



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

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

**Agroscope**

# Comportement de la vigne en cas de sécheresse

## Méthodes d'évaluation de la contrainte hydrique

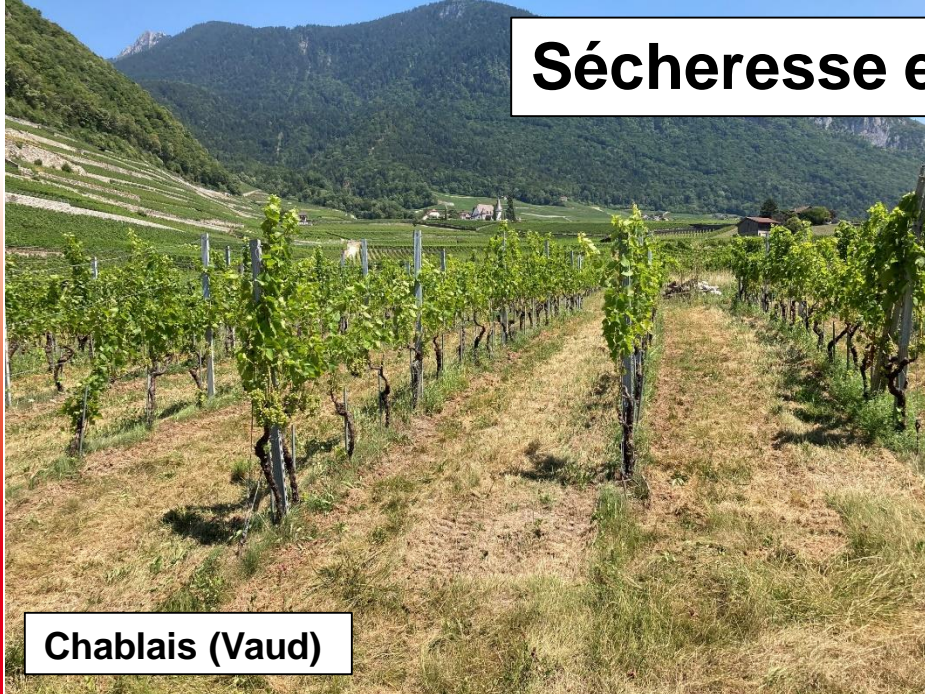
**Vivian Zufferey et Romina Morisoli**

Rivera le 24 novembre 2023

[www.agroscope.ch](http://www.agroscope.ch) | une bonne alimentation, un environnement sain



# Sécheresse et canicule 2022



Chablais (Vaud)



Castel San Pietro (Tessin)



La Côte (Vaud)

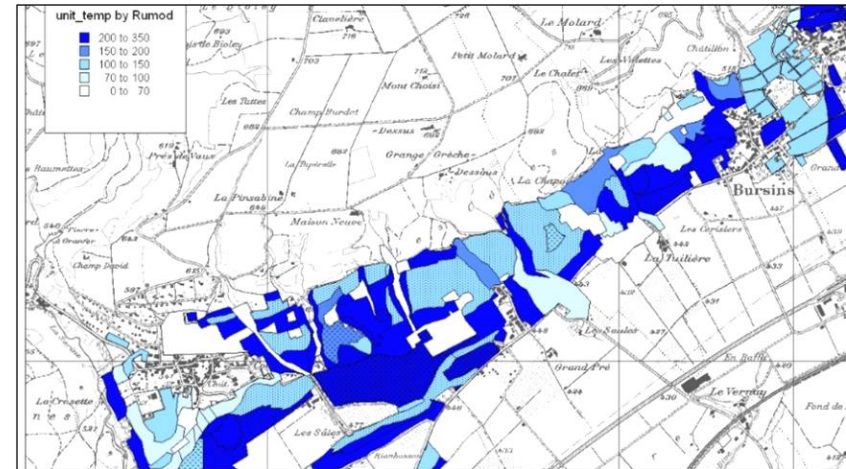
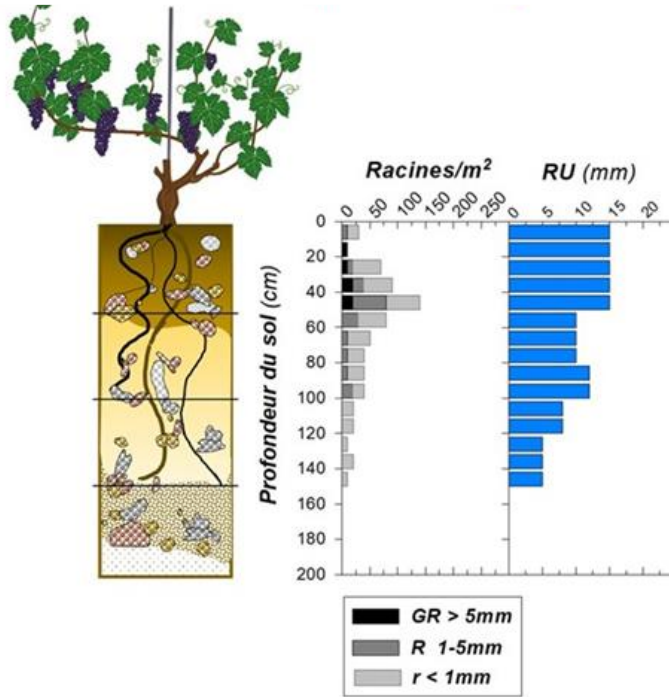


Sion (Valais)





