

Vigne et changement climatique; maîtriser les besoins en eau



Thierry Simonneau, Directeur de Recherche



LEPSE

PLANT ADAPTATION
TO CLIMATE CHANGE

Laboratoire d'Ecophysiologie des plantes
sous Stress Environnementaux, Montpellier



Simonneau T., van Leeuwen C., Coulouma G., Saurin N., Lajeunesse I.



**VIGNE, VIN
ET CHANGEMENT
CLIMATIQUE**



Ressource en eau dans les zones viticoles : une évolution plus que préoccupante



© Y. Kerveno

Rivesaltes, déficit de pluie majeur au niveau d'Amman (Jordanie) depuis 3 ans.



© Nadine Raymond

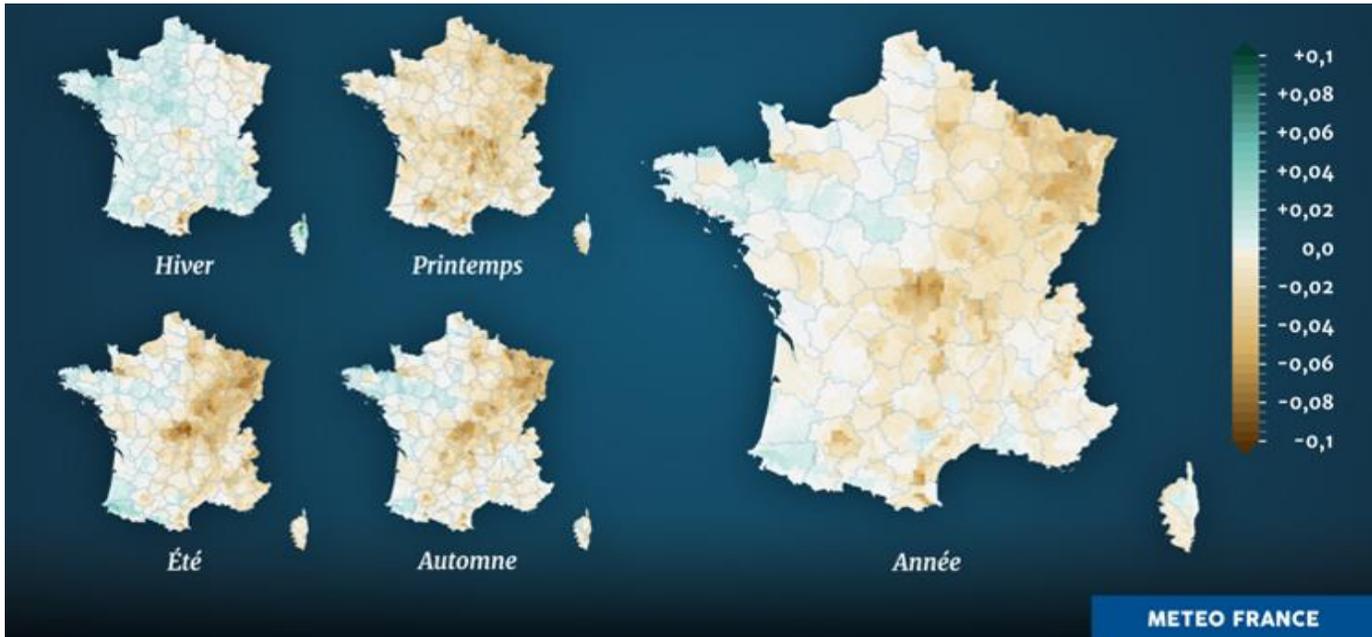
Plaimont, Gers

Évolution de l'humidité des sols

En 10 ans

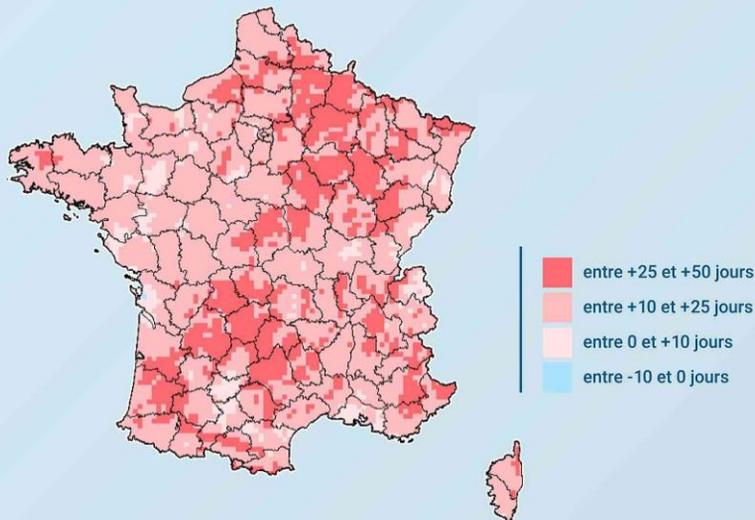


Des baisses notables dans plusieurs régions viticoles, surtout sur le cycle cultural, pas l'hiver.





Quel futur pour l'eau en 2050 ?



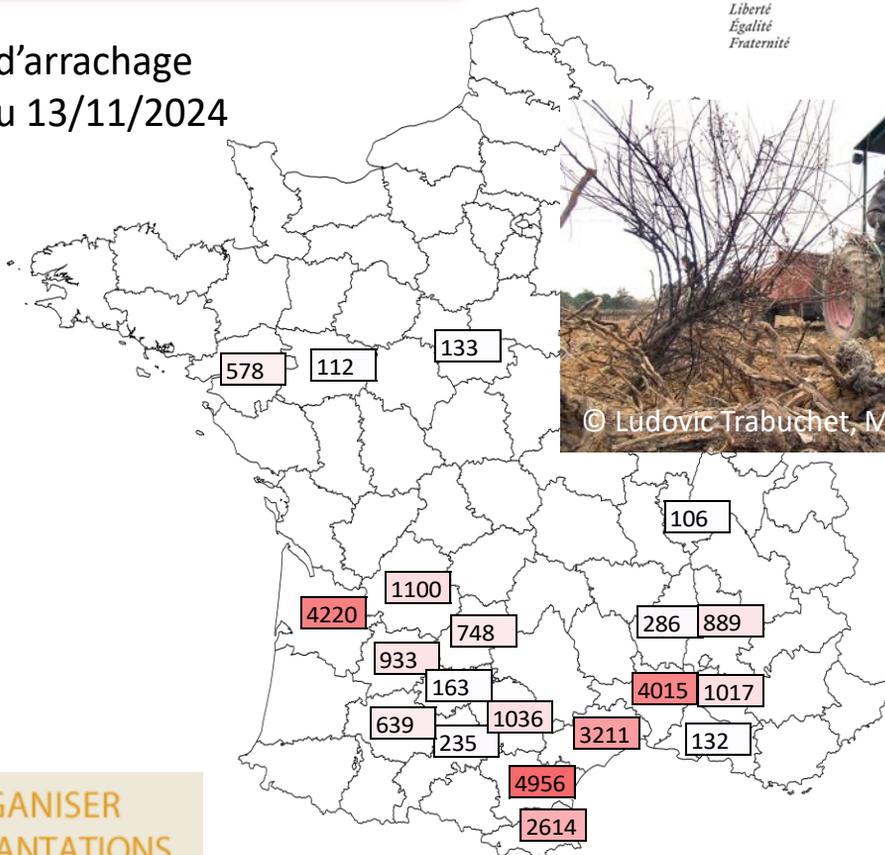
► Une **forte augmentation** du nombre de **jours de sol sec**
entre +10 et +25 jours dans toutes les régions

