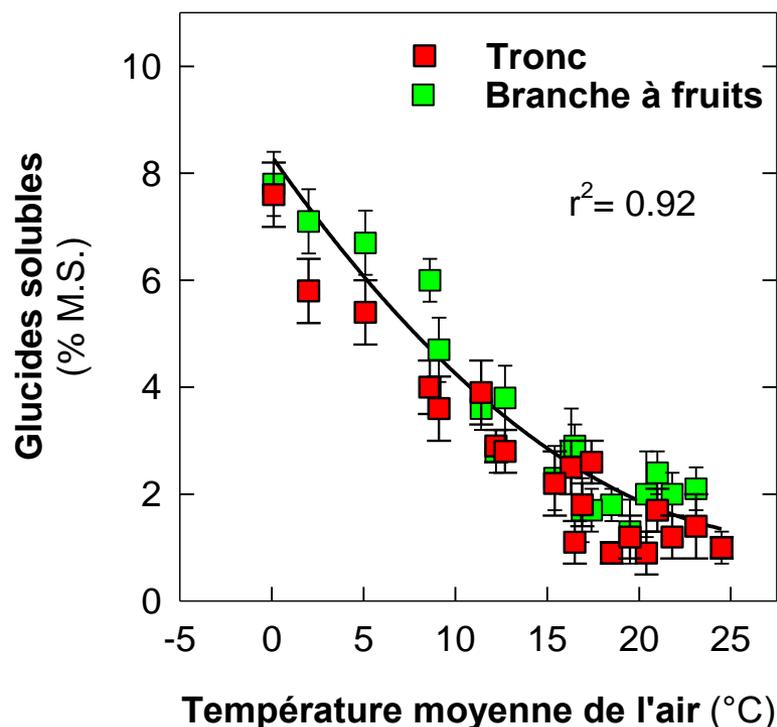
...

Longévité des souches, pérennité du vignoble



Relation entre la teneur en glucides solubles des branches à fruits et des troncs et la température moyenne de l'air, mesurée sur une période précédente de 7 jours

Chasselas, Pully Suisse 1998-2002



Résistance au froid
conversion de l'amidon
en sucres solubles
dans les parties aériennes
de la vigne
(sucres à pouvoir osmotique,
cryo-protecteurs)



Domaine du Caudoz

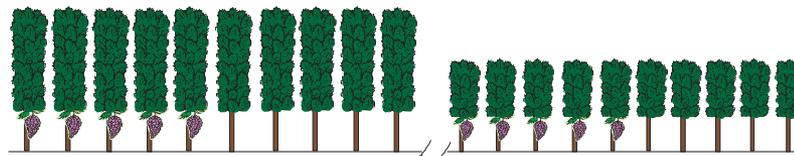
Agroscope Pully, Suisse



Précipitations annuelles: 1100 mm
Réserve utile en eau du sol: RU ~ 200 mm

Essai : rapport feuille-fruit 1990-2010

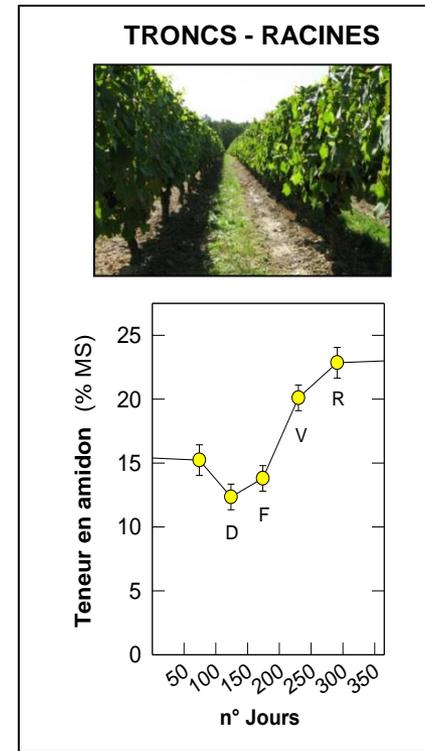
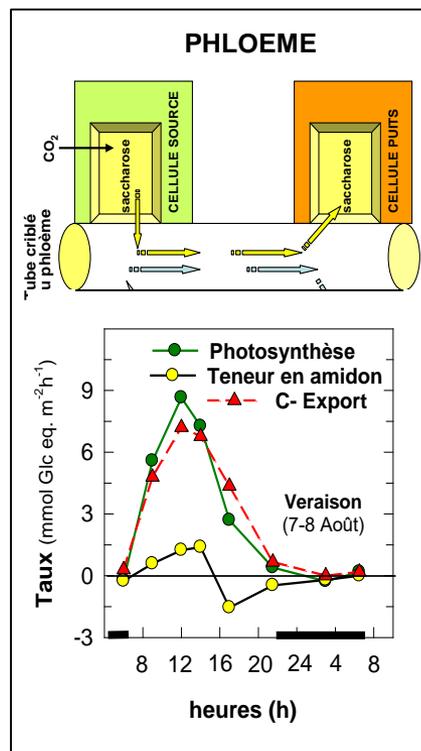
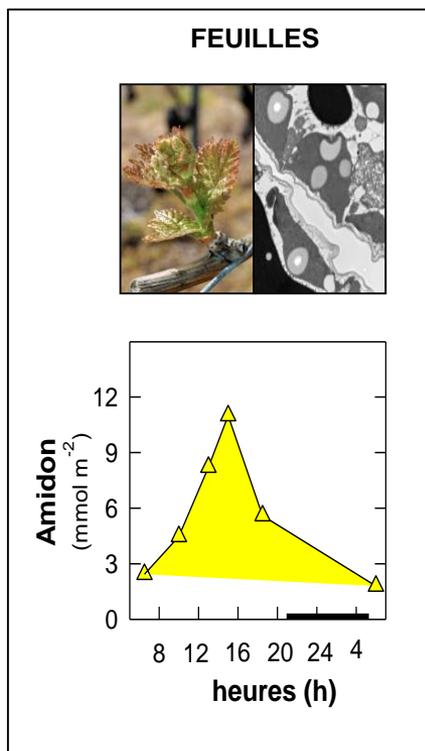
Plantation :	1986
Cépage:	Chasselas (14/33-4)
Porte-greffe :	3309 C
Conduite:	Espalier guyot simple
Charge en rameaux :	7 par cep
Interligne:	120-160-200-240 cm
Intercep:	85 cm
Haie foliaire:	75-100-125 cm
Charge en raisins:	1 et 2 grappes/bois ou rien





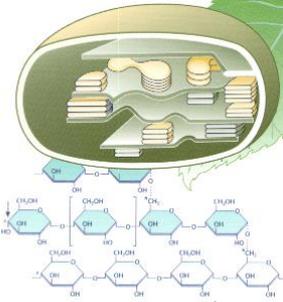
Synthèse – Exportation – Stockage des glucides

Chasselas, Pully Suisse





Méthodologie



➤ Photosynthèse foliaire

- saturation lumineuse, **absence de contrainte hydrique**
- feuilles adultes non sénescentes
- dynamique journalière

