



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

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

Agroscope

Alimentation en eau de la vigne: impacts sur la physiologie et la qualité

V. Zufferey et J.-L. Spring

Mai 2016



PRESENTATION

Importance de l'eau pour la vigne

transferts d'eau dans la plante

effets sur la croissance, la photosynthèse, la transpiration...

accidents physiologiques (apoplexie, folletage, embolie...)

effets sur le potentiel qualitatif des raisins et vins

Indicateurs du stress hydrique

Impacts des techniques culturales

hauteur du feuillage, surface foliaire exposée, densité de plantation...

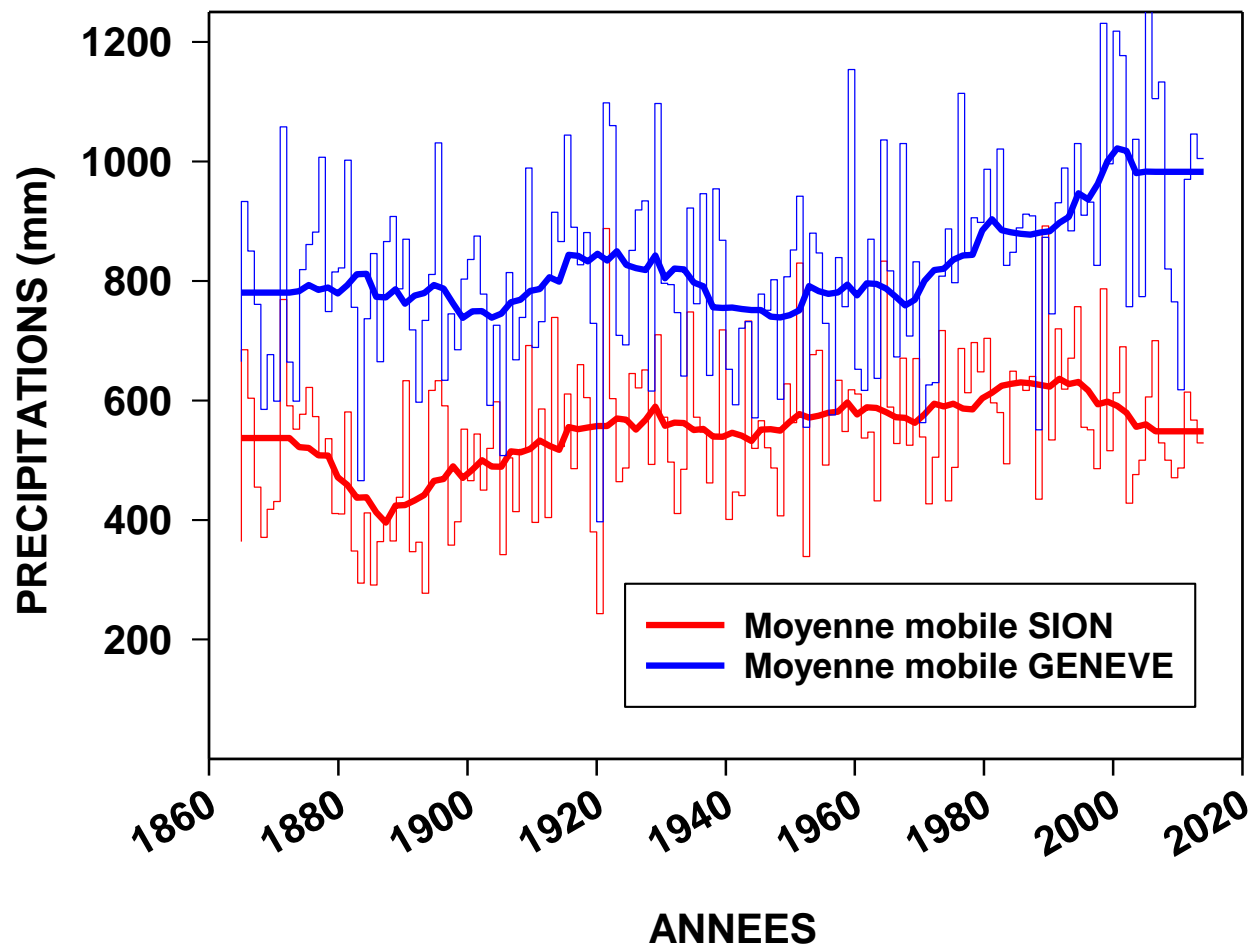
entretien du sol, enherbement...

porte-greffe

sensibilité variétale/ effet terroir

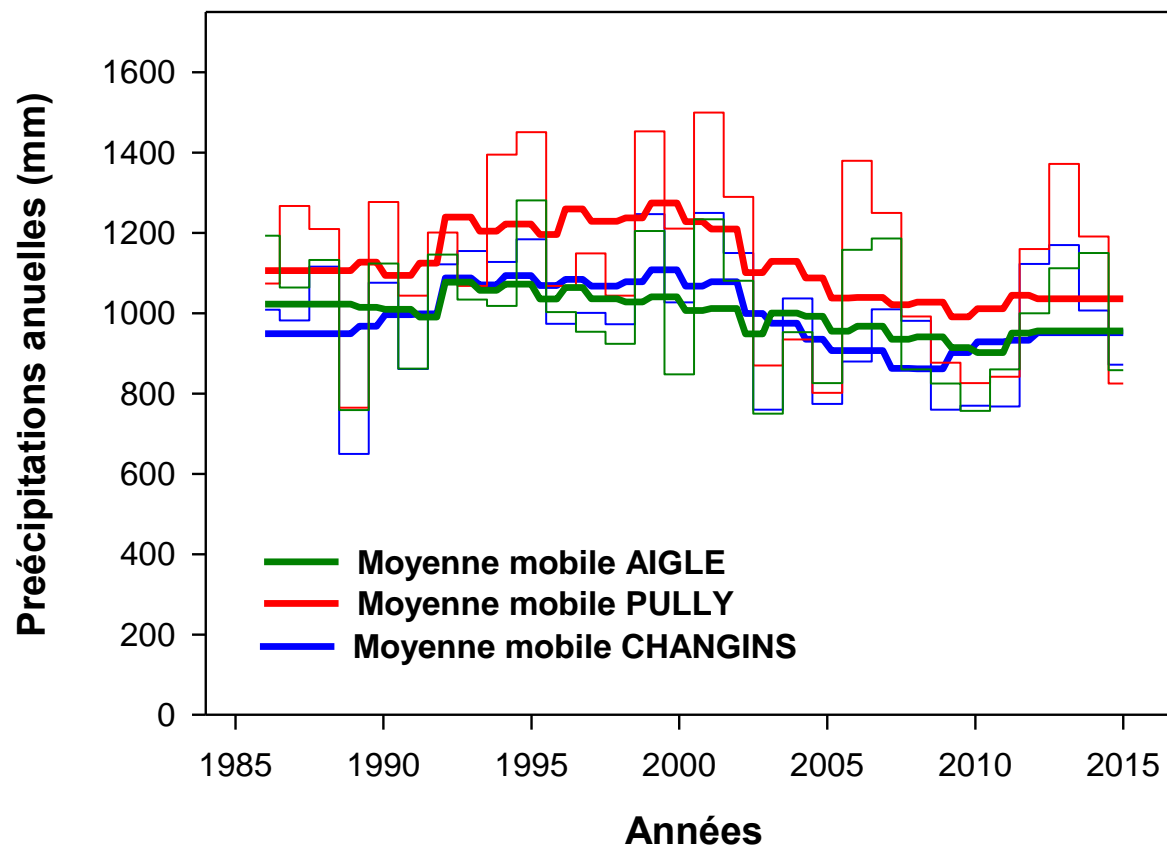


Précipitations annuelles, données Stations météorologiques de SION et de GENEVE (1864-2015)





