



**HAL**  
open science

## Vigne et contrainte hydrique ; vers une meilleure efficience d'utilisation de l'eau.

Thierry Simonneau

► **To cite this version:**

Thierry Simonneau. Vigne et contrainte hydrique ; vers une meilleure efficience d'utilisation de l'eau..  
Les 7èmes Assises des vins du Sud-Ouest, Institut Français de la Vigne et du vin, Jan 2023, Toulouse,  
France. pp.37-44. hal-04189317

**HAL Id: hal-04189317**

**<https://hal.inrae.fr/hal-04189317>**

Submitted on 28 Aug 2023

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Les 7<sup>èmes</sup> Assises des vins du Sud-Ouest

## **Vigne et contrainte hydrique ; vers une meilleure efficacité d'utilisation de l'eau.**

**Thierry Simonneau,**  **LEPSE Montpellier**  
science for people, life & earth



# Les 7<sup>èmes</sup> Assises des vins du Sud-Ouest

**Pourquoi s'intéresser  
au Carbone ?**

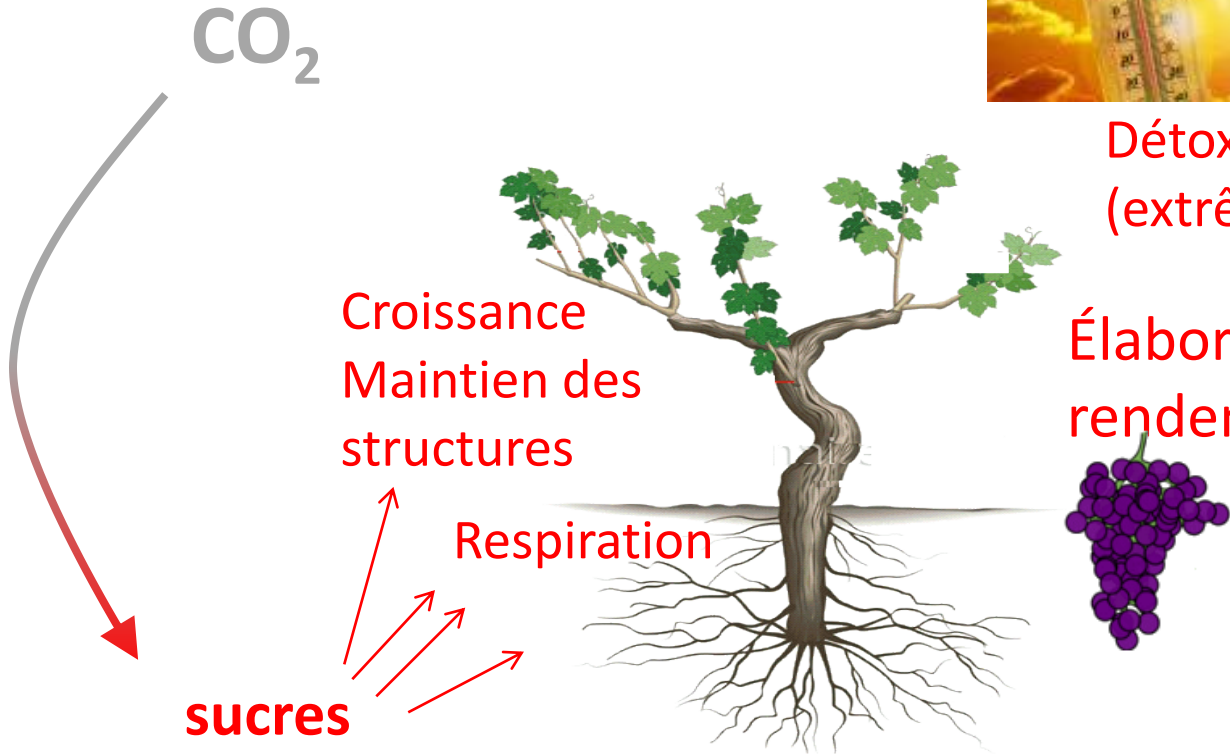


# L'assimilation du carbone en sucres : essentielle pour une production durable



Détoxification  
(extrêmes climatiques)

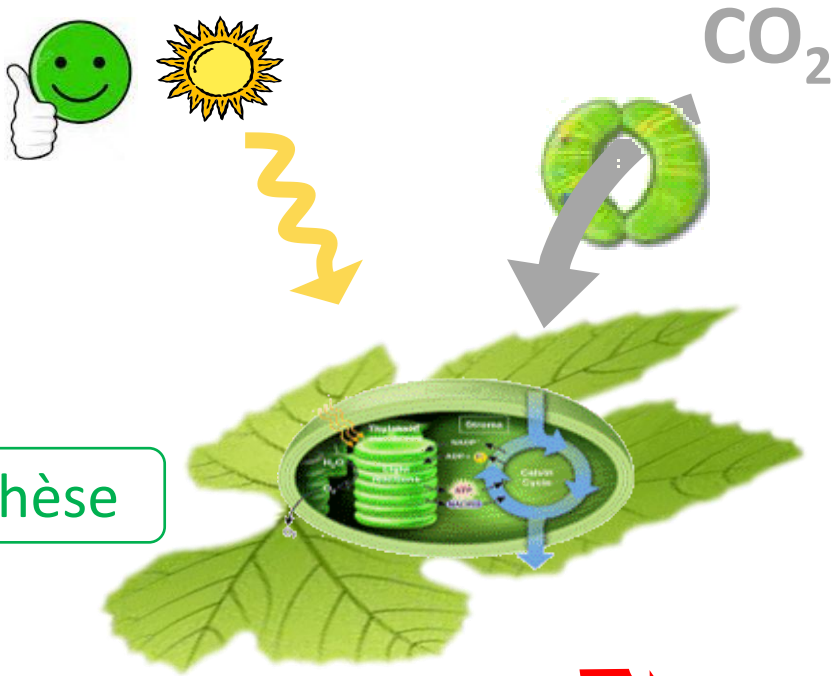
Élaboration du  
rendement



# L'assimilation du carbone en sucres : essentielle pour une production durable



Détoxification  
(extrêmes climatiques)



Photosynthèse

Croissance  
Maintien des  
structures

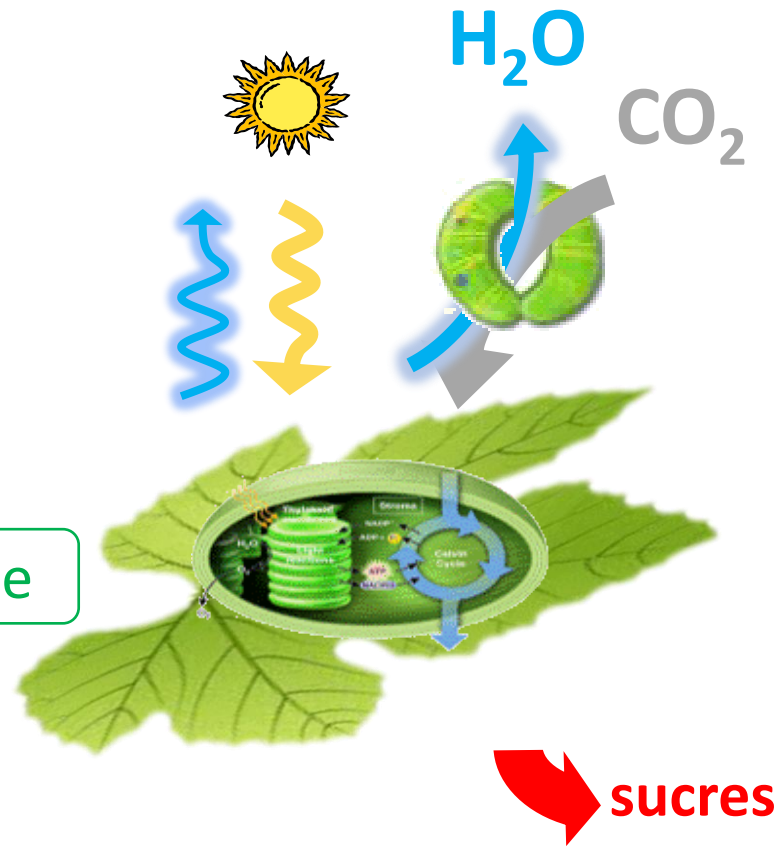
Respiration

sucres



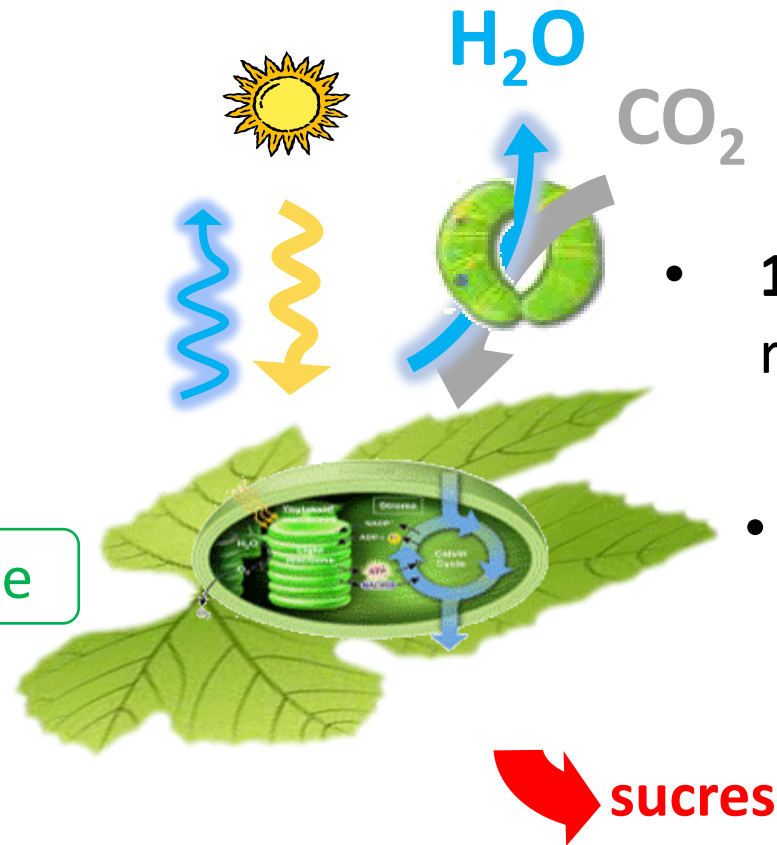
Élaboration du  
rendement

# L'assimilation du carbone a un coût: l'eau



Photosynthèse

# L'assimilation du carbone a un coût: l'eau



Deux grandes sources de variation par lesquelles **assimilation du C** et **pertes en eau** sont couplées

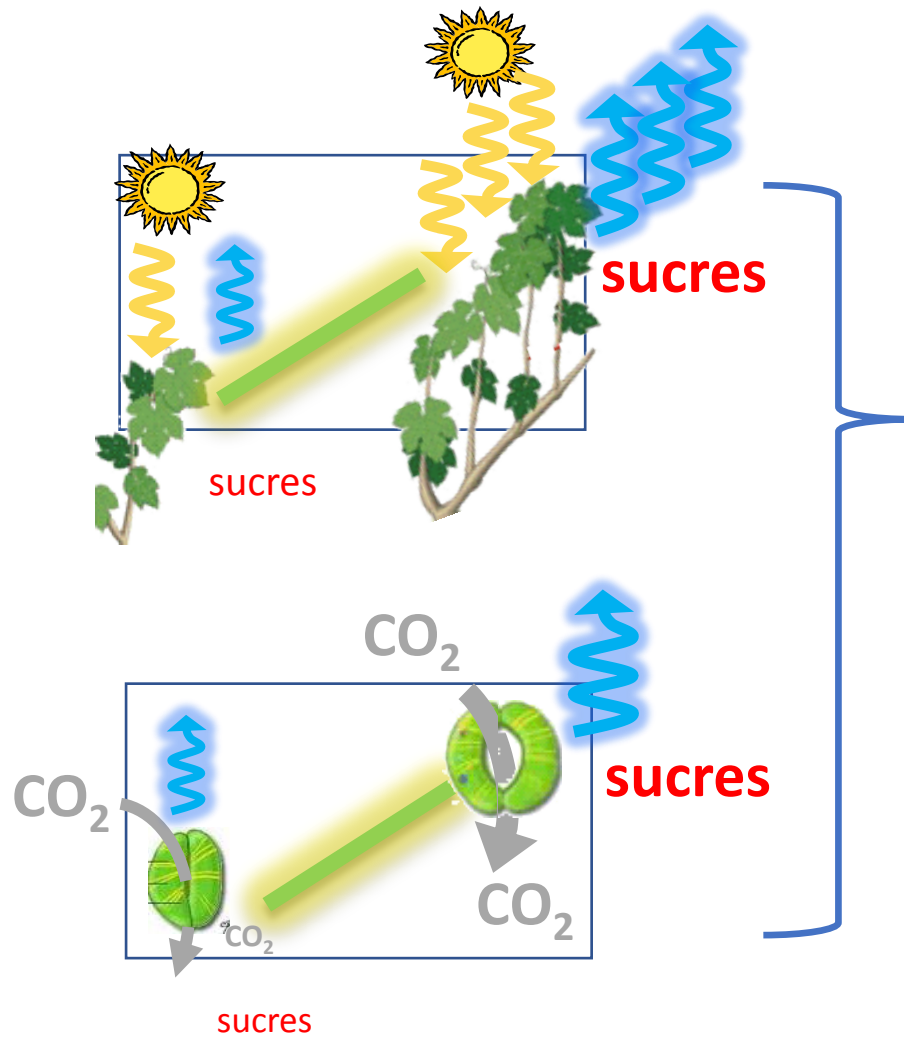
- 1. Ouverture stomatique :  
règle la vitesse d'entrée du  $CO_2$  de l'air
- 2. Surface foliaire :  
règle l'interception du rayonnement  
et les surfaces d'échange

# **Du couplage Carbone-Eau...**

## **... à l' Efficience d'Utilisation de l'Eau**



# L'Efficiency d'Utilisation de l'Eau (EUE)



Quantité de **Carbone** capturé

Quantité d' **Eau** « perdue »

Un critère important pour  
l'adaptation au déficit hydrique

# L'Efficiency d'Utilisation de l'Eau (EUE) à différentes échelles

- Parcelle  
cycle de  
culture



$$EUE_c = \frac{\text{Rendement}}{\text{Eau perdue (Transpiration + Evaporation + Drainage + Ruissellement)}}$$

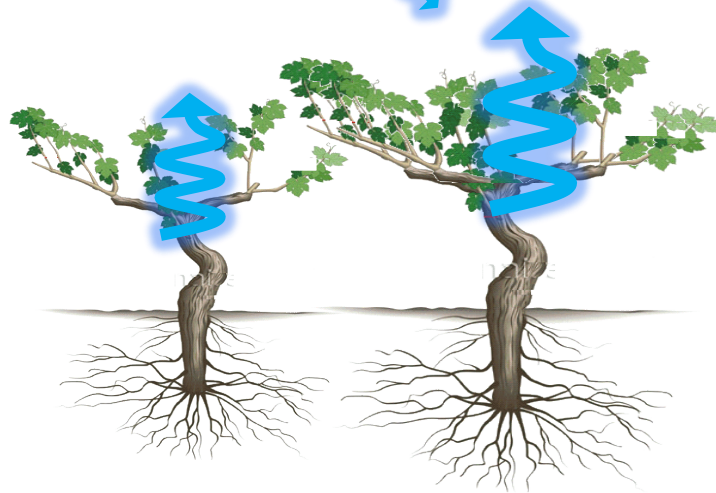
# L'Efficiency d'Utilisation de l'Eau (EUE) à différentes échelles

➤ Parcelle  
cycle de  
culture



$$EUE_C = \frac{\text{Rendement}}{\text{Eau perdue (Transpiration + Evaporation + Drainage + Ruissellement)}}$$

➤ Plante  
phase du cycle



$$EUE_{\text{PLANTE}} = \frac{\text{Croissance}}{\text{Transpiration}}$$

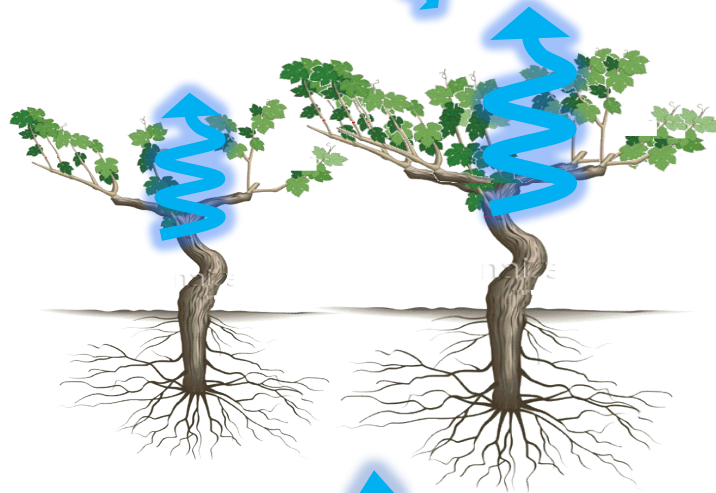
# L'Efficiency d'Utilisation de l'Eau (EUE) à différentes échelles

- Parcelle cycle de culture



$$EUE_C = \frac{\text{Rendement}}{\text{Eau perdue (Transpiration + Evaporation + Drainage + Ruissellement)}}$$

- Plante phase du cycle



$$EUE_{\text{PLANTE}} = \frac{\text{Croissance}}{\text{Transpiration}}$$

- Intrinsèque instantané



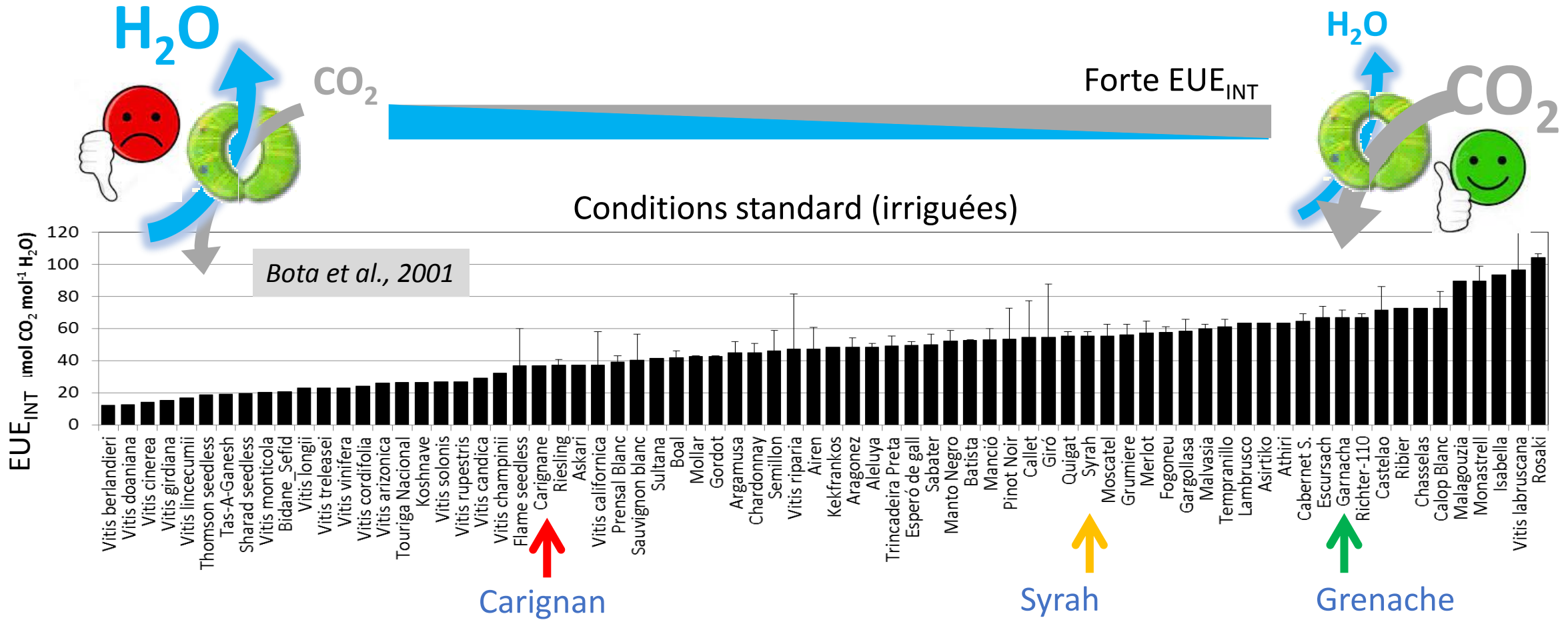
$$EUE_{\text{INT}} = \frac{\text{Photosynthèse}}{\text{Conductance stomatique}}$$