Données pour un scénario modéré d'émission de gaz à effet de serre

METEO FRANCE

Aide nationale à la réduction définitive du potentiel viticole

Demandes d'arrachage
déposées au 13/11/2024



**RÉORGANISER
LES PLANTATIONS
DANS L'ESPACE**

S'adapter pour conserver les régions actuelles



CHANGER LE
MATÉRIEL VÉGÉTAL



MODIFIER LES
PRATIQUES VITICOLES

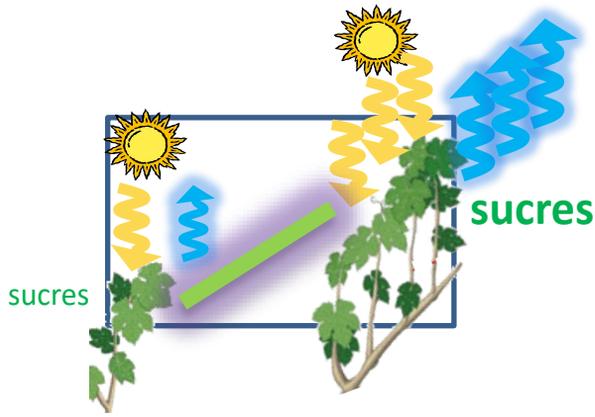
POUR LIMITER LES BESOINS EN EAU



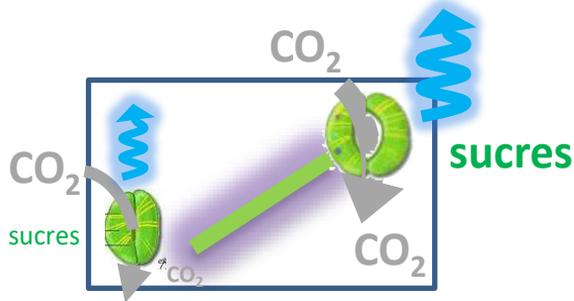


Changer le matériel végétal

Production (photosynthèse) et flux d'eau sont liés à 2 niveaux

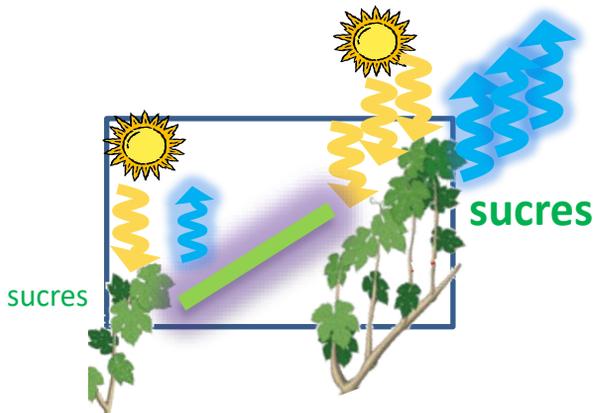


- Surface foliaire importante pour l'interception du rayonnement



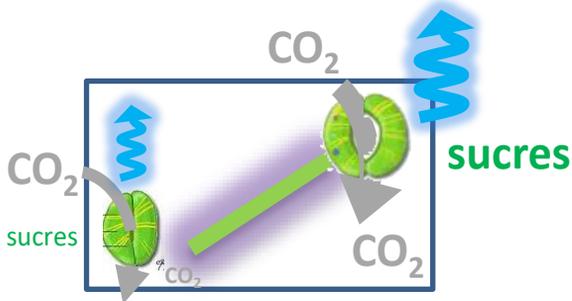
- Stomates ouverts pour l'entrée du CO₂ atmosphérique

Production (photosynthèse) et flux d'eau sont liés à 2 niveaux



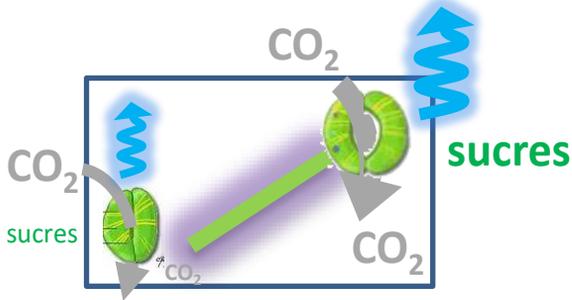
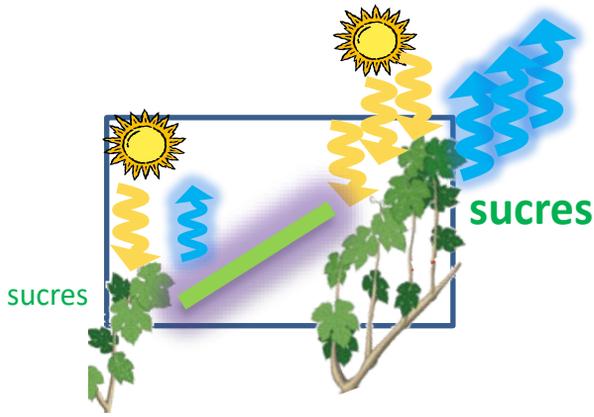
Efficiéce d'Utilisation de l'Eau (EUE)

$$\frac{\text{g CO}_2 \text{ capturé}}{\text{g H}_2\text{O utilisée}}$$



Réduire la consommation d'eau
=> réduire la production

Production (photosynthèse) et flux d'eau sont liés à 2 niveaux



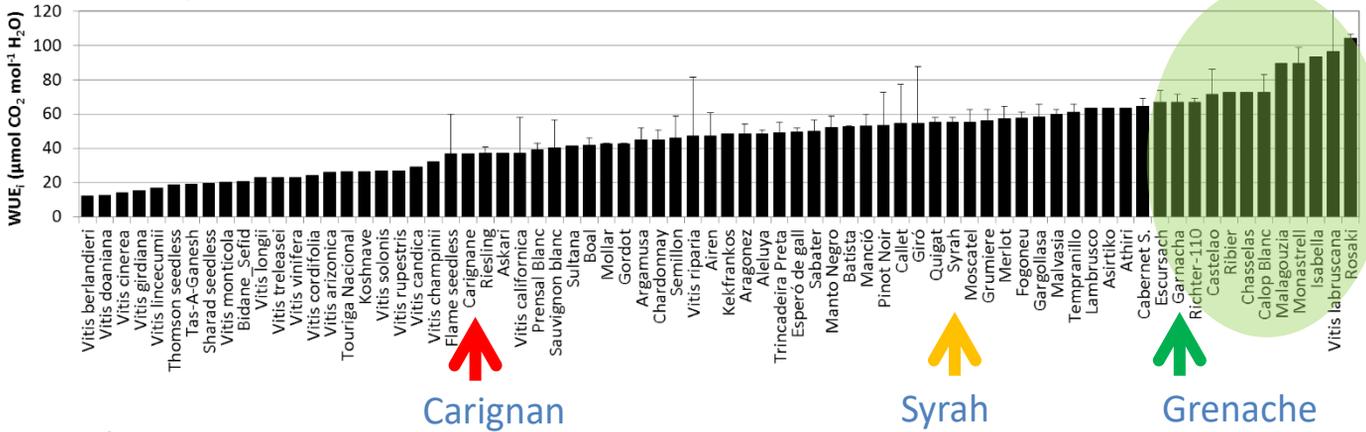
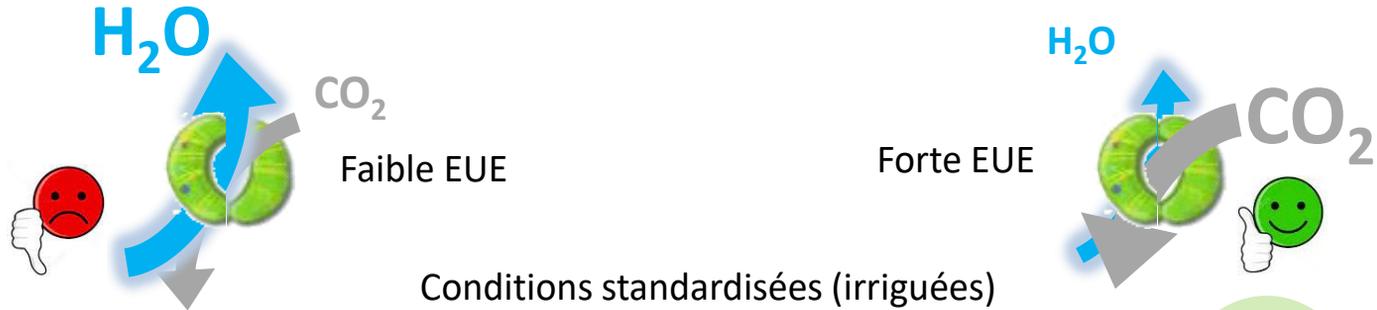
Efficiéce d'Utilisation de l'Eau (EUE)