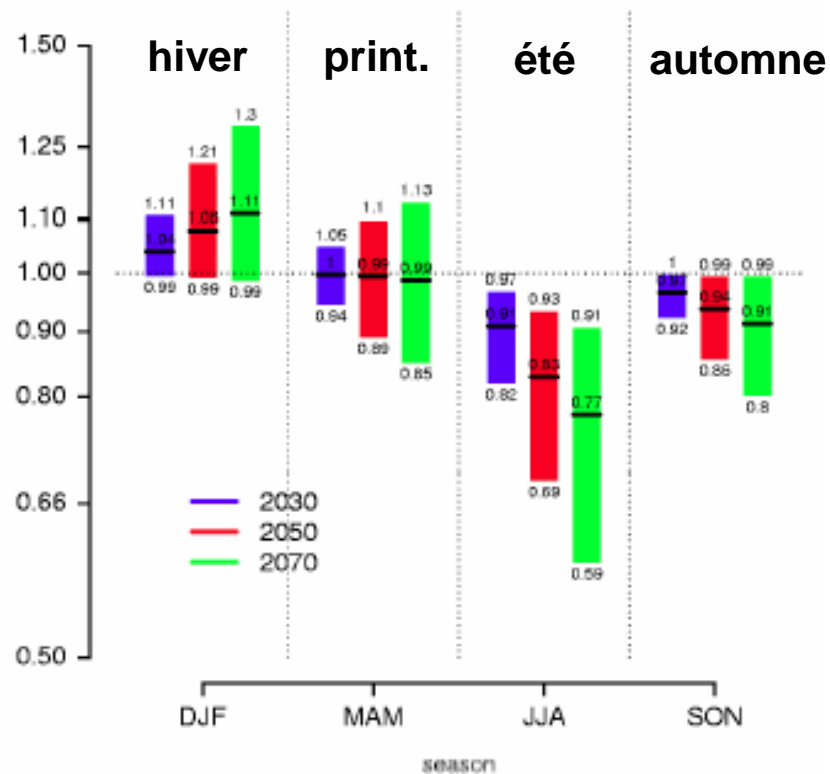
Précipitations annuelles, données Stations météorologiques de Changins, Pully et Aigle (1986-2015)





Prévisions pour les précipitations en Suisse (horizon 2030-2050)

-10% à -20% en été
statuquo printemps-
automne
+10% hiver

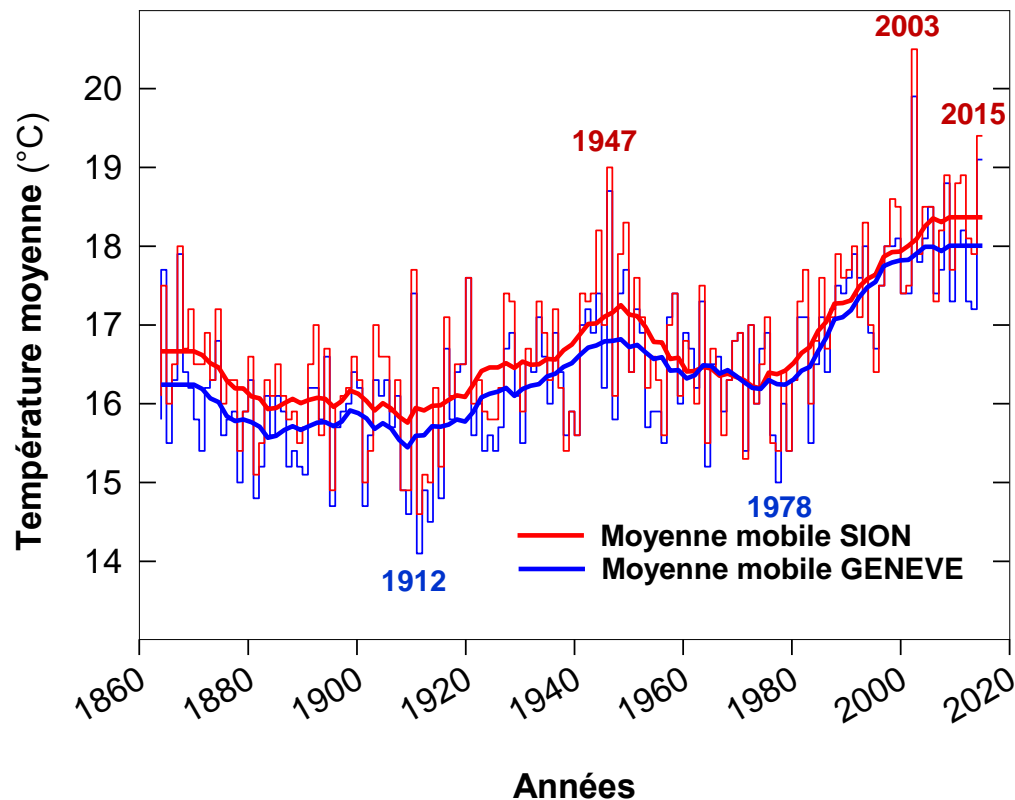


selon Frei, FOE Berne (2005)



Températures moyennes enregistrées de mai à fin septembre

Données météo suisse,
Stations météorologiques
SION et GENEVE
1864-2015



Conséquences du réchauffement climatique

Augmentation de l'évapotranspiration

Diminution des réserves en eau du sol

Disponibilité de l'azote du sol?



Pourquoi l'alimentation hydrique est-elle si importante?

Sensibilité de la vigne à la restriction en eau

très sensible



moins sensible

Croissance foliaire et des rameaux

Croissance des baies, division cellulaire (après nouaison)

Croissance racinaire (?)...

Activité foliaire (photosynthèse, transpiration)

Accidents physiologiques (embolie, folletage des baies)

Développement des arômes (effet °C), anthocyanes (éclaircissement)

Accumulation des sucres dans les baies

Grossissement des baies après la véraison

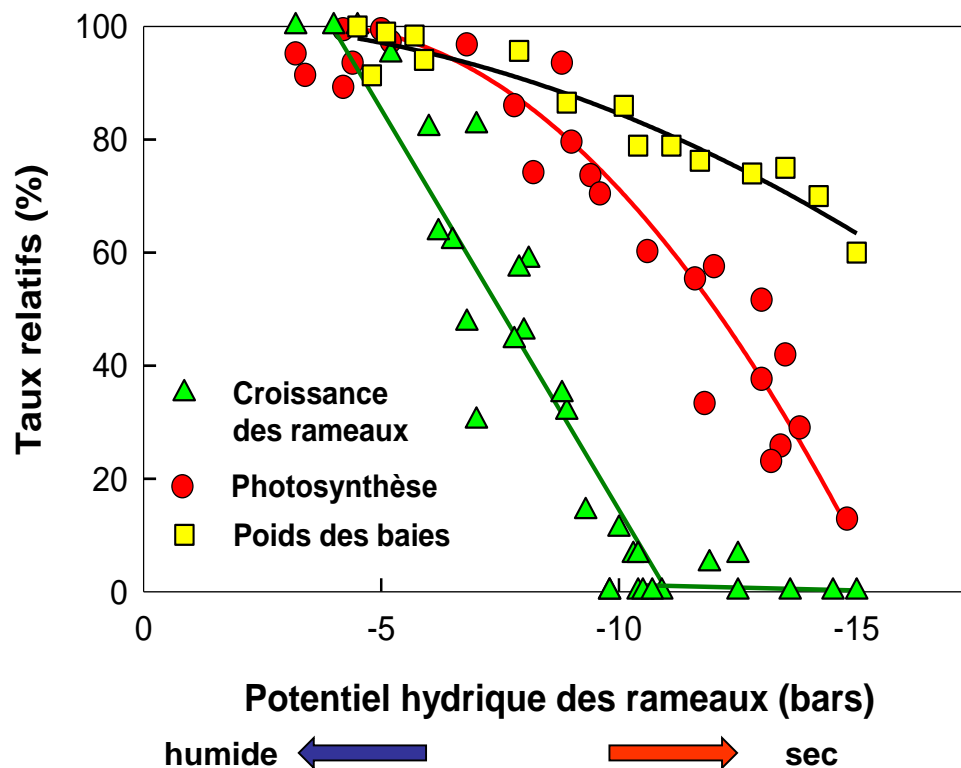




Stress hydrique

Croissance- Photosynthèse- poids des baies à la véraison

Riesling, Geneva NY 2011





Arrêt de croissance des apex (Chasselas)





Observation de la vigne

Symptômes de stress hydrique au champ





Sécheresse et canicule

Accidents physiologiques
thylloses, embolies,
perturbations de la maturation...