# L'Efficiency d'Utilisation de l'Eau ( $EUE_{INT}$ ) instantanée à l'échelle foliaire

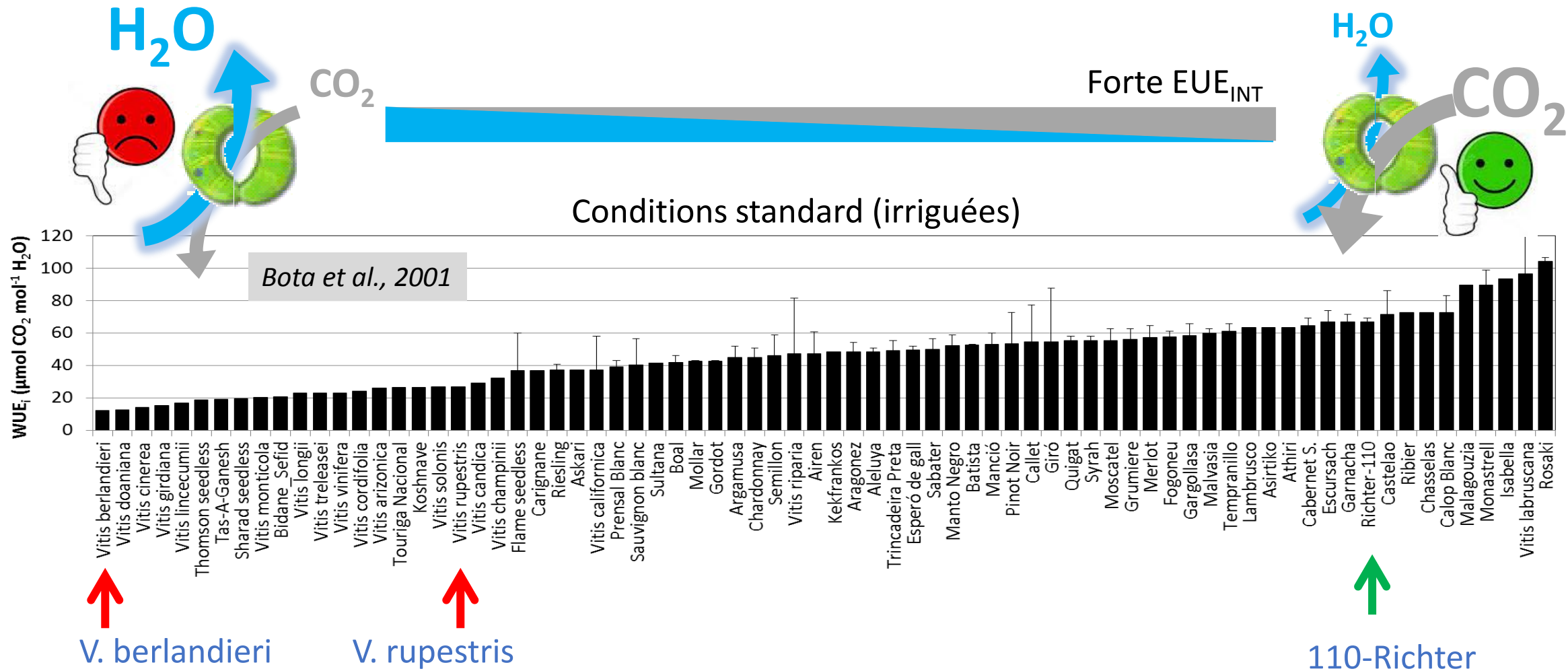


Une mesure « facile » à réaliser dans des conditions standard

# Les espèces et variétés varient selon leur $EUE_{INT}$ (instantanée, foliaire)



Les espèces et variétés varient selon leur  $EUE_{INT}$   
 (instantanée, foliaire)  
 ainsi que les porte-greffes



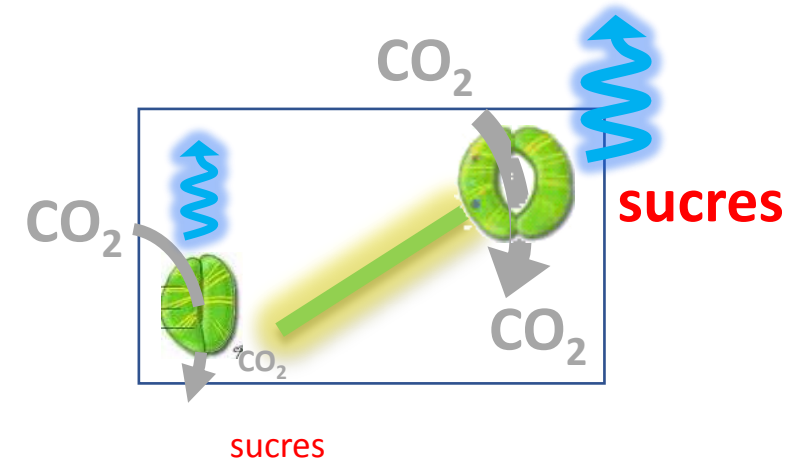
Thierry Simonneau

Les 7<sup>emes</sup> Assises des vins du Sud-Ouest

13 janvier 2023, Toulouse

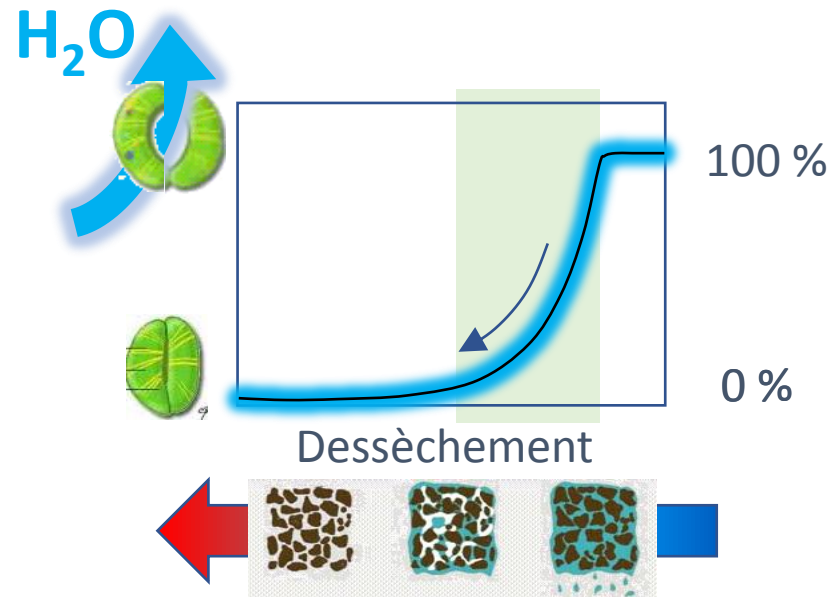
# Comment améliorer l'Efficiency d'Utilisation de l'Eau ?

## 1. Les stomates





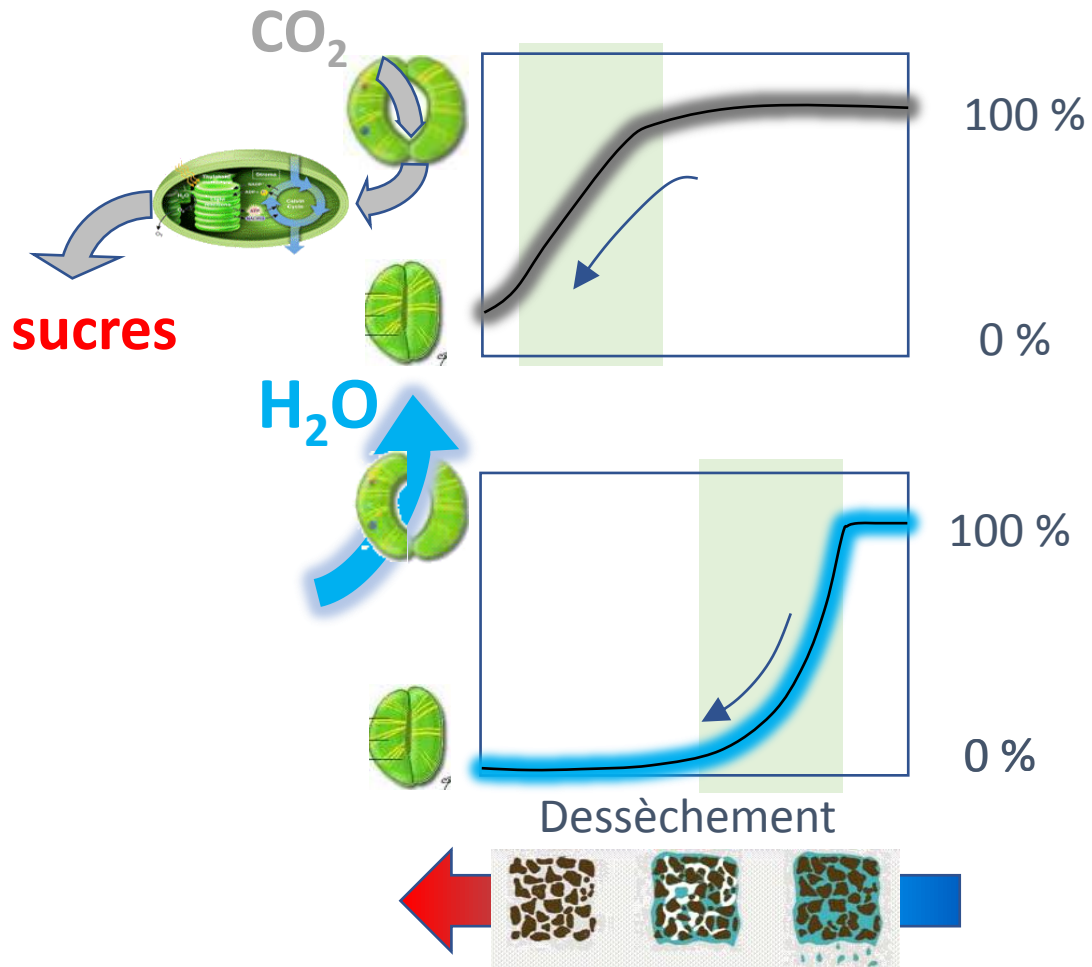
Lorsque le sol se dessèche,



- Les stomates répondent rapidement et la transpiration suit la même tendance

*Pellegrino et al., 2006*

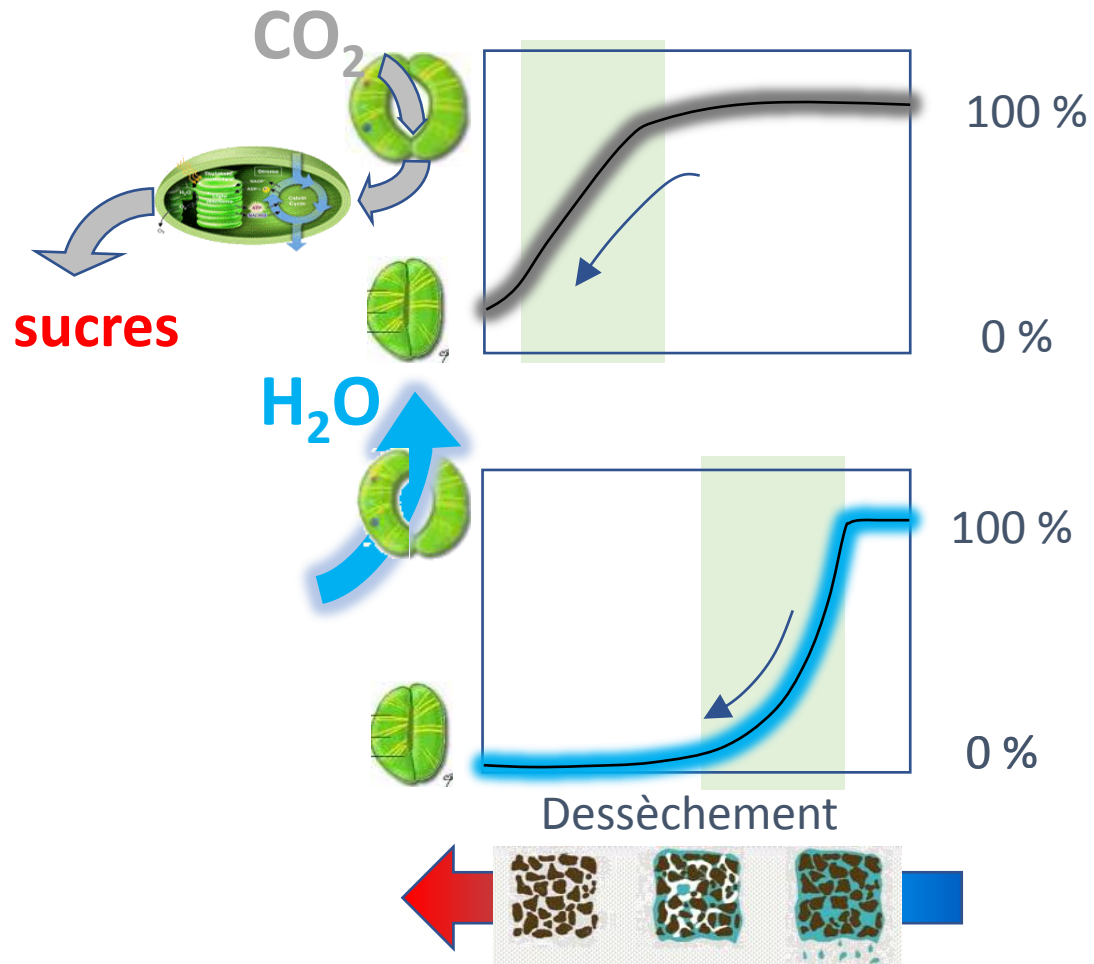
Lorsque le sol se dessèche,



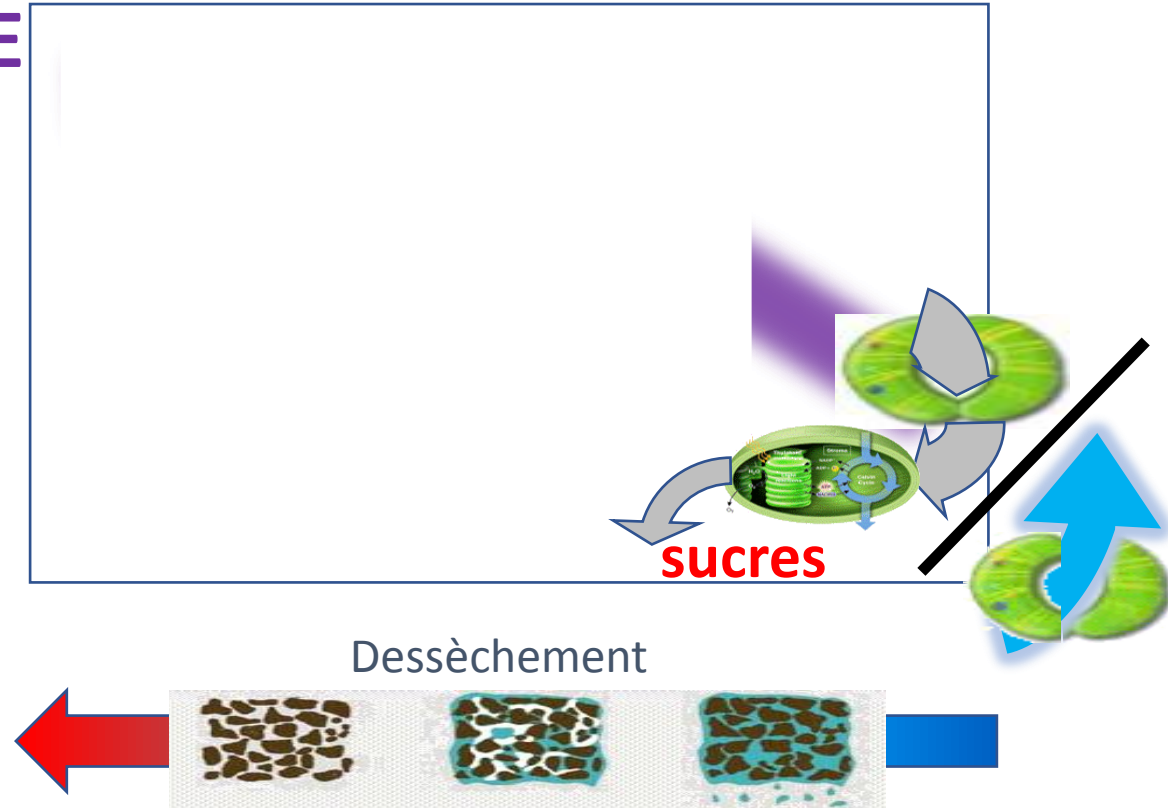
- La photosynthèse diminue plus tardivement d'abord limitée par les capacités biochimiques; l'entrée du CO<sub>2</sub> ne devient limitante qu'aux faibles ouvertures stomatiques
- Les stomates répondent rapidement et la transpiration suit la même tendance

Pellegrino et al., 2006

Lorsque le sol se dessèche, la fermeture stomatique augmente l'EUE  
(idem avec air sec, T°C élevée)