$\frac{\text{g CO}_2 \text{ capturé}}{\text{g H}_2\text{O} \text{ utilisée}}$



Une mesure « facile » à réaliser dans des conditions standard

Choisir les meilleures variétés selon EUE (échelle foliaire)

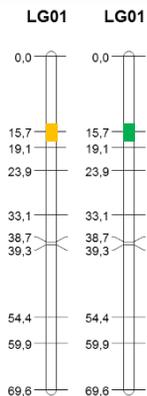


Bota et al. 2012

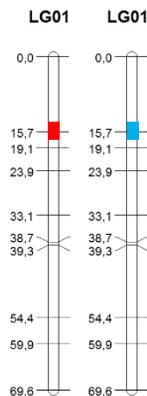
Mais le classement change avec les conditions !



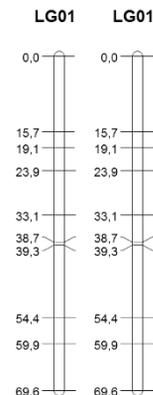
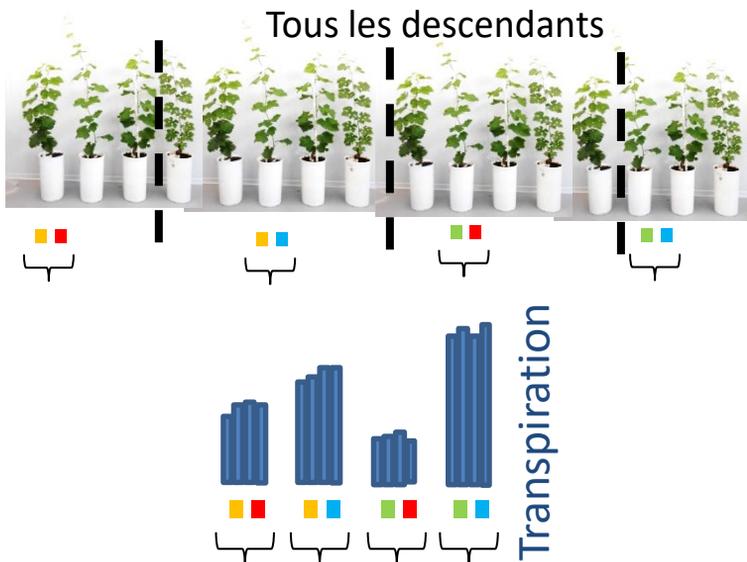
L'apport de la génétique



Grenache



Syrah



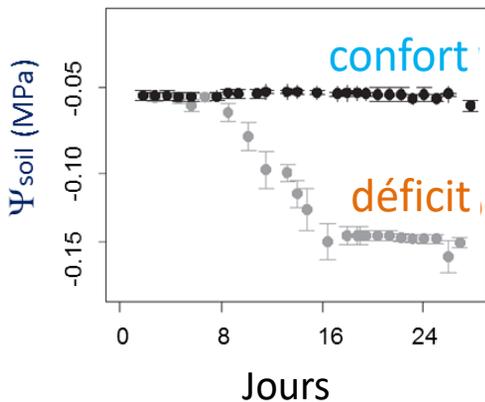


L'apport de la génétique

et l'appui du phénotypage



État hydrique du sol



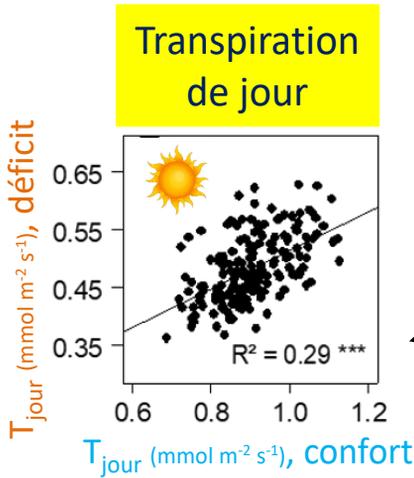
Transpiration de jour

T_{jour}

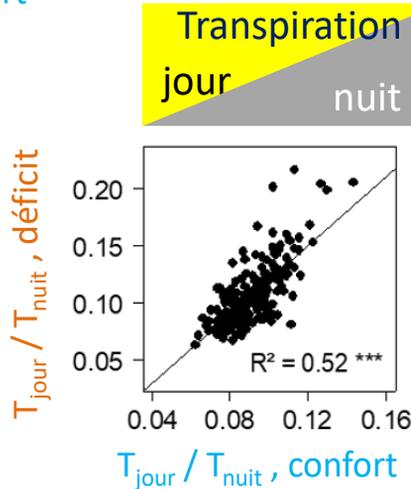
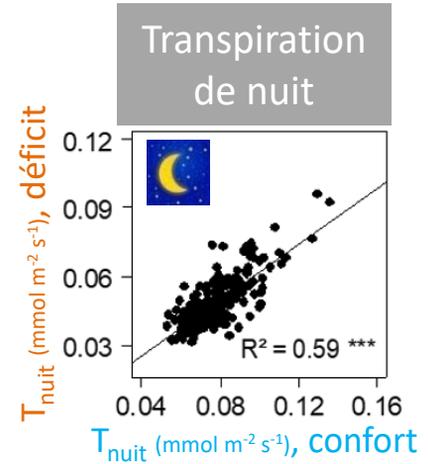
Transpiration de nuit