La notion de **stress hydrique** doit prendre en compte:

La période d'apparition du stress, son intensité et sa durée



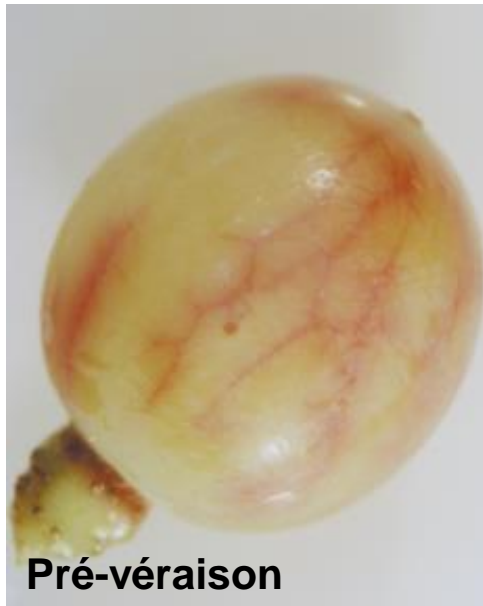
Itinéraire hydrique souhaité

- Débourrement-floraison:** **aucune contrainte hydrique**
(bon développement végétatif, surface foliaire)
- Nouaison-véraison:** **développement d'une contrainte hydrique modérée**
(arrêt de la croissance, maintien de la photosynthèse)
- Maturation:** **maintien de la contrainte modérée**
(favorable à l'accumulation des sucres dans les baies et organes de réserve, synthèse composés phénoliques)



Transferts de la sève brute et élaborée dans la baie

Réseau de vaisseaux périphériques et de l'axe central



Pré-véraison



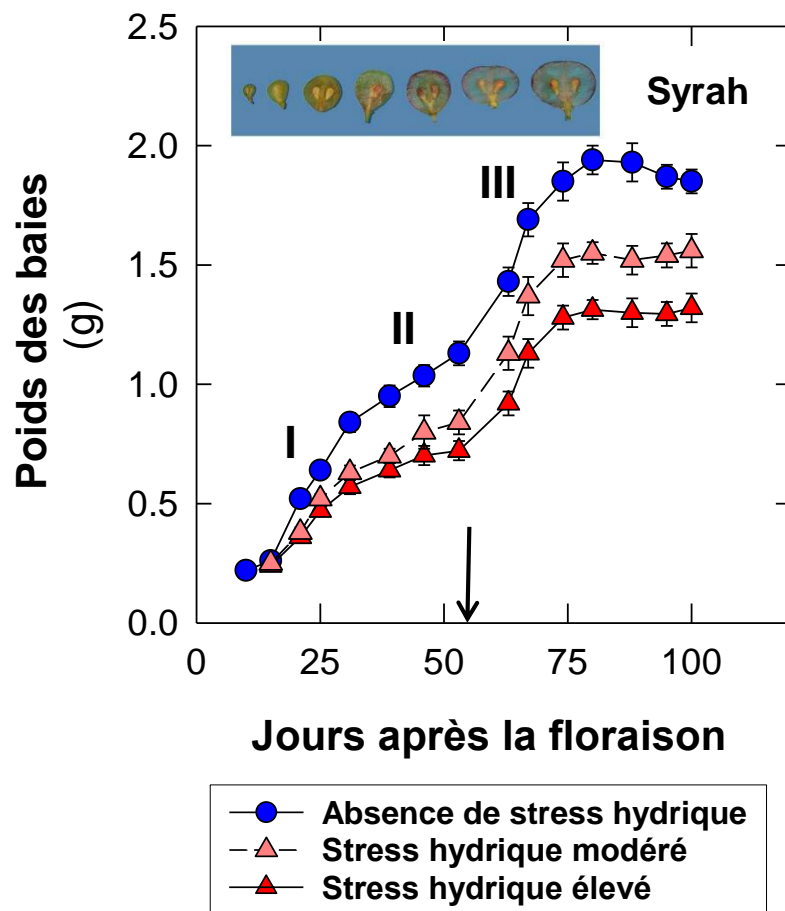
Post-véraison

Les baies sont alimentées:
par **les vaisseaux du xylème** (sève brute: eau et minéraux)
et par **le phloème** (sève élaborée: saccharose, acides aminés)

Photos, Rogiers et al. (2001)



Les phases de la croissance des baies



Phase I: phase de croissance herbacée
(5-6 semaines) multiplication cellulaire

Phase II: phase de ralentissement
10-15 jours, peu avant la véraison

Phase III: reprise de la croissance
(grandissement cellulaire)

Zufferey et Smart (2004)



Phase I: croissance herbacée

Pollinisation provoque le départ de la croissance de l'ovaire
suivie ou non de la fécondation (apyrénie, parthénocarpie)
1 à 4 pépins en général

Période floraison-nouaison:

Abondance du pollen dans l'air,
la température,
Alimentation en eau
stress hydrique (↓ taux de nouaison et de la fertilité pour l'année suivante)

Période nouaison-véraison:

Stress hydrique: ↓ poids des baies (↓ multiplication cellulaire).



Phase II: peu avant la véraison

Ralentissement de la croissance des baies

Inversion de l'équilibre hormonal (accumulation d'ABA)

L'eau parvient par le xylème à la baie (jusqu'à la véraison)

Après la véraison: la voie phloémienne est privilégiée

Phase III: reprise de la croissance par grandissement cellulaire

Enrichissement en sucres= moteur de l'accroissement en volume

Saccharose déchargé dans la vacuole de la baie,

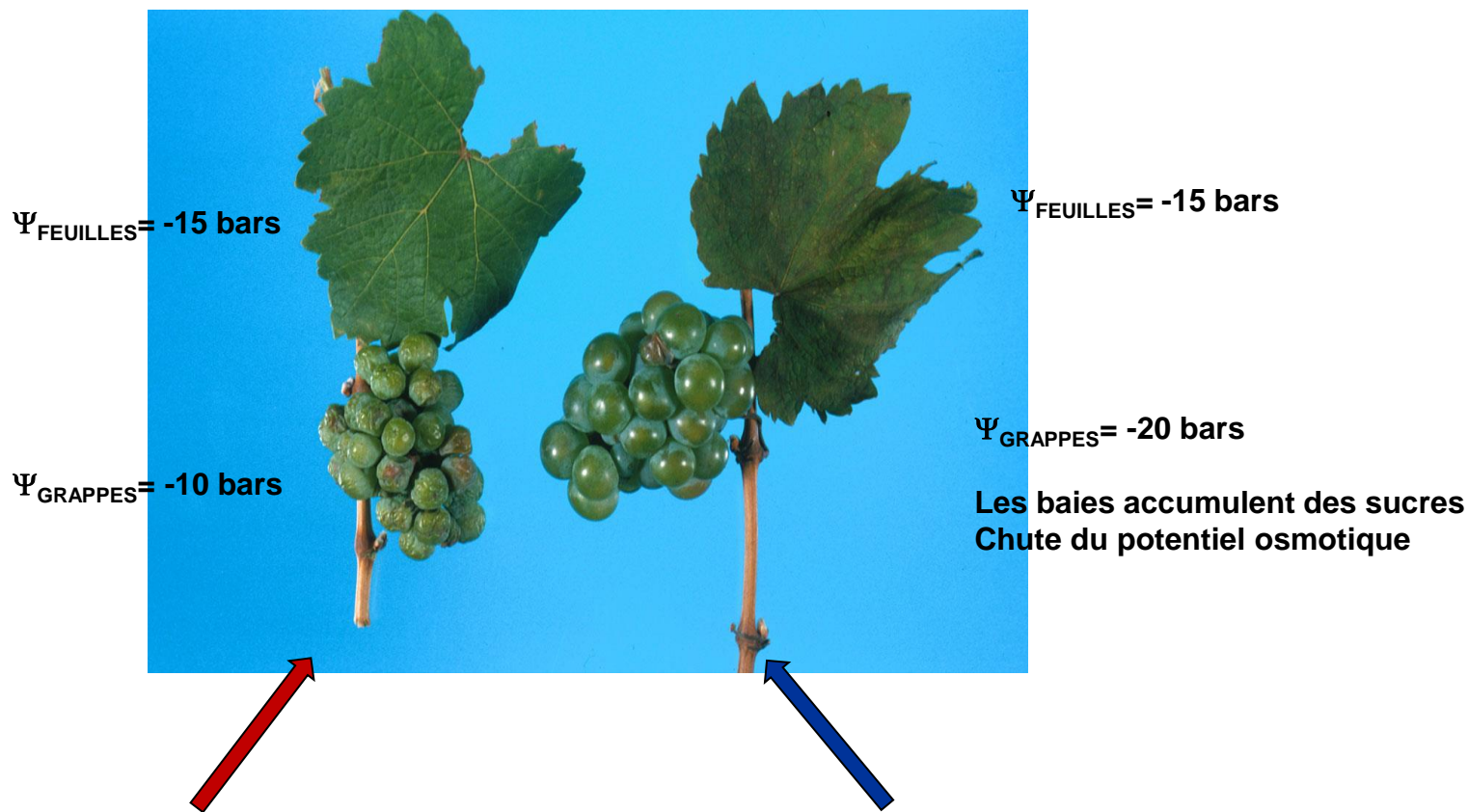
→ diminution du potentiel osmotique → afflux d'eau

Afflux de sucres maximal?, butoir? Élasticité des pellicules...