**EUE**



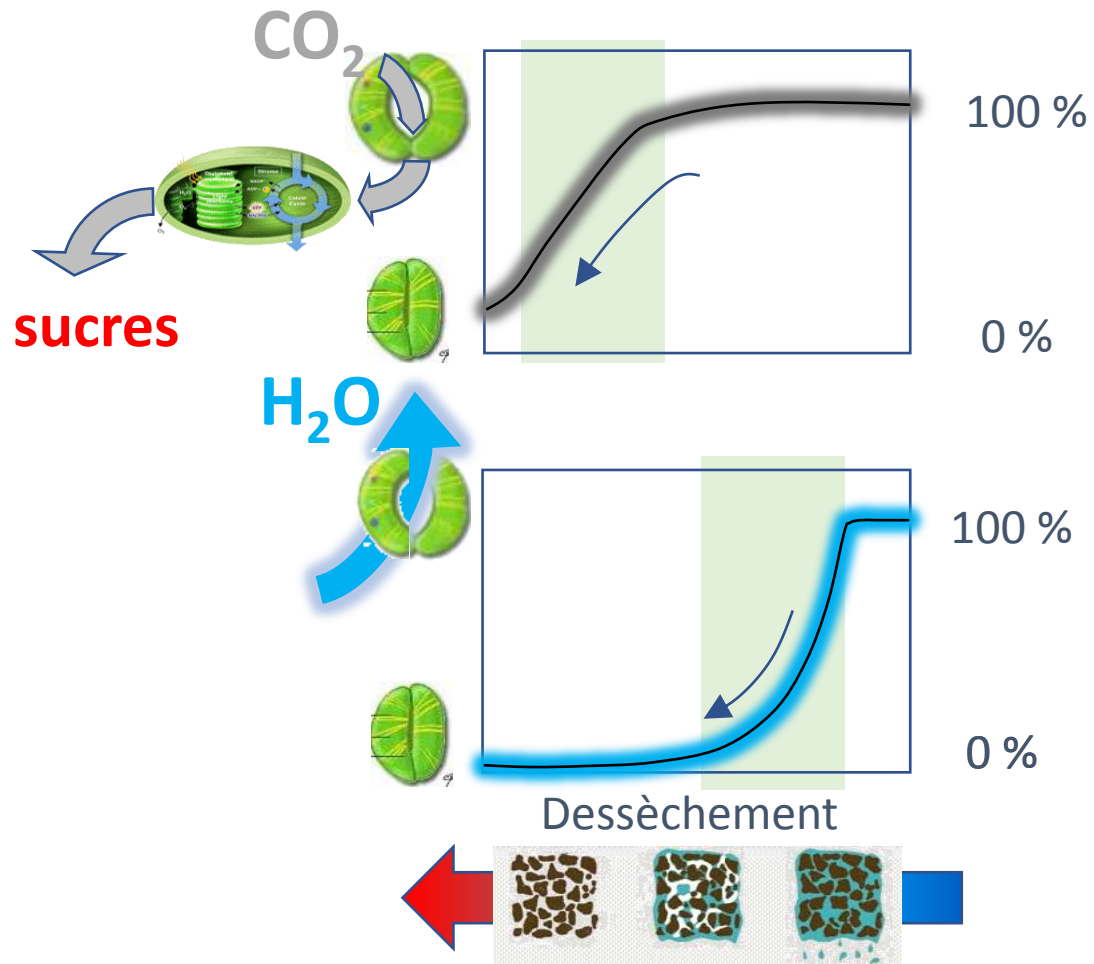
*Pellegrino et al., 2006*

Thierry Simonneau

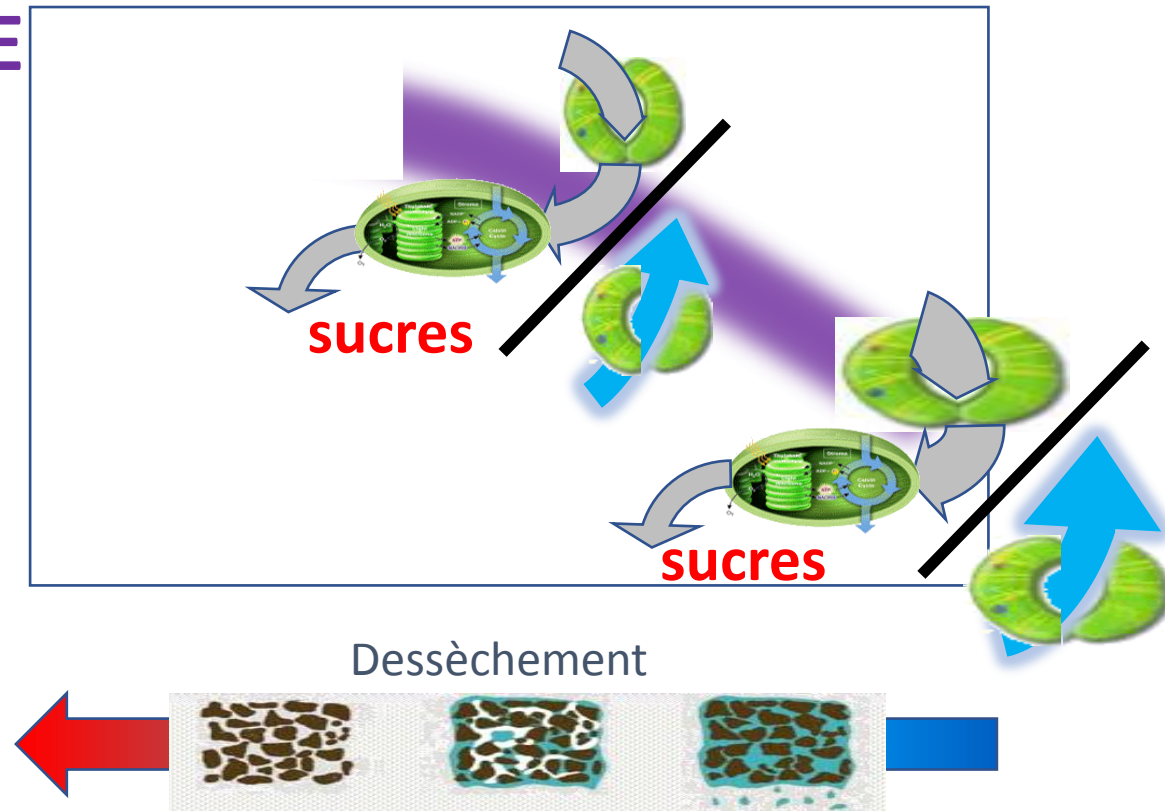
Les 7<sup>èmes</sup> Assises des vins du Sud-Ouest

13 janvier 2023, Toulouse

Lorsque le sol se dessèche, la fermeture stomatique augmente l'EUE  
(idem avec air sec, T°C élevée)

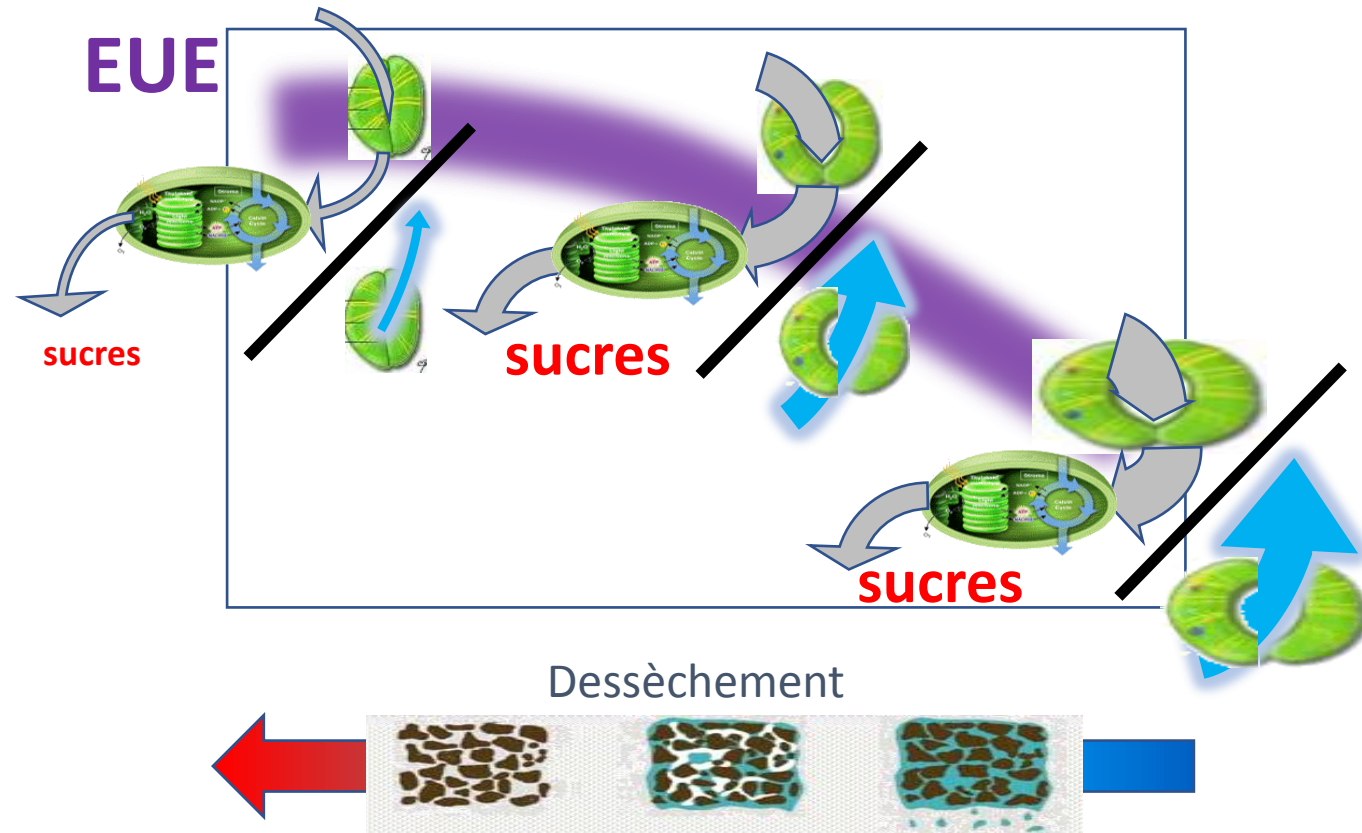
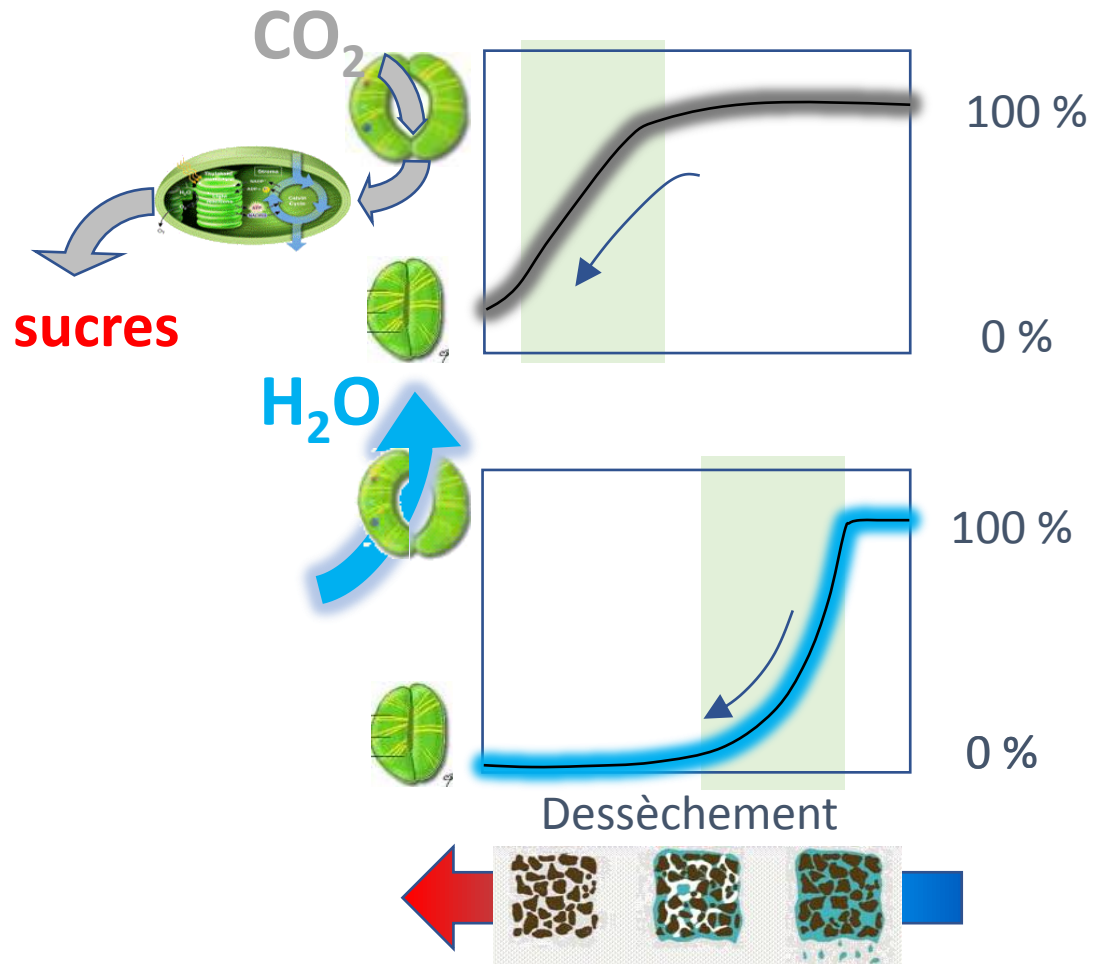


**EUE**



*Pellegrino et al., 2006*

Lorsque le sol se dessèche, la fermeture stomatique augmente l'EUE  
(idem avec air sec, T°C élevée)



Pellegrino et al., 2006

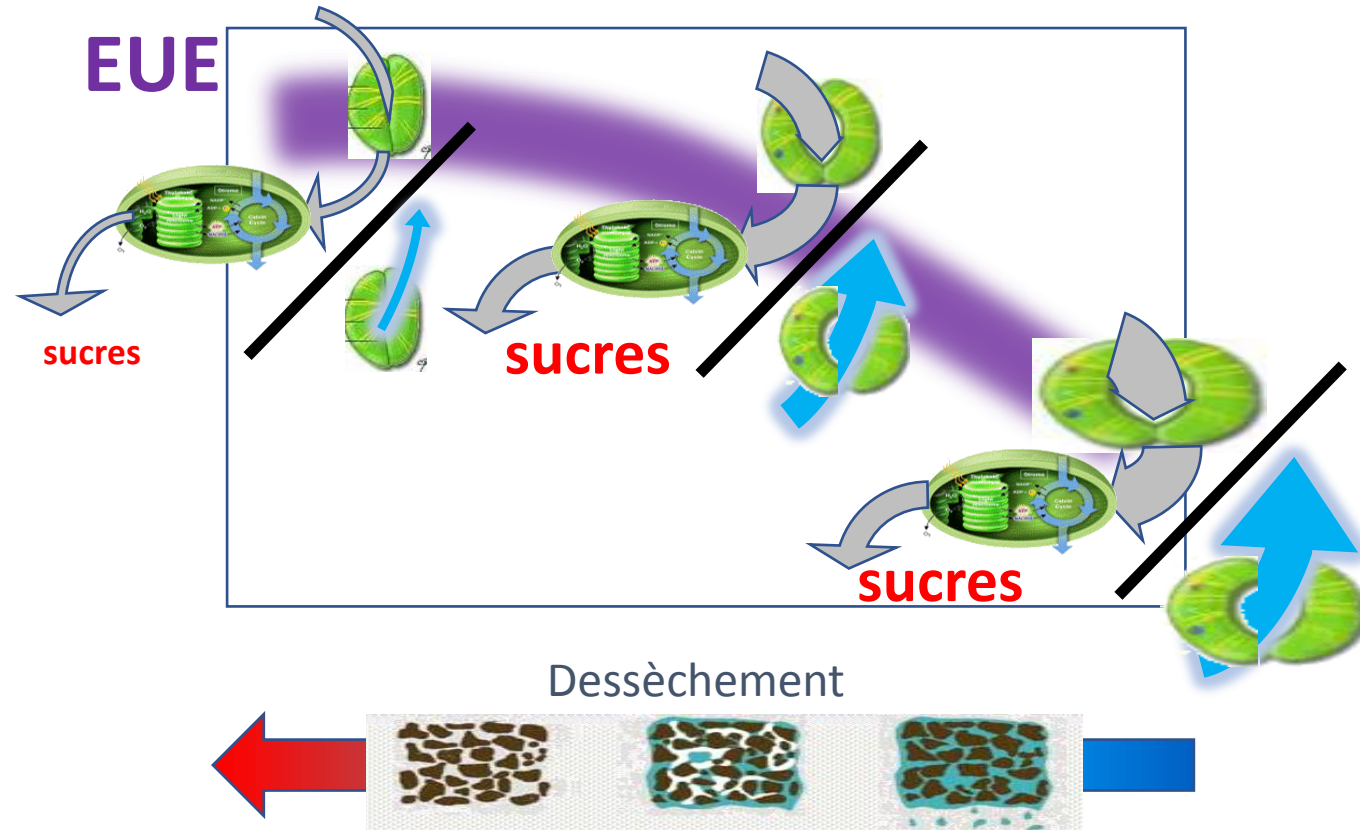
Thierry Simonneau

Les 7<sup>èmes</sup> Assises des vins du Sud-Ouest

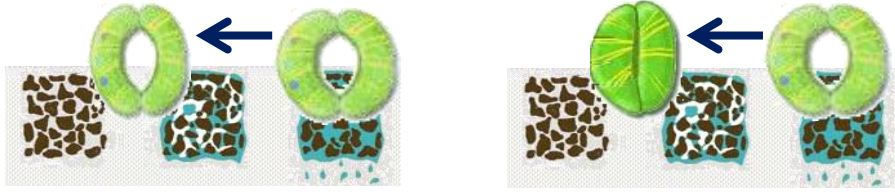
13 janvier 2023, Toulouse

Lorsque le sol se dessèche, la fermeture stomatique augmente l'EUE  
(idem avec air sec, T°C élevée)

- 1<sup>ère</sup> recommandation : limiter les apports d'eau



# Anisohydrique versus isohydrique : une classification intéressante ?



Anisohydrique « Optimiste »	Isohydrique « Pessimiste »	Variable
Chardonnay	Falanghina	Cab. Sauvignon
Montepulciano	Kekfrancos	Manto Negro
Merlot	Lambrusco	Sangiovese
Riesling	Portugais bleu	Tempranillo
Sémillon	Viognier	
Syrah	Ekigaina	
Touriga nacional	Grenache	
Marselan	Mourvèdre	

Risques de réduction de photosynthèse, difficiles à prévoir

Classification instable

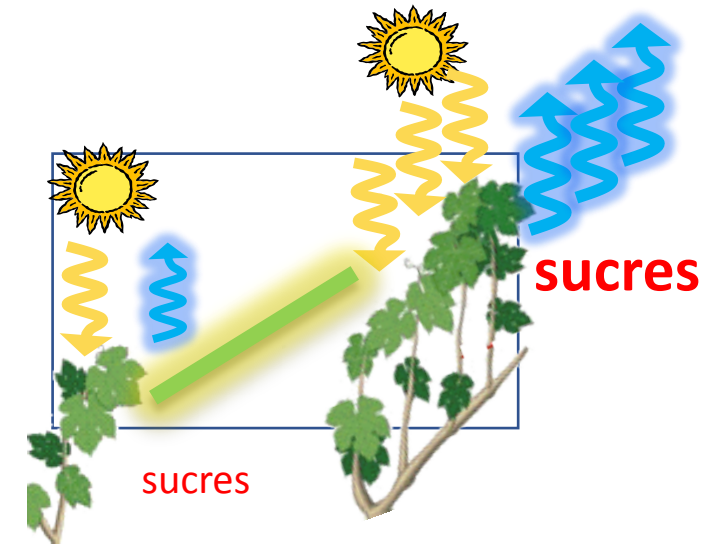
Le lien avec EUE reste à établir

➤ tombe à l'eau!

Chaves et al., 2010  
Prieto et al., 2010

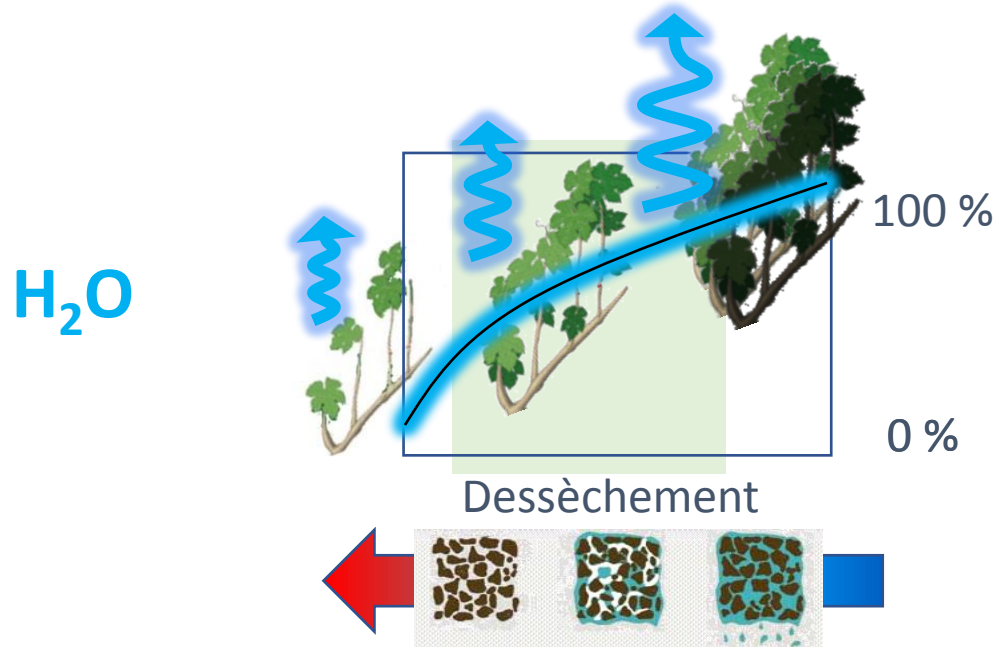
# Comment améliorer l'Efficiency d'Utilisation de l'Eau ?