# Notion de terroir



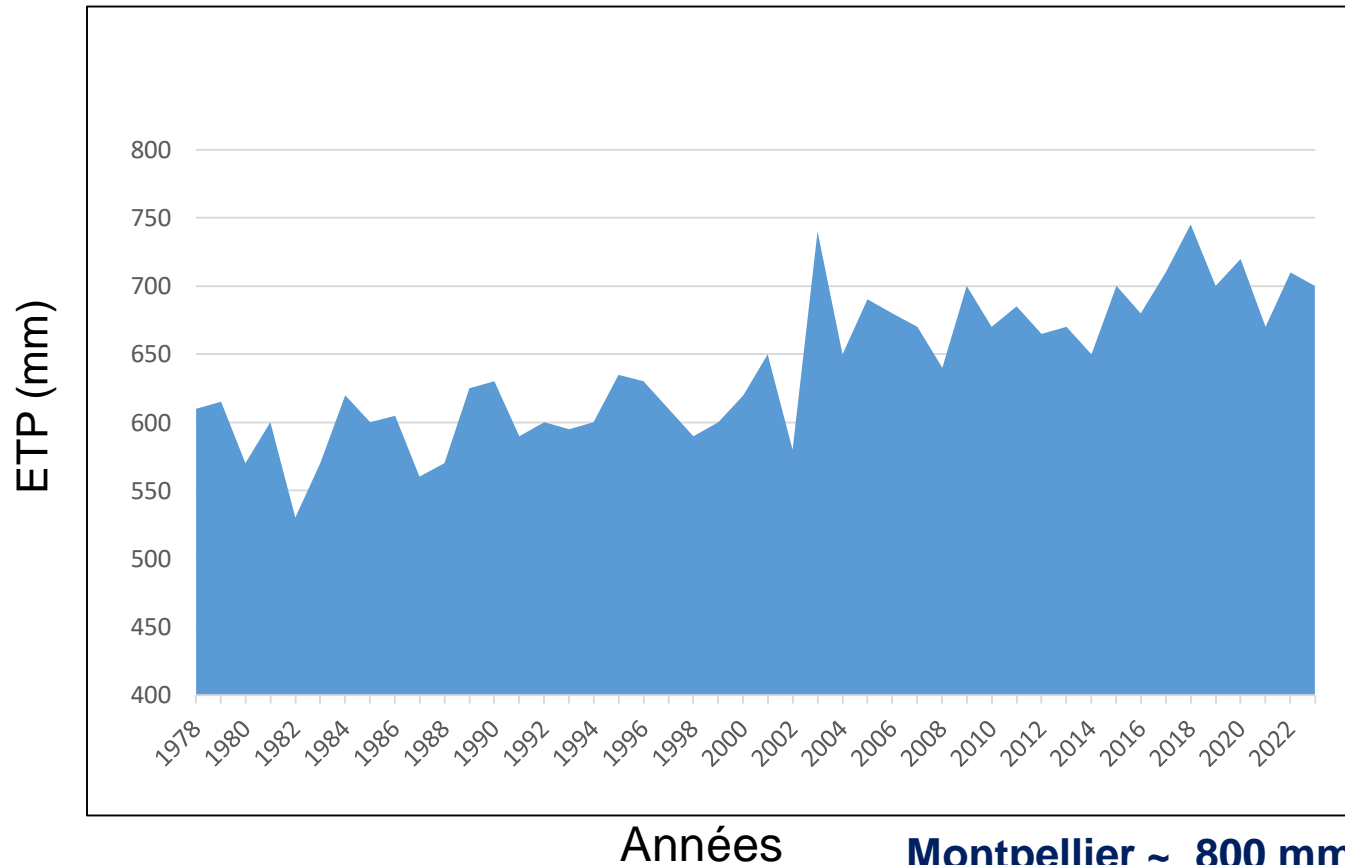
Pluviométrie  
Réserve utile en eau des sols (RU)  
Evapotranspiration (ETP)

...



# Evolution de l'évapotranspiration ETP

période 1<sup>er</sup> avril - 30 septembre  
**MAGADINO, Ticino (1978-2023)**



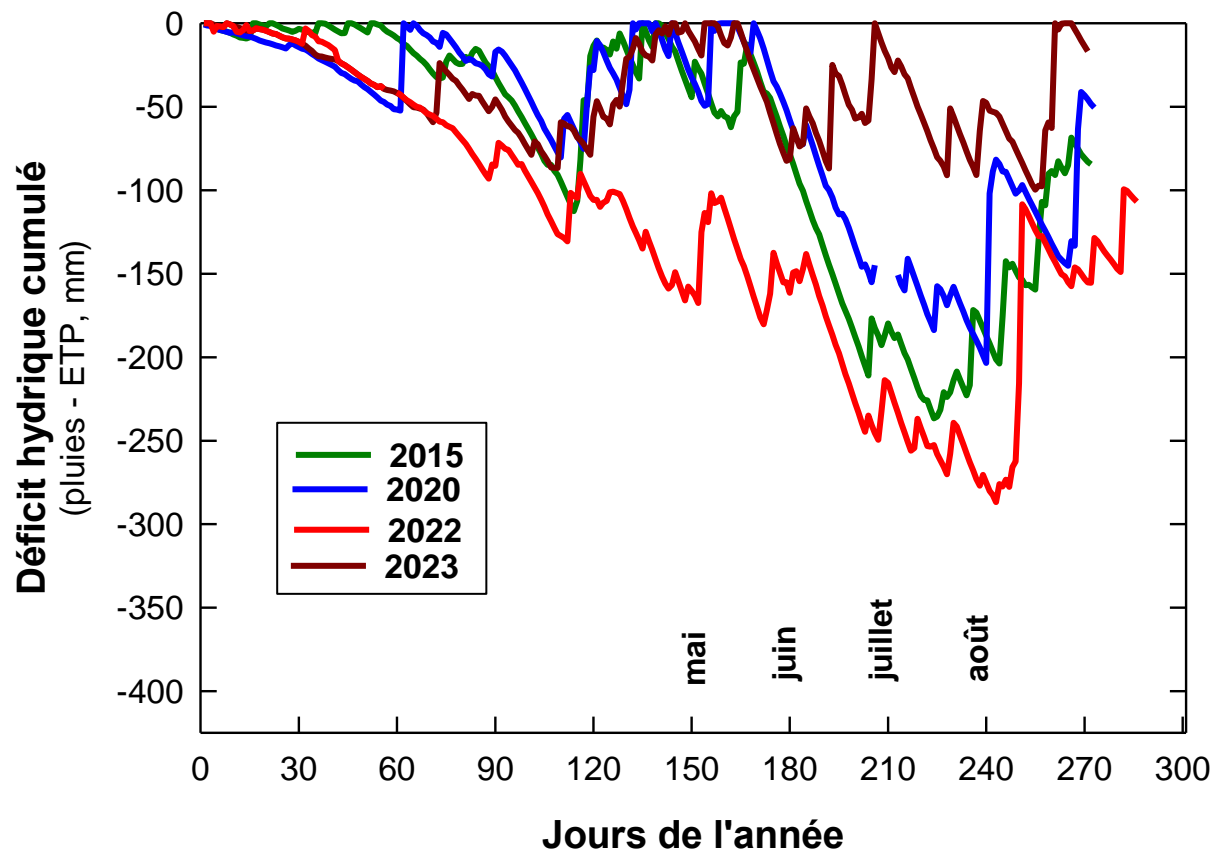
**Montpellier ~ 800 mm**  
**Mendoza ~ 1100 mm**



# Indicateur climatique

## Déficit hydrique cumulé (pluies-ETP)

Données MétéoSuisse, LUGANO





# Indicateur pédoclimatique

## Bilan hydrique potentiel

$$\text{Bilan hydrique} = \text{RU} + \text{P} - \text{Es} - \text{Tv}$$

**RU** = réserve utile en eau du sol

**P** = précipitations

**Es** = évaporation du sol

**Tv** = transpiration de la végétation

(**Tv** = **Kc** x **ETP**)

**Kc** = coefficient cultural (~ 0.5 à 0.6)



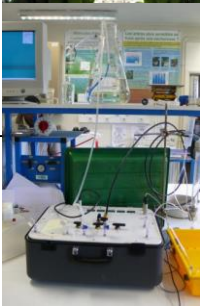
# Indicateurs physiologiques

## Estimation de l'état hydrique de la vigne:

Croissance végétative (apex)  
Perte de turgescence des feuilles, des vrilles...  
Jaunissement et chute des feuilles  
Vigueur des rameaux (poids bois de taille)