➤ Teneur en photo-assimilats foliaires

- amidon, saccharose, glucose, fructose
- [APG, trioses-phosphates (dihydroxyacétone-P, aldéhyde-phosphoglycérique)]

➤ Exportation potentielle des assimilats foliaires (Ho *et al.*, 1985)

$$\underline{E = (P - R_o) - \Delta C}$$

E = exportation potentielle des glucides non structuraux (TNC)

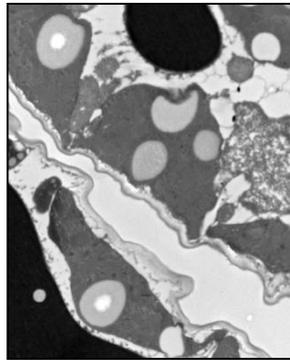
P = carbone assimilé par la photosynthèse

R_o = perte de carbone due à la respiration foliaire

ΔC = perte ou gain net de C enregistrés entre deux périodes de prélèvement
(ΔT = 2 heures)



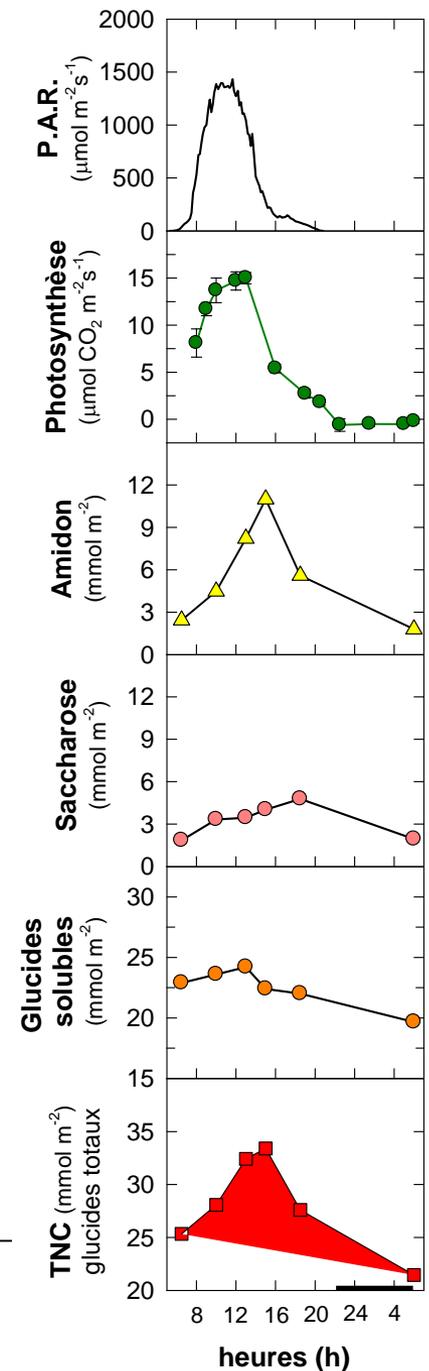
Réserves temporaires: FEUILLES



Grains d'amidon dans les chloroplastes de feuilles de Chasselas

Evolution journalière de la photosynthèse et de la teneur en glucides des feuilles adultes

Chasselas, Pully Suisse
7-8 août 1998

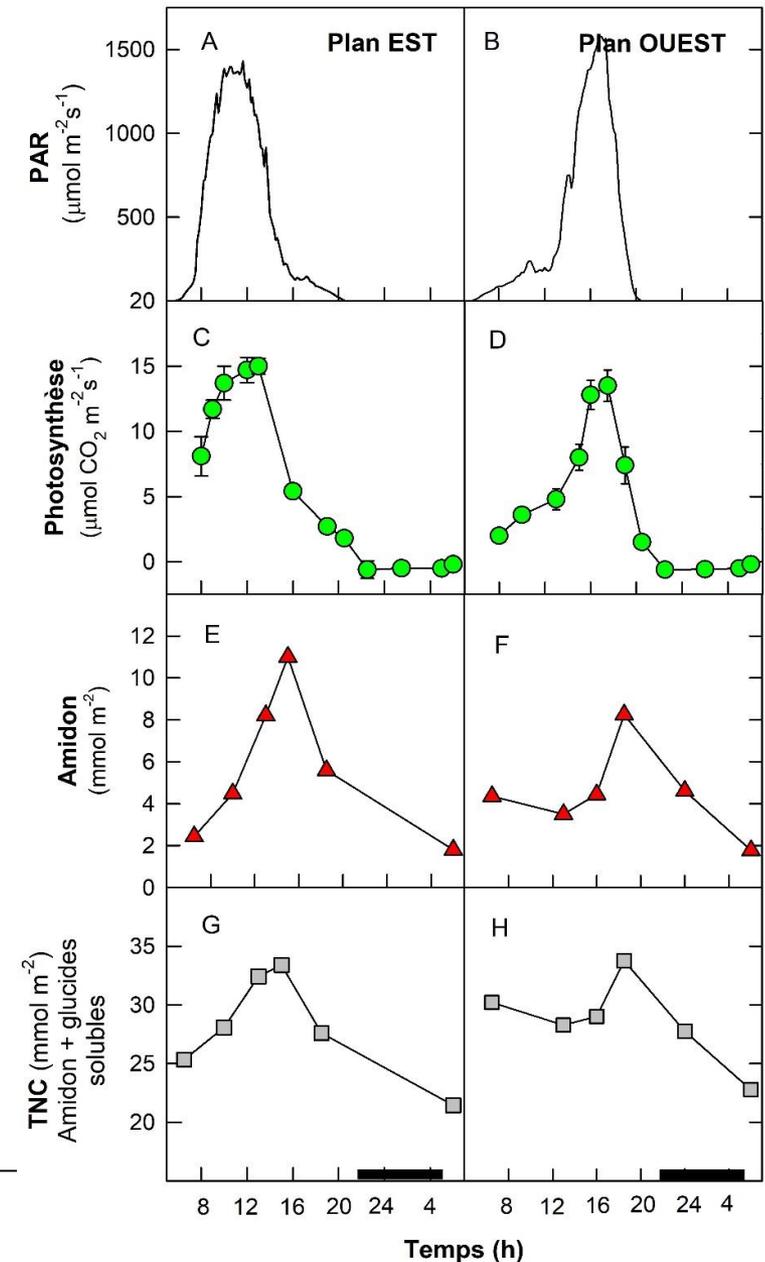




Orientation N-S

Radiation solaire interceptée (PAR)
Photosynthèse
Teneur en amidon
et glucides solubles des feuilles
des plans EST et OUEST
de rangs orientés N-S.