## 2. La surface foliaire





Lorsque le sol se dessèche,



- La croissance stoppe rapidement, avec des effets plus lents sur la Surface Foliaire et la transpiration suit la même tendance

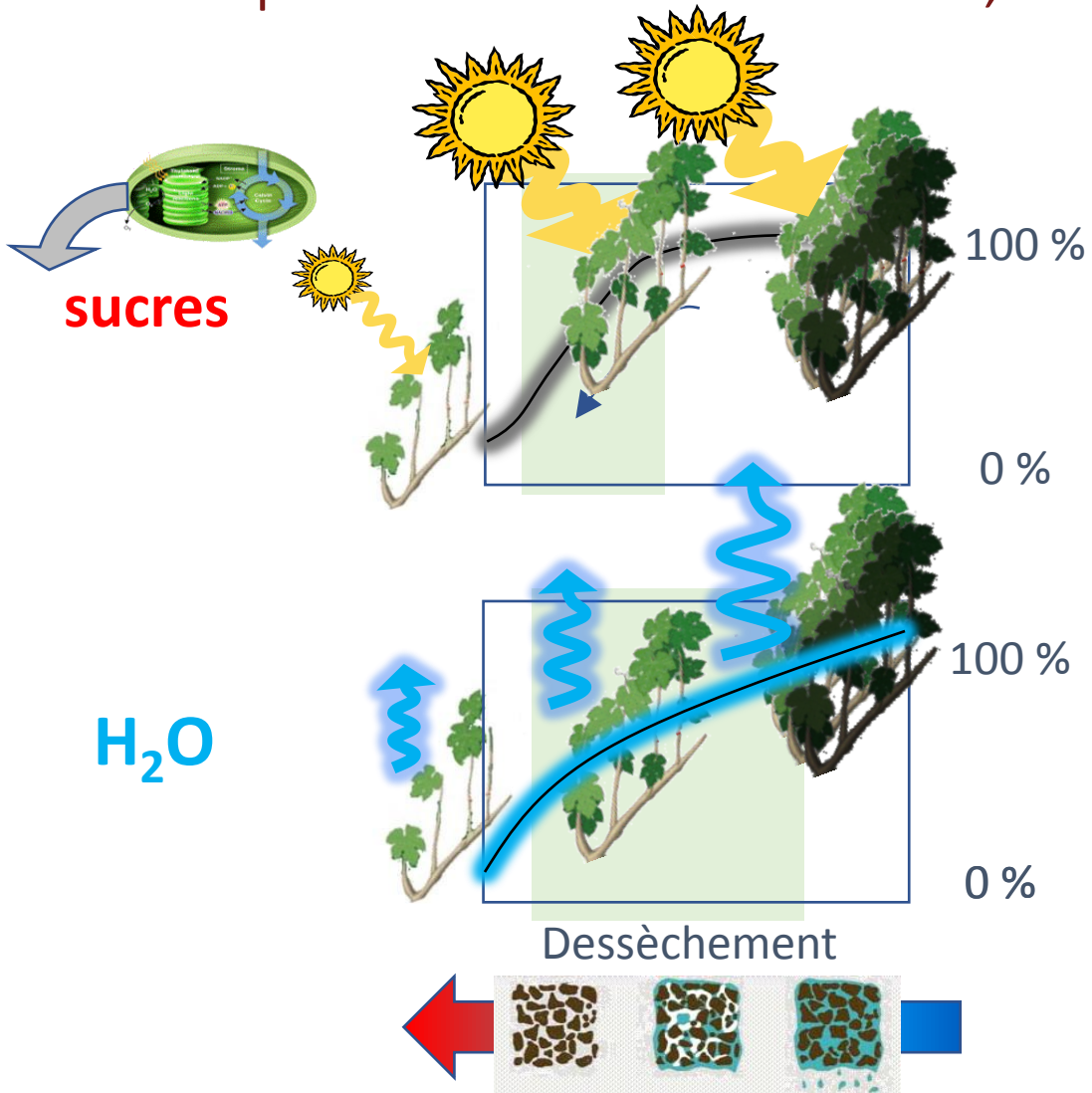
*Pellegrino et al., 2006*

Thierry Simonneau

Les 7<sup>èmes</sup> Assises des vins du Sud-Ouest

13 janvier 2023, Toulouse

Lorsque le sol se dessèche,

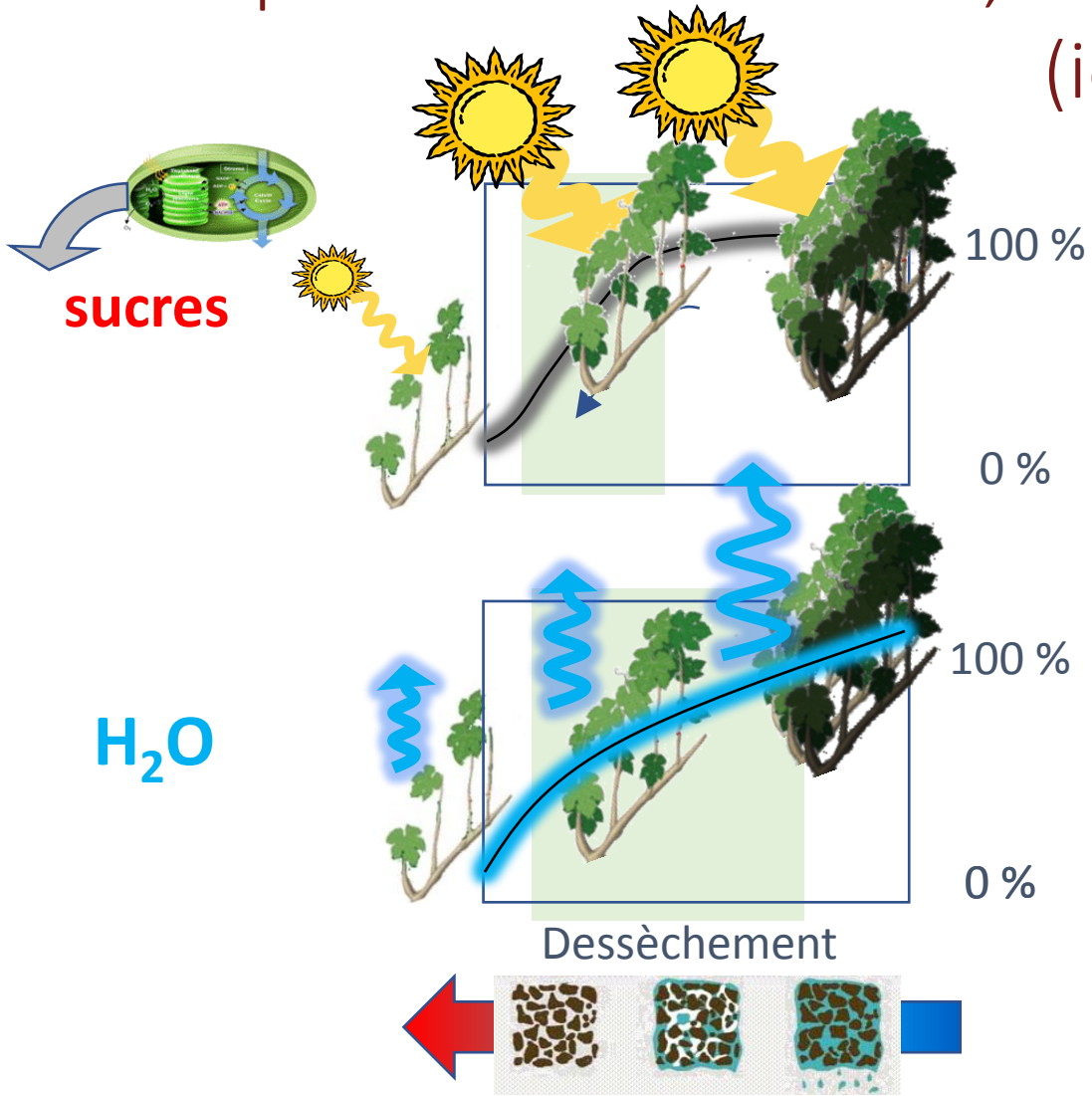


- La photosynthèse diminue plus tardivement, d'abord limitée par la surface foliaire exposée.

- La croissance stoppe rapidement, avec des effets plus lents sur la Surface Foliaire et la transpiration suit la même tendance

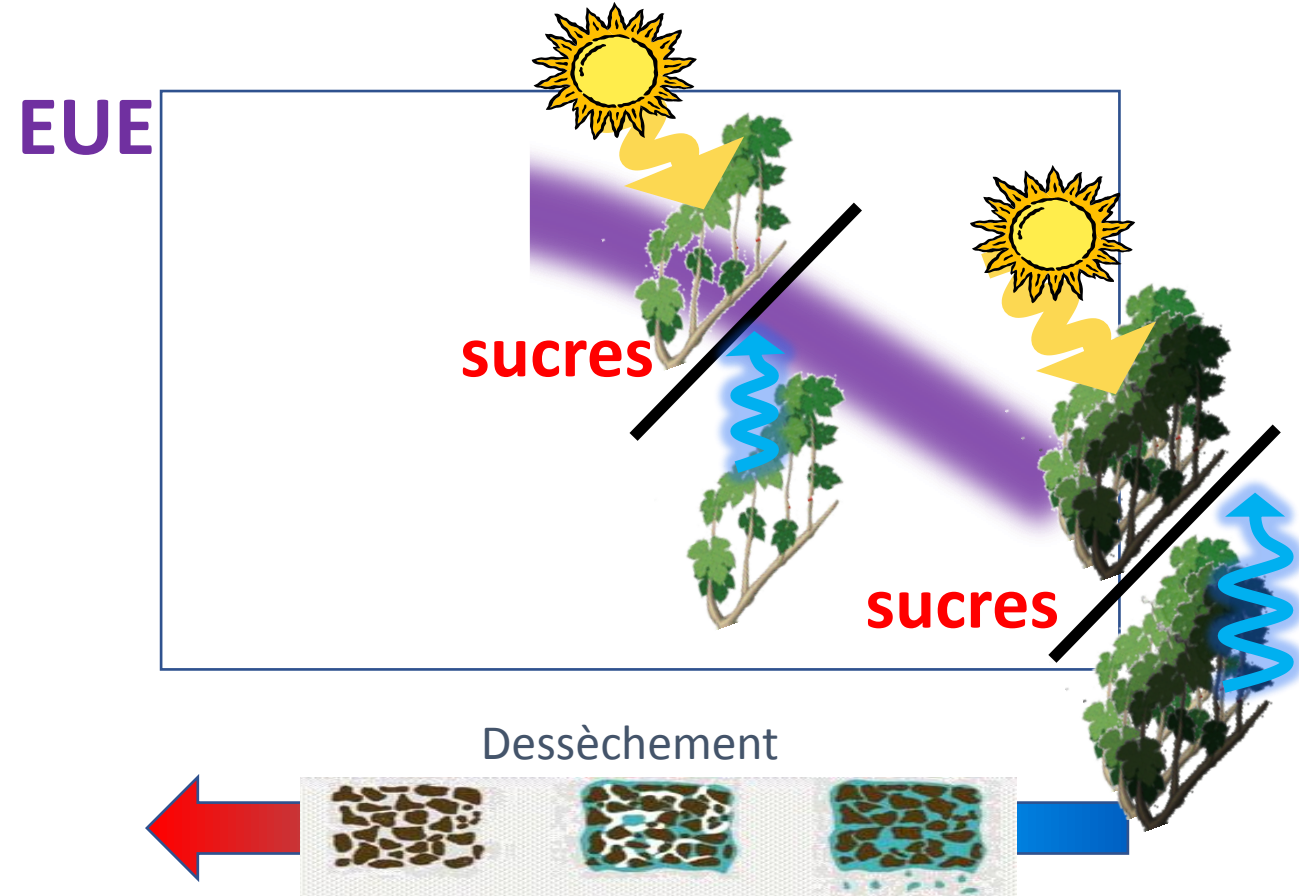
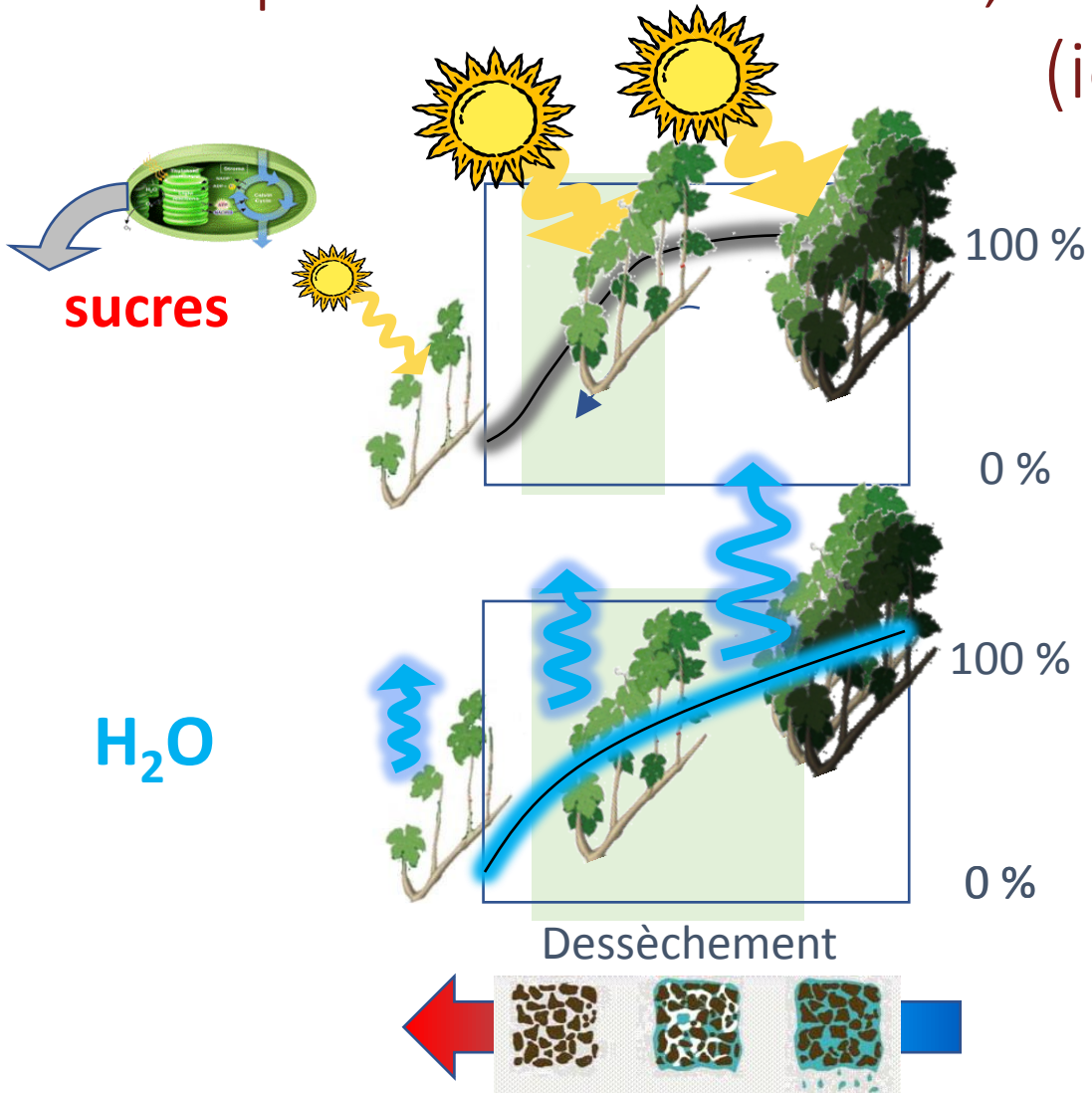
Pellegrino et al., 2006

Lorsque le sol se dessèche, la baisse de croissance augmente l'EUE  
(idem avec air sec, T°C élevée)



Pellegrino et al., 2006

Lorsque le sol se dessèche, la baisse de croissance augmente l'EUE  
(idem avec air sec, T°C élevée)



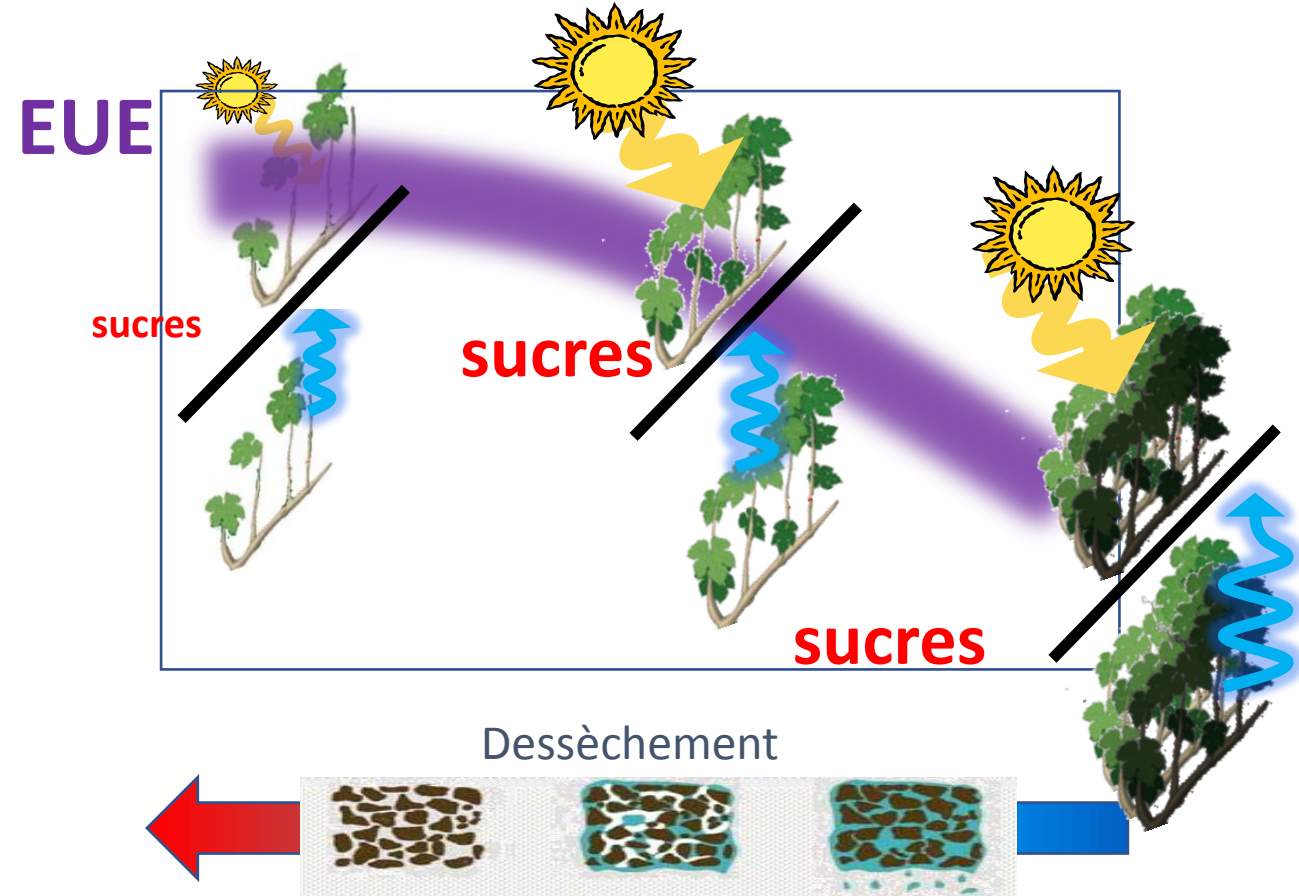
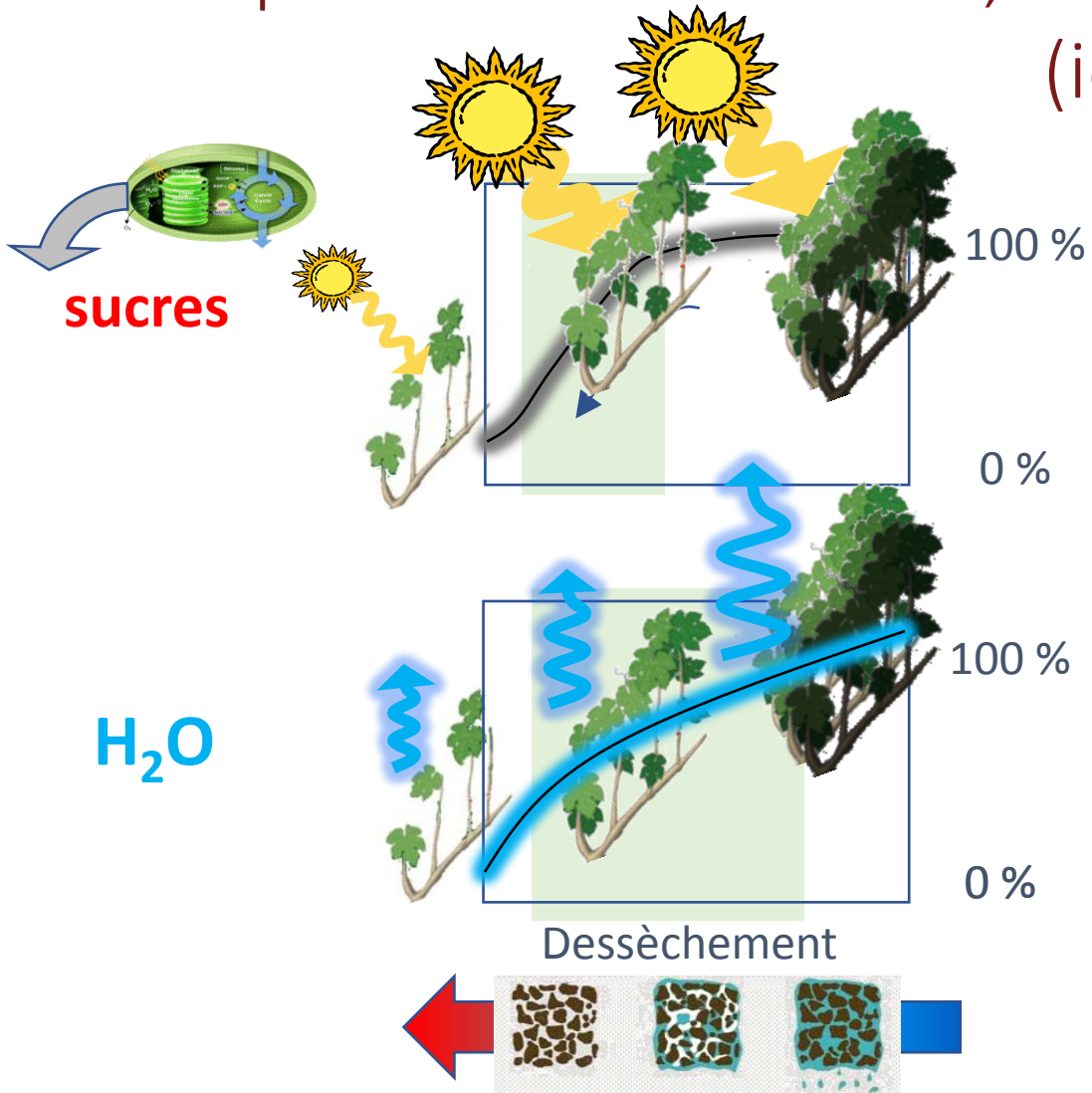
Pellegrino et al., 2006