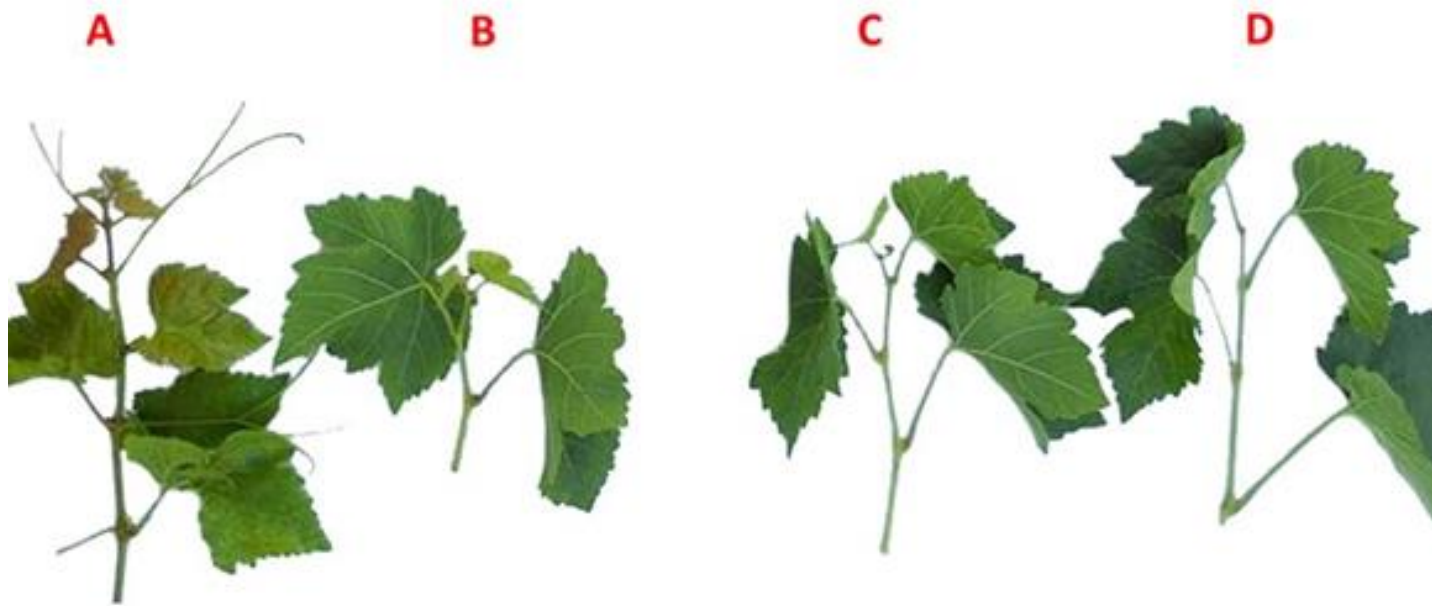
**Potentiel hydrique des feuilles ( $\Psi$ )**  
Conductance stomatique (gs)  
Flux de sève brute  
Température de la canopée  
Composition isotopique ( $^{13}\text{C}$ ,  $^{18}\text{O}$ ,  $^2\text{H}$ )  
Dendrométrie (diamètre du tronc)  
Modèles de bilan hydrique

Conductivité hydraulique  
Emissions acoustiques  
...





# Arrêt de la croissance végétative



- A** apex en croissance, jeunes feuilles
- B** arrêt de la croissance
- C** brunissement des apex
- D** chute des apex

aucune contrainte hydrique  
contrainte hydrique faible  
contrainte hydrique modérée  
Stress hydrique fort et prolongé





