

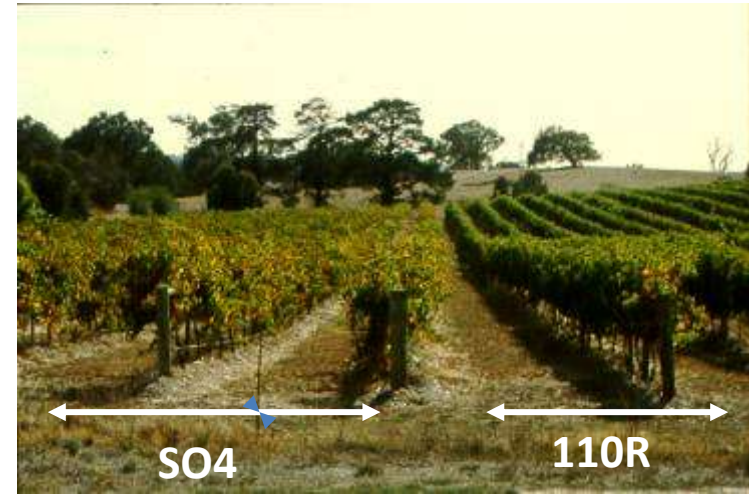
Architecture génétique de réponses au déficit hydrique chez la Vigne

Elisa Marguerit, Aude Coupel-Ledru, François Barrieu, Pierre-François Bert, Agnès Doligez, Eric Lebon, Patrice This, Thierry Simonneau, Nathalie Ollat



Introduction

- La vigne = plante bien adaptée à la sécheresse
Améliorer cette adaptation = 1 des enjeux majeurs des recherches en viticulture
- Diversité génétique au service des travaux d'amélioration variétale
- Objectifs scientifiques : identifier l'architecture génétique des réponses adaptatives et de leur plasticité

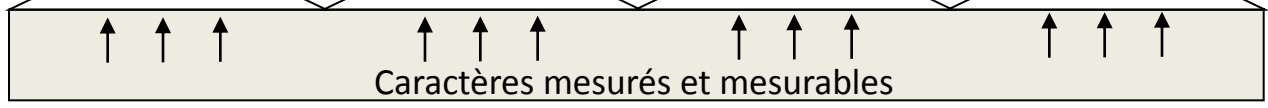


ADAPTATION POUR DECRIRE UN ETAT PHYSIOLOGIQUE

Stratégies



Réponses



Plastiques ou pas

Adaptatives ou pas

Durée de vie d'une plante

Plusieurs générations au sein d'une population

1 heure 1 jour

Echelle de temps

Activité physiologique (transpiration, croissance ...)

ACCLIMATION

PLASTICITE

ADAPTATION

Sélection naturelle que si

- Variation phénotypique
- Valeurs sélectives différentes (fitness)
- Héritabilité

Déficit hydrique

Env. 1

Env. 2

La plasticité conduit à l'acclimation, elle même conduisant à l'adaptation

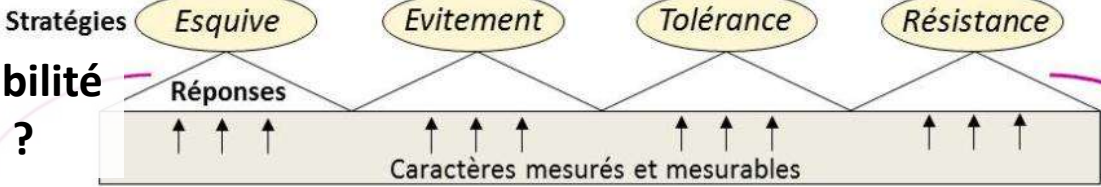
≠ scénarios de conditions de régime hydrique

⇒ Intensité du déficit hydrique

⇒ Occurrence dans le cycle de développement de la plante



ADAPTATION POUR DECRIRE UN ETAT PHYSIOLOGIQUE



? Quelle est la variabilité de la plasticité ?