Thierry Simonneau

Les 7<sup>èmes</sup> Assises des vins du Sud-Ouest

13 janvier 2023, Toulouse

Lorsque le sol se dessèche, la baisse de croissance augmente l'EUE  
(idem avec air sec, T°C élevée)



Pellegrino et al., 2006

Thierry Simonneau

Les 7<sup>èmes</sup> Assises des vins du Sud-Ouest

13 janvier 2023, Toulouse

# Quelle influence du mode de taille et de palissage sur l'EUE ?



# Quelle influence du mode de taille et de palissage sur l'EUE ?



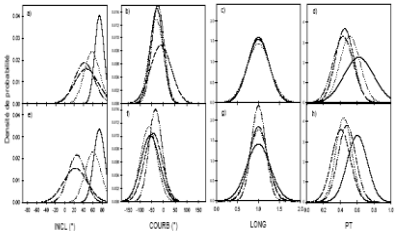
Chambre d'assimilation  
plante entière

(Thèse J Prieto, 2011)

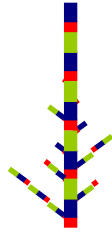


# Quelle influence du mode de taille et de palissage sur l'EUE ?

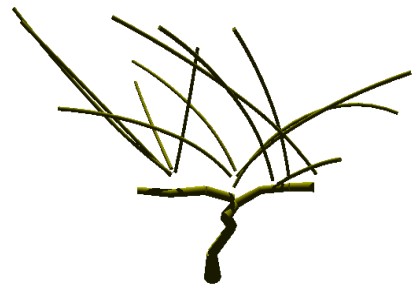
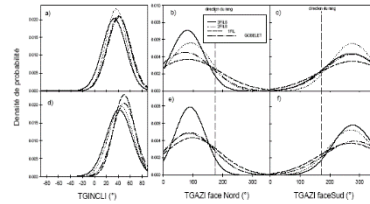
Trajectoires 3D des rameaux



Position probables des ramifications

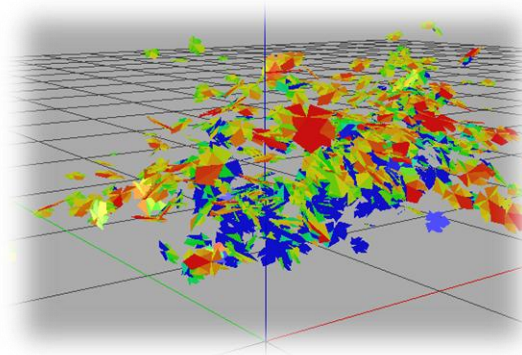


Distribution des feuilles et orientations probables

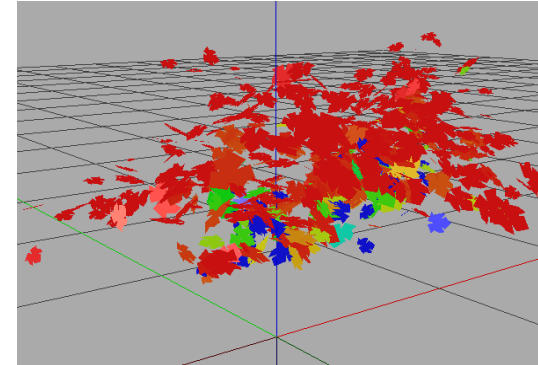


(Louarn *et al* 2008ab)

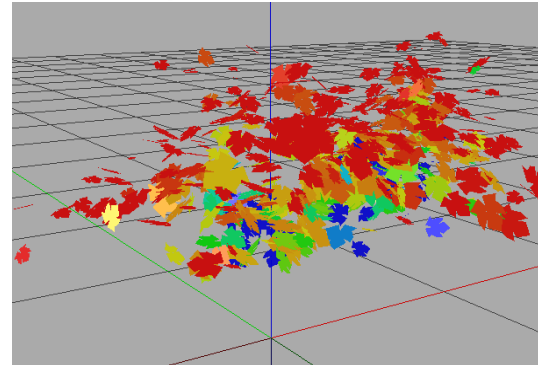
Distribution du rayonnement



Photosynthèse



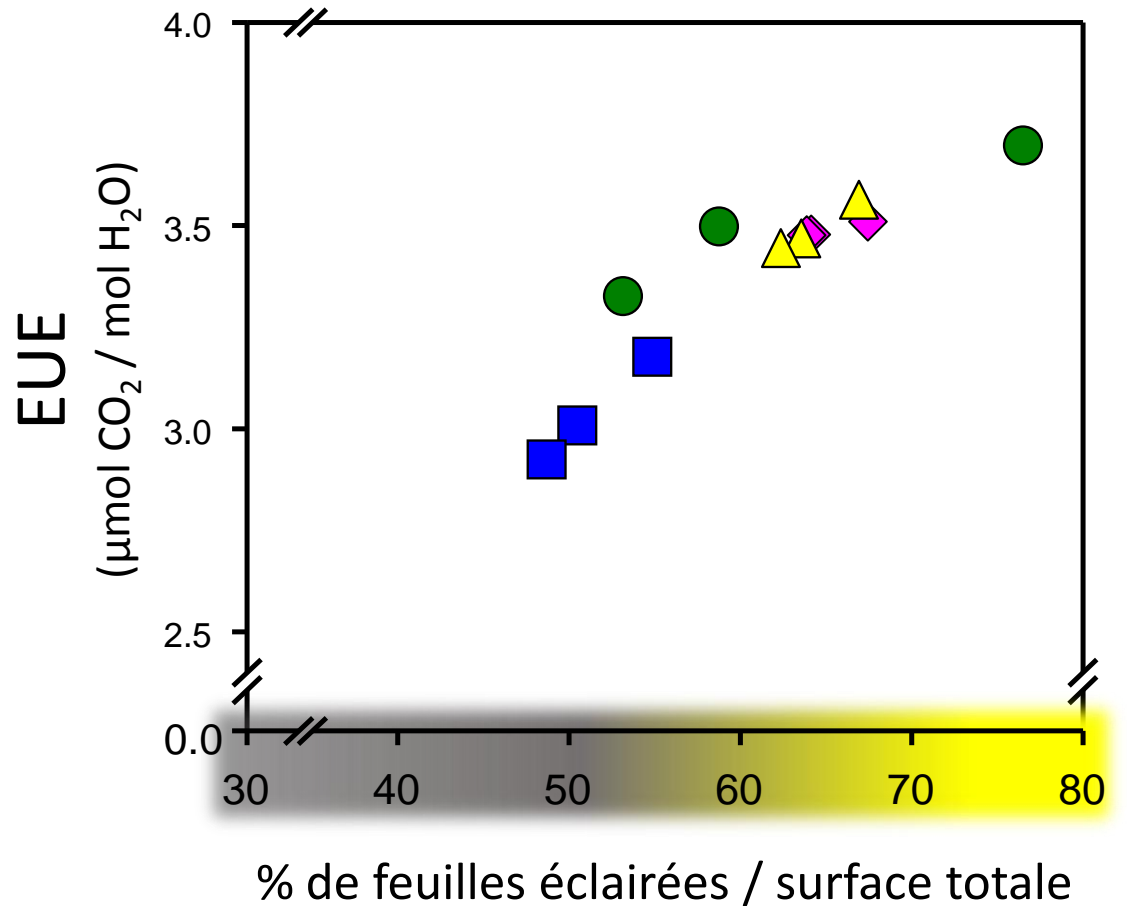
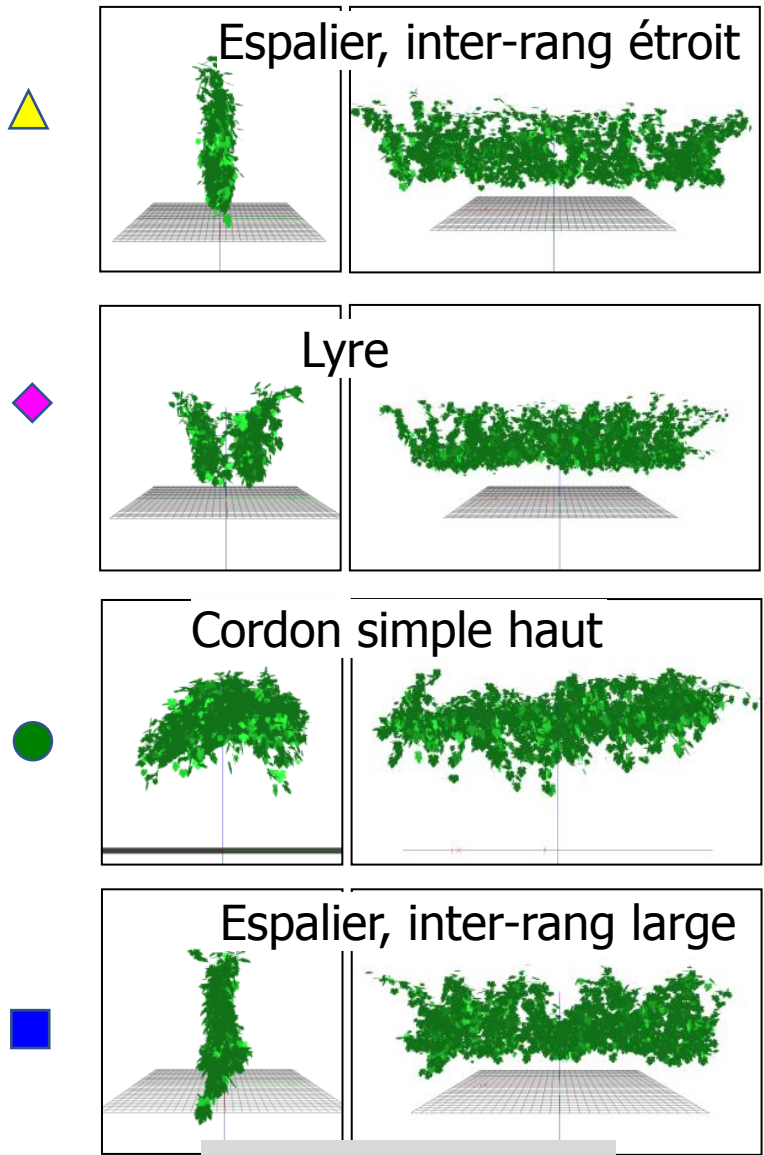
Transpiration



(Prieto *et al* 2012, 2020)

(Albasha *et al* 2019)





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

# Comment améliorer l'Efficienc e d'Utilisation de l'Eau ?

De nouvelles pistes en  
explorant la diversité  
génétique...

## Les 7<sup>èmes</sup> Assises des vins du Sud- Ouest



Centre de Ressources,  
VASSAL

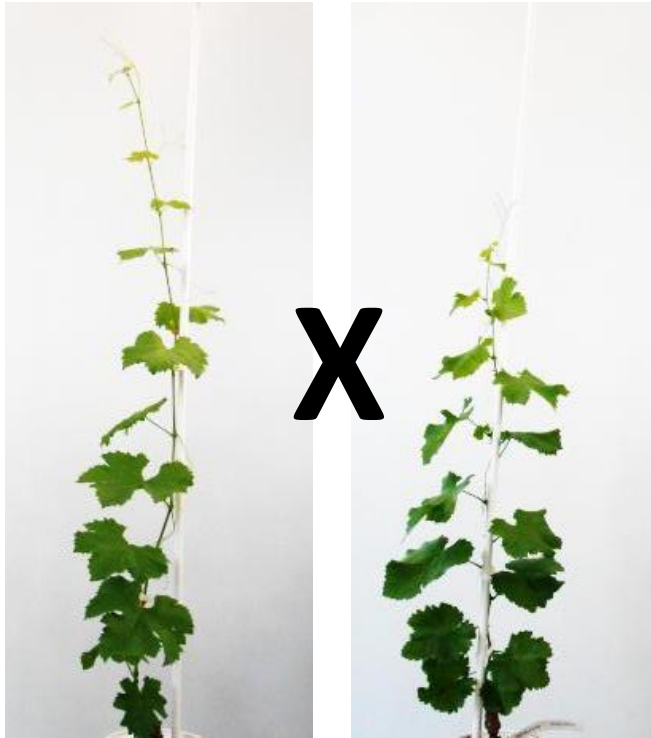


# Etude génétique au vignoble : une première mondiale

Croisement  
Syrah X Grenache

➤ 188 descendants

➤ Installés dans un vignoble près de  
Montpellier



étudiés pendant 2 ans

100 m

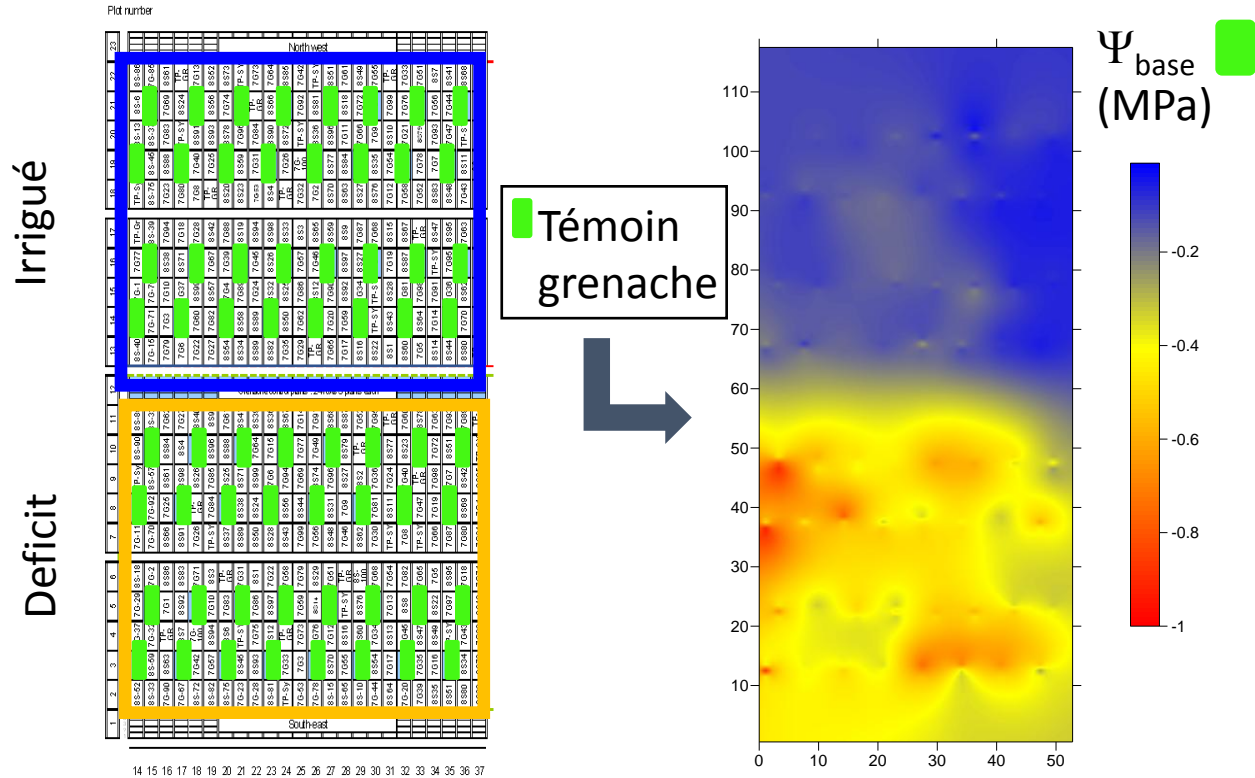
Deficit Irrigué

Plot number		North		West		South		East																																							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37											
88-82	88-83	88-84	88-85	88-86	88-87	88-88	88-89	88-90	88-91	88-92	88-93	88-94	88-95	88-96	88-97	88-98	88-99	89-00	89-01	89-02	89-03	89-04	89-05	89-06	89-07	89-08	89-09	89-10	89-11	89-12	89-13	89-14	89-15	89-16	89-17	89-18	89-19	89-20	89-21	89-22							
70-11	70-12	70-13	70-14	70-15	70-16	70-17	70-18	70-19	70-20	70-21	70-22	70-23	70-24	70-25	70-26	70-27	70-28	70-29	70-30	70-31	70-32	70-33	70-34	70-35	70-36	70-37	70-38	70-39	70-40	70-41	70-42	70-43	70-44	70-45	70-46	70-47	70-48	70-49	70-50	70-51	70-52						
70-53	70-54	70-55	70-56	70-57	70-58	70-59	70-60	70-61	70-62	70-63	70-64	70-65	70-66	70-67	70-68	70-69	70-70	70-71	70-72	70-73	70-74	70-75	70-76	70-77	70-78	70-79	70-80	70-81	70-82	70-83	70-84	70-85	70-86	70-87	70-88	70-89	70-90	70-91	70-92	70-93	70-94	70-95	70-96	70-97	70-98	70-99	71-00



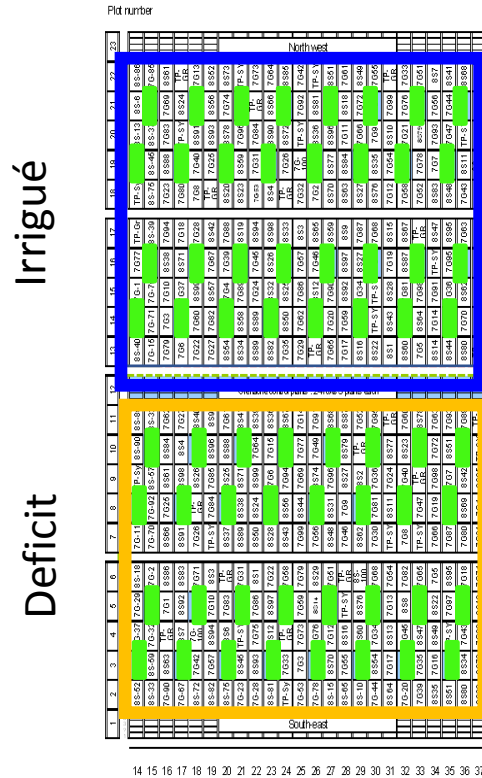
188 placettes de 5 pieds + 64 placettes de grenache (■ témoin)  
 X 2 régimes hydriques