T_{nuit}

Une variabilité génétique exploitable

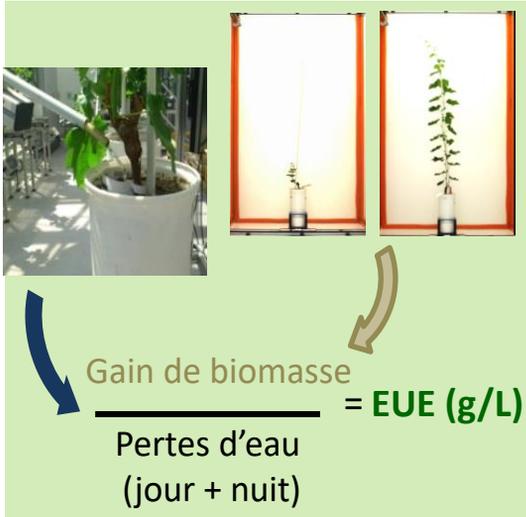
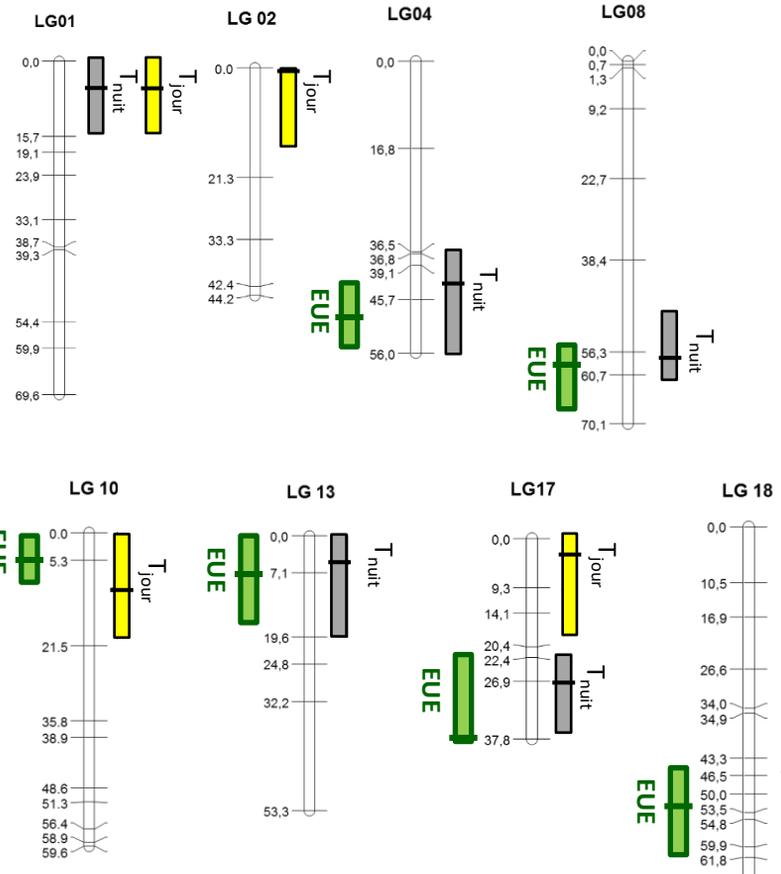


➤ Gamme génétique étendue, hautement significative, de jour comme de nuit



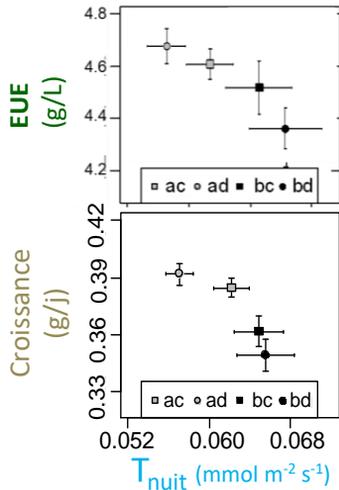
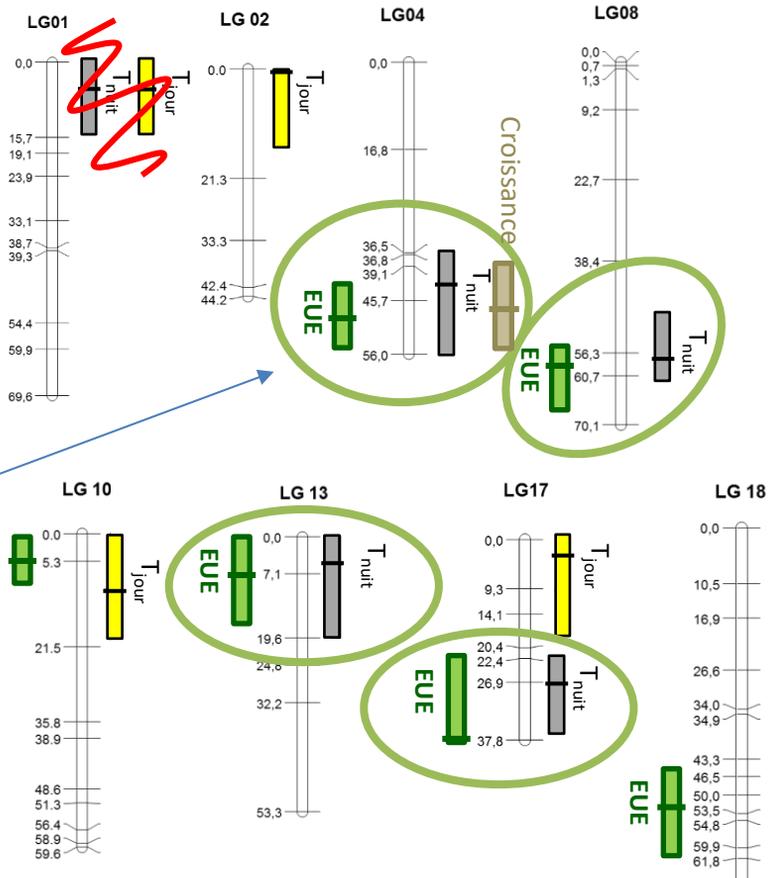
➤ La transpiration de nuit atteint ~ 9% de la valeur diurne jusqu'à 22% en déficit hydrique

Des régions génomiques d'intérêt



Des régions génomiques d'intérêt

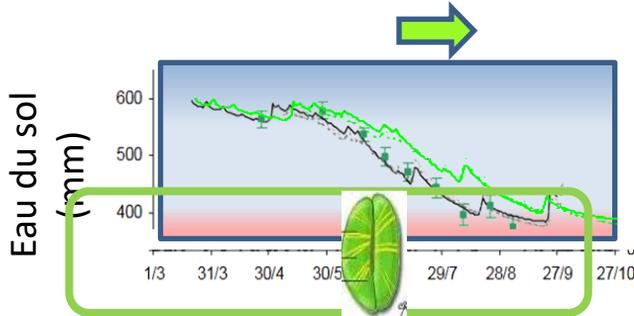
- Variation génétique de T_{nuit} associée à celle T_{jour} non bénéfique pour EUE
- La plupart des régions associées à la réduction de T_{nuit} sont également associées à un gain d'EUE (et de croissance)



Retarder l'apparition du déficit hydrique



Avantage avec fermeture stomatique complète la nuit :



Convientrait à tout type de climat

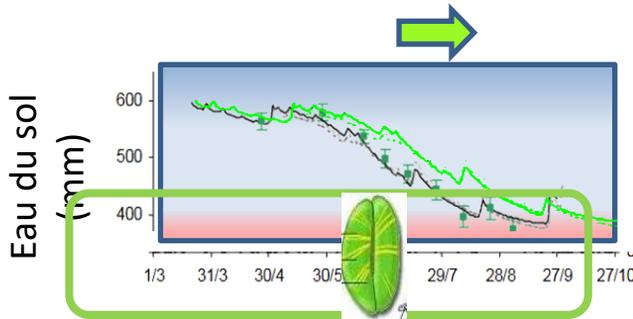
Retarder l'apparition du déficit hydrique



Avantage avec fermeture stomatique complète la nuit



Avantage discutable avec fermeture stomatique le jour:



Faible stockage de carbone

Pérennité ?