Chasselas, Pully Suisse
7-8 août 1998

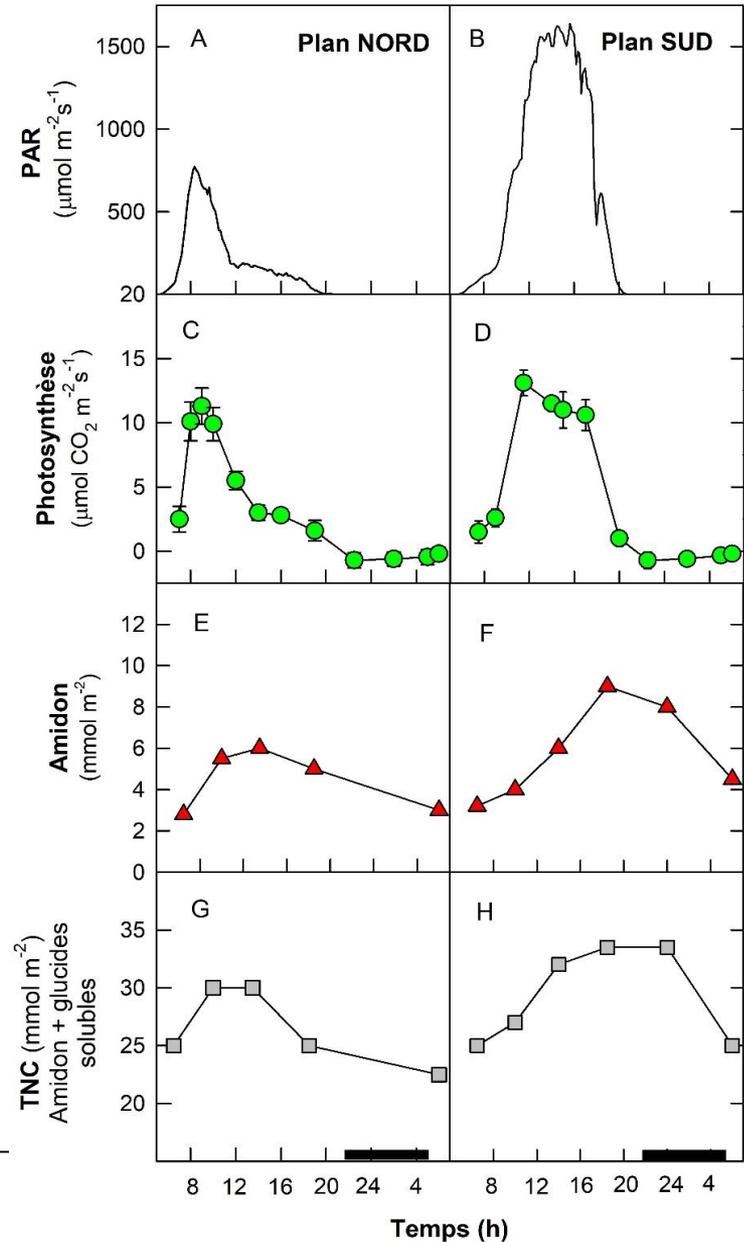




Radiation solaire interceptée (PAR)
Photosynthèse
Teneur en amidon
et glucides solubles des feuilles
des plans NORD et SUD
de rangs orientés E-O.

Chasselas, Pully Suisse
7-8 août 1998

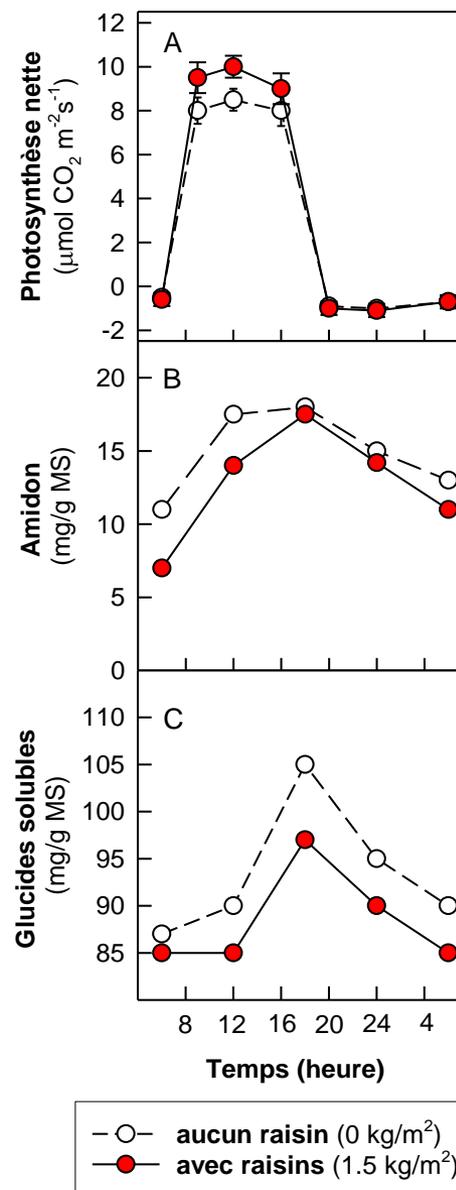
Orientation E-O





Effet de la charge en raisins sur la photosynthèse, la teneur en amidon et en glucides solubles des feuilles

