



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

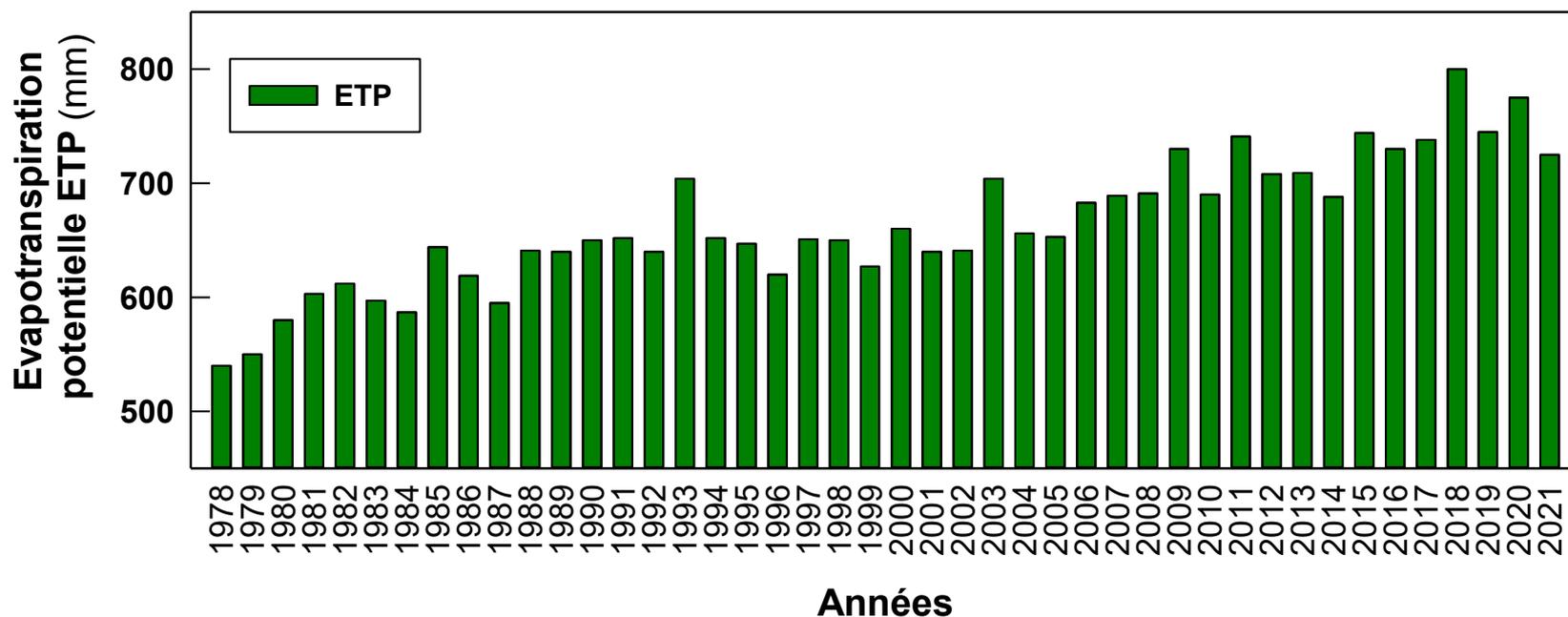
Un facteur clé de la qualité

Vivian Zufferey et Jean-Sébastien Reynard

Réunions VITIVAL, juin 2022



Evolution de l'évapotranspiration potentielle ETP à Sion de 1978 à 2021 (avril-septembre)

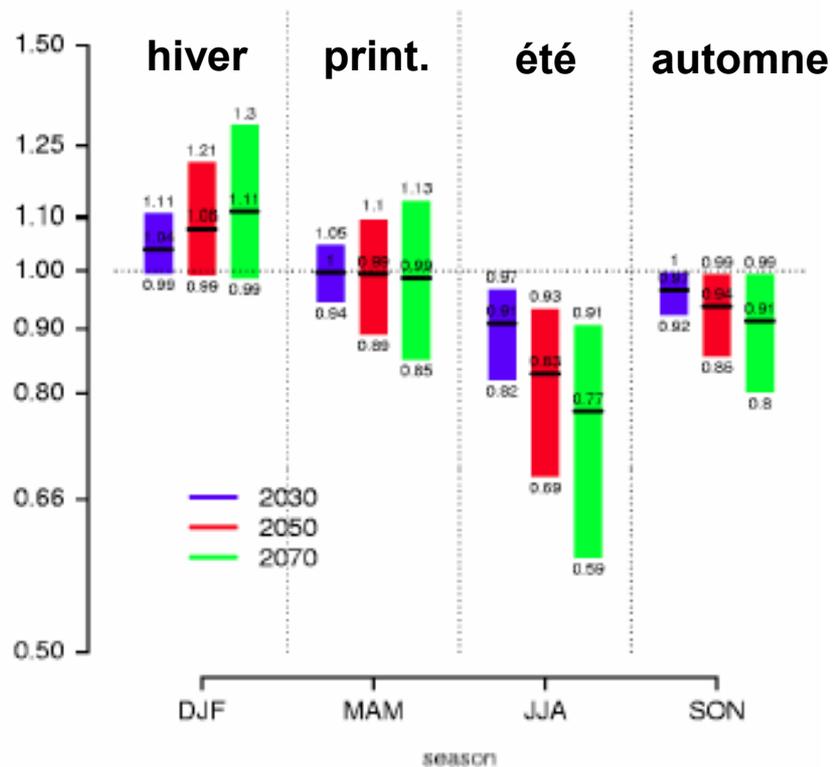


Montpellier: 800 mm
Mendoza: > 1000mm



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

-10% à -20% en été
statu quo printemps-
automne
+10% hiver



selon Frei, FOE Berne (2005)



Observation de la vigne

**Symptômes
de stress hydrique
au vignoble**





Arrêt de croissance des apex (Chasselas)





Indicateurs et mesures du statut hydrique de la plante

Arrêt de la croissance, vigueur des sarments, jaunissement des feuilles...