2 possibilités:

↑ [sucres] et ↓ volume (conditions très sèches et chaudes, Australie, Californie)

↓ [sucres] et ↑ volume (fortes pluies en fin de maturation après période sèche, déséquilibre de l'alimentation en eau des baies)



Avant la véraison

La sève brute transite par le xylème
La croissance des baies sensible au stress hydrique: **bien connectées au xylème**
Les baies peuvent transmettre l'eau aux feuilles

Selon A.Lakso (2011)

Après la véraison

La croissance des baies est moins sensible au stress hydrique: **“les baies sont protégées des variations hydriques de la plante”**
Les baies ne transmettent pas l'eau aux feuilles (l'inverse est possible, pluies en fin de maturation)



En fin de maturation des raisins

Afflux de sucres neutralisé ?

Teneur en sucres maximale ou butoir ? Élasticité des pellicules...

La sur-maturation

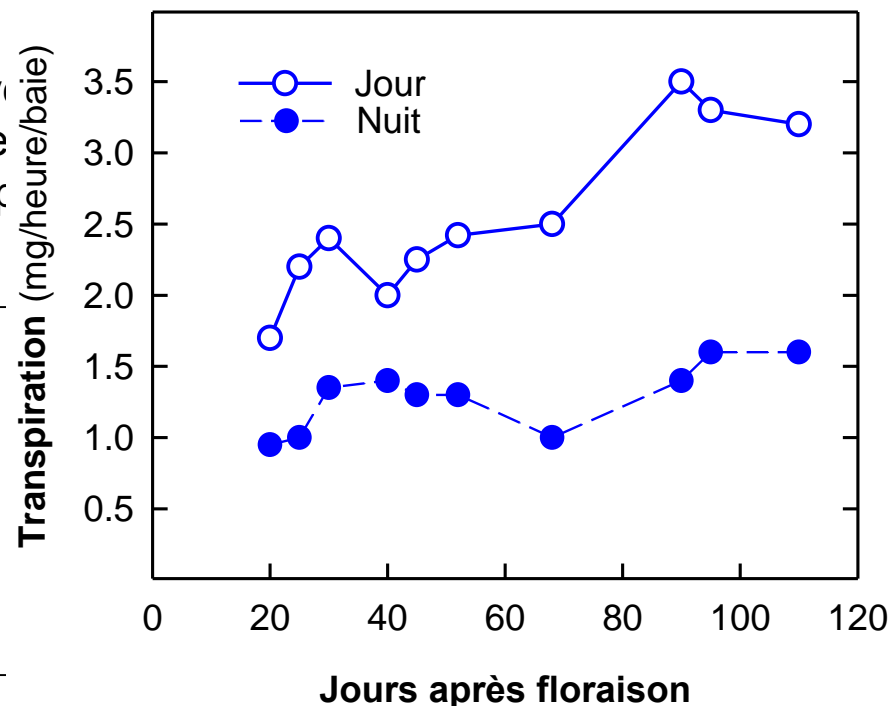
Diminution du volume de la baie, flétrissement et forte concentration en sucres

Facteurs externes et physiologiques

Terroirs à restriction hydrique, air sec, v

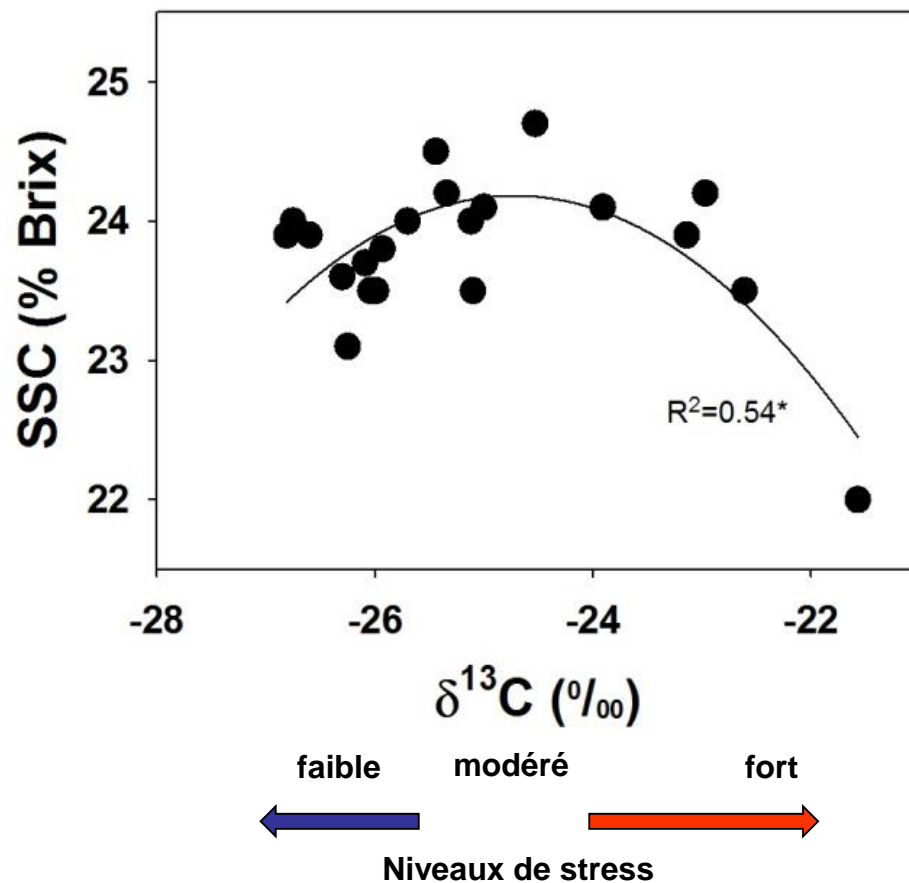
Limitation des flux d'eau par le phloème

Transpiration de la baie > afflux d'eau (p
(reflux d'eau vers la plante)





Alimentation hydrique et teneur en sucres des raisins de Gamaret (terroirs vaudois 2009)





Alimentation hydrique et types de vins recherchés



Vins blancs aromatiques

Contrainte hydrique légère (à modérée) et progressive

vers la fin de la période véraison-maturité

(favoriser la photosynthèse et l'accumulation des sucres et des précurseurs aromatiques)

Vins rouges fruités

Contrainte hydrique modérée et progressive dès la véraison

Vins plus concentrés, structurés, vins rouges de garde

On cherchera à atteindre une contrainte modérée (à forte) et progressive

à partir de la véraison et durant la maturation

(favoriser la réduction de la taille des baies, favoriser la concentration et la synthèse des composés phénoliques, anthocyanes)



Impacts du terroir et des techniques culturales

Terroirs

Systèmes de conduite

- Orientation des rangs, densité de plantation
- Hauteur de la haie foliaire (surface foliaire)