Chasselas, Pully Suisse
7-8 août 1998

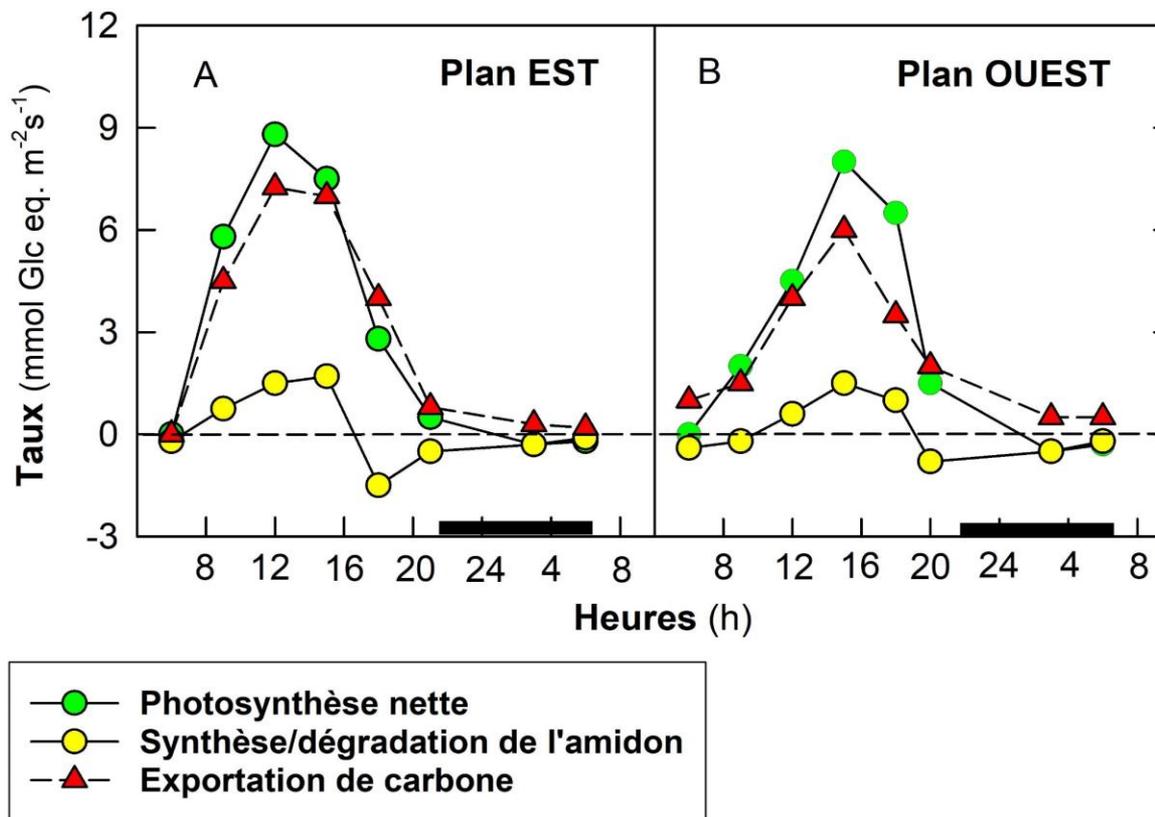




Evolution journalière de la photosynthèse, du taux d'accumulation ou de dégradation de l'amidon (ΔC) et du potentiel d'exportation en carbone des feuilles adultes

Chasselas, Pully Suisse

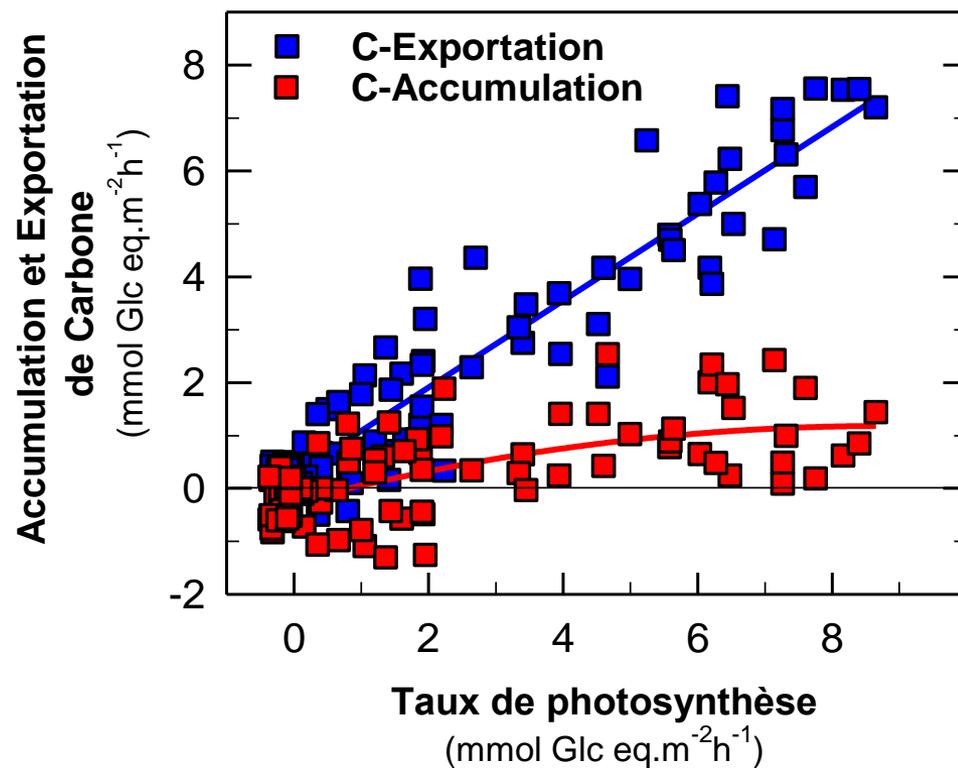
7-8 août 1998





Relation entre l'activité photosynthétique et l'accumulation/exportation potentielle de carbone (glucides) des feuilles

Chasselas, Pully Suisse



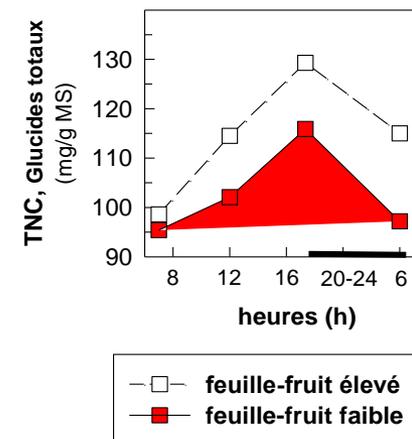
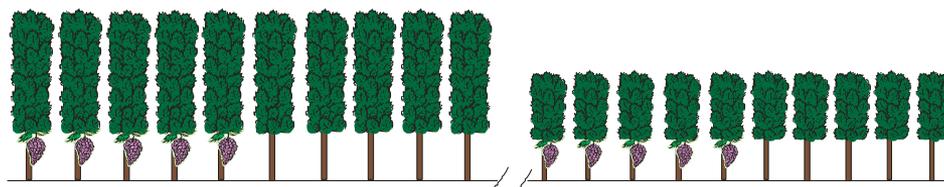


Rapport feuille-fruit :

Photosynthèse, teneur en glucides foliaires (TNC) et exportation potentielle du carbone (saccharose)