Potentiel hydrique foliaire (Ψ)

Flux de sève brute

Signatures isotopiques (^{13}C , ^{18}O , ^2H)

Modèles de bilan hydrique (FTSW)

Conductivité hydraulique (HPFM, XYL'EM)

Perturbations des flux hydriques (embolie)

Emissions acoustiques

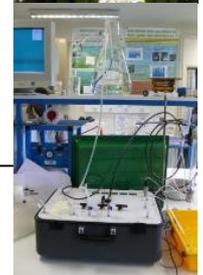
Teneur en eau (RWC)

Température du feuillage (infrarouge)

Dendrométrie

Conductance stomatique (gs)

...



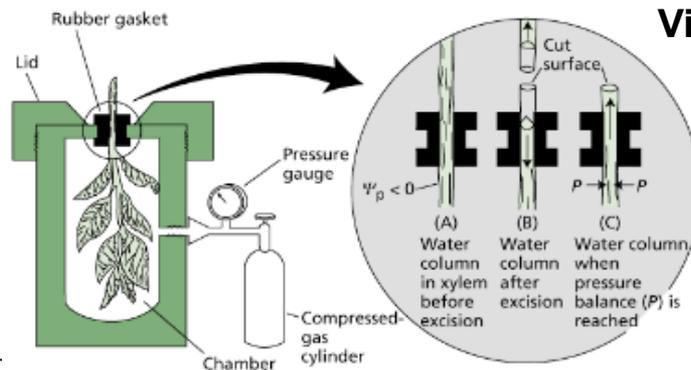


Mesure du potentiel hydrique foliaire (chambre à pression)



Valeurs en bars	Ψ feuilles (de nuit)	Ψ feuilles ombre (après-midi)	Ψ tige (après-midi)
Aucun stress	-0.5 à -1.5	> -7	> -6
Stress faible	-1.5 à -3	-7 à -10	-6 à -9
Stress modéré	-3 à -5	-10 à -12	-9 à -11
Stress fort	-5 à -8	-12 à -15	-11 à -14
Stress sévère	< -8	< -15	< -14