Plastiques ou pas

Adaptatives ou pas

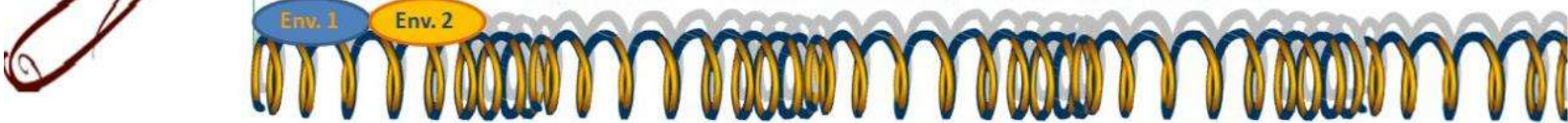
? Est-ce que la plasticité permet de s'acclimater ?



? Est-ce que la variabilité des capacités d'acclimation est adaptative ?

- Valeurs sélectives différentes (fitness)
- Héritabilité

La plasticité conduit à l'acclimation, elle même conduisant à l'adaptation



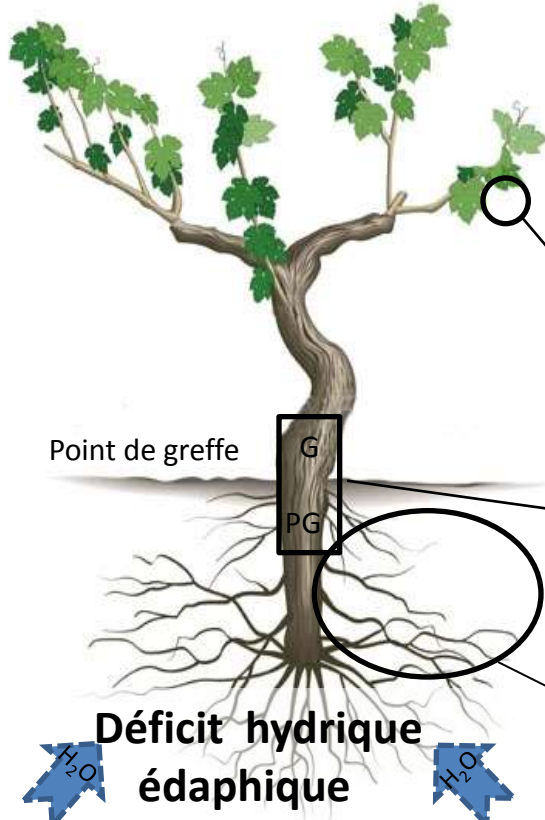
- ≠ scénarios de conditions de régime hydrique
- ⇒ Intensité du déficit hydrique
- ⇒ Occurrence dans le cycle de développement de la plante

1- Réponses au déficit hydrique

Faible humidité relative
Température élevée
Rayonnement important
Vent



➔ **Déficit hydrique atmosphérique**



Réponses à long terme

Arrêt de croissance
Réduction de la surface transpirante
Réponses de gènes
Acclimatation métabolique
Ajustement osmotique

Maintien de la turgescence
Croissance racinaire maintenue
Variation rapport parties aérienne/
racinaire
Augmentation de la surface d'absorption

Réponses à court terme

Réception du signal des racines
Fermeture des stomates
Diminution de l'assimilation en C
Réponses de gènes

Transport du signal
Changement de la conductivité
hydraulique du xylème
Ajustement osmotique

Réponses de gènes
Signalisation cellulaire
Ajustement osmotique
⤴ [ABA]

2- Apport des méthodes de génétique quantitative

Génotypage

Individus de la population de 1 à N

Marqueur A



Marqueur B



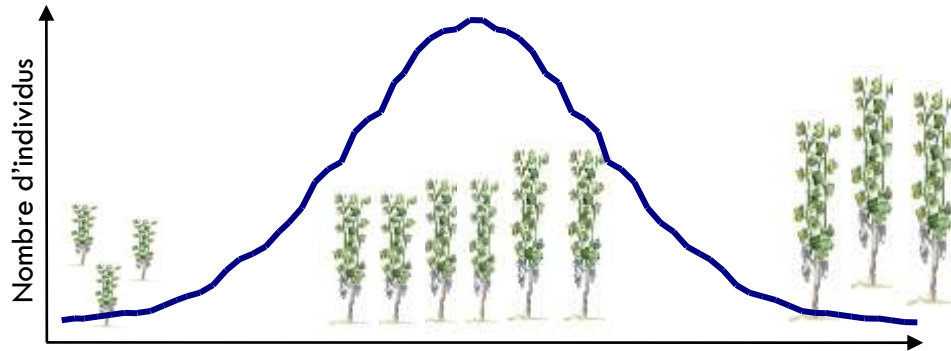
Marqueur A

A 0 A A A 0 A A 0 0 A A A A 0 0 0 A A 0 0 A A A A A A A A A A A A A A A 0 A A 0 A A A A A ...