Chasselas, Pully, 18-19 septembre 1998

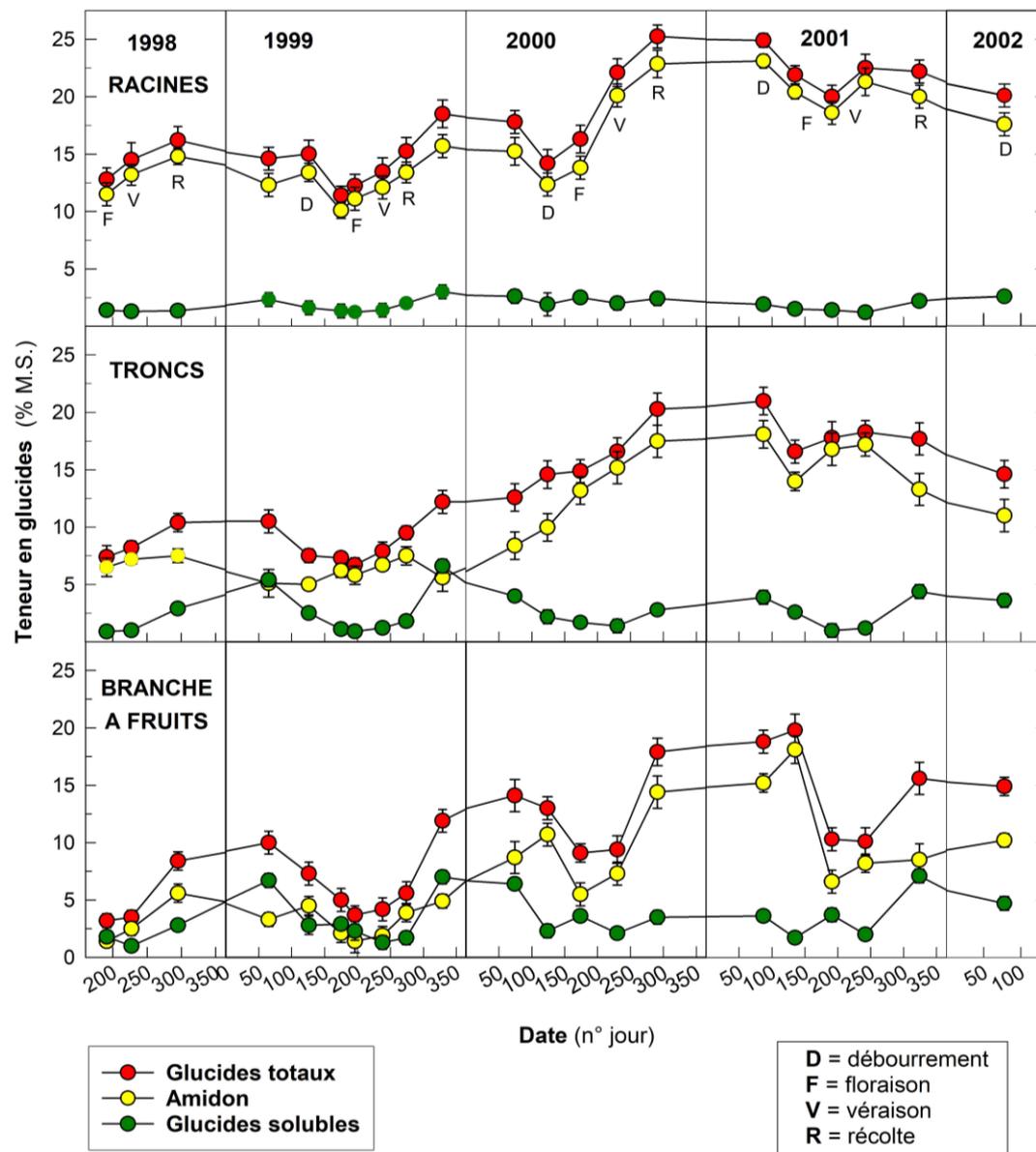
	Photosynthèse (mmol CO ₂ m ⁻² jour ⁻¹)	TNC (mmol Glc éq. m ⁻²)	C-Exportation (mmol Glc éq. m ⁻² h ⁻¹)
Feuille-fruit faible	331.2	32.6	2.38
Feuille-fruit élevé	321.3	36.3	2.09
ppds (0.05)	ns	*	*





Evolution saisonnière des glucides (amidon, sucres solubles) dans les racines, les troncs et les branches à fruits

Chasselas, Pully Suisse
1998-2002

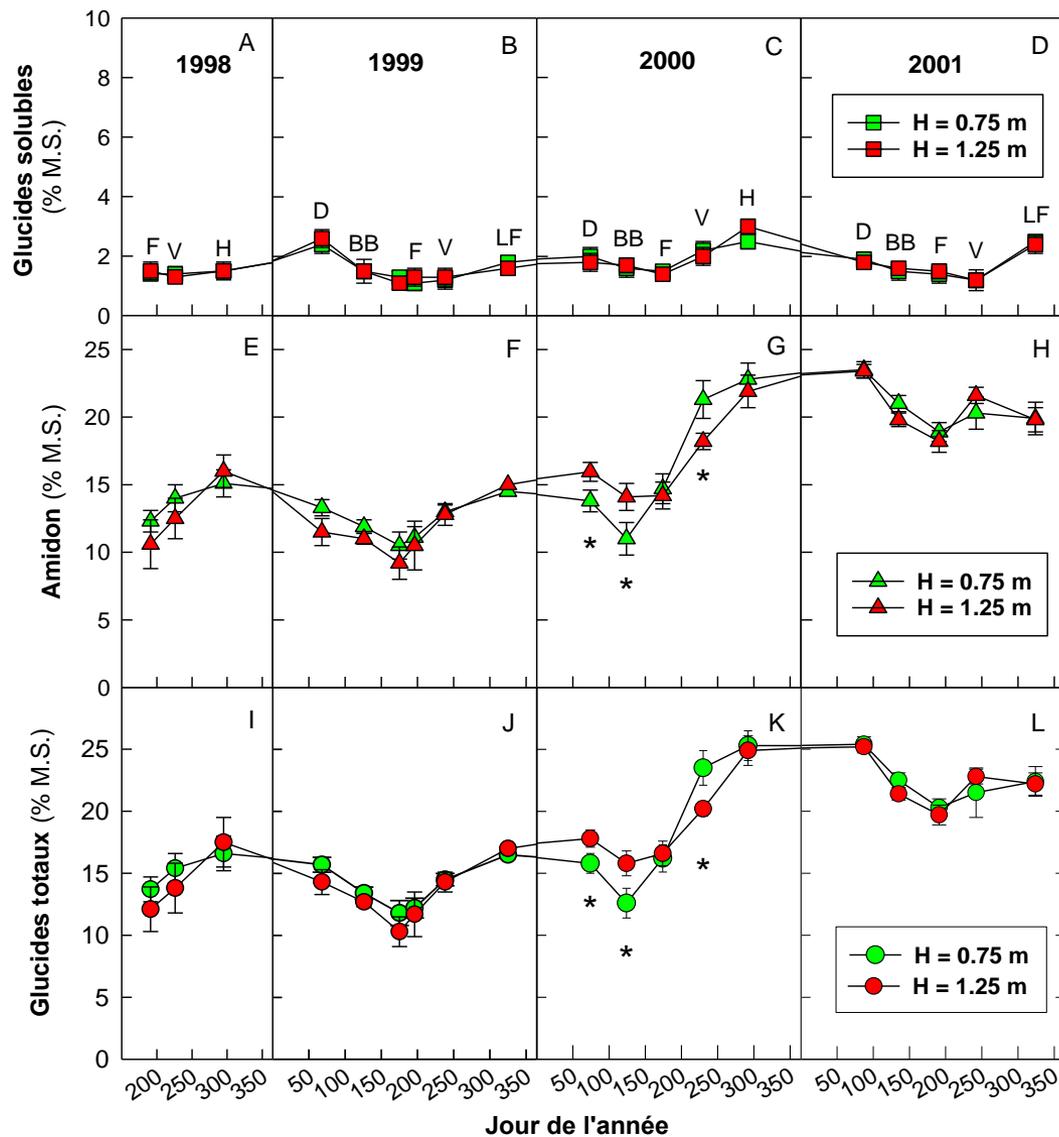




Evolution saisonnière des glucides solubles de l'amidon et des glucides totaux dans **les racines**