www.agrometeo.ch
Vidéo de démonstration





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
sa durée**

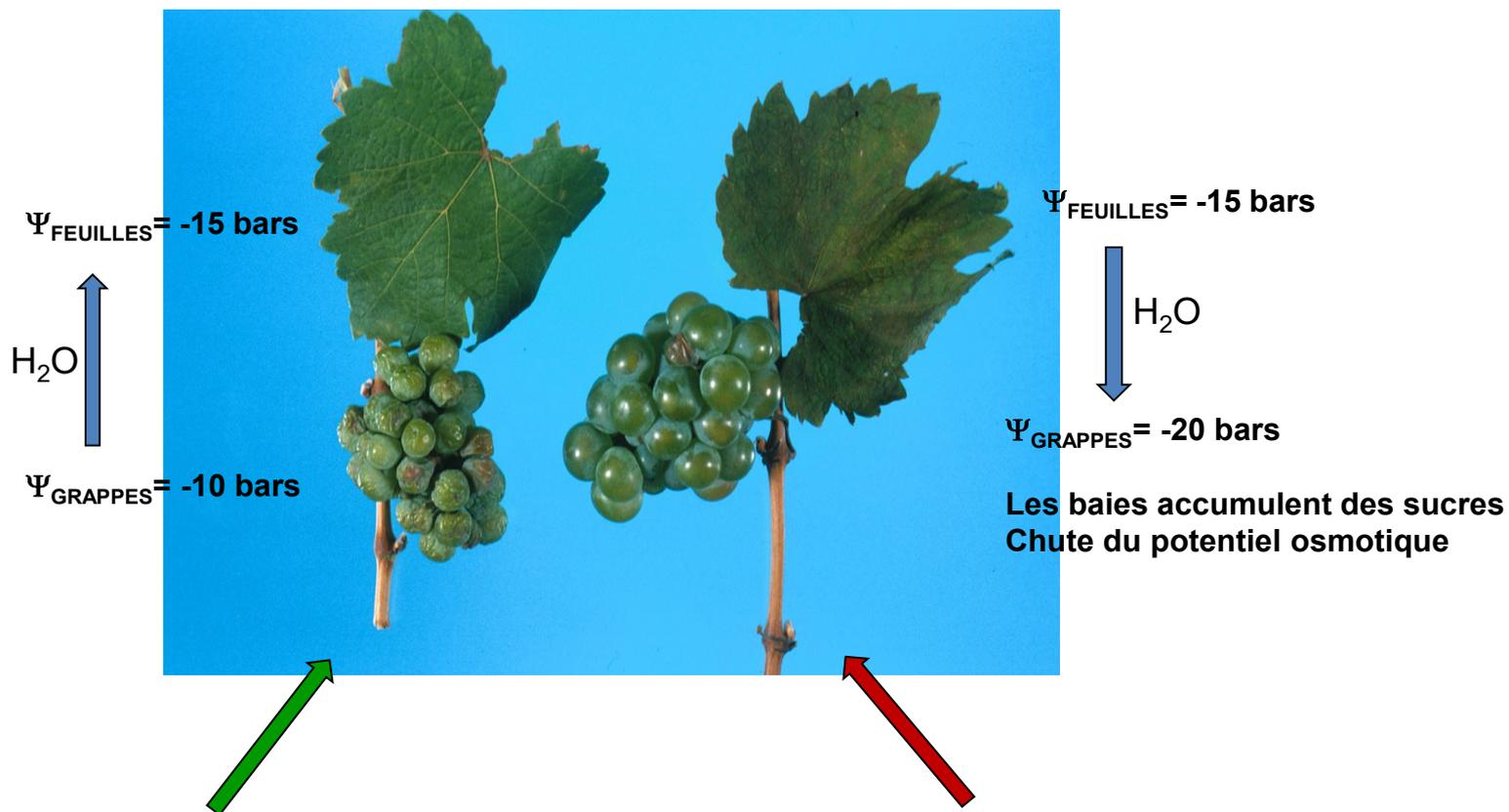


Itinéraire hydrique souhaité

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)



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)

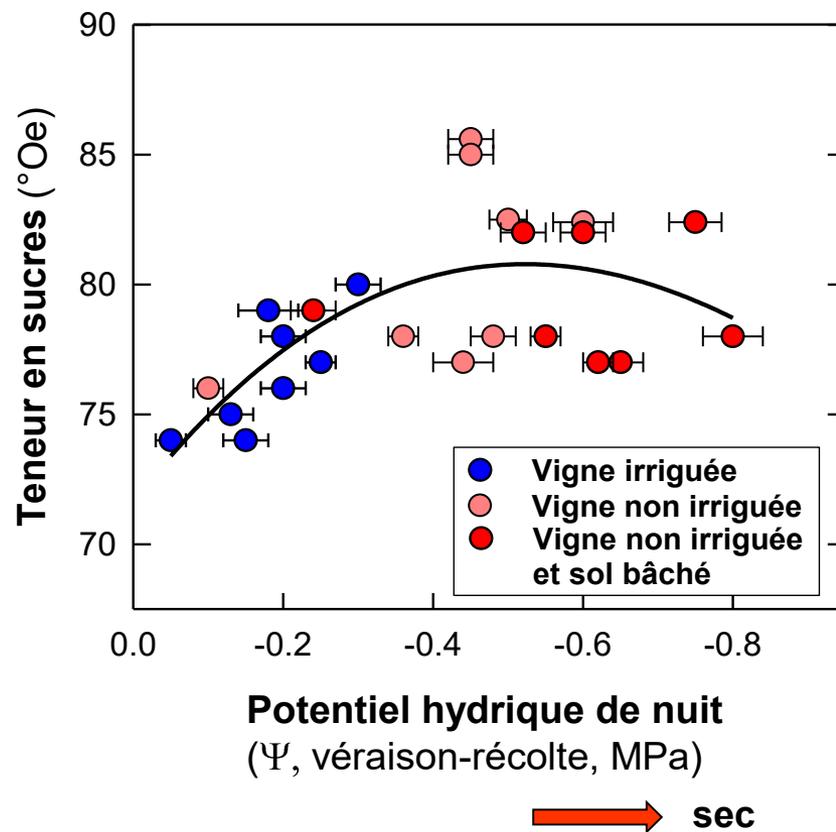
Après la véraison

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)