# 1<sup>ère</sup> difficulté au vignoble : l'hétérogénéité spatiale

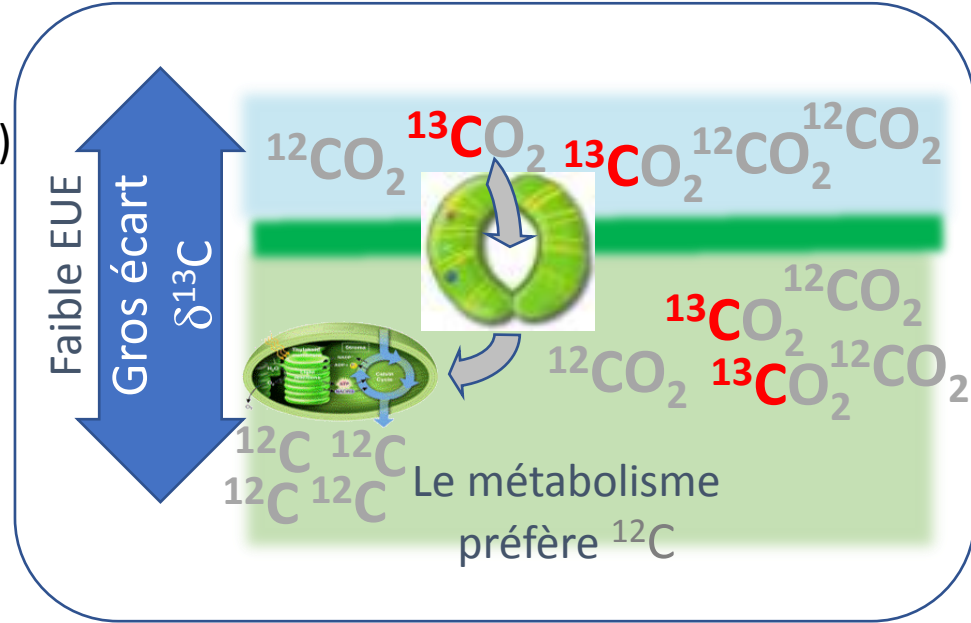
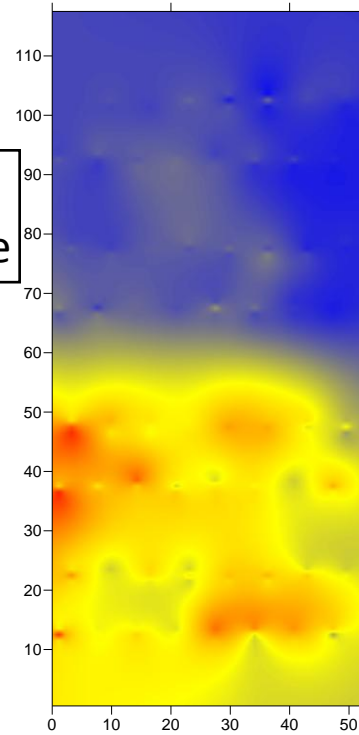


# 2<sup>ème</sup> difficulté au vignoble : la mesure de l'EUE

Un estimateur :  $\delta^{13}\text{C}$  dans les moûts

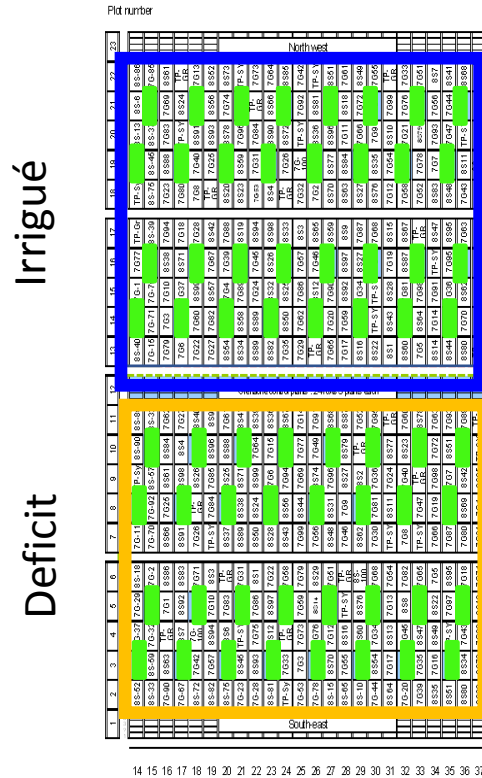


Témoin grenache

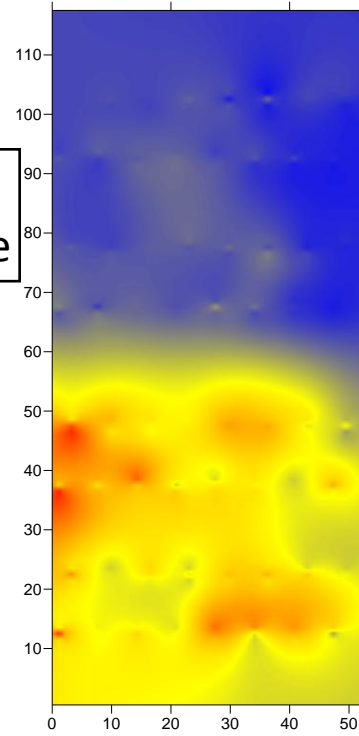


# 2<sup>ème</sup> difficulté au vignoble : la mesure de l'EUE

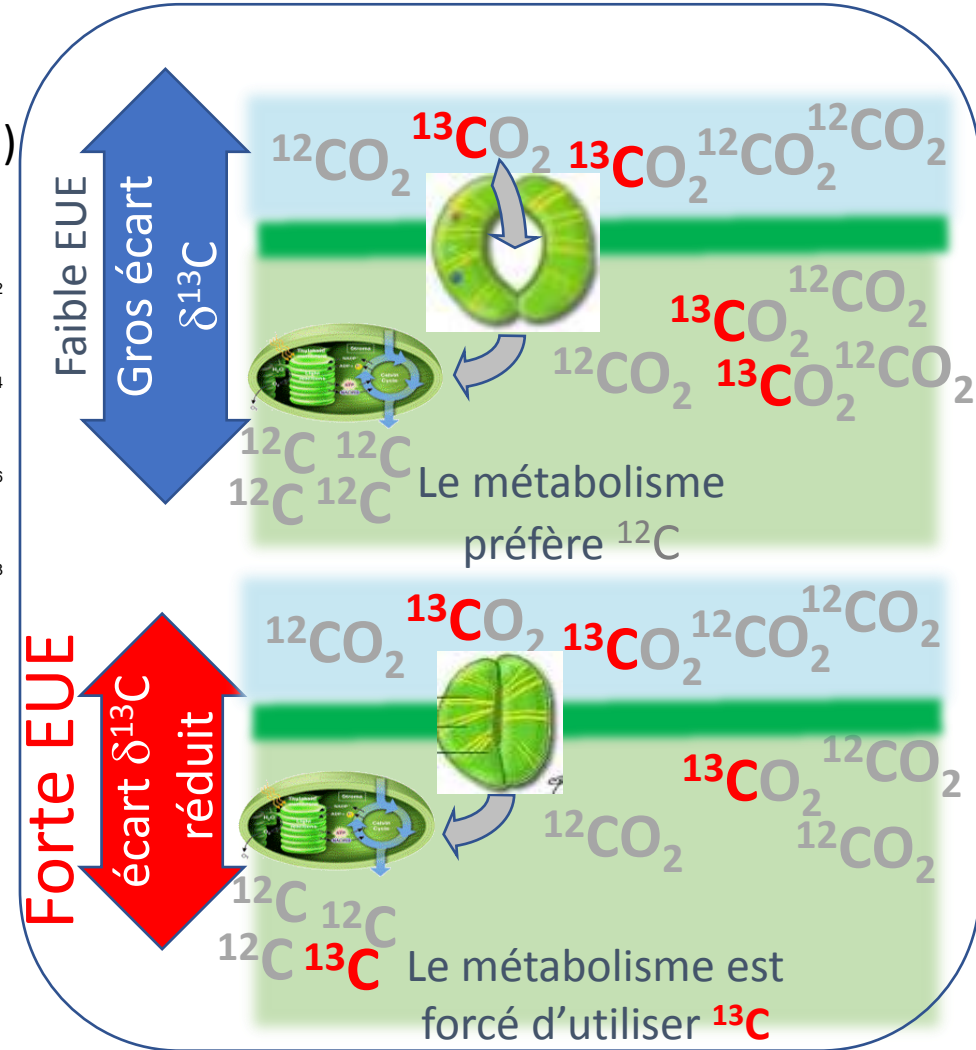
Un estimateur :  $\delta^{13}\text{C}$  dans les moûts



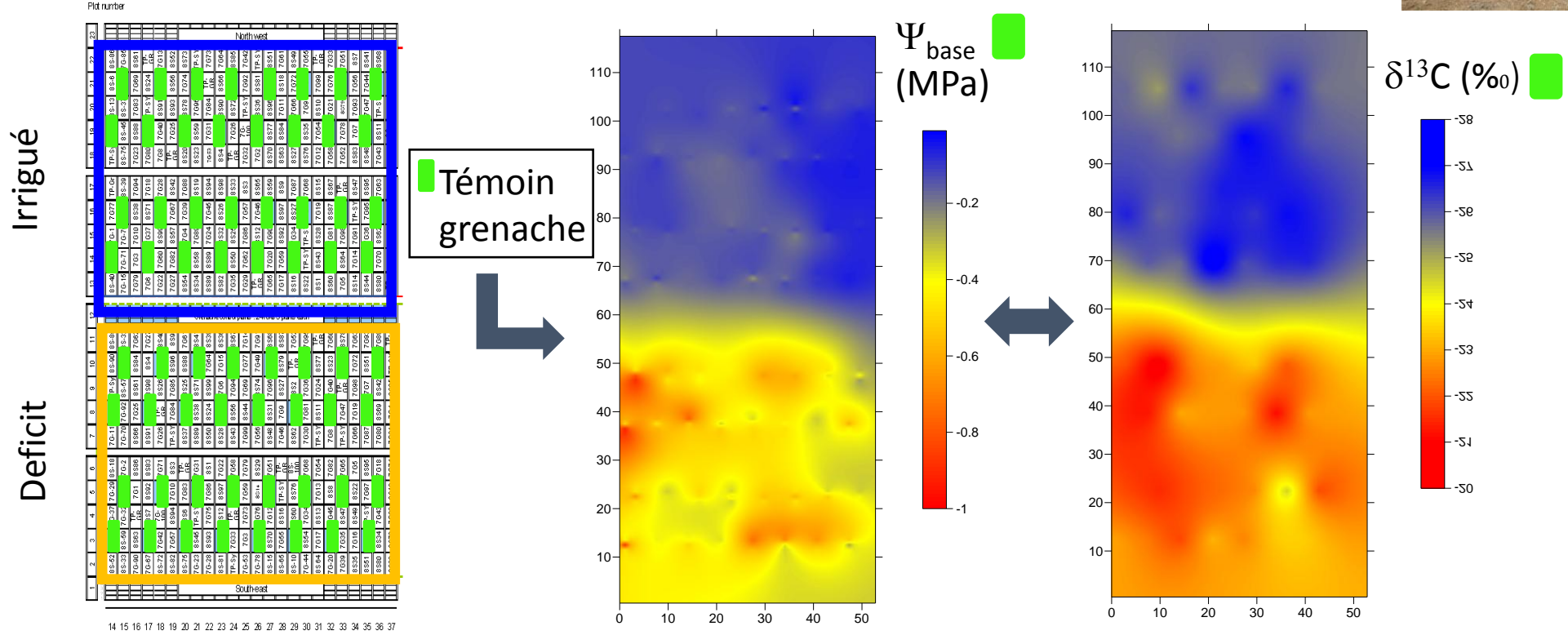
Témoin grenache



$\Psi_{\text{base}}$  (MPa)

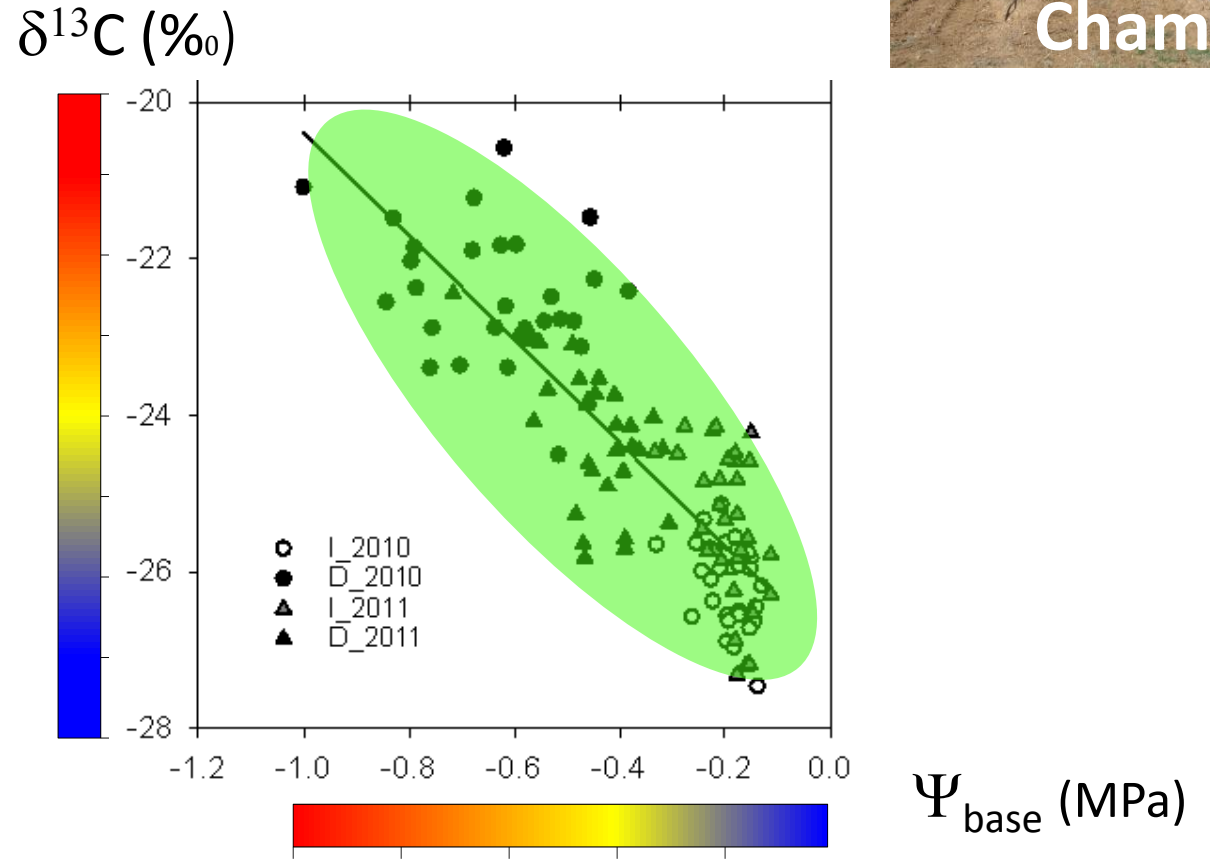
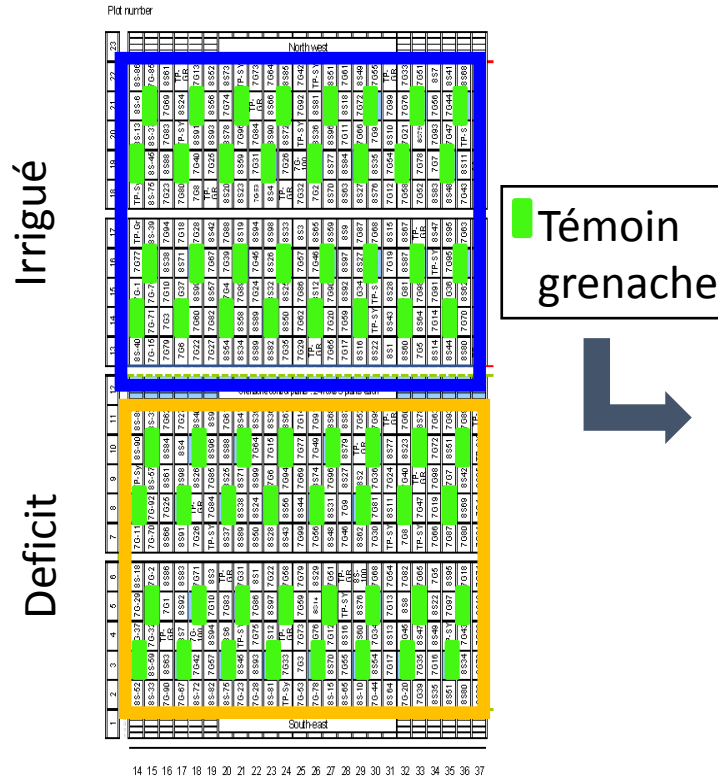


# Mesure d'EUE au vignoble grâce à $\delta^{13}\text{C}$ des moûts



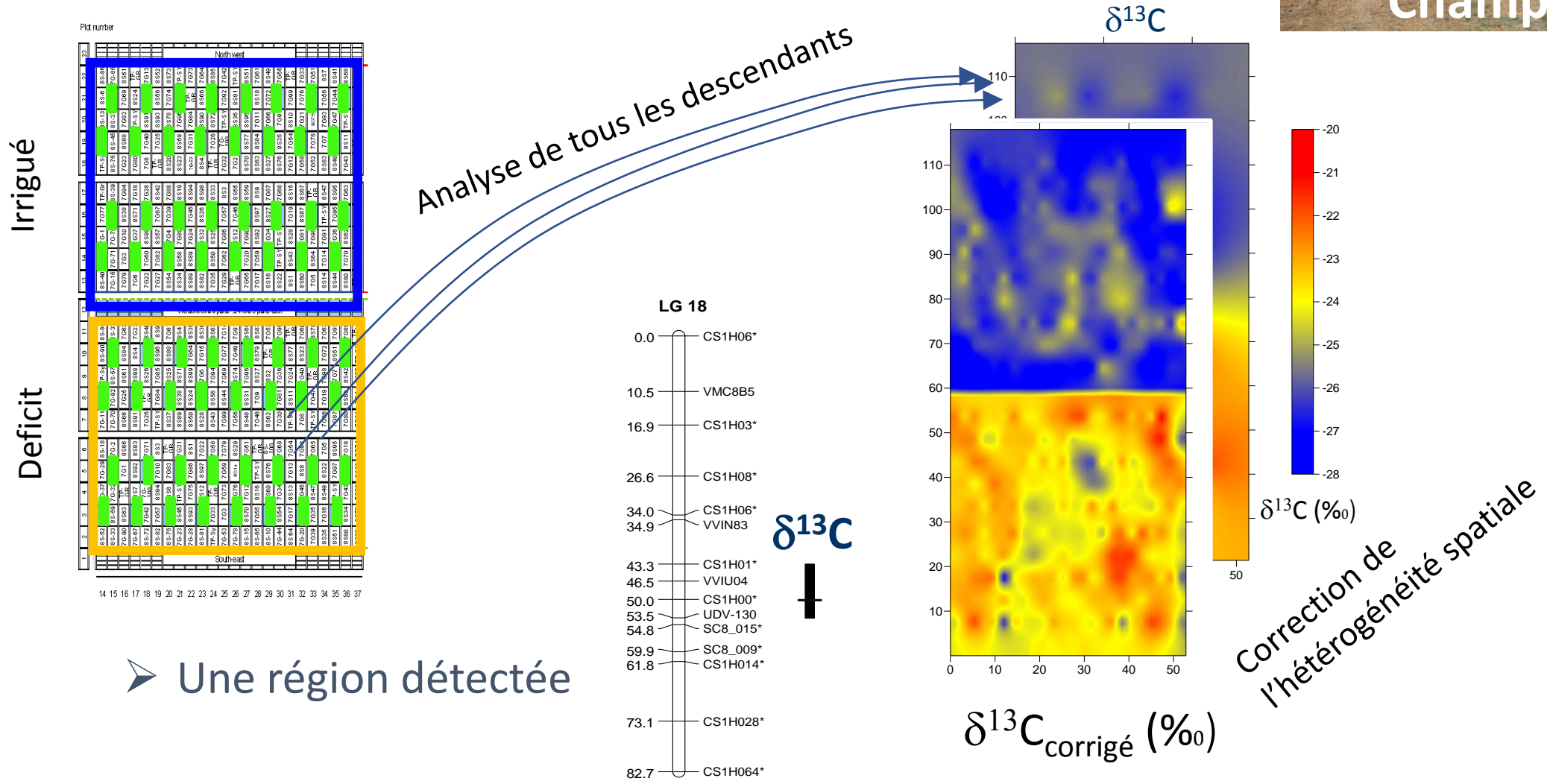


# Mesure d'EUE au vignoble grâce à $\delta^{13}\text{C}$ des moûts

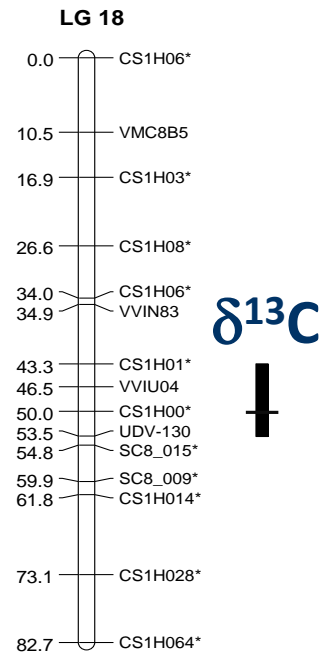


➤ Cohérence des résultats avec l'effet attendu du déficit hydrique sur l'EUE

# Des régions génomiques associées aux variations de $\delta^{13}\text{C}$ (EUE) ?



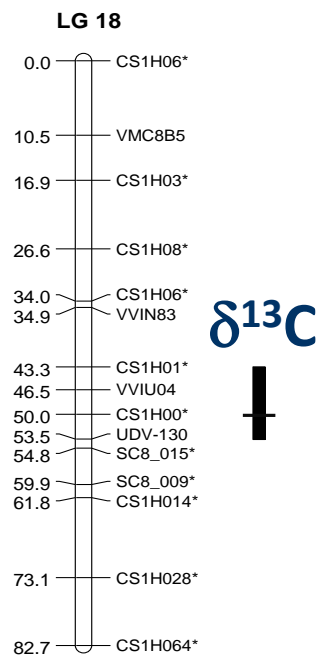
# Plus facile en plate-forme ! ....Même résultats ?