# Symptômes de stress hydrique

Chasselas  
Lavaux, Vaud 2023



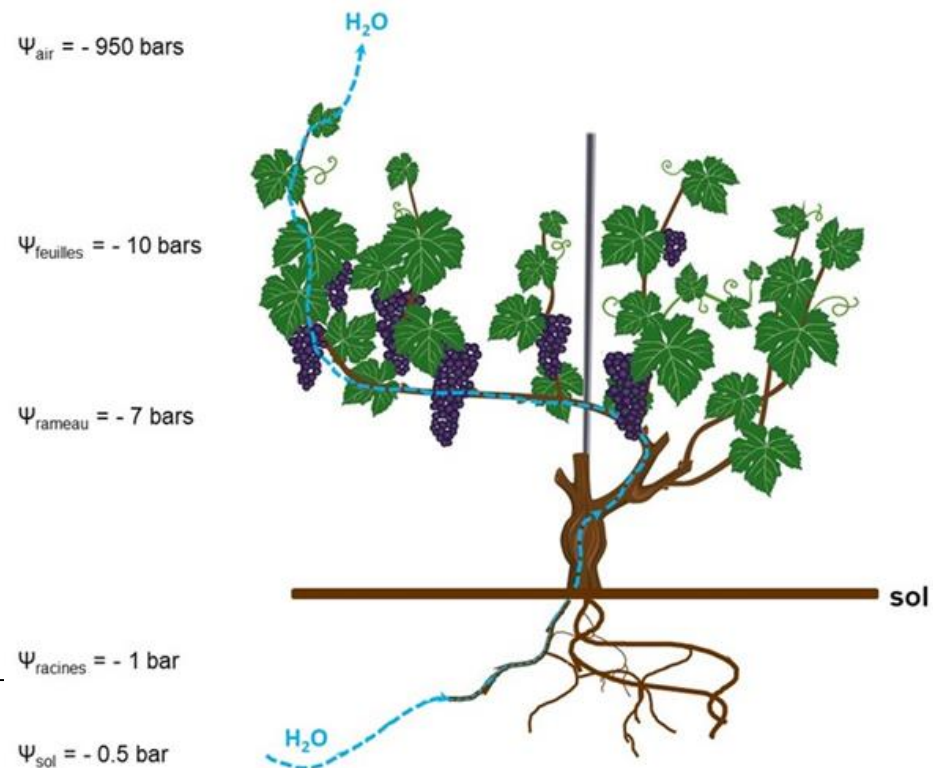


# Ascension de la sève brute

**Transpiration:**  
**force motrice de l'ascension de la sève**

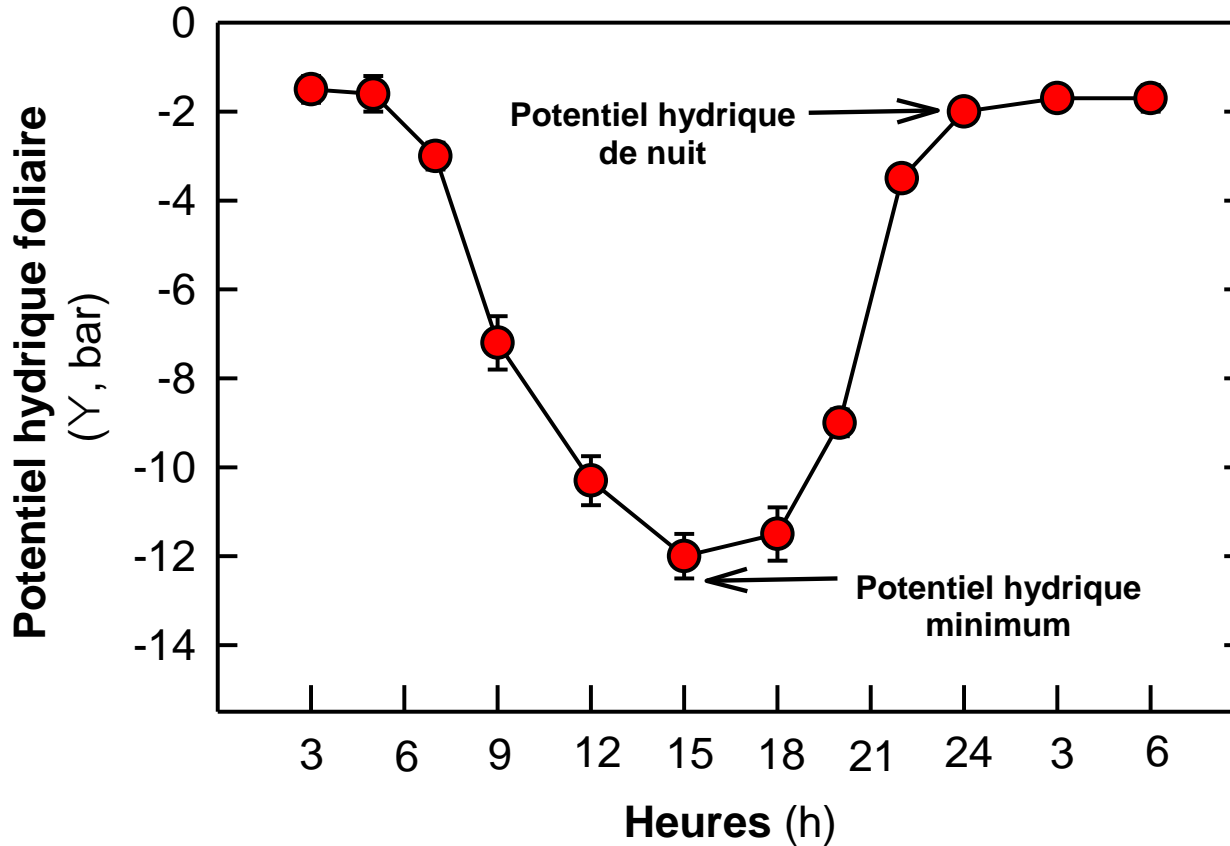
**Sève sous tension**  
(valeurs négatives du potentiel hydrique,  $\Psi$ )

**Gradient de potentiel hydrique**  
entre le sol, la plante et l'atmosphère





# Mesure du potentiel hydrique foliaire ( $\Psi$ ) Chasselas, Changins 2003



Disponibilités  
en eau du sol  
(absence de transpiration)

Disponibilités  
en eau du sol  
+ demande climatique  
(avec transpiration)





# Contrainte hydrique et valeurs du potentiel hydrique foliaire stade **véraison** ( $\Psi$ , bar)



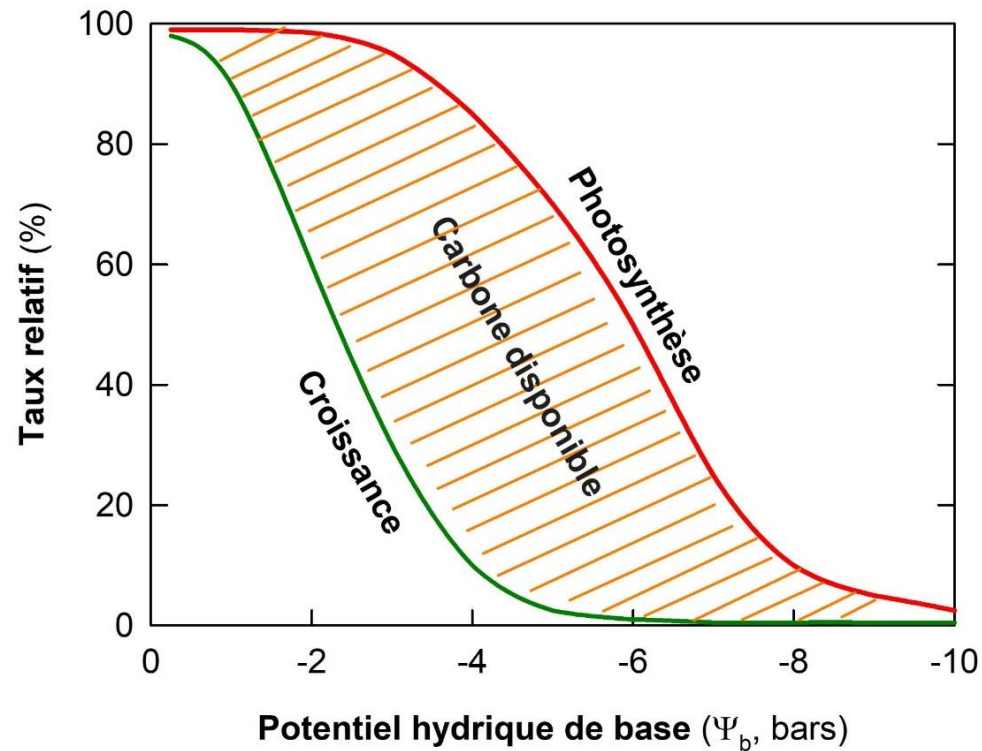
Valeurs en bars	$\Psi$ feuilles (de nuit)	$\Psi$ feuilles ombre (après-midi)
Aucun stress	-0.5 à -1.5	> -7
Stress faible	-1.5 à -3	-7 à -10
Stress modéré	-3 à -5	-10 à -12
Stress fort	-5 à -8	-12 à -15
Stress sévère	< -8	< -15

L'époque et la durée du stress hydrique sont déterminantes



# Notion de contrainte hydrique modérée

Relation entre l'alimentation en eau, la croissance, la photosynthèse et le carbone disponible (véraison)