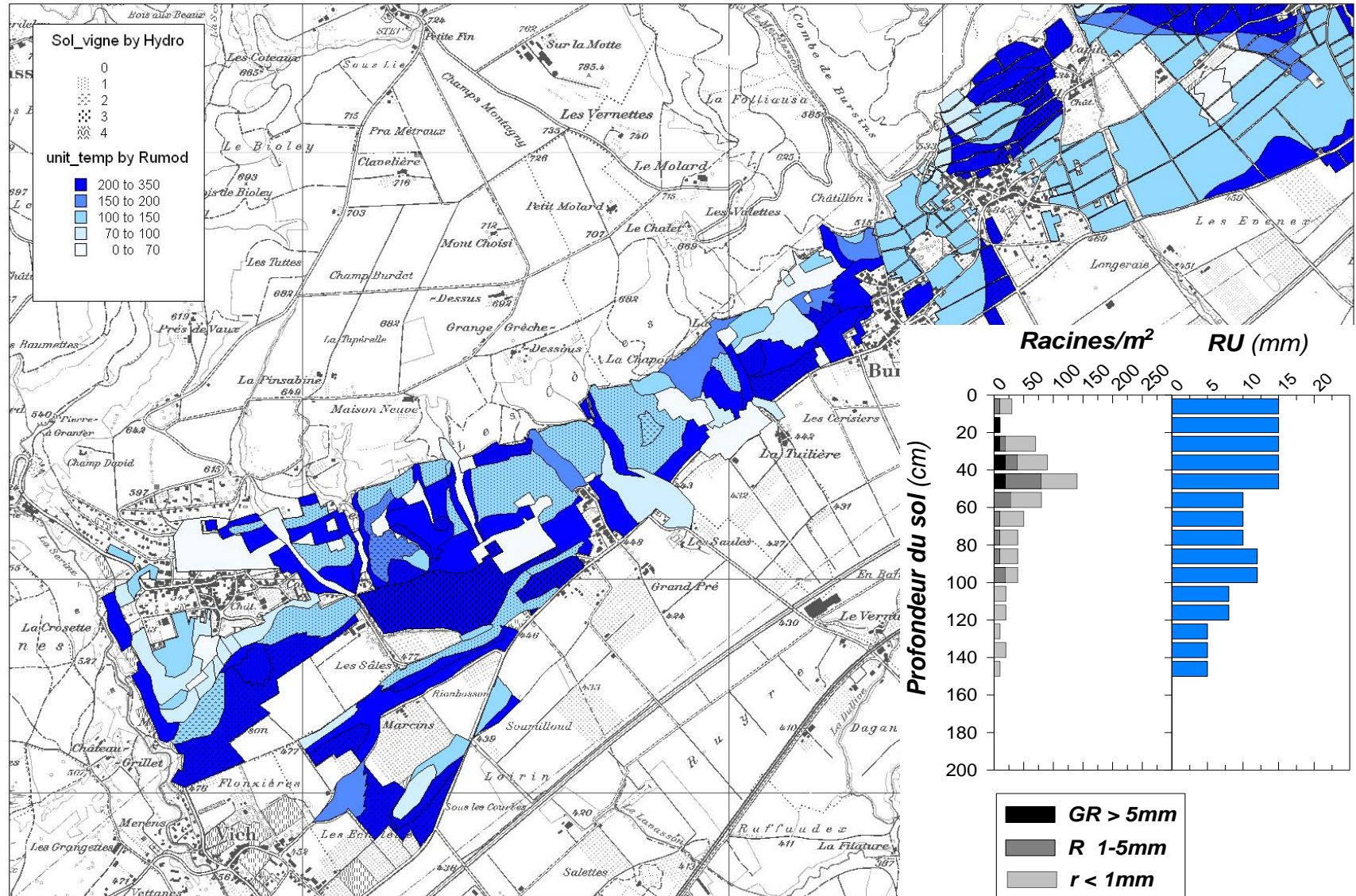
Rendement

Entretien du sol (enherbement...)

Matériel végétal (porte-greffe/cépage)



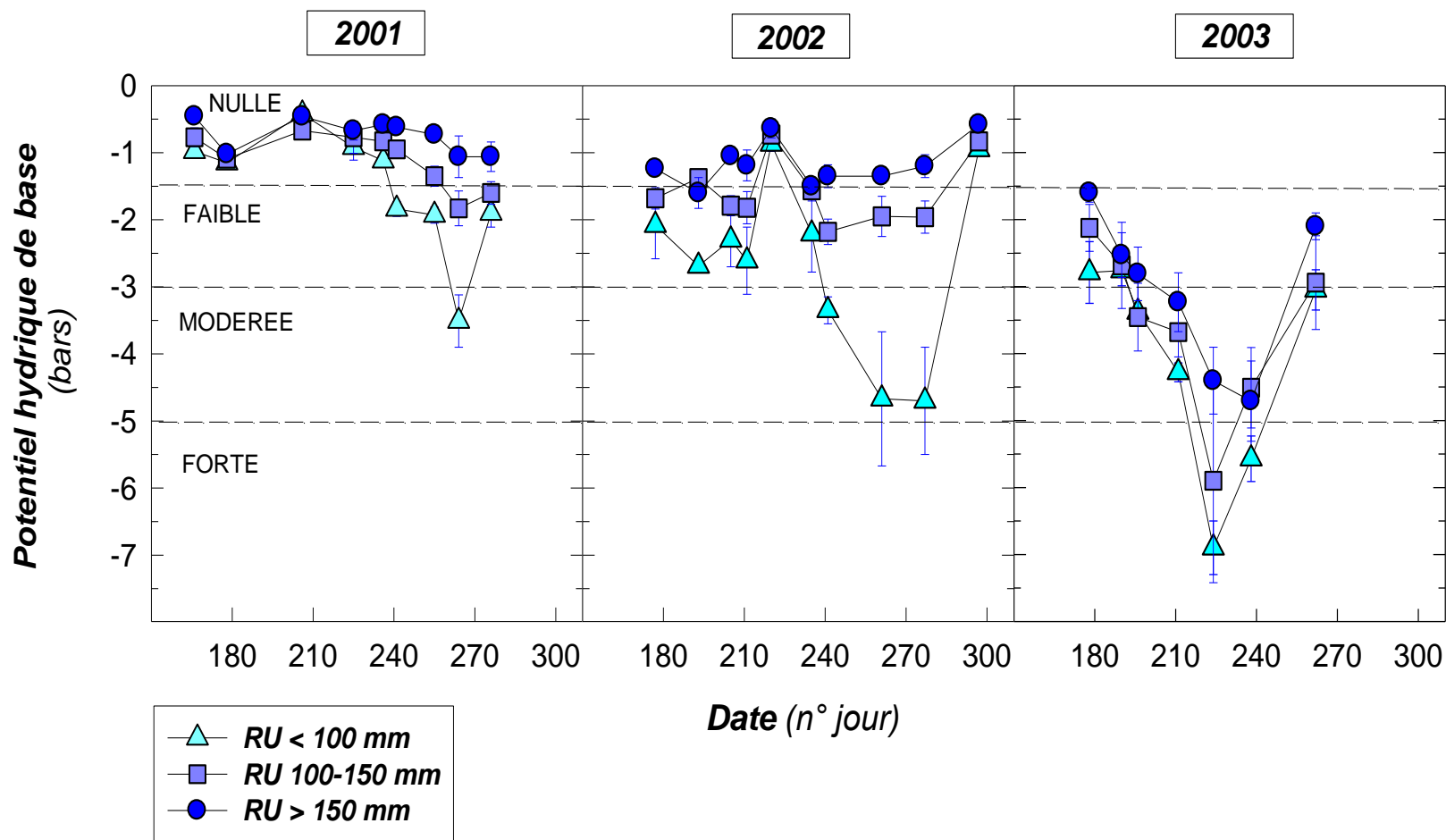
RESERVE UTILE DES SOLS (RU) entre 50 et 300 mm