Alimentation en eau de la vigne et teneur en sucres des moûts

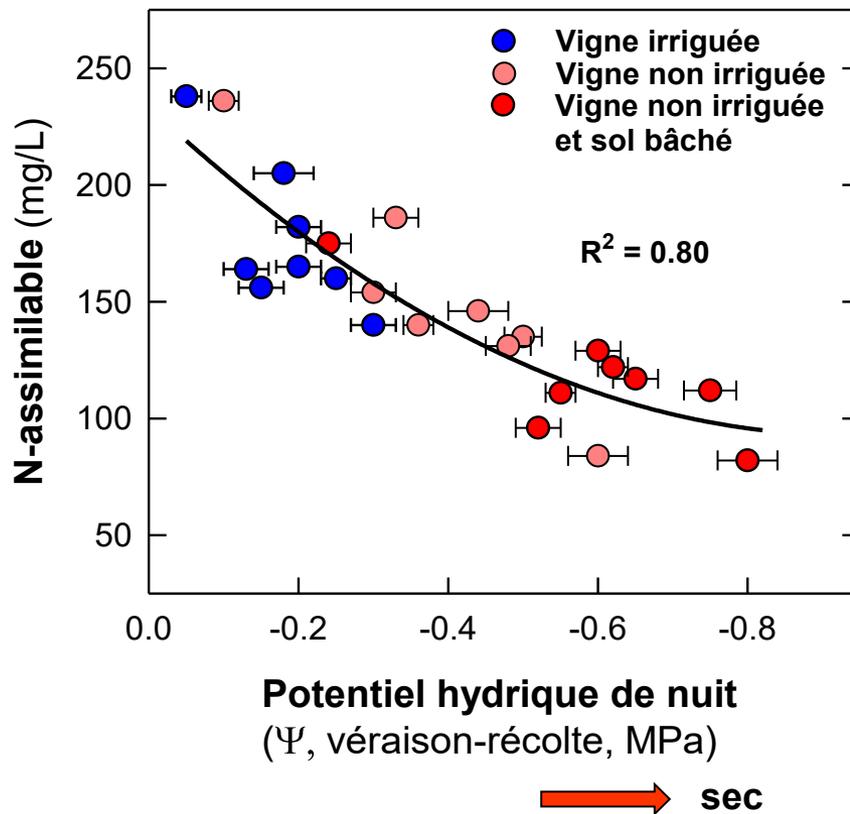
Chasselas, Leytron 2009-2016





Alimentation en eau de la vigne et azote assimilable des moûts

Chasselas, Leytron 2009-2016





Alimentation hydrique de la vigne et les types de vins recherchés



Vins blancs aromatiques

Contrainte hydrique faible (à modérée) et progressive
durant la période de la maturation
(favorise 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

Contrainte modérée (à forte)

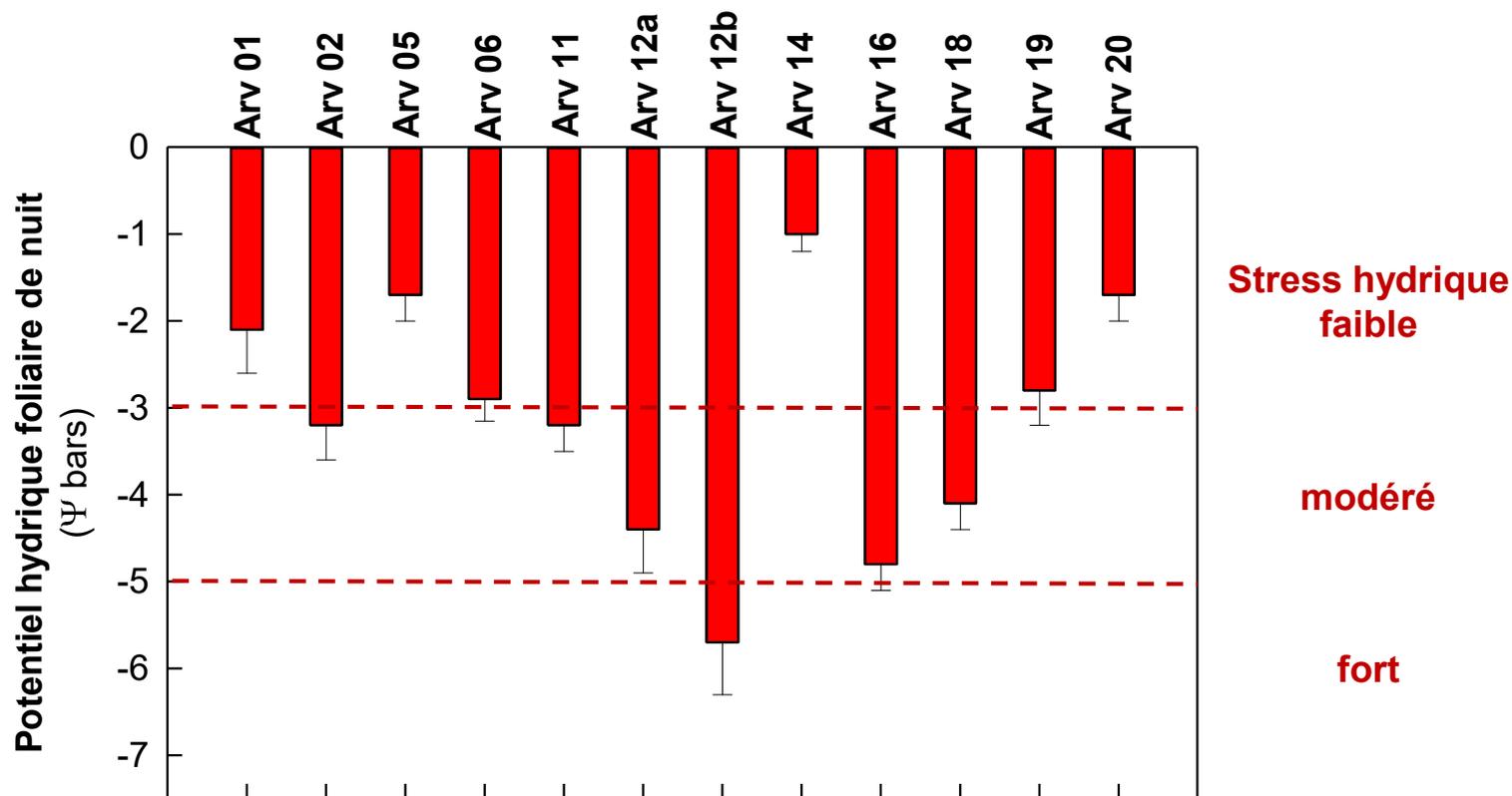
à partir de la véraison et durant la maturation