en fonction
de la hauteur du feuillage

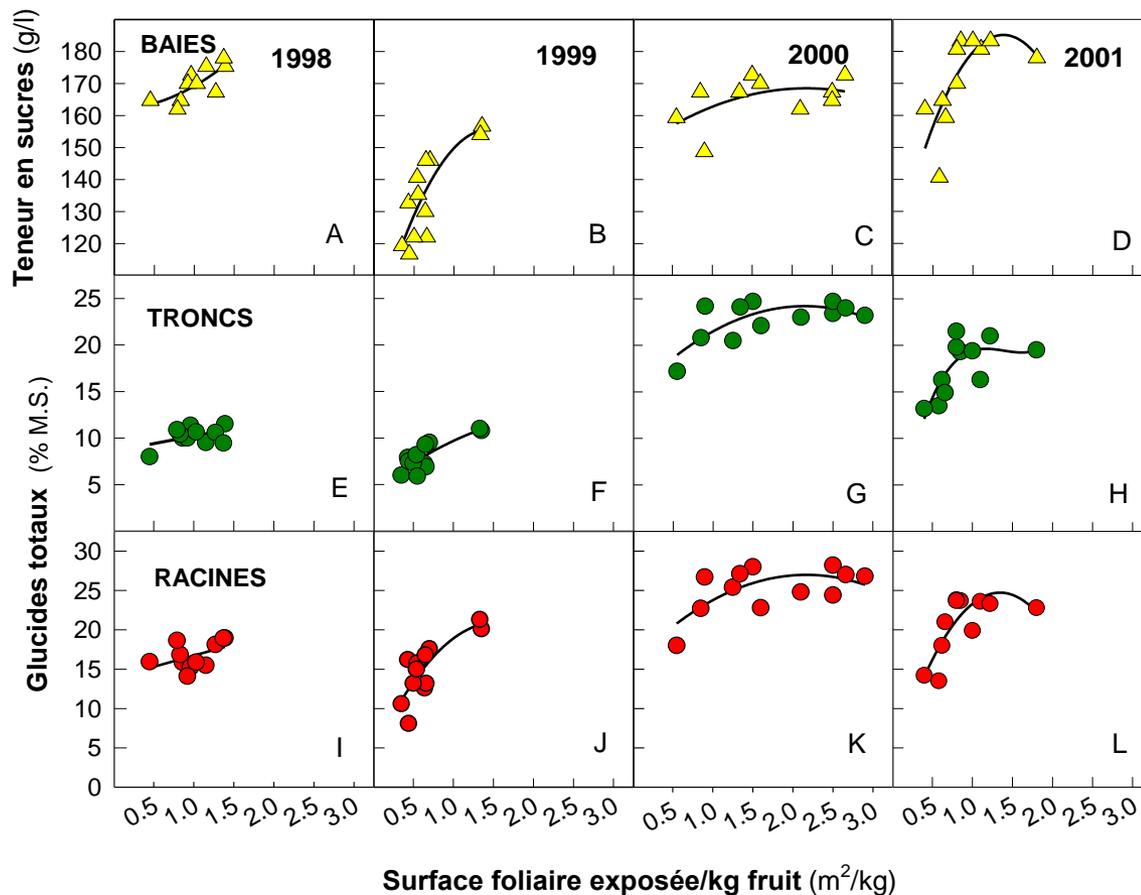
Chasselas, Pully Suisse
1998-2001





Relation entre la surface foliaire exposée par kg de raisins et la teneur en sucres des baies, en glucides totaux des troncs et des racines à la vendange

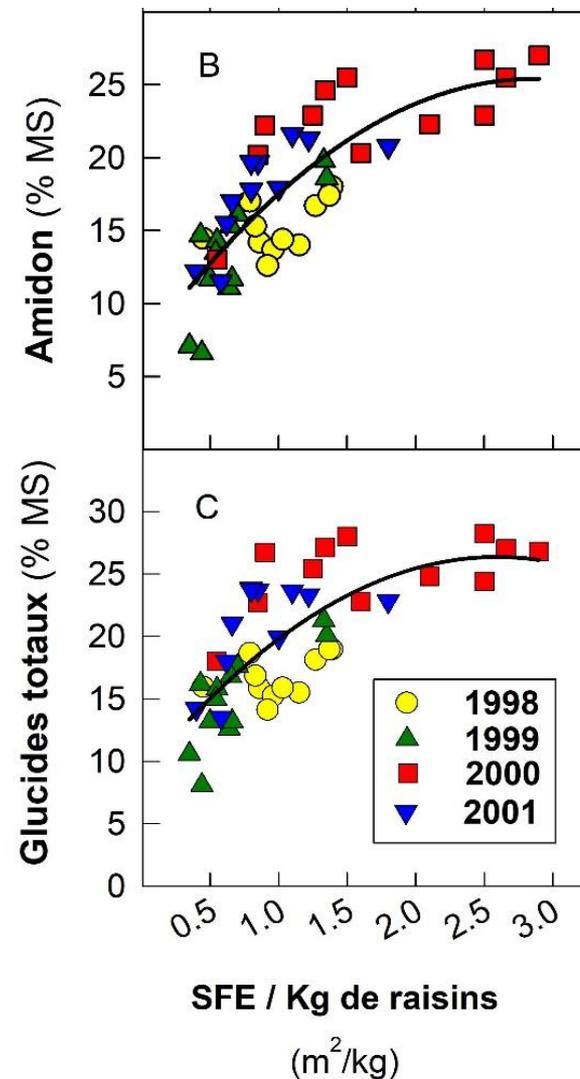
Chasselas, Pully Suisse 1998-2001





Relation entre la teneur en glucides des racines (amidon et glucides totaux) et la surface foliaire exposée par kilo de raisins (SFE/kg) à la récolte