Sensibilité à la chaleur

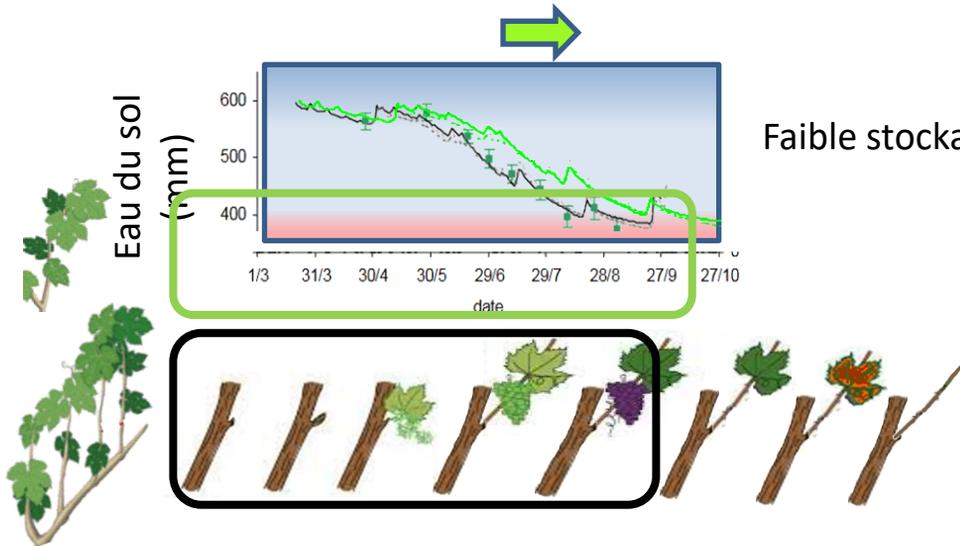
(Coupel-Ledru et al. 2024)



*Convient plutôt
aux régions
ensoleillées,
fraîches*

Retarder l'apparition du déficit hydrique

Avantage aux cépages peu vigoureux



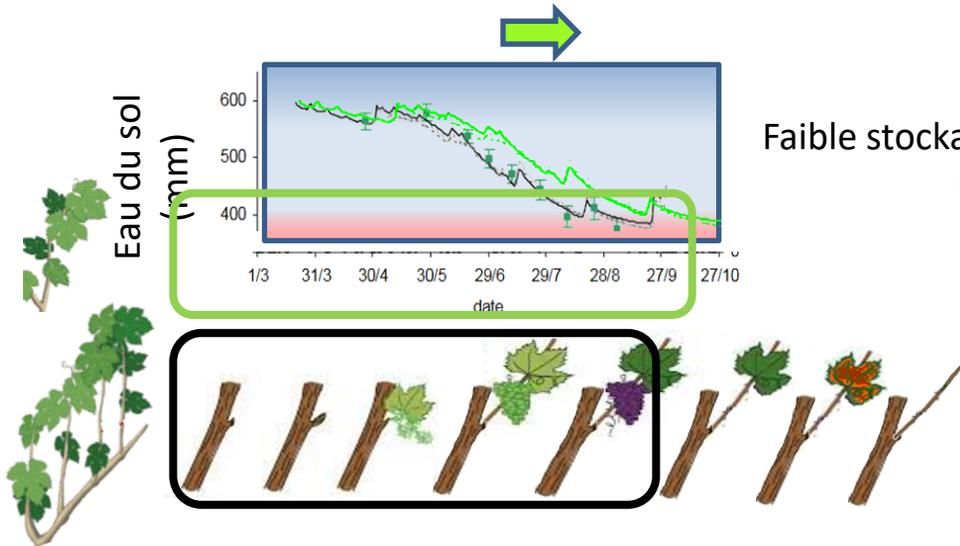
Faible stockage de carbone
Pérennité ?



*Convient plutôt
aux régions
ensoleillées*

Retarder l'apparition du déficit hydrique

Avantage aux cépages peu vigoureux, tardifs

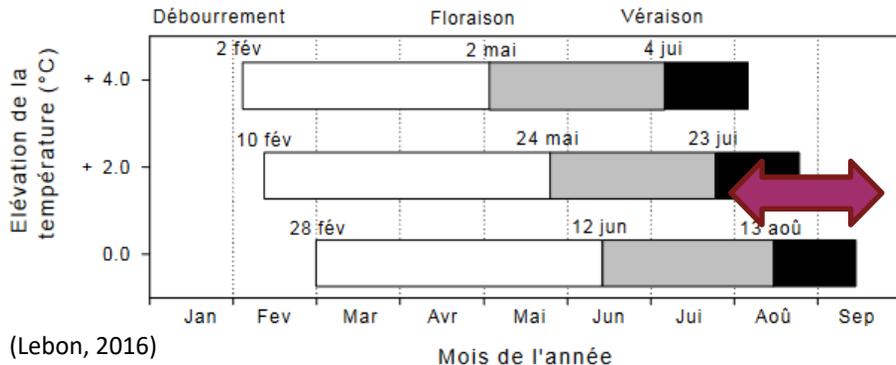


Faible stockage de carbone
Pérennité ?



*Convient plutôt
aux régions
ensoleillées*

Rôle clé de la phénologie sur les besoins en eau

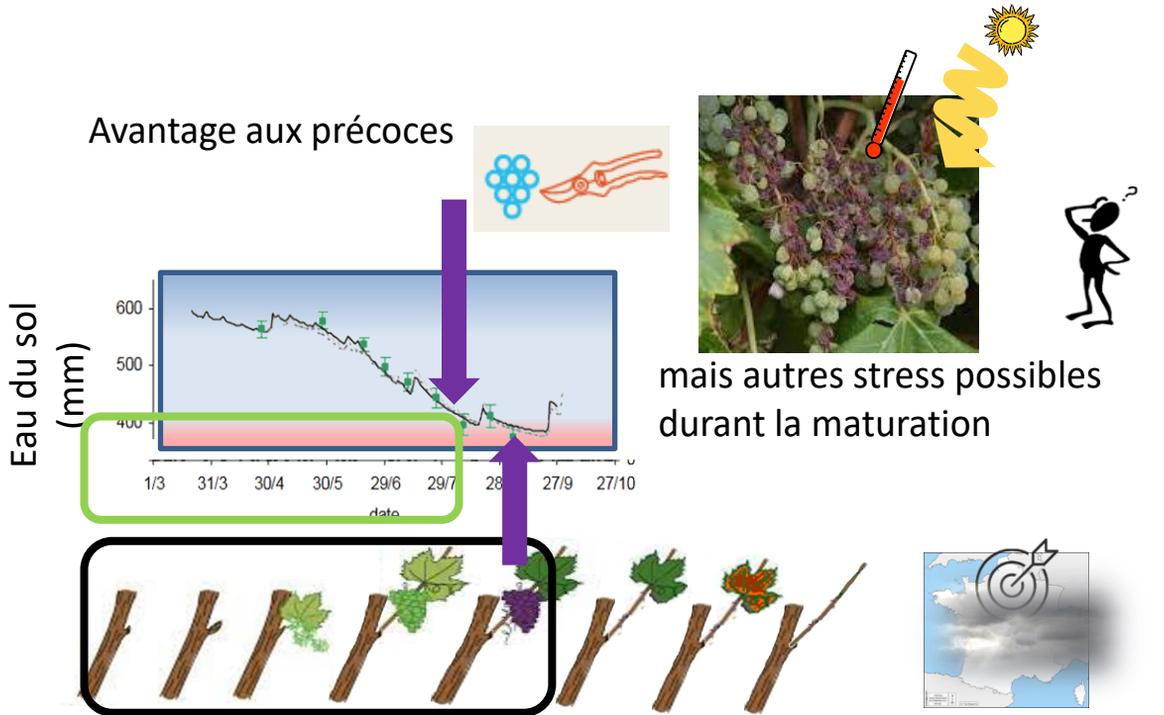


Gamme génétique de maturité (2 mois) observée à Vassal

Des cycles plus courts avec le réchauffement
Ex: Syrah, région de Montpellier

Une alternative pour limiter les besoins en eau ?

Récolter avant l'apparition du déficit hydrique



*Convient plutôt
aux régions peu
ensoleillées*

Quelques mots sur les porte-greffes

Un puissant levier pour agir sur l'exploration racinaire et la capacité d'extraction d'eau...