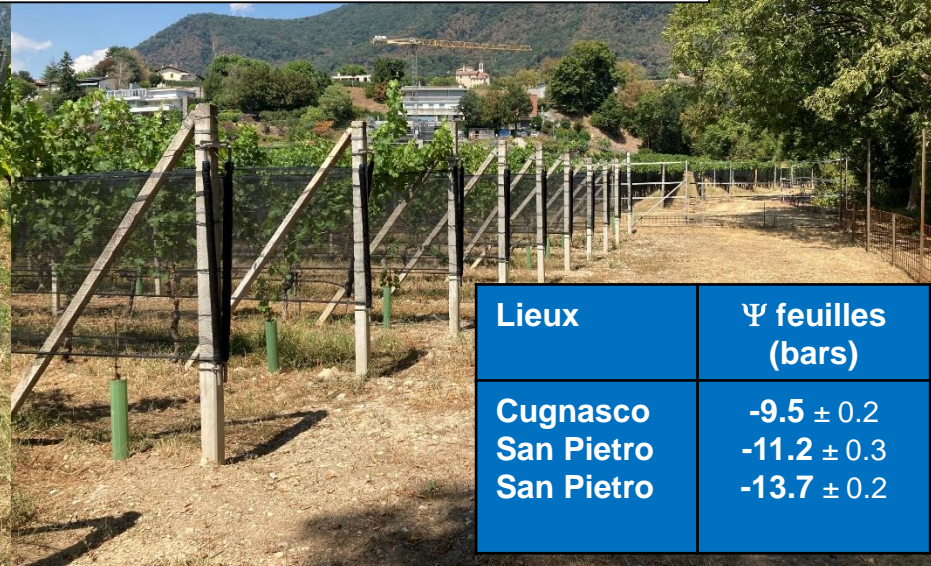
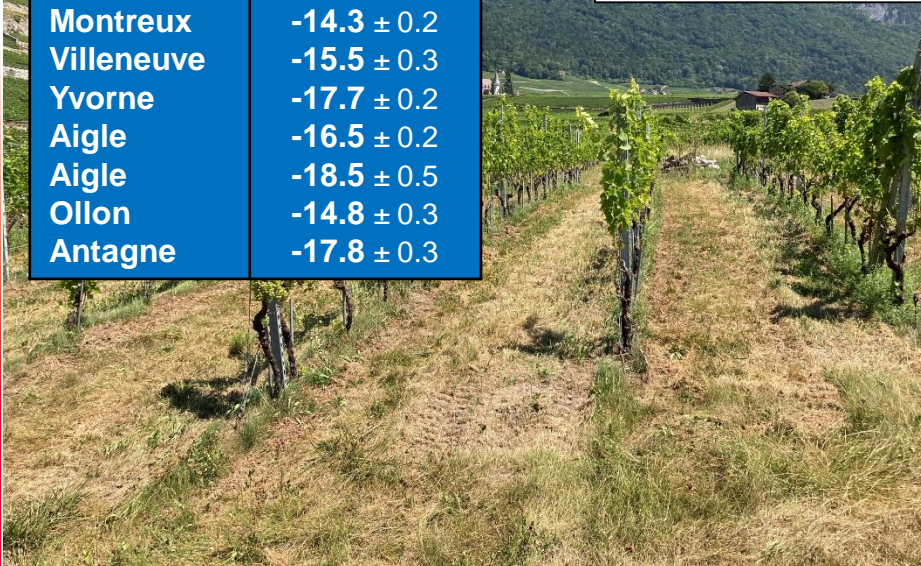


L'intensité, la période et la durée de la contrainte hydrique à considérer

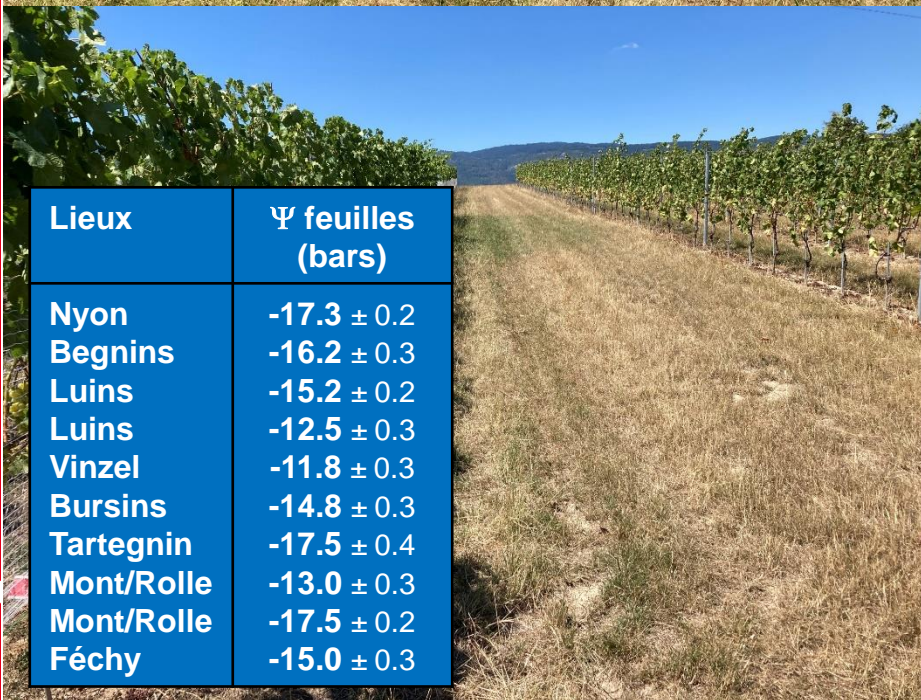


# Alimentation hydrique août 2022

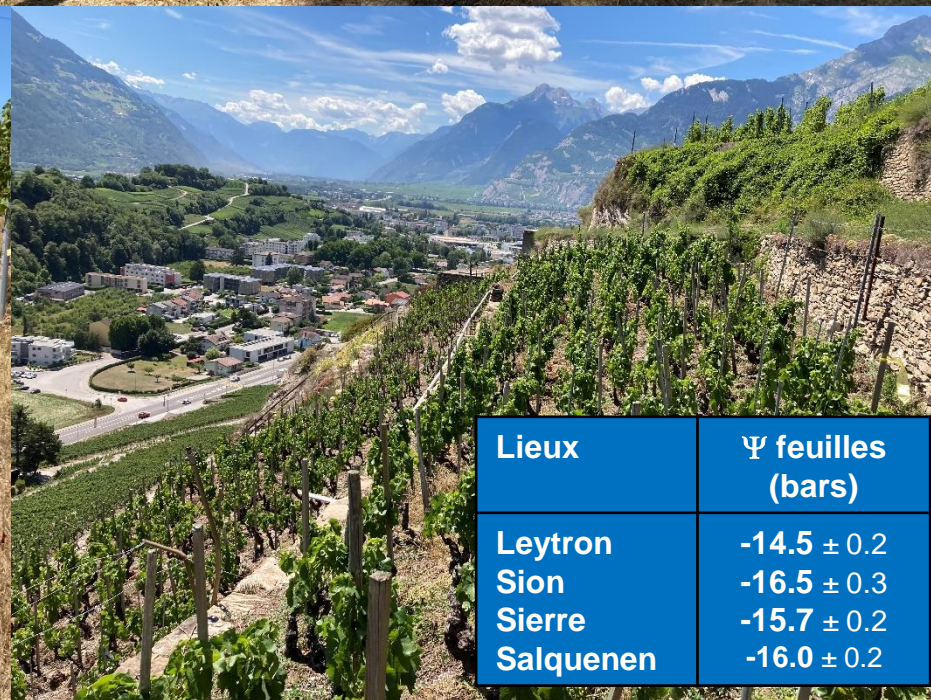
Lieux	$\Psi$ feuilles (bars)
Montreux	$-14.3 \pm 0.2$
Villeneuve	$-15.5 \pm 0.3$
Yverne	$-17.7 \pm 0.2$
Aigle	$-16.5 \pm 0.2$
Aigle	$-18.5 \pm 0.5$
Ollon	$-14.8 \pm 0.3$
Antagne	$-17.8 \pm 0.3$