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



Terroirs et alimentation en eau de la vigne

Potentiel hydrique foliaire: **Arvine**, Fully (01.09.2009)

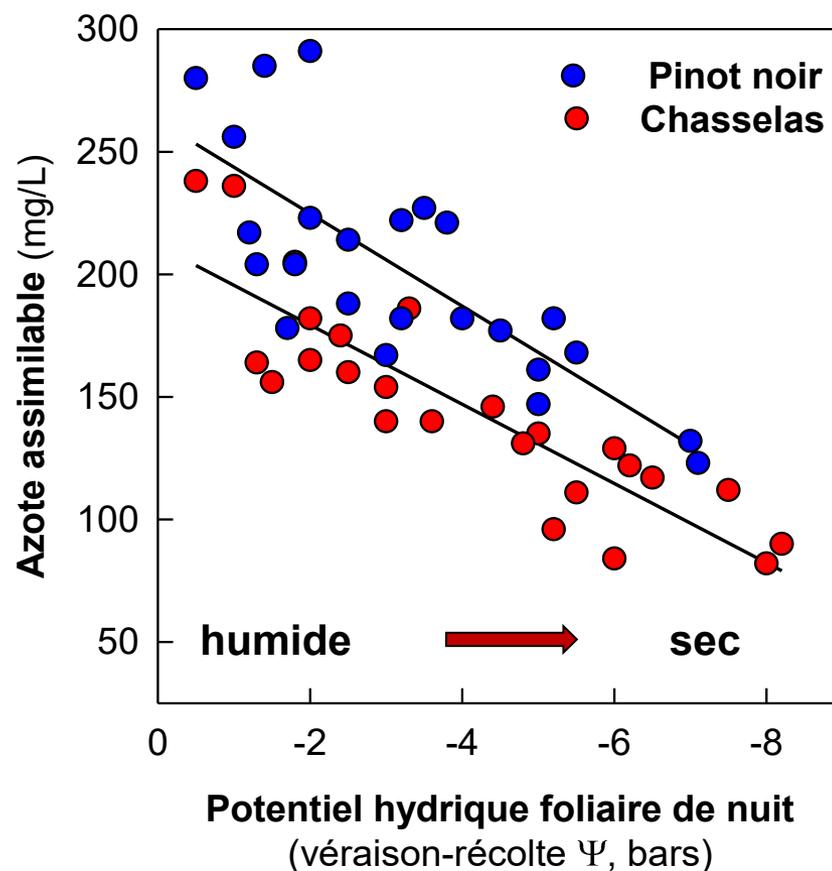
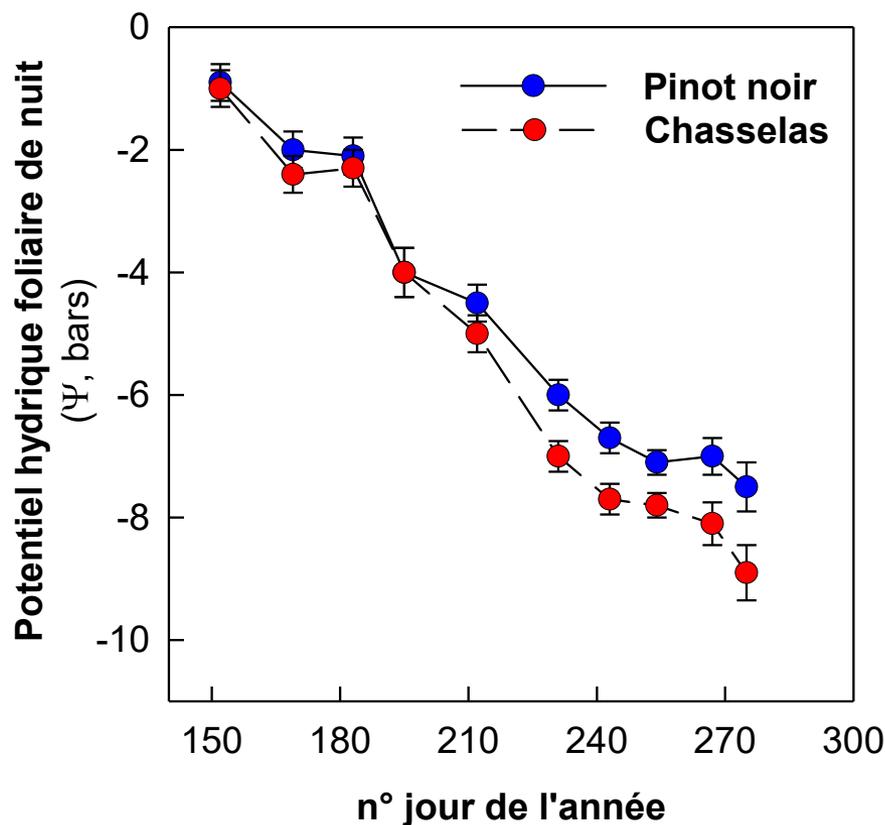




Sensibilité des cépages à la sécheresse

Potentiel hydrique 2009 et azote assimilable (2009-2018)

Leytron, Pinot noir et Chasselas





Sensibilité des cépages au stress hydrique



Cépages blancs: Chasselas, Arvine, Sylvaner...