(Marguerit et al., 2012)

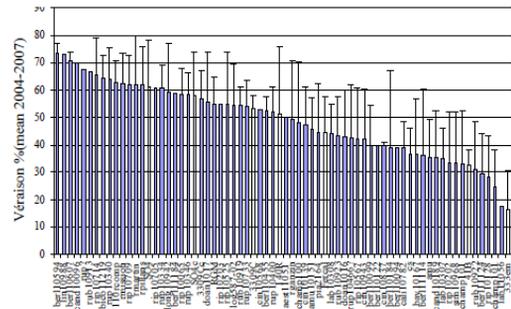
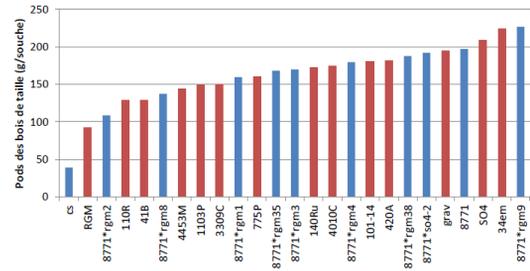
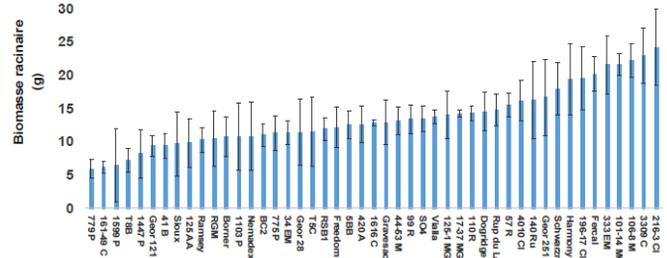
...qui agit aussi sur de nombreux caractères des parties aériennes :

-vigueur aérienne

(Tandonnet et al.)

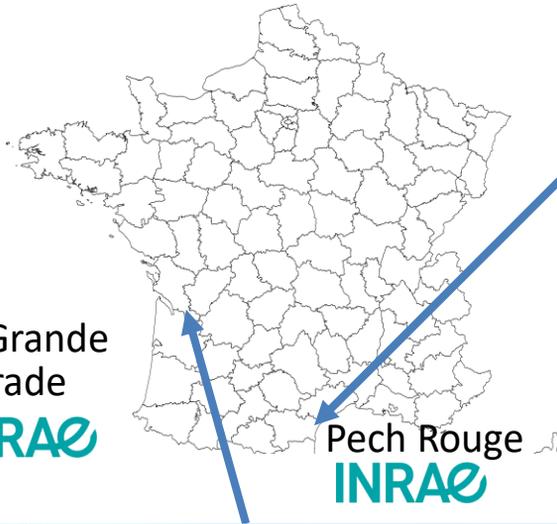
-phénologie

(Ollat et al. 2016)



➤ Une difficulté majeure : effets du porte-greffe et du greffon non additifs

Des dispositifs originaux pour explorer la diversité génétique



279 variétés représentatives de la diversité mondiale chez *V. vinifera*



55 portes-greffes X 5 greffons



Modifier les pratiques viticoles

Lors de la plantation : favoriser l'enracinement



Sans travail
du sol

Monosoc
(70 cm)



Ripper
(1m)

Avec travail du
sol profond



Lors de la plantation : favoriser l'enracinement

Conserver une partie des racines du plant
Max 10 cm, pas de gain au-delà

Mais attention à ne pas les coucher
avec la machine (plutôt 5cm)

Plants morts / 40	1	15	0
Longueur totale de bois bien aoûté	1,15 m	0,97 m	1,70 m

Racines "sur le côté"



Racines coupées à ras

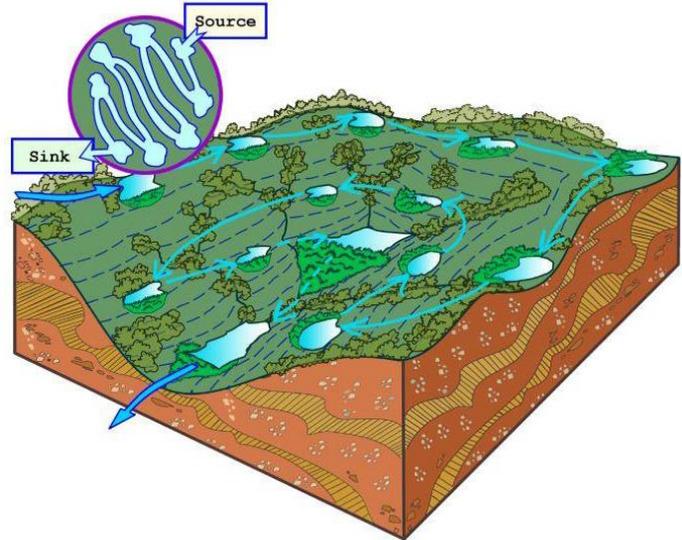
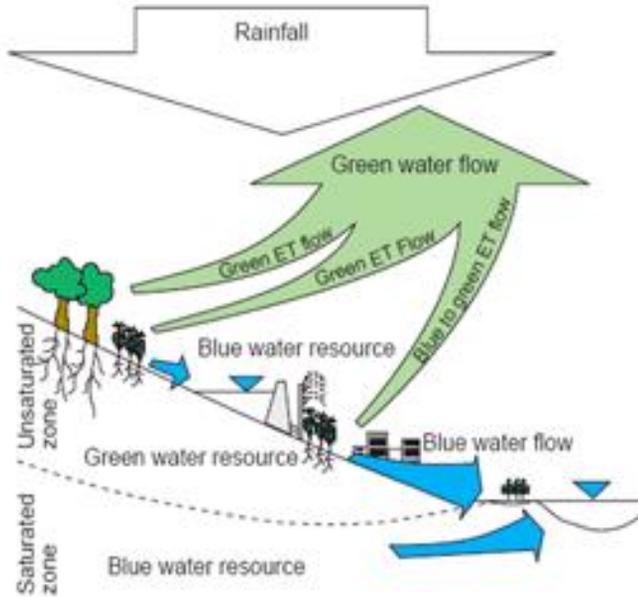


Racines longues disposées "en étoile"

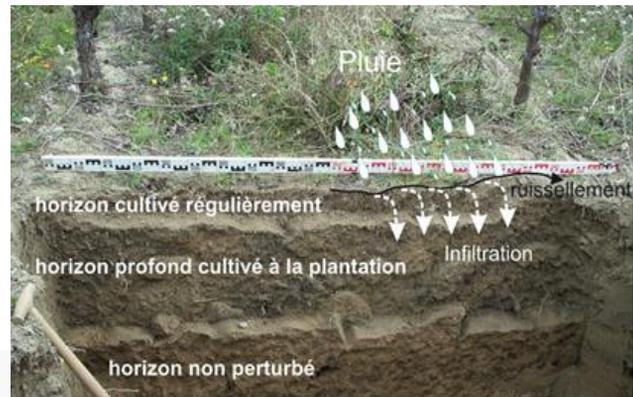


Occupation radiale du sol par les racines	40%	65%	76%
Poids racinaire moyen	30 g	19 g	51 g

Ralentir le cycle de l'eau bleue (et la redistribuer)



Limiter le ruissellement et favoriser l'infiltration



- Enherbement

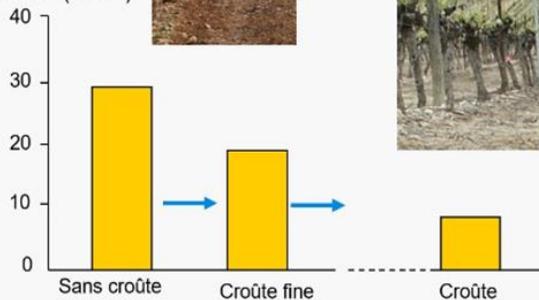


Les pratiques conventionnelles peuvent considérablement diminuer l'infiltration de l'eau