Marqueur B

0 B 0 0 0 0 B 0 B B 0 B 0 0 B B B 0 0 B B 0 0 B B B B B B B B B 0 0 0 B B 0 B B 0 0 B B ...

Phénotypage



2- Apport des méthodes de génétique quantitative

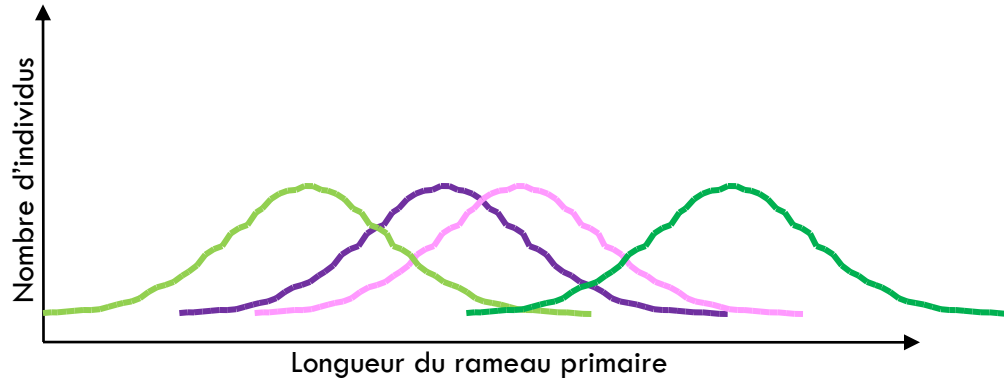
Génotypage

Marqueur A A 0 AAA 0 AA 0 0 AAAA 0 0 0 AA 0 0 AAAAAAAAAAAAAAAAAA 0 AA 0 AAAAAA ...
Marqueur B 0 B 0 0 0 0 B 0 B B 0 B 0 0 B B B 0 0 B B 0 0 B B 0 0 B B 0 0 B B ...

Phénotypage



Analyse QTL



$L_{\text{rameau } 0} = L_{\text{rameau } A}$ \Rightarrow il n'y a pas de QTL à proximité du marqueur A
 $L_{\text{rameau } 0} \neq L_{\text{rameau } B}$ \Rightarrow il y a un QTL à proximité du marqueur B

2- Apport des méthodes de génétique quantitative

Génotypage

Marqueur A

A 0 AAA 0 AA 0 0 AAAA 0 0 0 AA 0 0 AAAAAAAAAAAAAAAAAA 0 AA 0 AAAAAA ...

Marqueur B

0 B 0 0 0 0 B 0 B B 0 B 0 0 B B B 0 0 B B 0 0 B B 0 0 B B ...

Phénotypage



Analyse QTL

	I1	I2	I3....
T1	1	2	3.....
T2	6	7	50.....
T3	18	2	23.....
.			
.			

Matrice des caractéristiques phénotypiques

Matrice des caractéristiques génotypiques

	I1	I2	I3....
M1	1	0	0.....
M2	0	1	0.....
M3	0	0	1.....
.			
.			



Détection Quantitative Trait Locus



MapQTL



3- Architecture génétique des réponses du greffon au déficit hydrique



(Coupel-Ledru *et al.*, 2014)



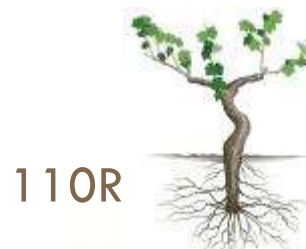
Grenache
isohydrique,
« pessimiste »

×



Syrah
anisohydrique,
« optimiste »