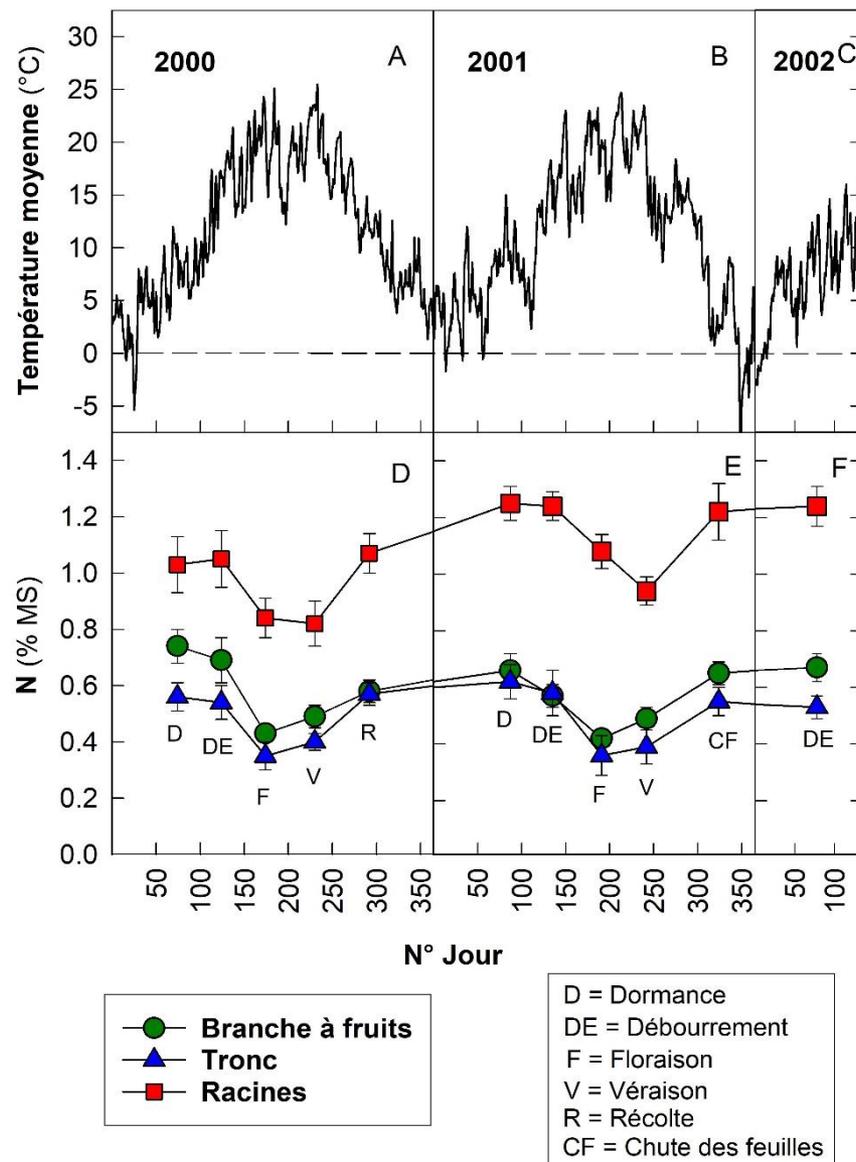
Chasselas, Pully Suisse
1998-2001





Evolution saisonnière de la teneur en azote organique dans les racines, les troncs et les branches à fruits

Chasselas, Pully Suisse
2000-2002

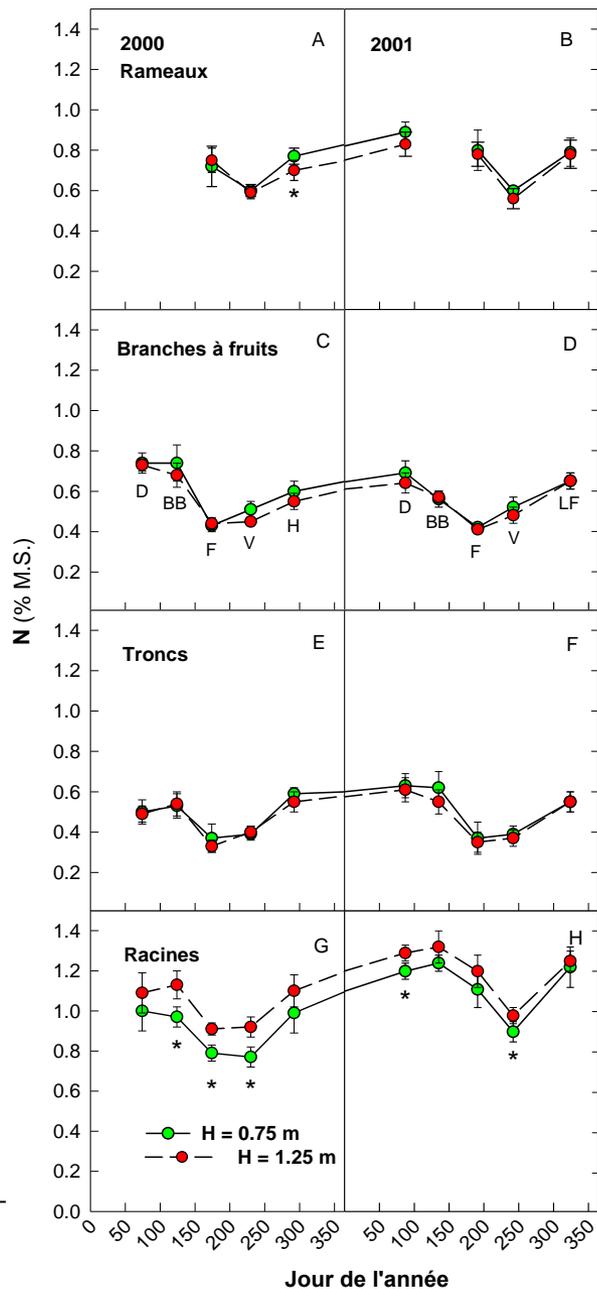




Evolution saisonnière de la **teneur en azote organique** dans les rameaux, les branches à fruits, les troncs et les racines

en fonction
de la hauteur du feuillage

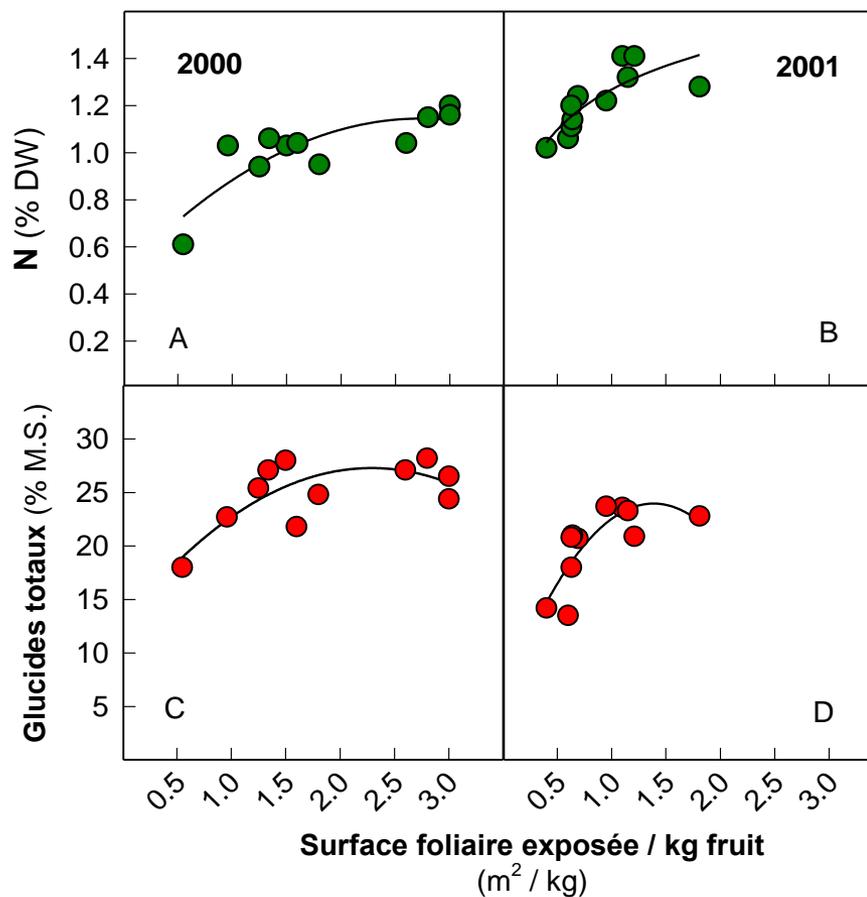
Chasselas, Pully Suisse
2000-2001





Rapport feuilles-fruits et teneur en azote et glucides totaux des racines à la récolte