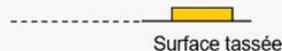
- labour de surface



Infiltrabilité de surface (mm/h)



- Désherbage chimique intégral



Limiter le ruissellement et favoriser l'infiltration

Sol nu, travaillé, compacté

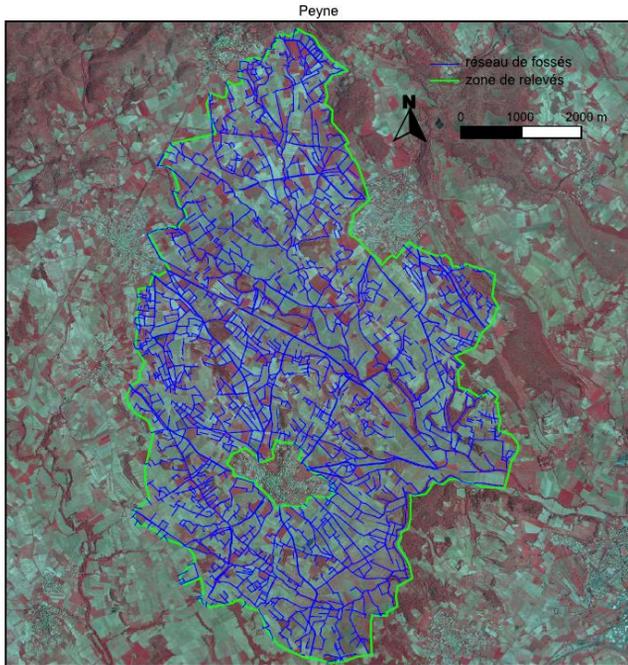


Sol couvert, non travaillé, préalablement décompacté



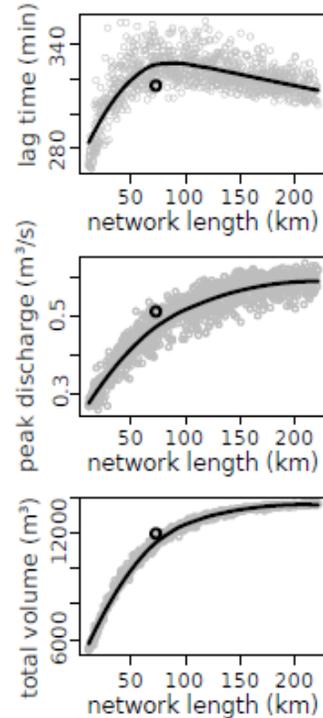
2 vues de la même parcelle, après 233 mm de pluie en continu pendant 16h

Paulhan (34) - 23/10/2019 - Alain Malard - Vignes, vins et permaculture



Levavasseur , 2012

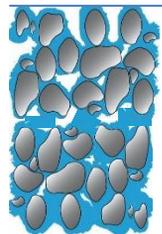
Bourdic catchment outlet



- Simulation avec le réseau de fossés réel
- Tendence pour 1001 simulations

Densité de plantation et système de conduite

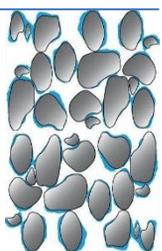
Climat et sol



favorables à une
bonne recharge
hivernale



Peu dense et haut ou plus dense et bas



défavorables à une
bonne recharge
hivernale



Peu dense et bas

Des modèles pour optimiser les systèmes

*Estimations réalisées pour un espalier
($E=2.2m$, $H=1.2$, $RU = 200mm$)
sol nu, Roujan (1993-2012)

Lebon 2016

Evapotranspiration totale

190-470 mm_{avr-sept}

Evaporation du sol nu

30-220 mm_{avr-sept}

~ 30 %

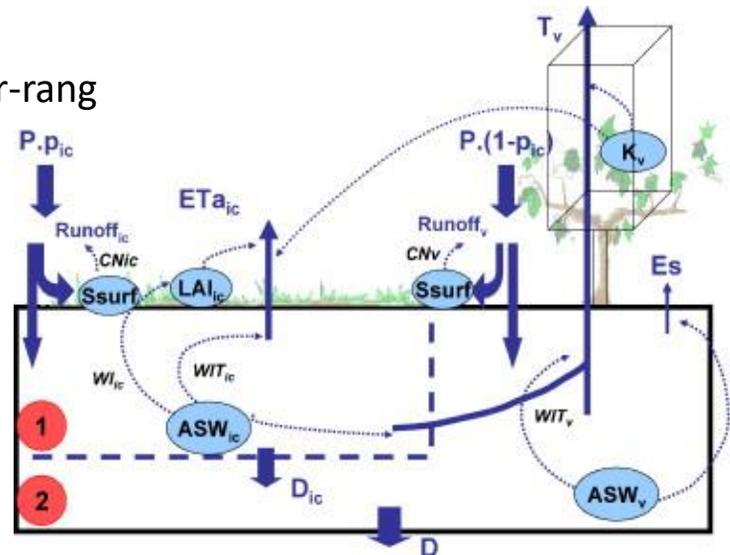
Transpiration de la vigne

160-250 mm_{avr-sept}

~ 70 %

Conduite de l'inter-rang

- Des difficultés persistantes :
 - Régulation de la transpiration
 - Évaporation du sol
 - Circulation dans la sol
 - Profondeur d'enracinement



(Celette et al. 2010)

Système de conduite

Une grande diversité difficile à explorer sans confusion d'effets



Une consommation d'eau délicate à appréhender

Chambre d'assimilation
plante entière

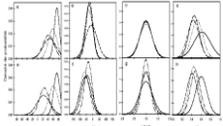
(Thèse J Prieto, 2011)



Système de conduite

Des modèles pour explorer la diversité des modes de conduite à l'échelle de la plante entière

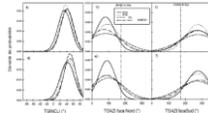
Trajectoires 3D des rameaux



Position probables des ramifications



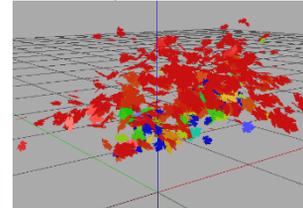
Distribution des feuilles et orientations probables



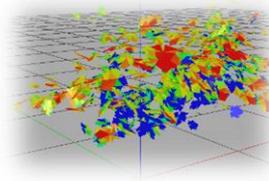
(Louarn *et al* 2008ab)