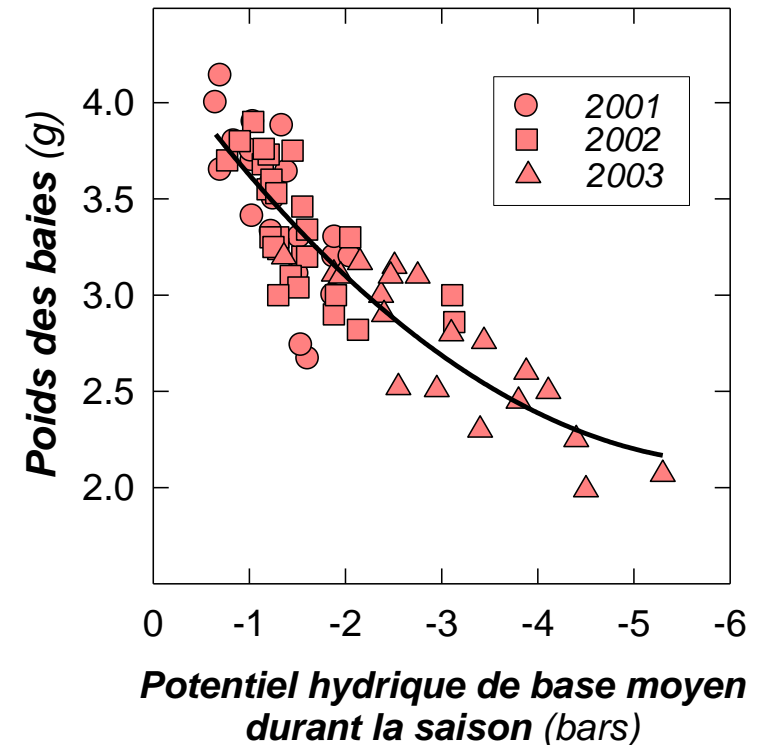
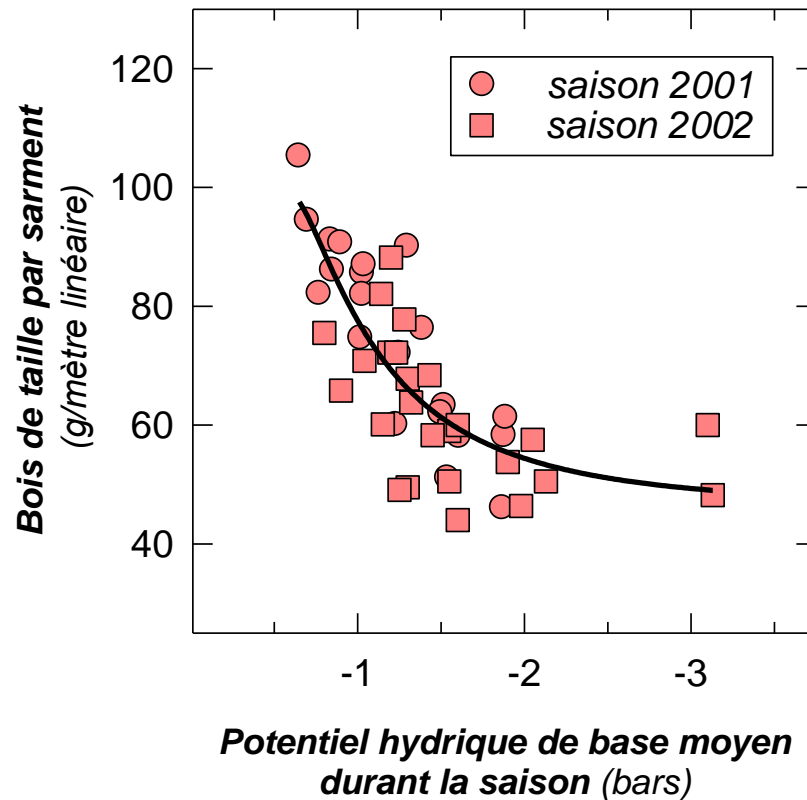
Terroirs vaudois 2001- 2003 (La Côte)

Suivis hydriques de la vigne, Chasselas



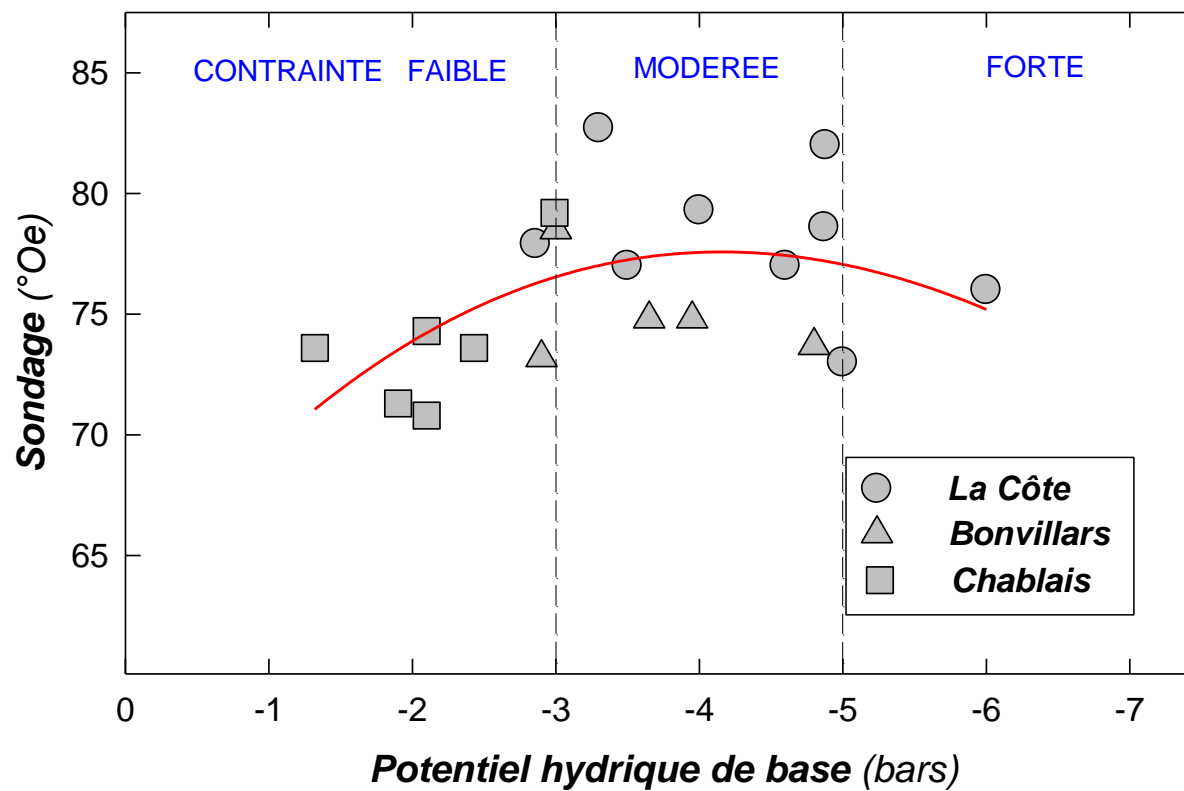


Alimentation en eau de la vigne: effets sur la vigueur et le poids des baies Chasselas





ALIMENTATION EN EAU ET SUCRES DES BAIES *Terroirs vaudois 2003*





Orientation des rangs

L'orientation E-O expose des feuilles à l'éclairement saturant de manière très longue (plan SUD du palissage)



Densité de plantation élevée

→ tendance à augmenter les risques de stress hydrique (surtout sur sol peu profond, réserve hydrique faible)

Hauteur de feuillage (surface foliaire exposée) importante

→ consommation plus rapide de la réserve hydrique du sol par évapotranspiration plus élevée

→ Potentiels hydriques foliaires plus négatifs (= stress hydrique)

Essai de hauteur de feuillage, Leytron, interligne 1.2m (mi-août)

Chasselas H = 80 cm: -6.0 bars (potentiel hydrique de nuit)

Chasselas H = 120 cm: -6.8 bars



Rendements importants (essais $>1.5 \text{ kg/m}^2$)
→ augmentent la sensibilité au stress hydrique
(uniquement si le déficit hydrique est élevé)

Essais à Leytron Chasselas et Gamay
1 et 2 grappes/rameau (6-12 grappes/cep)

→ **Rapport feuille-fruit équilibré**
(1 à $1.4 \text{ m}^2 \text{ SFE/kg}$ raisin)
Chasselas



Entretien du sol, Couverture herbeuse Type d'enherbement

L'enherbement valorise les pluies d'automne et d'hiver

(reconstitution des réserves en eau du sol,
lutte contre l'érosion, favorise la structure des sols)

Pendant le cycle végétatif:

- Concurrence pour l'eau et l'azote avec la vigne
- Assèche les horizons de surface et peut limiter la minéralisation de l'azote
- Peut réduire la croissance végétative, redistribution du système racinaire

→ interactions complexes entre l'état hydrique et l'alimentation azotée



Gestion de l'enherbement

Choisir des types d'enherbement peu concurrentiels pour l'eau

Exemple Orge des rats



15 janvier



10 juin



15 juillet

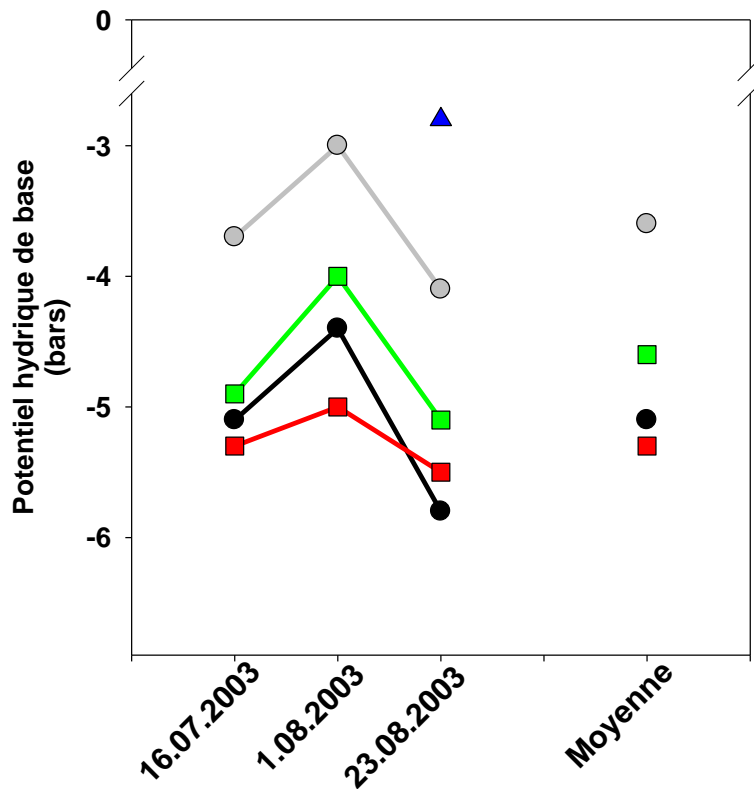


Septembre à Changins!