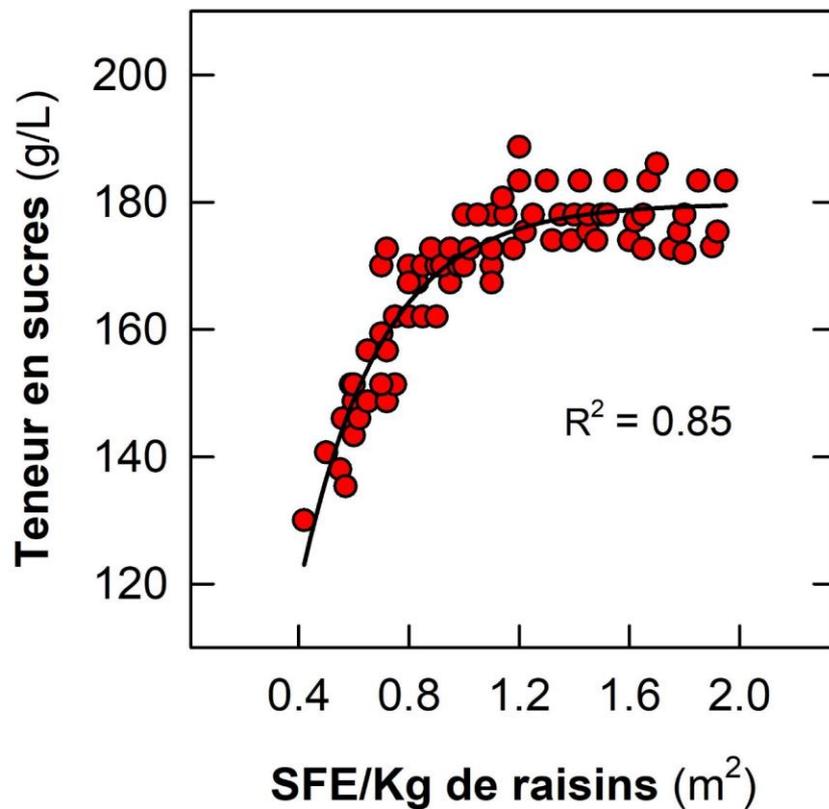
Chasselas, Pully (Suisse) 2000-2001





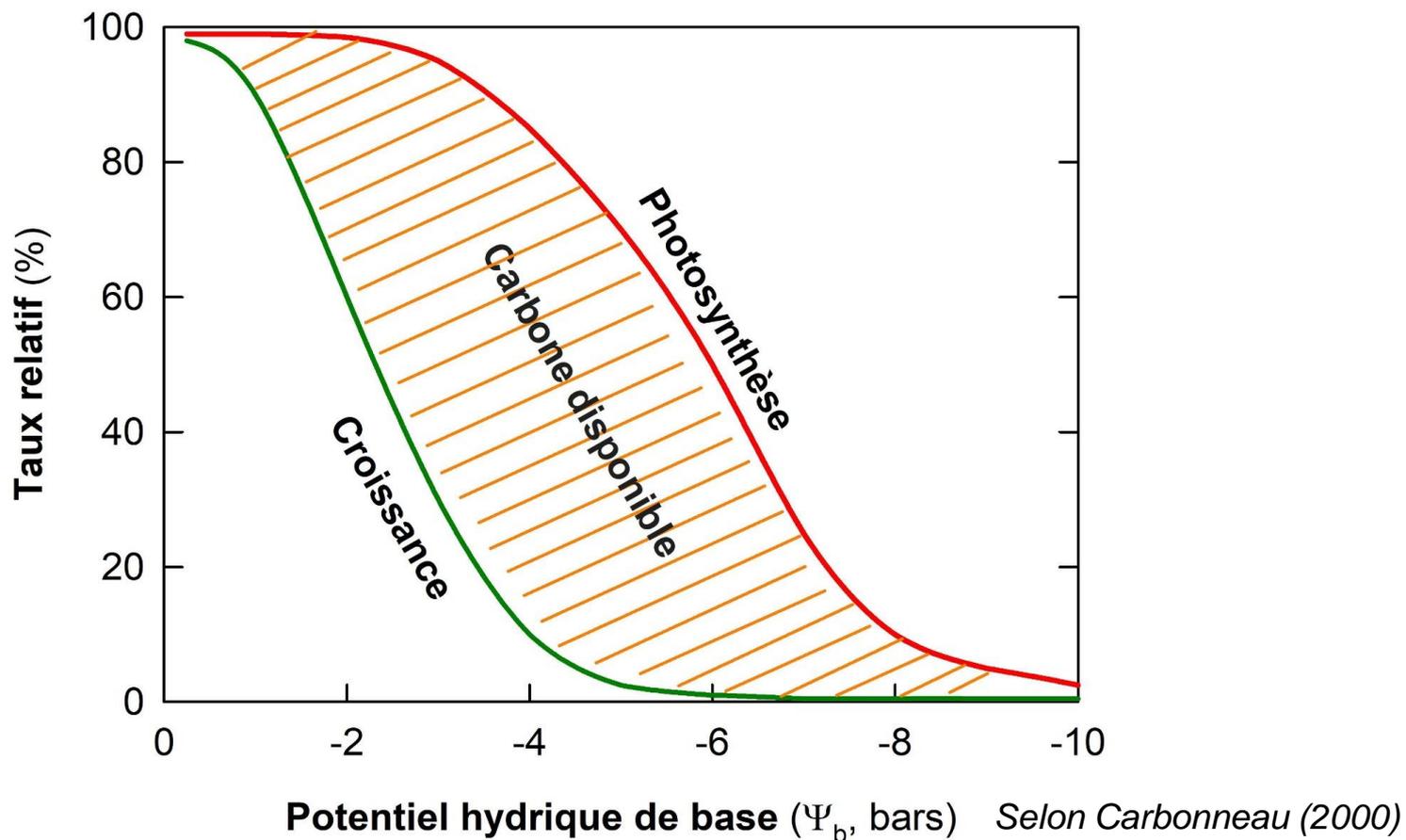
Relation entre la teneur en sucres des raisins et la surface foliaire exposée par kg de raisins produits

Chasselas, Pully, Suisse 1996





Influence de l'alimentation hydrique de la vigne sur la croissance, le taux de photosynthèse et le stock de glucides disponibles





Anatomie et physiologie

Alimentation et carences, accidents physiologiques et climatiques

Edition AMTRA Lausanne, Suisse

> 30 ans de recherche viticole