Validé sur quelques cas

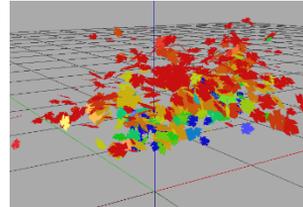
Photosynthèse



Distribution du rayonnement



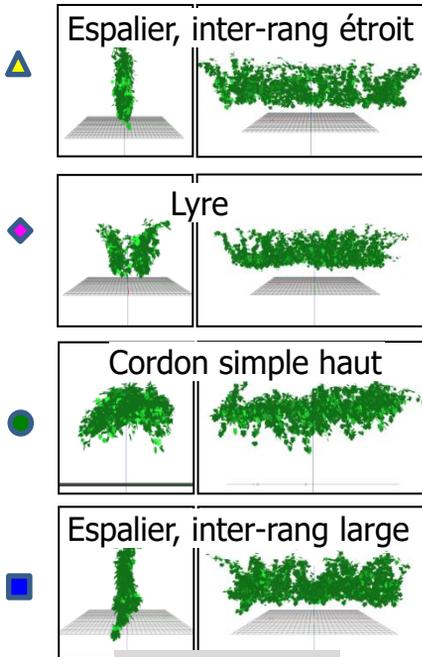
Transpiration



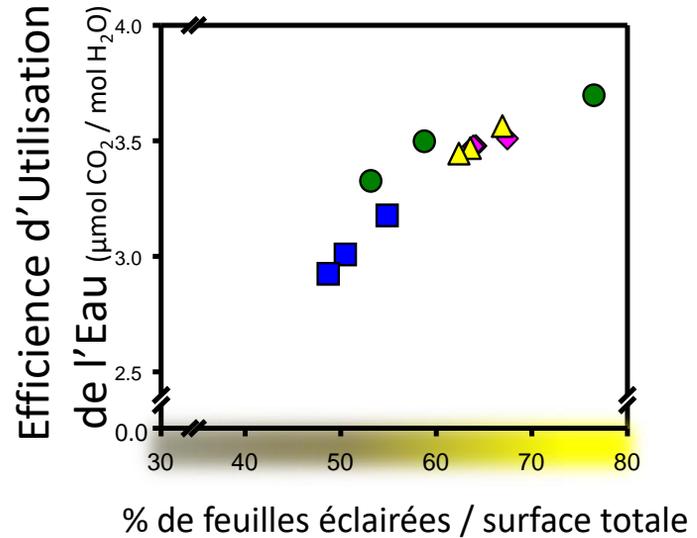
(Prieto *et al* 2012, 2020)

(Albasha *et al* 2019)

Système de conduite



(Prieto et al., 2020)



Les feuilles ombrées -> seulement 5% de la photosynthèse globale
-> mais 20% des pertes d'eau !

Ajuster la surface foliaire en cours de cycle



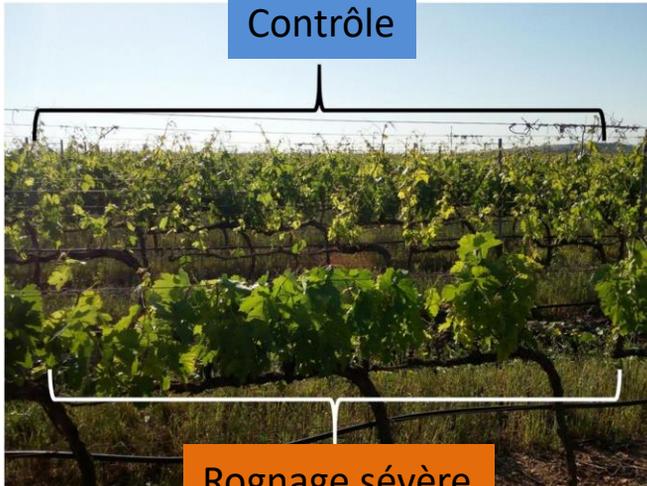
Rognage de 40-60% du feuillage au stade petit pois

Abad et al. (2019)



	TR			AU		SA
	2014	2015	2016	2017	2017	
Mean temperature (Apr-Oct, °C)	18.5	19.1	18.5	18.5	17.8	
Rainfall (Apr-Oct, mm)	312	155.4	153.8	143	182.2	

Contrôle



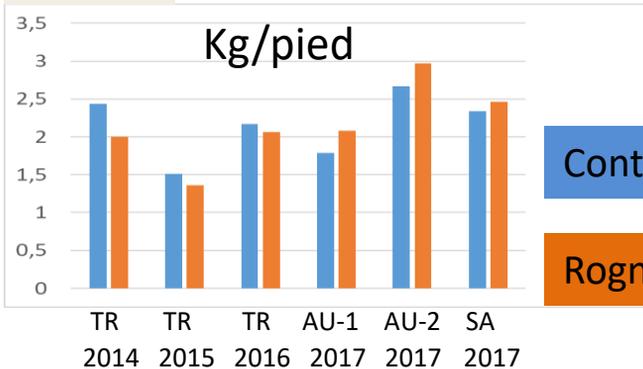
Rognage sévère

	TR	AU-1	AU-2	SA
Location	Traibuenas, Navarra	Ausejo, La Rioja	Ausejo, La Rioja	Samaniego, Basque Country
Cultivar	Tempranillo	Tempranillo	Tempranillo	Graciano
Rootstock	110R	140Ru	140Ru	161-49C
Plant density (vines ha⁻¹)	3333	4167	4167	3636
Training system	Bilateral cordon	Unilateral cordon	Unilateral cordon	Bilateral cordon
Drip irrigation	Yes	Yes	Yes	No
Age (1)	17	10	9	12
Altitude	350	467	467	598

Ajuster la surface foliaire en cours de cycle

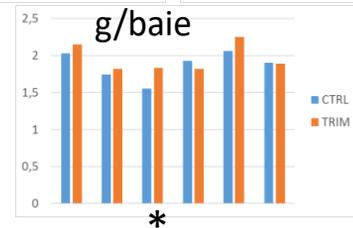
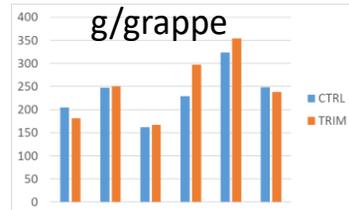
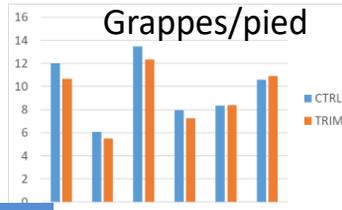
Rognage de 40-60% du
feuillage au stade petit pois

Abad et al. (2019)



Contrôle

Rognage sévère



- **n'impacte pas le rendement !**
- améliore l'état hydrique, mais uniquement les années chaudes et sèches
- et réduit le taux de sucres, augmente l'acidité, en retardant la maturité



Modifier les pratiques viticoles: l'irrigation



Raisonner l'irrigation



Le goutte à goutte : un système efficient, adapté aux pérennes

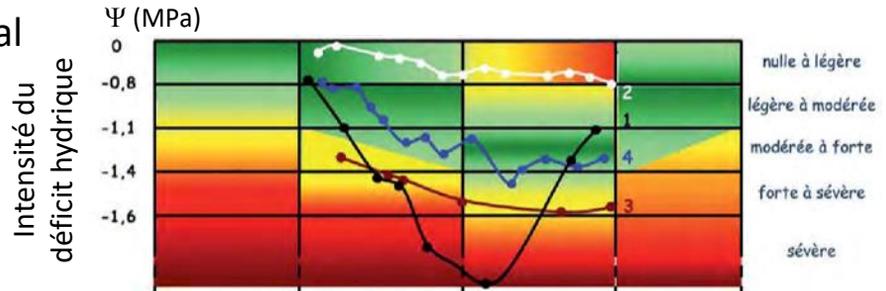
On connaît les phases sensibles



70% du rendement

30% du rendement

On dispose de références sur le parcours hydrique idéal



Les besoins de la vigne sont très modérés (50 à 100 mm / cycle)

Mais attention aux tensions à venir sur les différents usages :
8% vignes irriguées en FR contre plus de 40 % en Espagne
Certaines ressources (manteau neigeux) menacées

CONCLUSION :

des marges à préciser en combinant les leviers



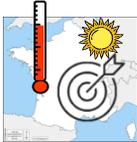
MODIFIER LES
PRATIQUES VITICOLES

De nombreux leviers pour
limiter les besoins en eau



CHANGER LE
MATÉRIEL VÉGÉTAL

De nombreux traits qui peuvent
contribuer à l'idéotype

- Chaque levier peut être évalué individuellement (modélisation).
- L'évaluation de leur combinaison reste délicate : coupler les modèles.
- Les approches multicritères (multi-stress, qualité...) sont nécessaires;
- Pas d'idéotype universel :  développer envirotypage et réseaux.