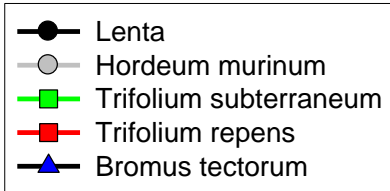
Gestion de l'enherbement

Essai avec des enherbements peu concurrentiels
Alimentation en eau en période de sécheresse (2003)



**Essai sur Chasselas
à Changins, 2003**

Influence sur la concurrence en eau
(Potentiel hydrique de base)





Essais d'enherbement, Chasselas /3309, Leytron (J.-L. Spring)

Non culture

Brome des toits (bromus tectorum), 0N/50 N

Enherbement permanent mélange Schweizer 0N/50N

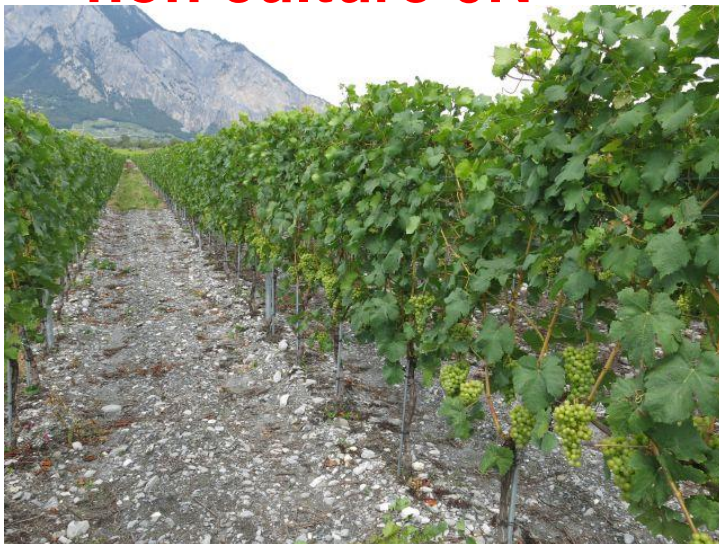
Enherbement permanent mélange OH 0N/50N

Résultats préliminaires:

- **stress hydrique plus marqué avec enherbement permanent Schweizer**
(fétuque rouge 50%, pâturin des prés 20% et autres ray-grass...)
- concurrence pour l'azote, croissance plus faible, faible vigueur
- Bon comportement du brome des toits (peu concurrentiel pour l'eau)



non culture 0N



Brome des toits 0/50N



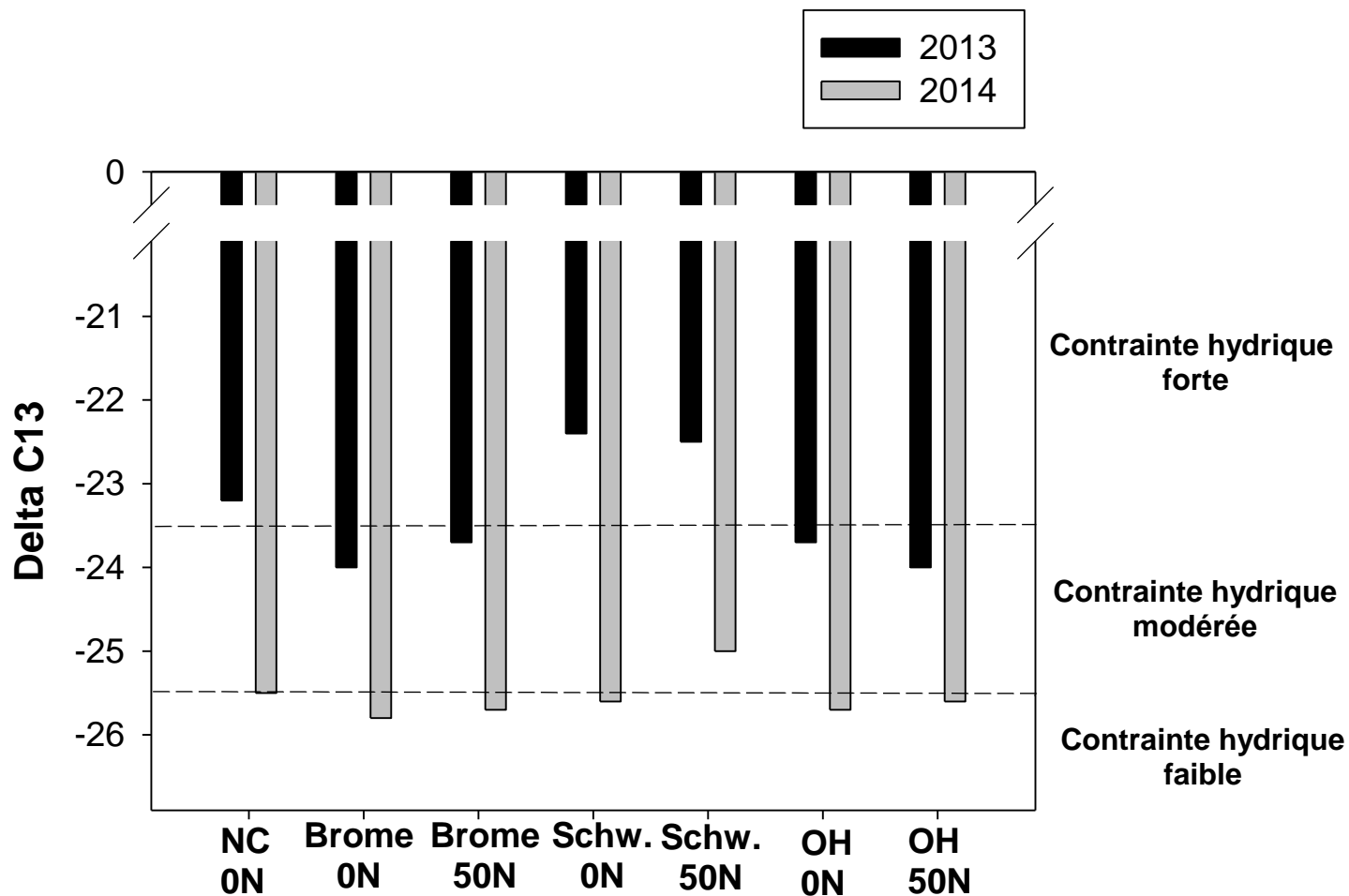
mélange Schweizer 0/50N



mélange OH 0/50N



Espèces peu concurrentielles pour l'enherbement. Contrainte hydrique. Leytron 2013 - 2014