- Chute rapide du potentiel hydrique
- Fermeture des stomates, diminution de la photosynthèse
- Jaunissement et chute des feuilles, stratégie d'évitement
- Perte de typicité du bouquet, astringence, amertume en bouche

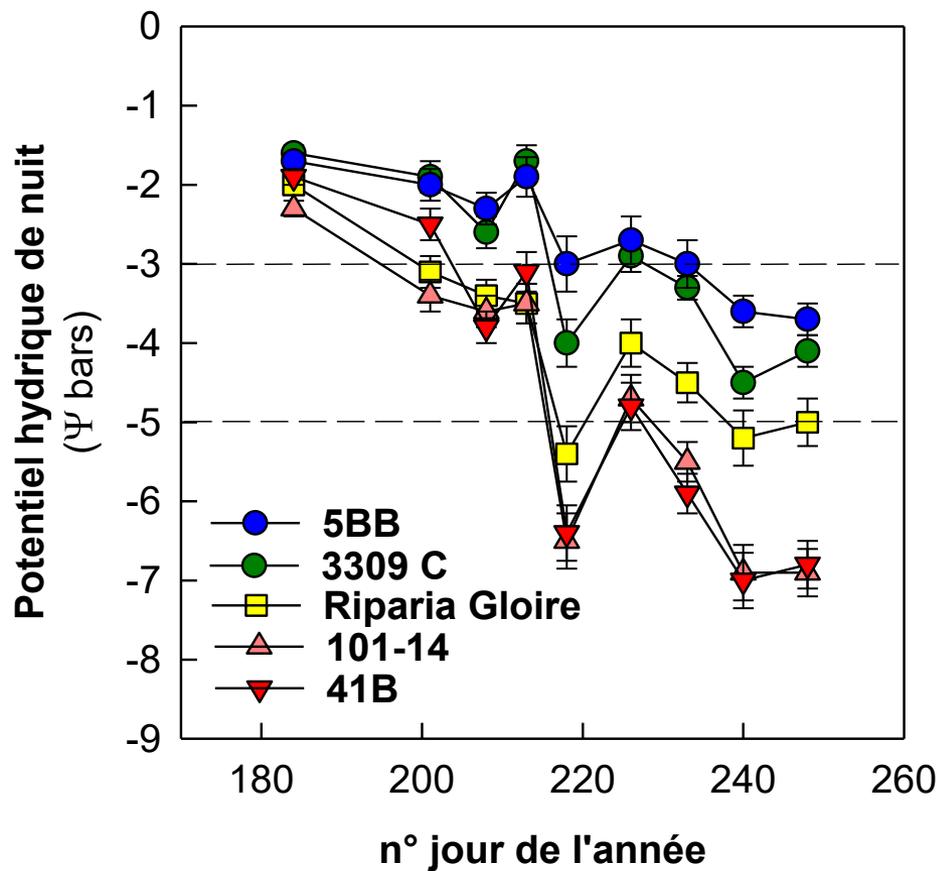
Cépages rouges: Pinot noir, Gamay, Humagne rouge...

- Stratégie de tolérance
- Fermeture progressive des stomates, photosynthèse maintenue
- Contrainte modérée très favorable (composés phénoliques, anthocyanes)
- Si stress très fort: tanins durs et astringents



Sensibilité des porte-greffes à la sécheresse

Pinot noir, Leytron 2017



Porte-greffes (PG) et résistance à la sécheresse

Elevée	5 BB, Fercal
Moyenne	161- 49, 3309C (vigueur conférée)
Faible	Riparia Gloire, 101-14, 41B, 420A



Spring *et al.*, 2012, 2016, 2019

Essais en cours et en développement

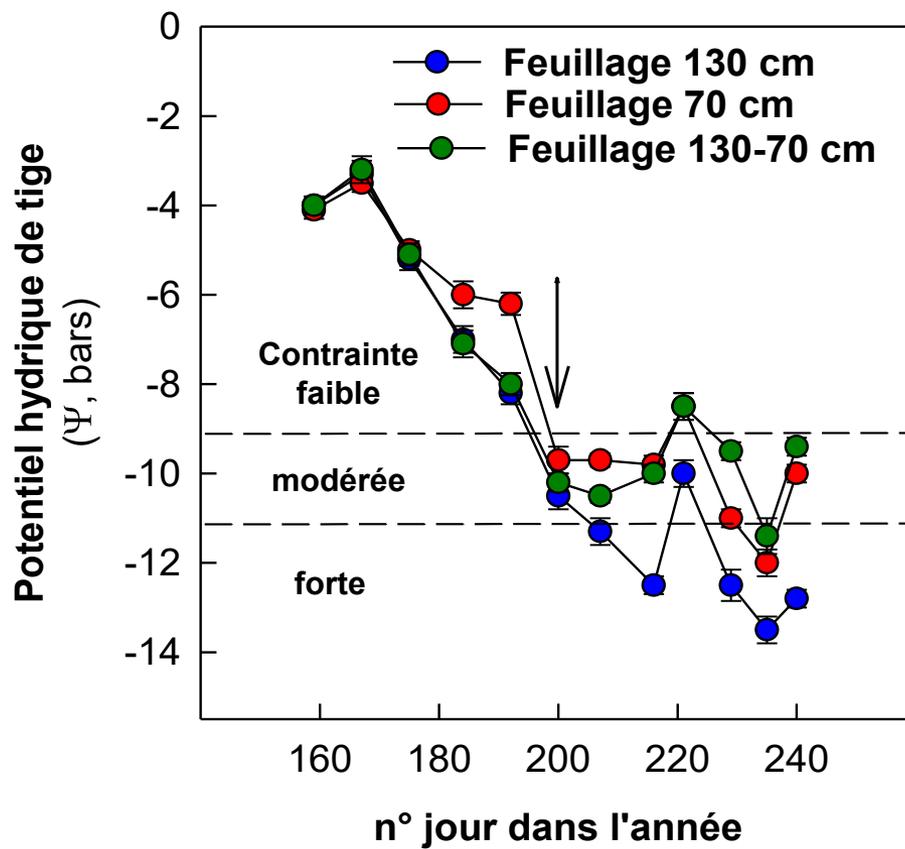
Tests de nouveaux porte-greffes: 1103P, 110 Richter, 140 Ruggieri, M1, M4 ...
Avec différents cépages: Chasselas, Arvine, Cornalin, Gamaret et Merlot
Différents terroirs Agroscope: Changins, Pully, Leytron, Cugnasco