Lieux	$\Psi$ feuilles (bars)
Cugnasco	$-9.5 \pm 0.2$
San Pietro	$-11.2 \pm 0.3$
San Pietro	$-13.7 \pm 0.2$



Lieux	$\Psi$ feuilles (bars)
Nyon	$-17.3 \pm 0.2$
Begnins	$-16.2 \pm 0.3$
Luins	$-15.2 \pm 0.2$
Luins	$-12.5 \pm 0.3$
Vinzel	$-11.8 \pm 0.3$
Bursins	$-14.8 \pm 0.3$
Tartegnin	$-17.5 \pm 0.4$
Mont/Rolle	$-13.0 \pm 0.3$
Mont/Rolle	$-17.5 \pm 0.2$
Féchy	$-15.0 \pm 0.3$



Lieux	$\Psi$ feuilles (bars)
Leytron	$-14.5 \pm 0.2$
Sion	$-16.5 \pm 0.3$
Sierre	$-15.7 \pm 0.2$
Salquenen	$-16.0 \pm 0.2$



# Alimentation azotée 2022

Lieux	Azote assimilable (mg N/L)
Chablais vaudois	~ 100

**Azote assimilable des moûts:**  
 valeur optimale ~ 200 mg/l  
 carence modérée 140 – 200 mg/l  
 carence forte < 140 mg/l

Lieux	Azote assimilable (mg N/L)
Cugnasco San Pietro	~ 110 80-110

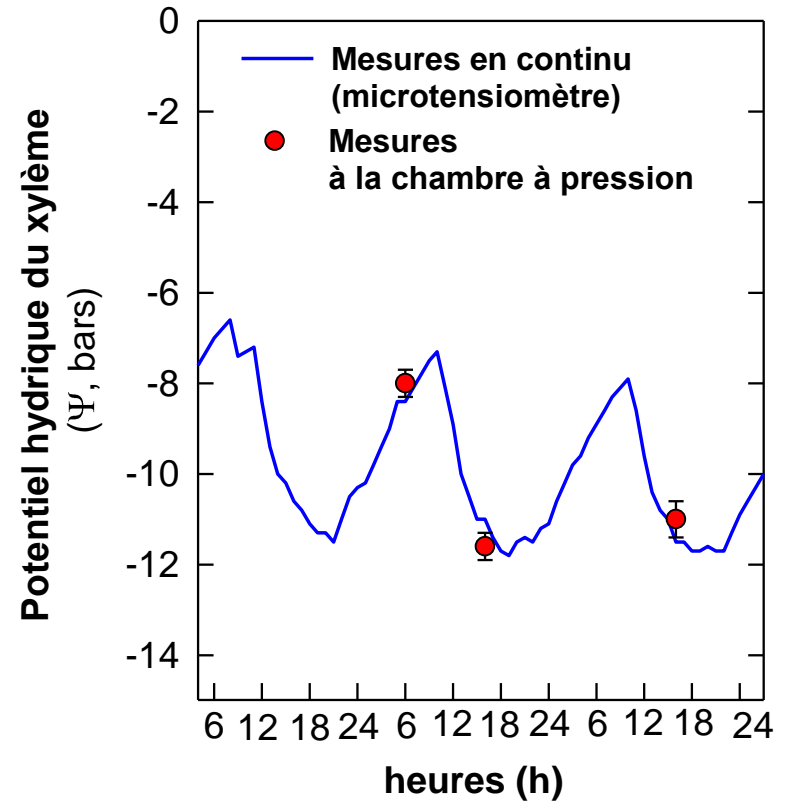
Lieux	Azote assimilable (mg N/L)
Changins	50 - 100
Pully	~ 140
Féchy	40 - 60
Mont / Rolle	30 - 45