# Plus facile en plate-forme ! ....Même résultats ?



Mesures directes de  
- croissance  
- transpiration

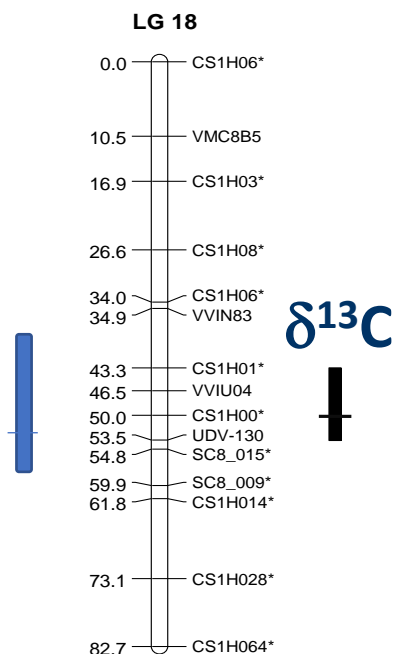


# Plus facile en plate-forme ! ....Même résultats ?



➤ On retrouve une même région génomique !

Efficiencce de transpiration (EUE, g/L)

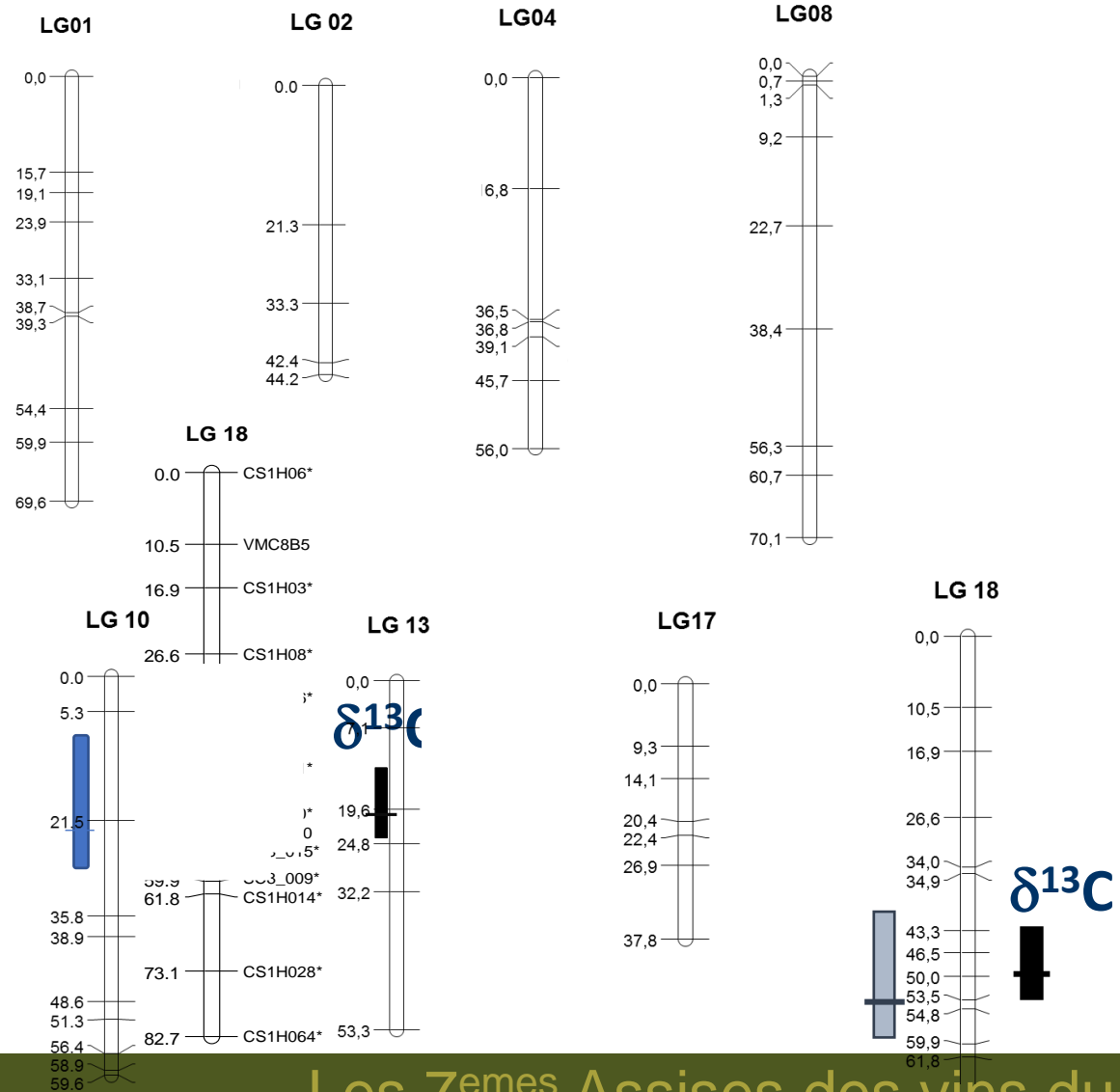


# Plus facile en plate-forme ! ....Même résultats ?



Plateforme

Efficiene de  
transpiration  
(EUE, g/L)

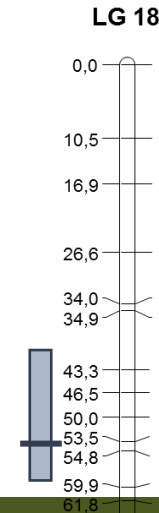
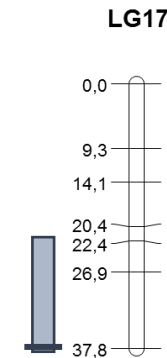
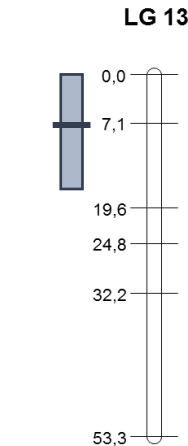
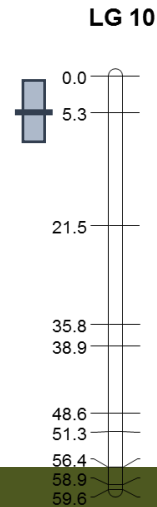
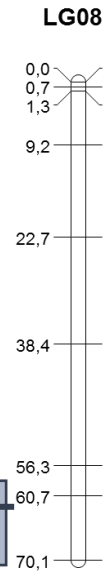
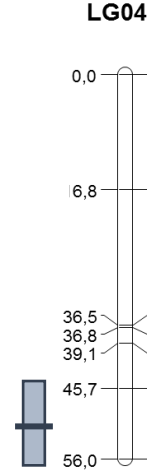
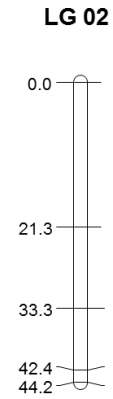
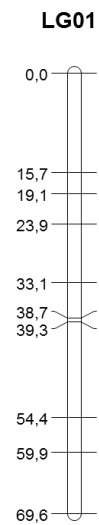


# Plus facile en plate-forme ! ....Même résultats ?



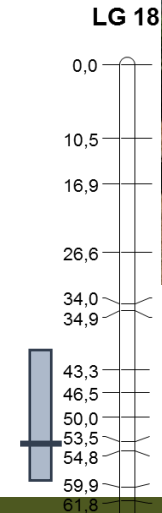
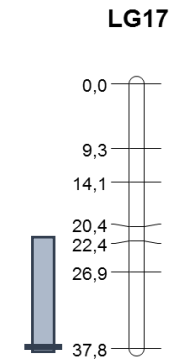
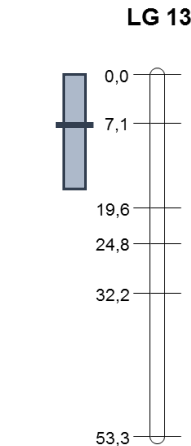
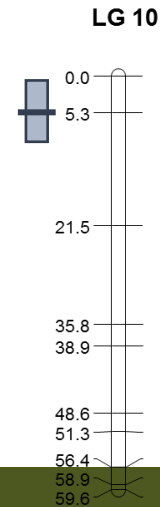
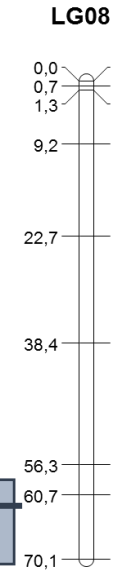
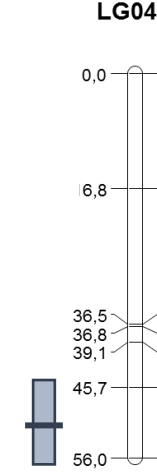
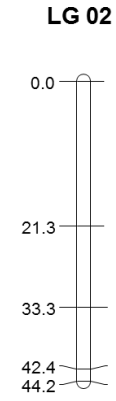
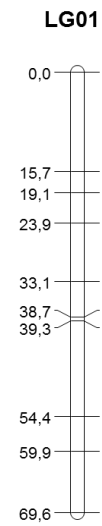
➤ Beaucoup plus de régions détectées !

Efficiéce de transpiration (EUE, g/L)



$\delta^{13}\text{C}$

# Pourquoi davantage de régions génomiques détectées en plateforme ?

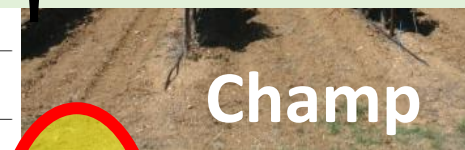
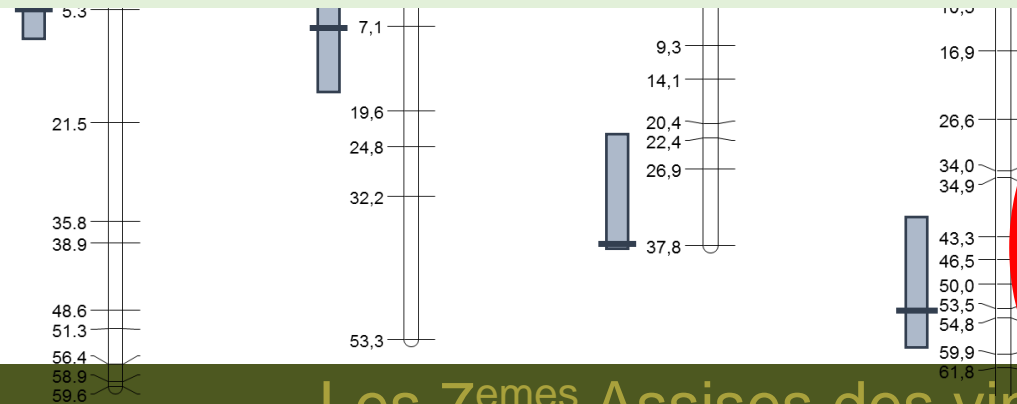
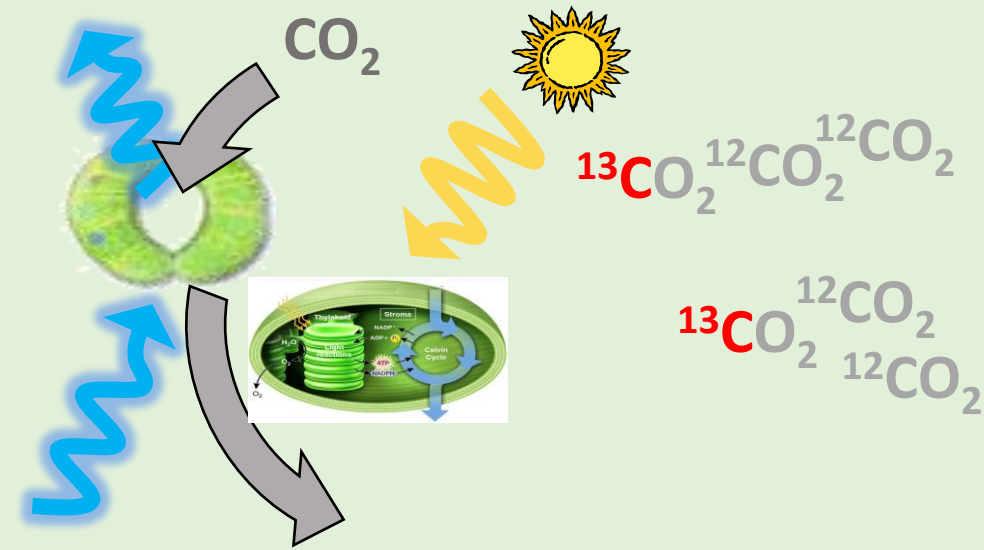


$\delta^{13}\text{C}$

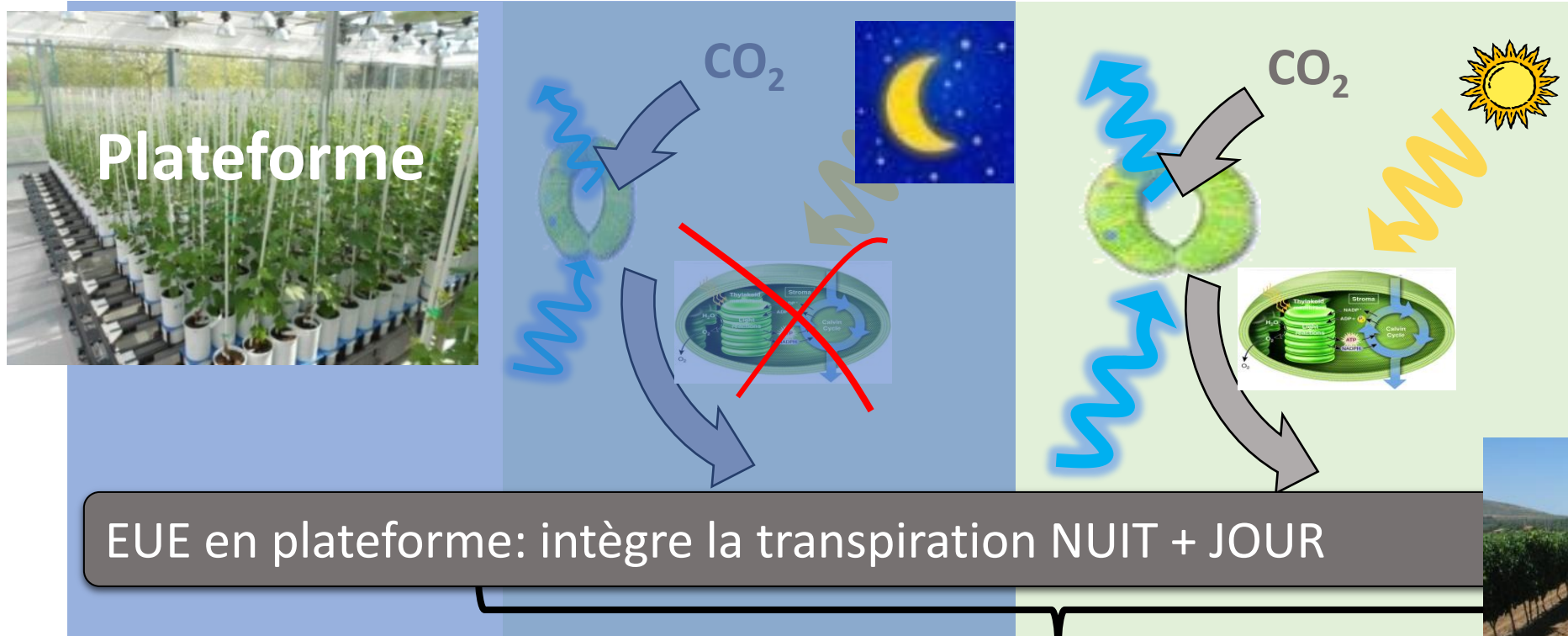


# Pourquoi davantage de régions génomiques détectées en plateforme ?

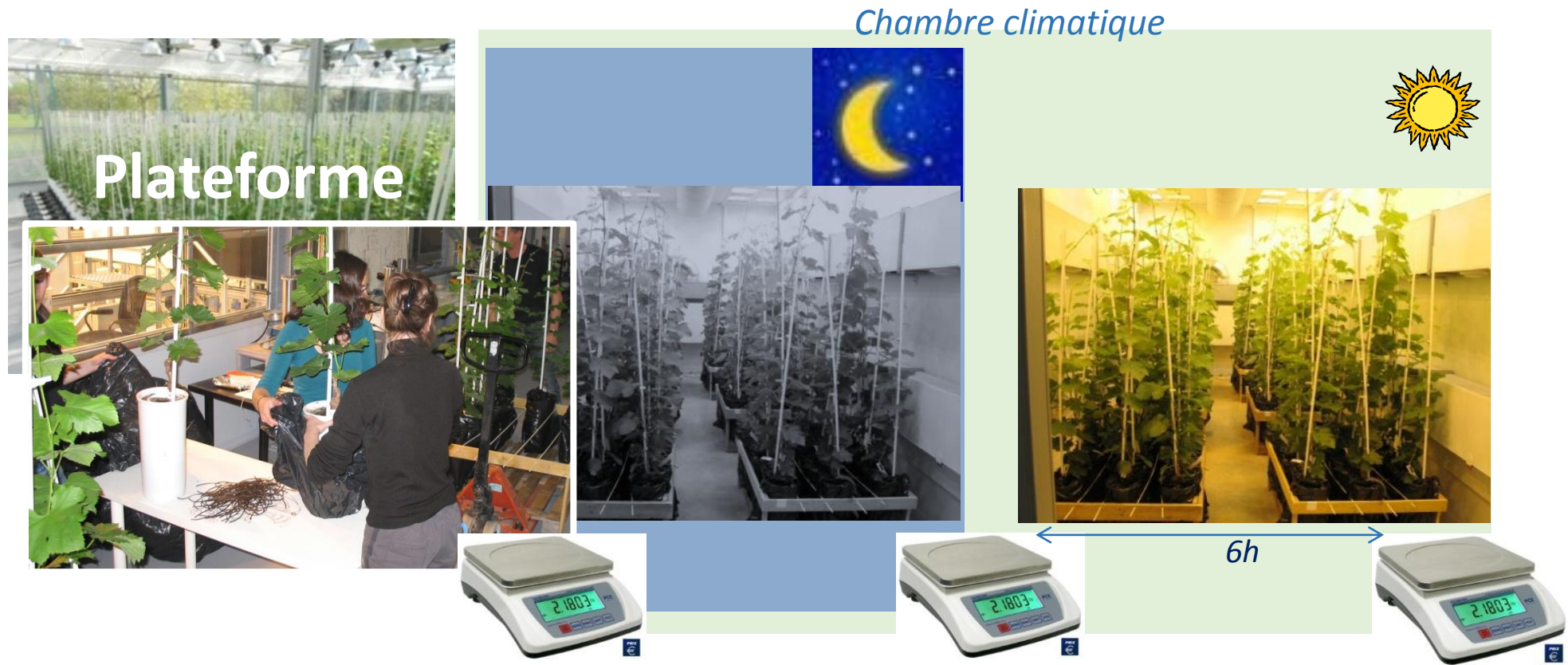
$\delta^{13}\text{C}$  au champ :  
lié aux stomates et  
à la photosynthèse  
le JOUR