**PROJET: Terroirs vaudois et PG «résistants»
(1103P, 110R, 140 Ruggieri) en comparaison 3309C**



Hauteur de la haie foliaire et statut hydrique

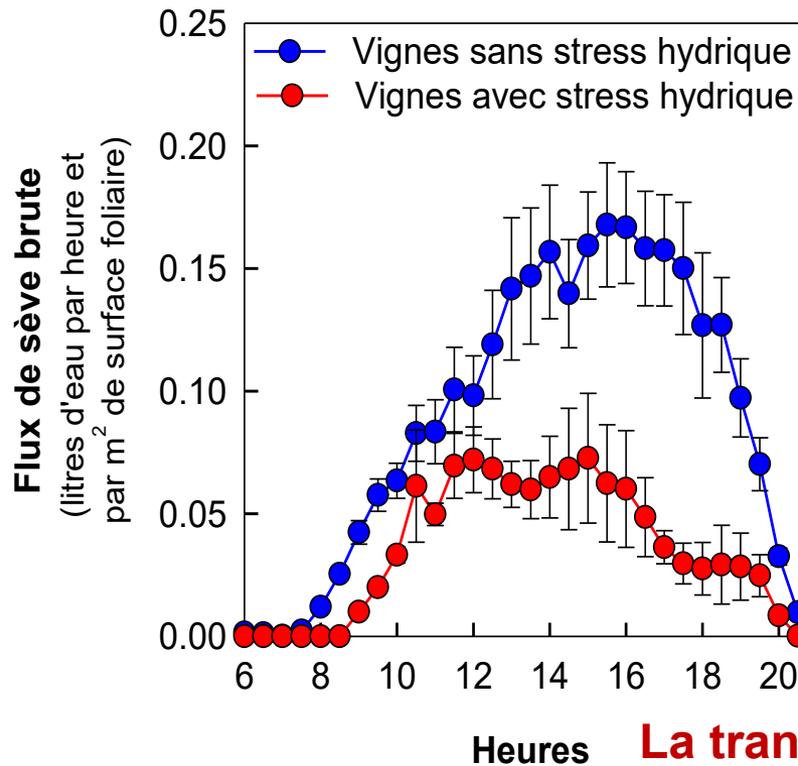
Pinot noir, Leytron 2018





Hauteur de feuillage et surface foliaire exposée élevée

→ consommation plus rapide de la réserve hydrique du sol
par transpiration plus importante des souches



**La transpiration du couvert: 2-3 litres par jour
et par m² de surface foliaire exposée**



A la recherche d'un enherbement peu concurrentiel

- **Essais d'enherbement des vignes menés à Agroscope**
 - Couverts végétaux du commerce (*Lenta, Schweizer...*)
 - Brome des toits, orge des rats, trèfle souterrain...
 - Couverts végétaux à faible croissance
(collaboration Hepia-Agroscope-Changins)
 - Enherbement spontané



Domaine de Leytron

Essai d'enherbement interligne et intercep

Cépages:

Chasselas, Arvine, Sylvaner

Pinot, Gamay, Humagne rouge, Diolinoir

Variantes:

Sol nu irrigué

Sol nu non irrigué

Mélange MCS4* irrigué

Mélange MCS4 non irrigué

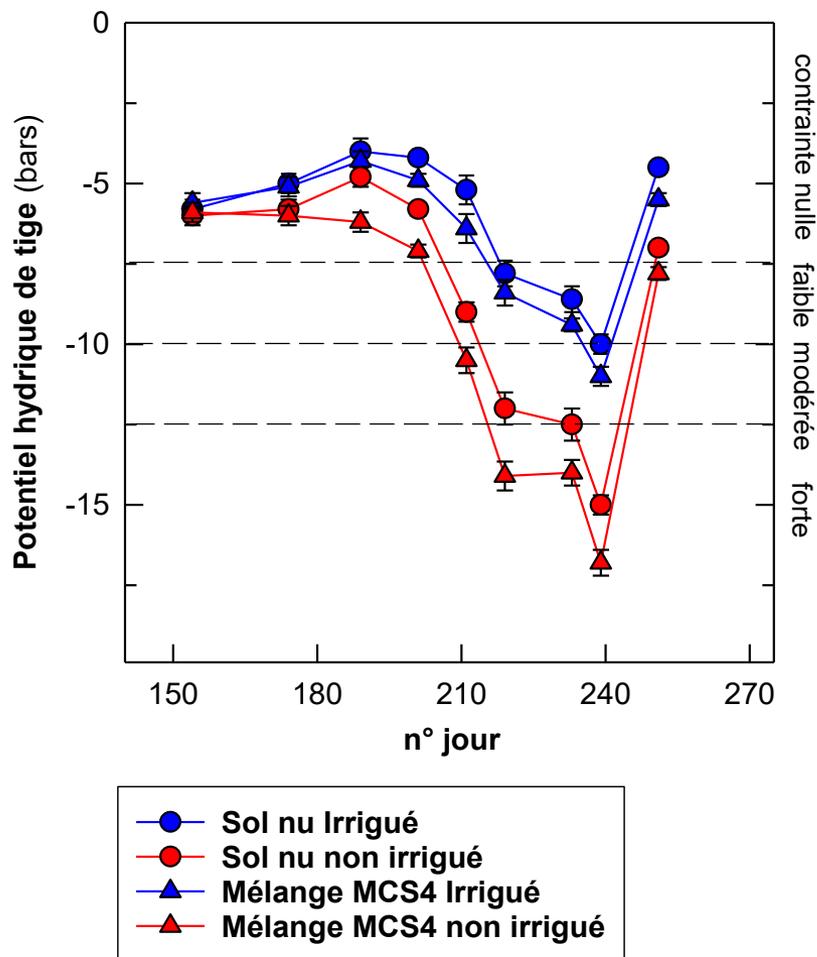
** brome des toits, lotier corniculé, luzerne lupuline, pâturin comprimé, brunelle commune, pimprenelle*





Entretien du sol et régime hydrique

Leytron, Chasselas 2020





Entretien du sol et irrigation

Résultats viticoles

Leytron, Chasselas 2020

	Rdt (kg/m ²)	Sucres (°Oe)	Acidité totale (g/l)	Azote assimilable (mg/l) 2020	Azote assimilable (mg/l) 2021
Sol nu irrigué	1.1	78	5.0	141	201
Sol nu non irrigué	1.0	81	4.6	122	182
Mélange MCS4 irrigué	1.1	80	4.6	82	78
Mélange MCS4 non irrigué	0.9	82	4.1	65	71

Azote assimilable:

valeur optimale 200 mg/l

carence modérée 140 – 200 mg/l

carence forte < 140 mg/l



Entretien du sol et irrigation

Dégustation

Leytron, Chasselas 2020

	Qualité - finesse	équilibre	amertume	Impression générale
Sol nu irrigué	4.1	4.3	2.3	4.1 a
Sol nu non irrigué	4.1	4.2	2.6	3.9 ab
Mélange MCS4 irrigué	3.8	4.3	2.8	3.7 ab
Mélange MCS4 non irrigué	3.8	4.2	3.0	3.5 b

Notation de 1 à 7 (1= faible, 7 = élevé)



Domaine expérimental de Leytron

Essais d'irrigation (2009-2015)

Chasselas, Arvine, Sylvaner
Pinot noir, Gamay
Humagne rouge, Diolinoir

Différents régimes en eau

- 1 – Vigne irriguée (floraison-véraison):
- 2 – Vigne non irriguée:
- 3 – Vigne non irriguée et sol bâché:

aucune contrainte
contrainte modérée
contrainte modérée à forte

Goutte à goutte, 1x par semaine (9L/m²)





Résultats des essais d'irrigation

- A rendements équivalents, **l'irrigation** a retardé l'arrêt de croissance, diminué les taux de sucre (sauf en 2009) et a augmenté l'azote des moûts et la teneur en acide malique
- La **teneur en polyphénols** des vins a été plus élevée sans irrigation lors d'une contrainte hydrique modérée, et même forte
- Les **vins rouges** issus des variantes non irriguées (stress modéré et/ou fort) ont été préférés (volume, structure, qualité des tanins)
- En années sèches (2009, 2011) les **vins blancs** issus de vignes ayant souffert du sec ont présenté une typicité plus faible du bouquet ainsi qu'une amertume de fin de bouche (Arvine, Chasselas)



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)



Nécessité de disposer:

Indicateurs pertinents de la concurrence en eau et éléments minéraux (azote)

Observations visuelles (vigueur, arrêt croissance, symptômes...)

Mesure du **potentiel hydrique foliaire** (chambre à pression)

Azote assimilable des raisins, azote des feuilles (N-tester, diag. foliaire)



Valeurs en bars	Ψ_{feuilles} (de nuit)	$\Psi_{\text{feuilles ombre}}$ (après-midi)	Ψ_{tige} (après-midi)
Aucun stress	-0.5 à -1.5	> -7	> -6
Stress faible	-1.5 à -3	-7 à -10	-6 à -9
Stress modéré	-3 à -5	-10 à -12	-9 à -11
Stress fort	-5 à -8	-12 à -15	-11 à -14
Stress sévère	< -8	< -15	< -14