Matériel végétal

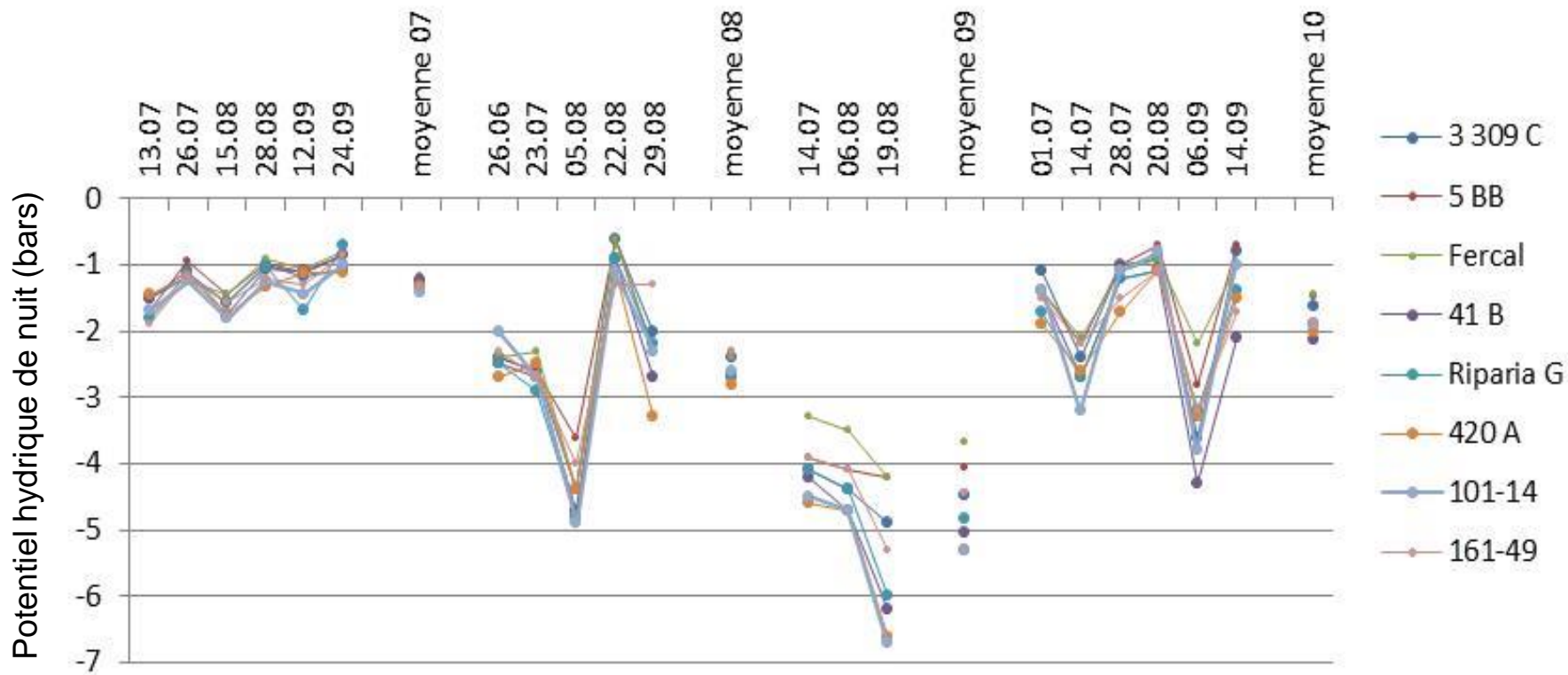
Résistance des porte-greffes à la sécheresse

	SECHERESSE	HYDROMORPHIE
3309C	résistance faible	faible
5BB	résistance moyenne à faible	tolérant
5C	résistance moyenne	assez tolérant
Fercal	résistance moyenne à faible	tolérant
161-49	résistance moyenne	faible
41B	résistance moyenne à faible	faible
Riparia	résistance faible	faible
101-14	faible	moyenne
SO4	moyenne à faible	assez tolérant
Gravesac	moyenne	assez tolérant



Suivis de l'alimentation hydrique de différents porte-greffes

Pinot noir, 2007-2010, Leytron

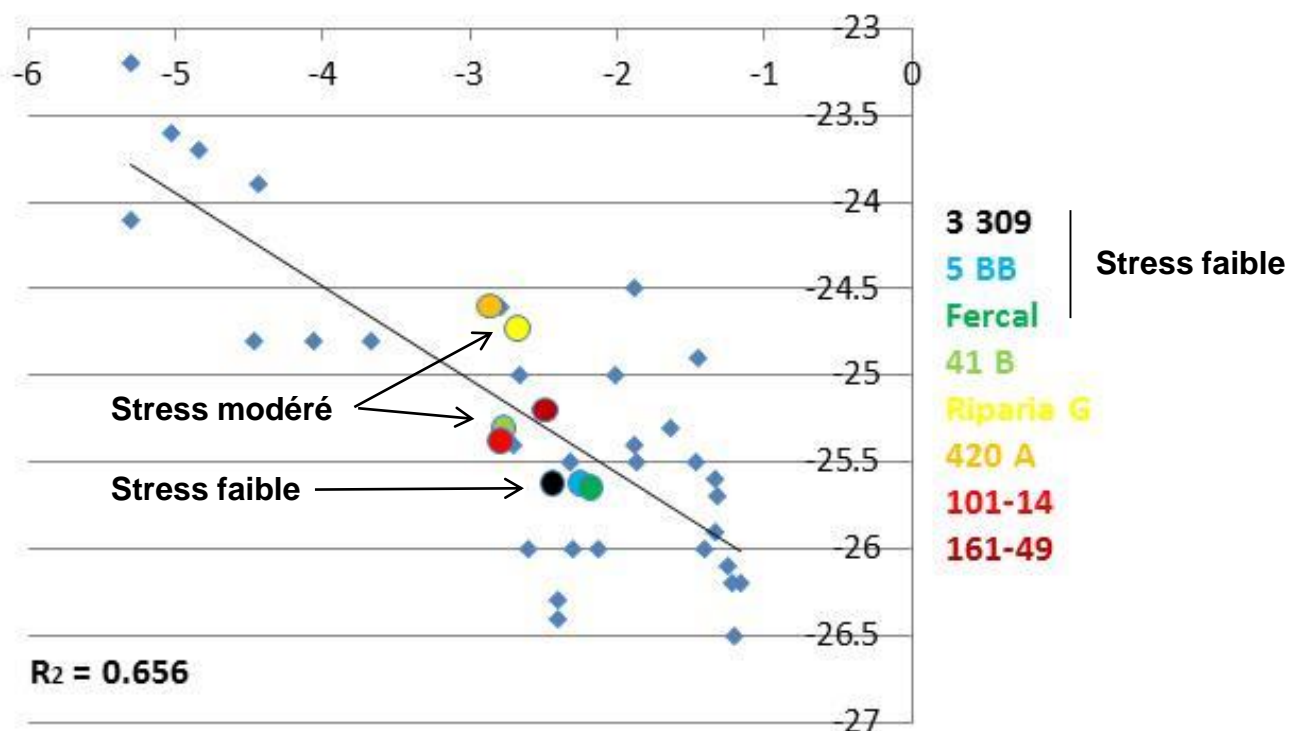




Alimentation en eau

Relation entre les valeurs de potentiels hydriques et le rapport isotopique C13/C12

divers porte-greffes, Pinot noir 2006-2010, Leytron





Sensibilité des cépages à la sécheresse

Les cépages blancs (Chasselas, Arvine, Sylvaner...)

- sensibles à la restriction en eau
- régulation stomatique, diminution de la photosynthèse
- perturbation dans la maturation des raisins (faible accumulation des sucres)
- défoliation marquée
- pertes aromatiques
- perte de typicité des bouquets, astringence, amertume en bouche
- diminution d'accumulation d'azote dans les raisins, et organes de réserves?

Les cépages rouges (Pinot, Gamay, Humagne, Cornalin...)

- moins sensibles de manière générale à la sécheresse
- maintien plus marqué de la photosynthèse
- contrainte modérée favorable à l'accumulation des sucres et des composés phénoliques, notamment des anthocyanes
- vins plus structurés, vins de garde...
- si sécheresse trop forte: tanins durs et astringents



Considérations générales

- Avec des précipitations annuelles supérieures à 700 mm, l'irrigation de la vigne n'est indiquée que dans des cas très particuliers (jeunes vignes sur sols très secs, sols avec très faible réserve en eau <70-100mm, conditions climatiques hors norme)
- Les cépages blancs (Chasselas) sont sensibles à la sécheresse avec des conséquences sur l'alimentation minérale (azote des raisins) et la qualité des vins
- Les cépages rouges semblent supporter un stress relativement marqué (qualité des vins)
- La résistance à la sécheresse dépend également du niveau de rendement
- Sur vignes en production attendre jusqu'à ce que **des symptômes clairs de restriction se manifestent** (arrêt de croissance, position des feuilles et des vrilles...) mais avant le jaunissement des feuilles
- Les quantités apportées ne doivent couvrir au maximum que les besoins de 7 à 10 jours (30-40 mm)



Merci de votre attention

Agroscope

une bonne alimentation, un environnement sain