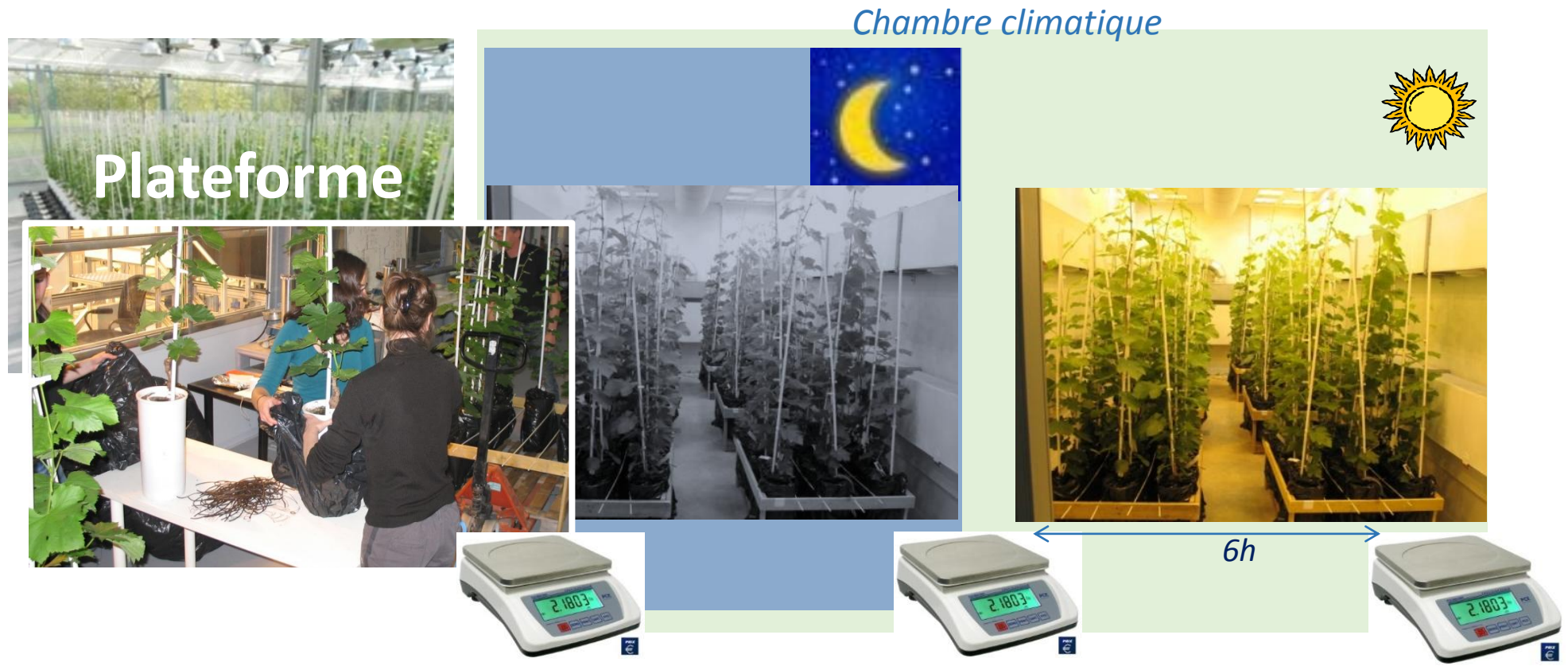
# Pourquoi davantage de régions génomiques détectées en plateforme ?



# Un nouveau suspect pour l'EUE : la transpiration de nuit



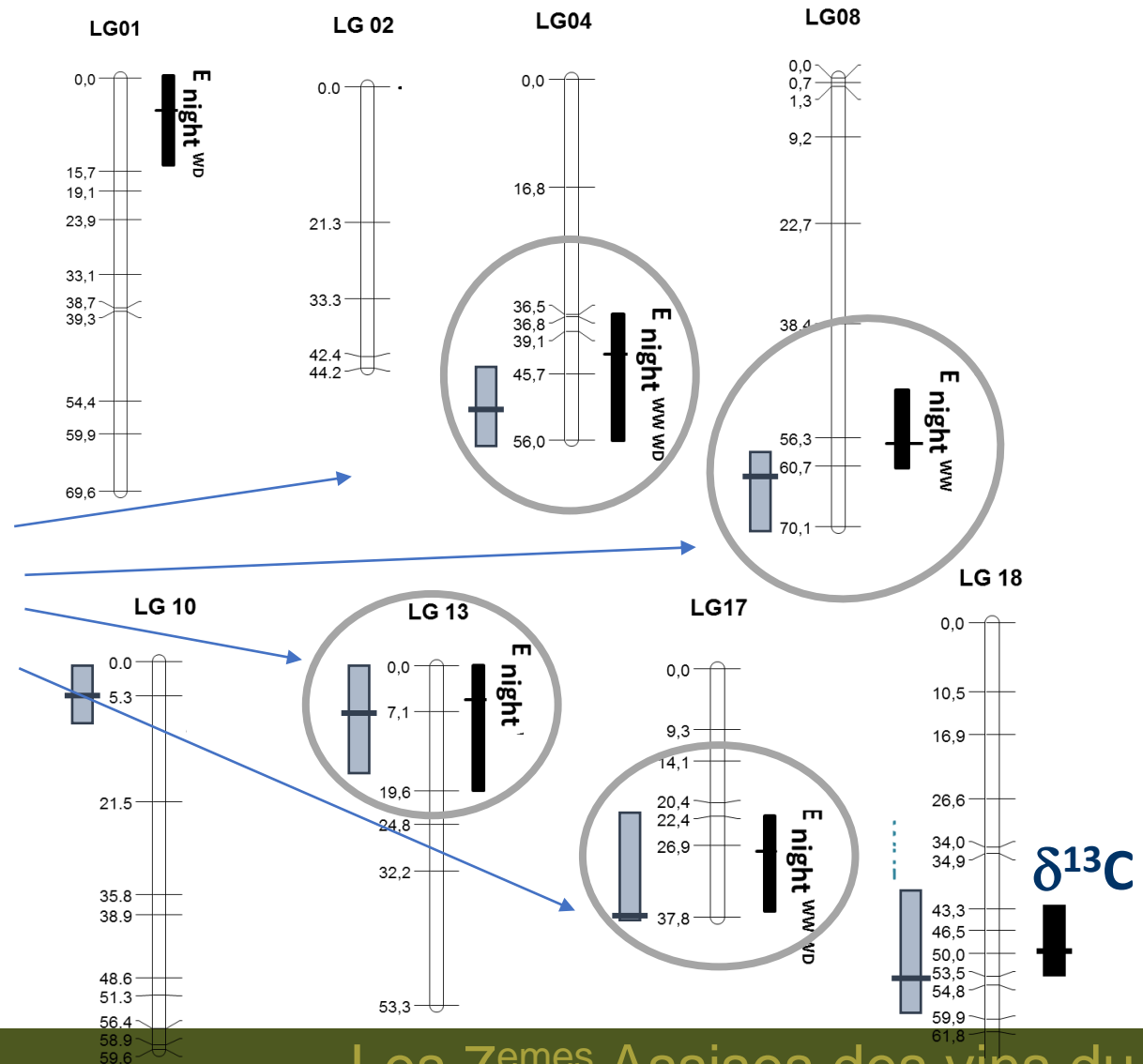
# Un nouveau suspect pour l'EUE : la transpiration de nuit



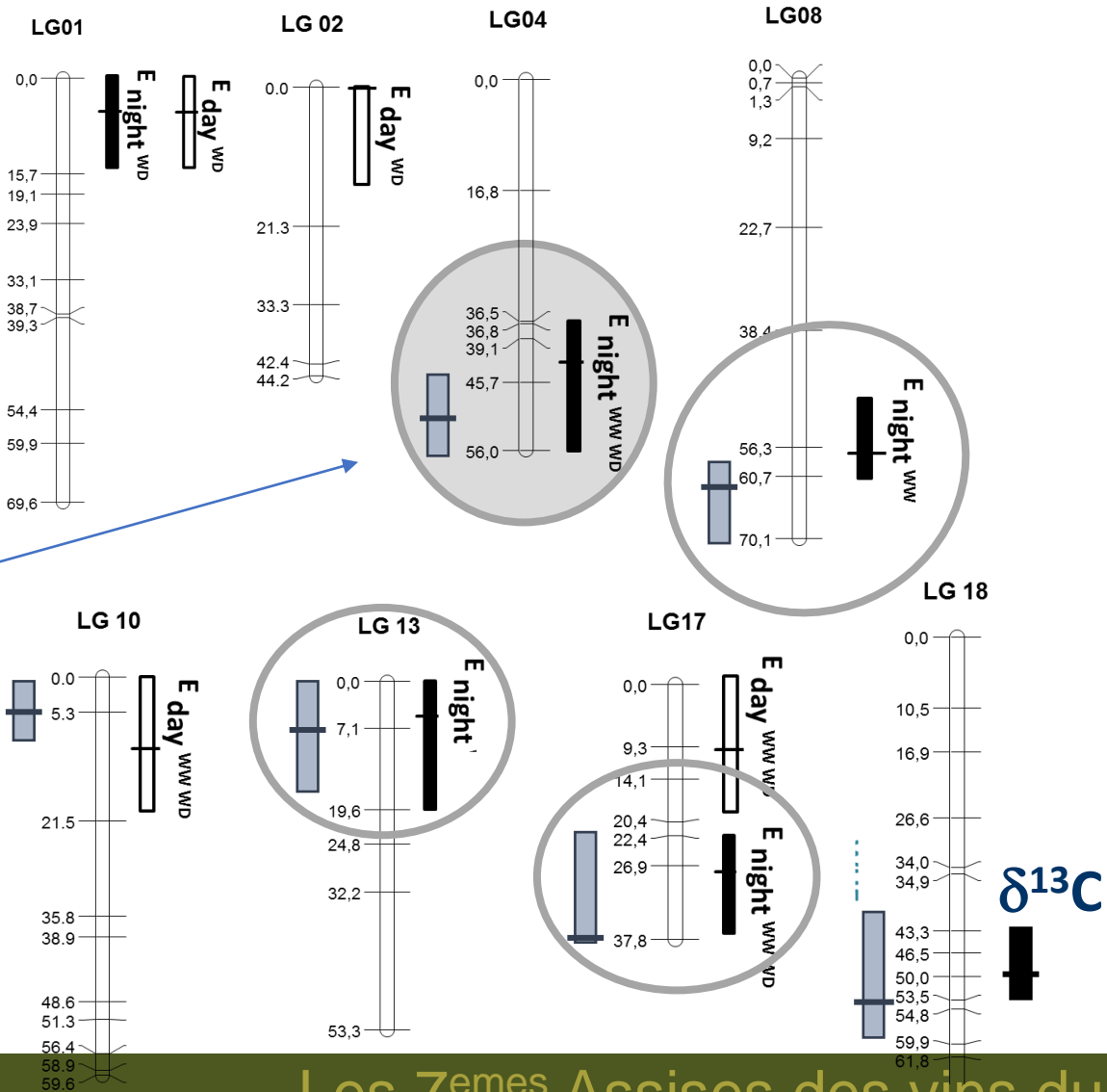
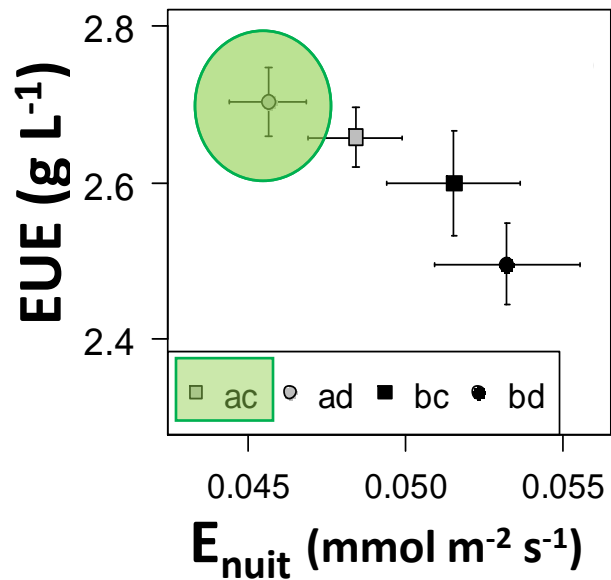
# Le lien du suspect ( $E_{night}$ ) avec l'EUE confirmé dans plusieurs cas !



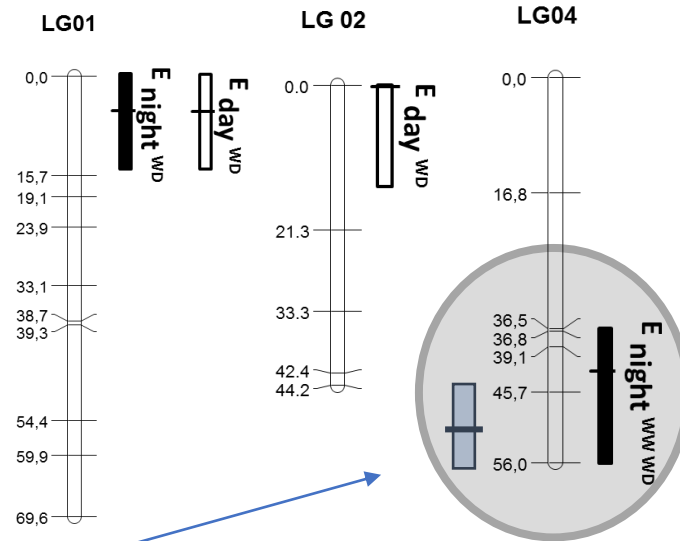
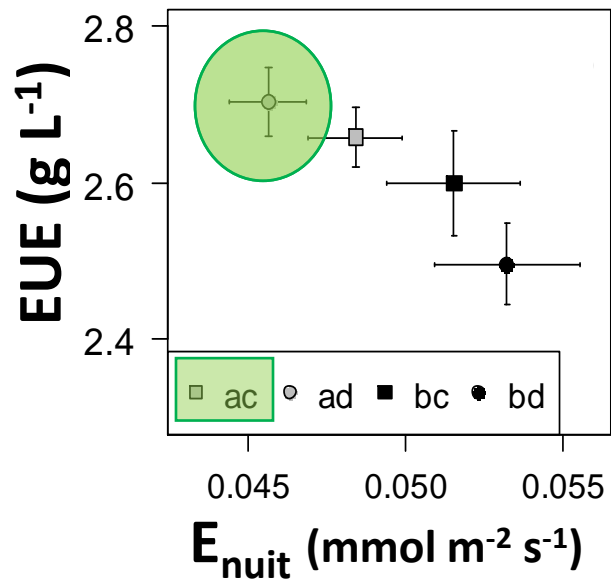
➤ Mêmes régions génomiques pour la transpiration de nuit et pour EUE !



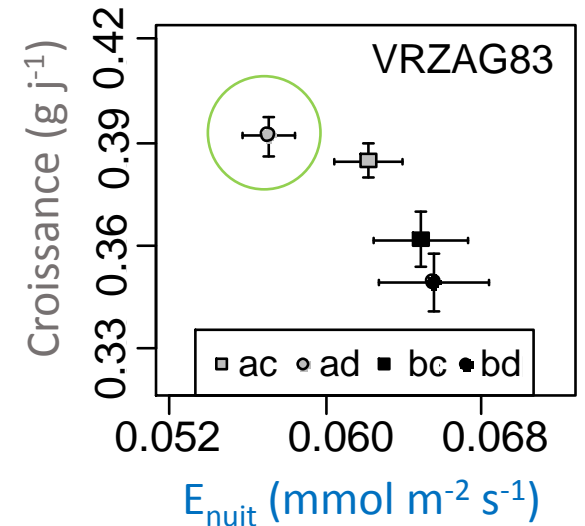
# On peut retenir les descendants avec la meilleure EUE



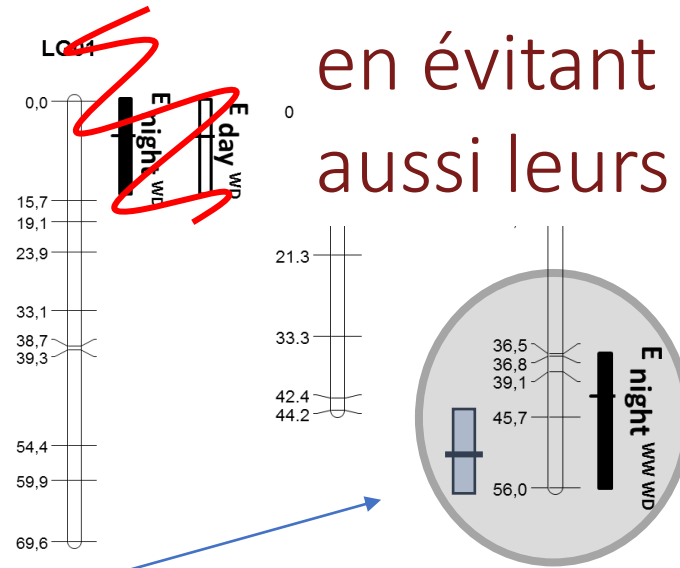
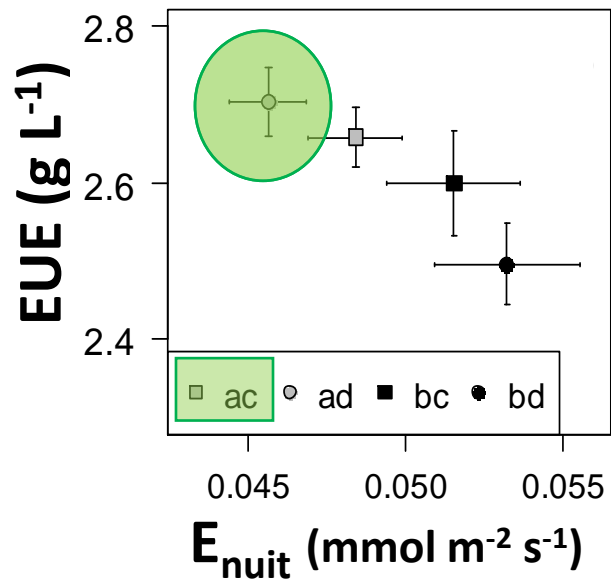
# On peut retenir les descendants avec la meilleure EUE



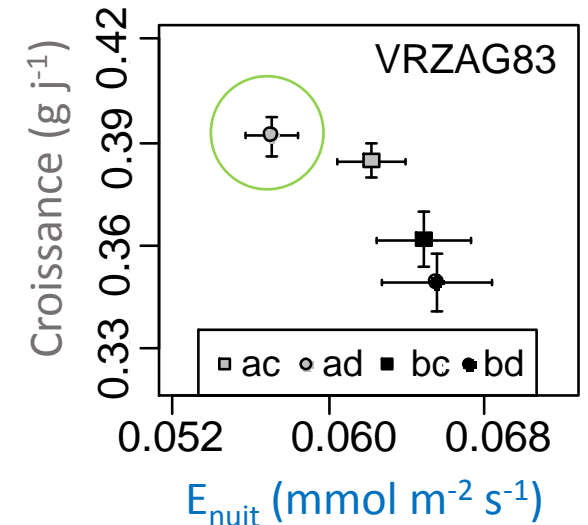
en vérifiant que leur croissance est forte



# On peut retenir les descendants avec la meilleure EUE



en vérifiant que leur croissance est forte





# CONCLUSION

- L'efficacité d'utilisation de l'eau varie avec les pratiques et les variétés
  - L'excès d'eau ne bénéficie pas à la production des sucres à partir d'un certain seuil
  - On peut améliorer l'efficacité d'utilisation de l'eau sans pénaliser la production ...
    - ... en limitant l'auto-ombrage
    - ... en sélectionnant des variétés qui consomment peu d'eau la nuit
- Travaux en génétique en cours pour étendre la gamme explorée *V. vinifera*

# Les 7<sup>èmes</sup> Assises des vins du Sud-Ouest



**Merci de votre attention**



VIGNOBLES DU  
**SUD-OUEST**  
DE L'ORIGINE À L'ORIGINALITÉ