Lieux	Azote assimilable (mg N/L)
Leytron	~ 70-100
Sion	~ 130
Réseau VS	60-150



# Potentiel hydrique du système vasculaire

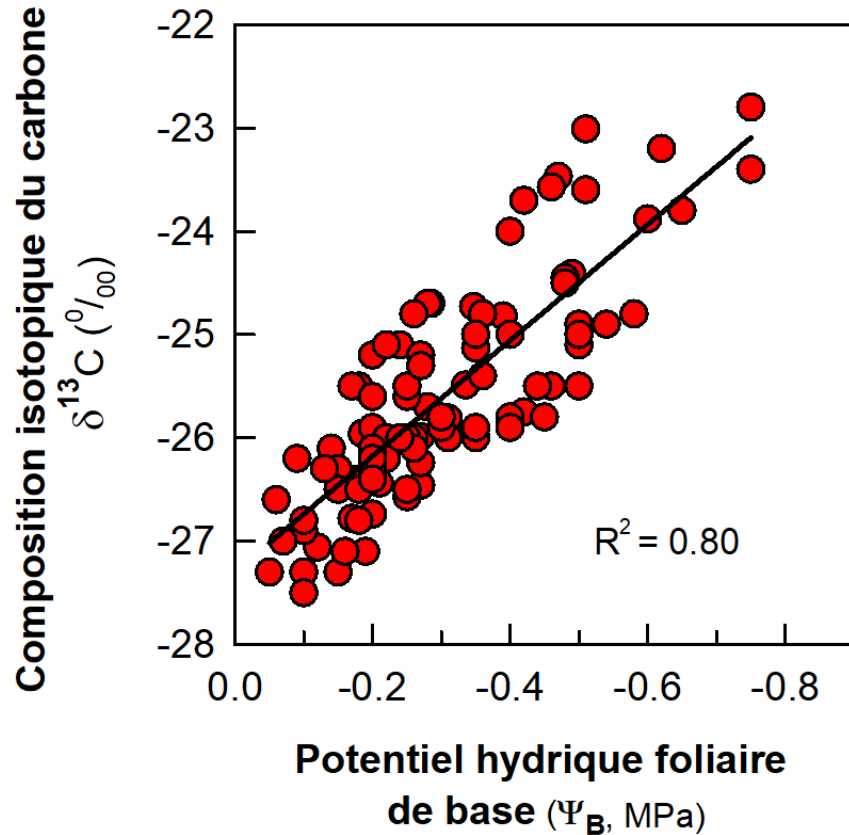
Pinot noir, Leytron août 2022





# Composition isotopique du carbone ( $\delta^{13}\text{C}$ ) dans les moûts et potentiel hydrique foliaire

Chasselas 2003-2012



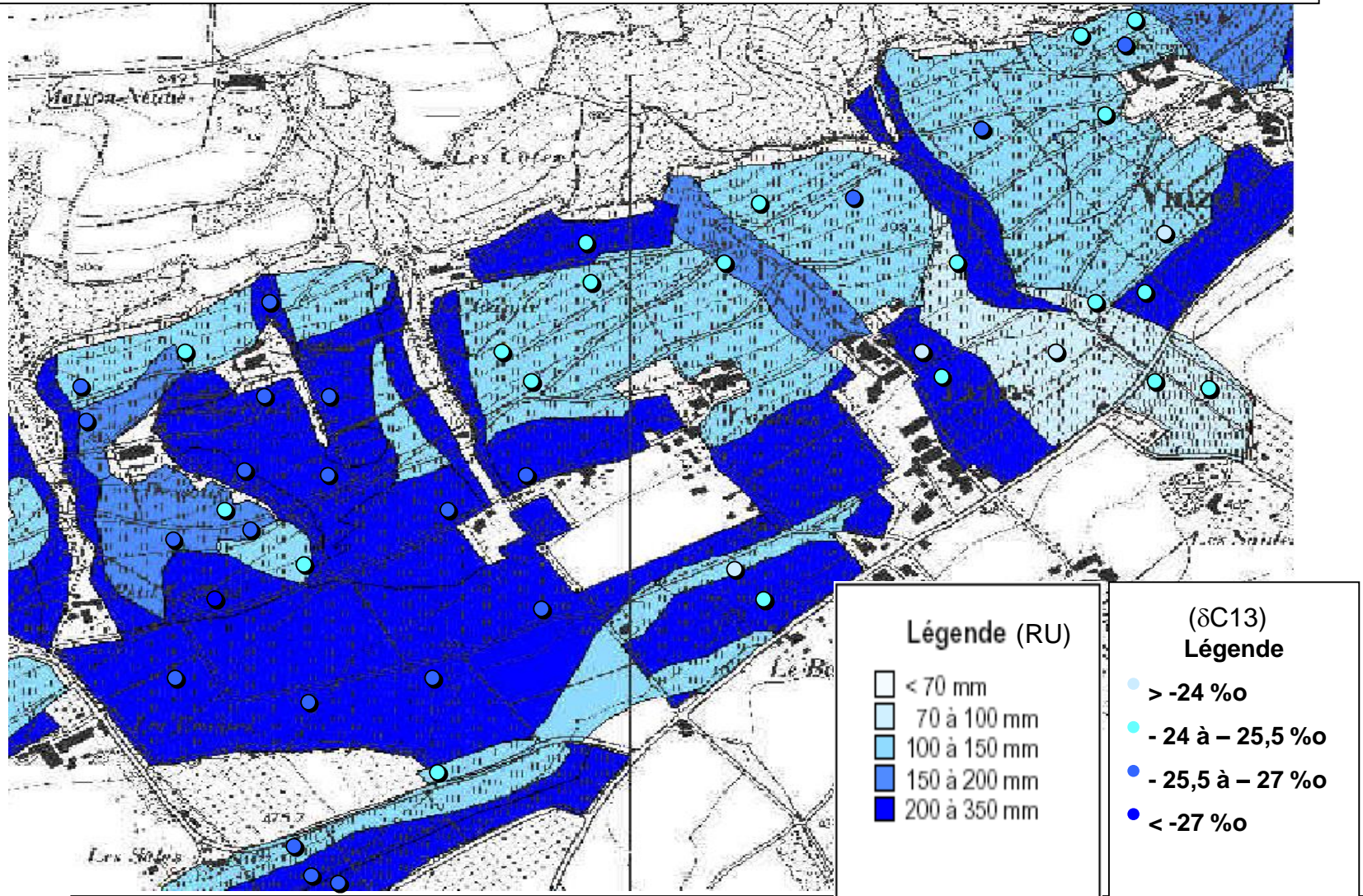
Deux isotopes  $^{13}\text{C}$  et  $^{12}\text{C}$  dans les sucres  
des raisins (rapport  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ )

Stress hydrique:  
Enrichissement en  $^{13}\text{C}$

**Indicateur global de la contrainte hydrique  
durant la phase d'accumulation des sucres**



# Composition isotopique du carbone ( $\delta C13$ ) dans le moût à la vendange selon la réserve utile des sols (RU). Chasselas, Luins Canton de Vaud 2005

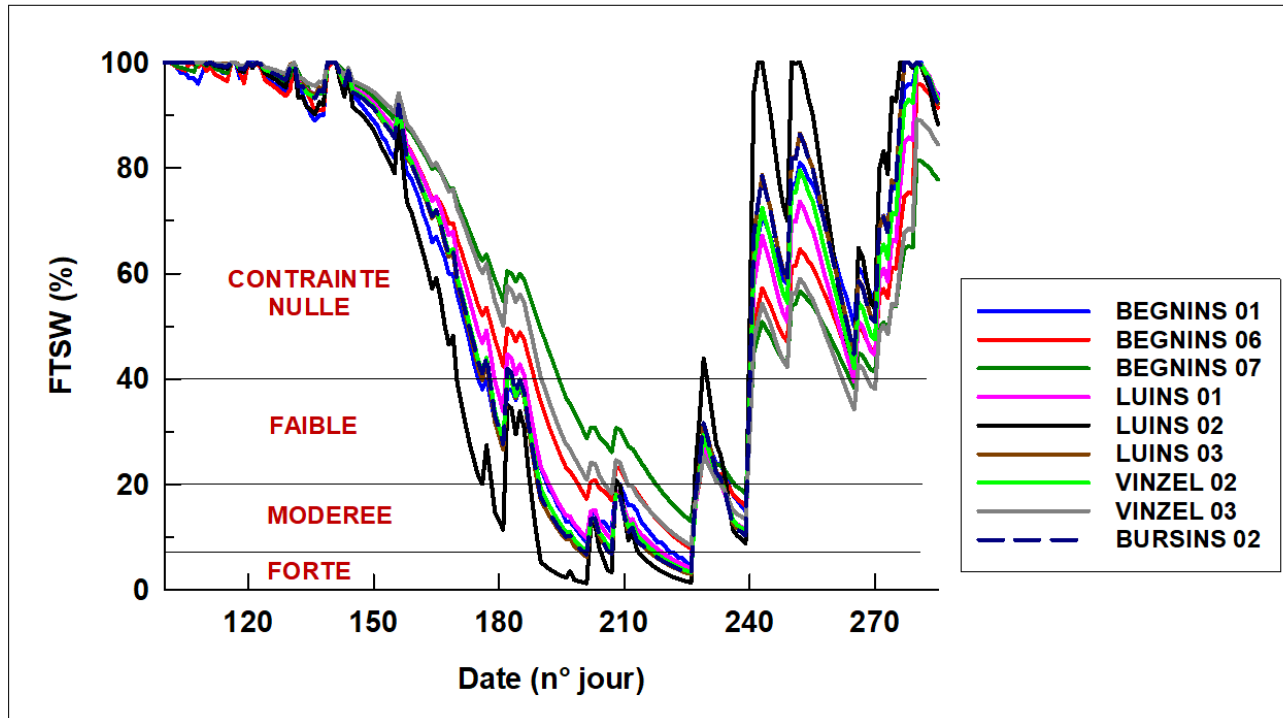




# Modèles de bilan hydrique (WaLIS)

Fraction d'eau du sol disponible pour la vigne FTSW

Chasselas Canton de Vaud 2003



Modèle basé sur:

- données climatiques
- caractéristiques parcellaires
- gabarit de la végétation
- validation par la plante (potentiel hydrique)

Suivi de la réserve hydrique du sol en cours de saison

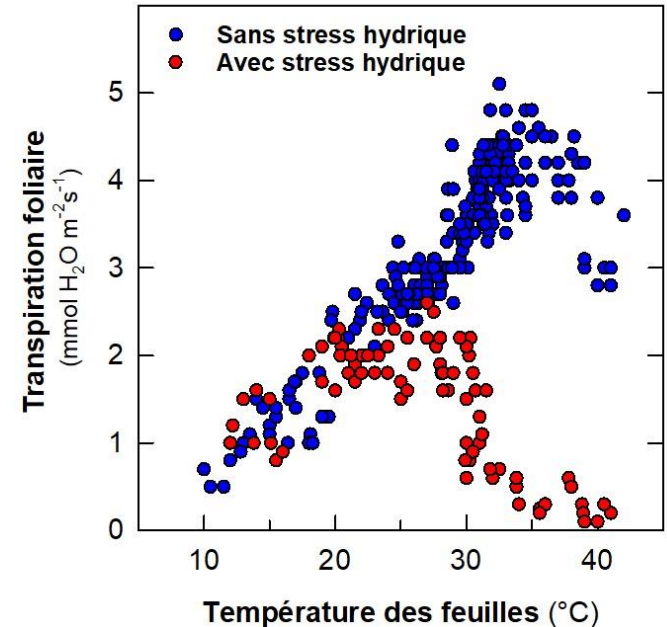


# Réponses de la vigne à la sécheresse

## Mécanismes de régulation de la transpiration foliaire

- Fermeture progressive des stomates
- Diminution de la conductivité hydraulique
- Message chimique des racines-feuilles (production d'acide abscissique, ABA, ...)

En cas de canicule:  
Augmentation de la température des feuilles...







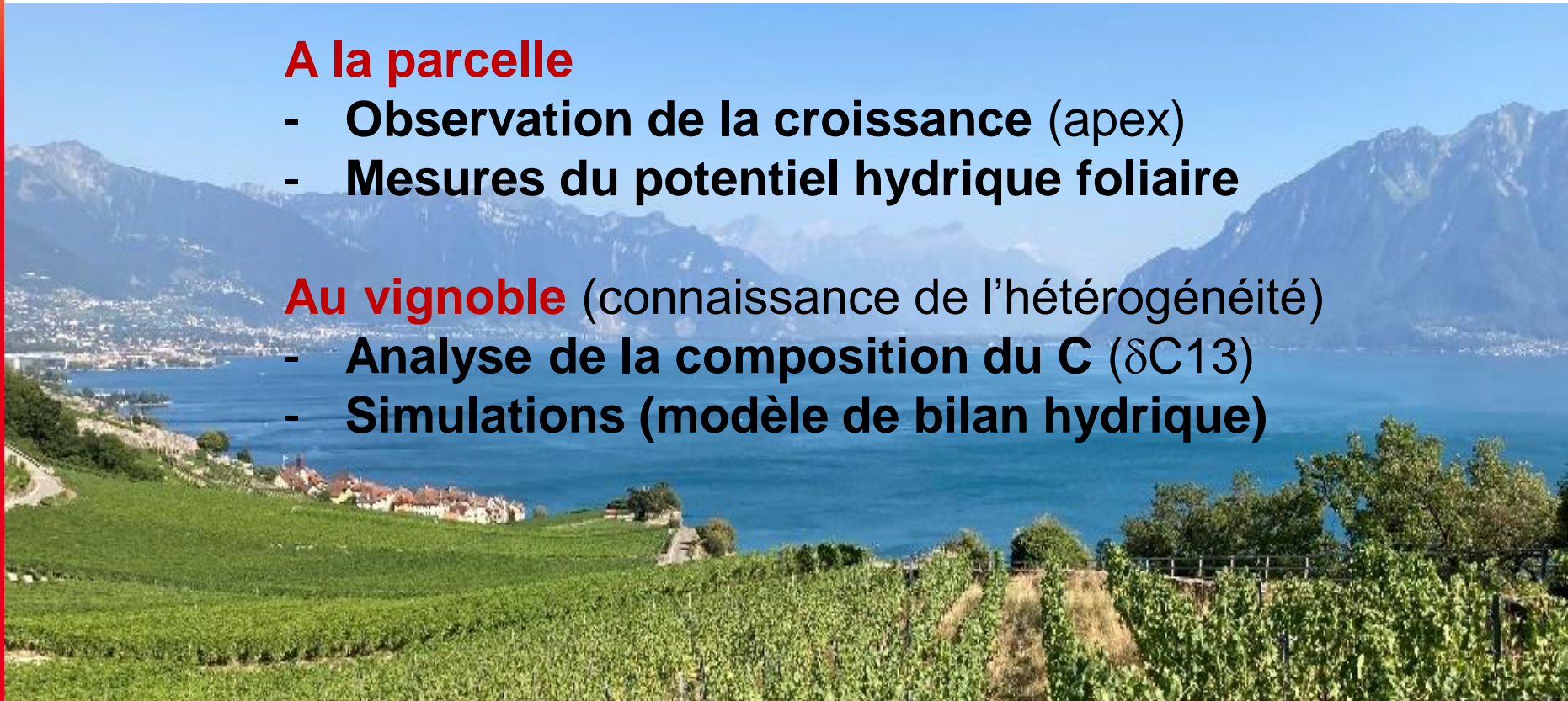
# Nécessité de disposer d'indicateurs pertinents de la contrainte hydrique

## A la parcelle

- Observation de la croissance (apex)
- Mesures du potentiel hydrique foliaire

## Au vignoble (connaissance de l'hétérogénéité)

- Analyse de la composition du C ( $\delta C^{13}$ )
- Simulations (modèle de bilan hydrique)





## Prove future (2020...)

### Diversi portinnesti e gestione del sottofilare

Merlot, Cugnasco

**3309 C**

**SO4**

**1103 Paulsen**

**Gravesac**

**Riparia**

**M1** (106/8 x Resseguier n1) : ridotto vigore

**M4** (41B x Resseguier n1) : resistenza alla siccità



# Remerciements

**Canton du Tessin (Ufficio della Consulenza Agricola)  
Ecole d'agriculture de Mezzana**

## **Groupe viticulture**

Etienne Barmes  
Yann Bonvin  
Philippe Duruz  
Stéphane May  
René Reymond  
Nicolas Schiavi

**Groupe Oenologie  
Groupe Qualité des vins**



**Agroscope**

une bonne alimentation, un environnement sain