186 greffons

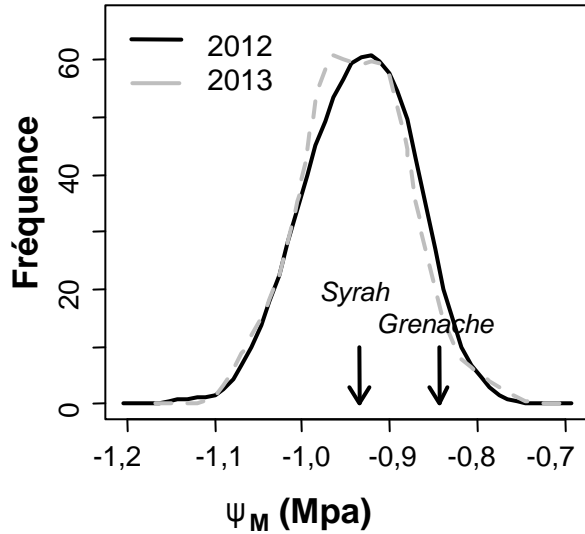


110R

CARREFOURS
DE L'INNOVATION AGRONOMIQUE



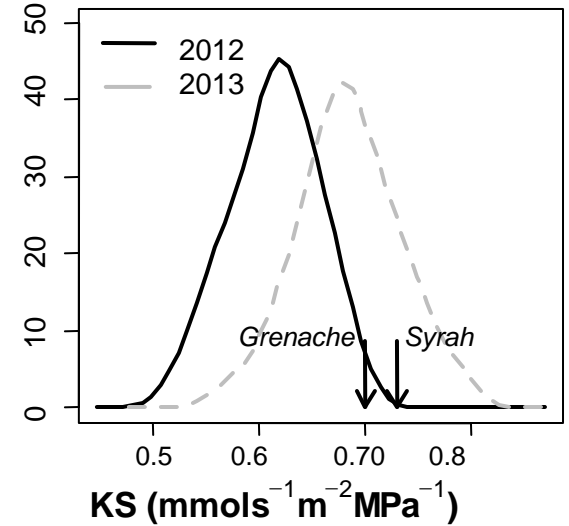
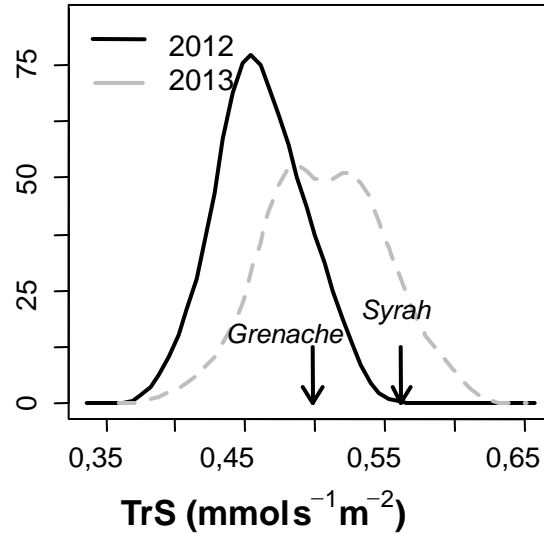
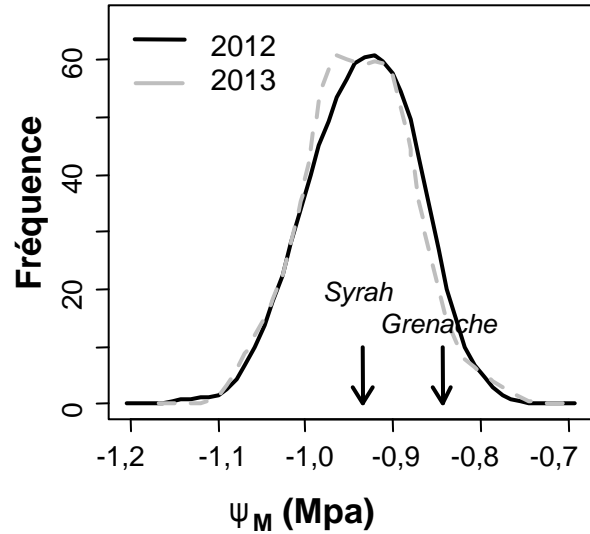
3- Architecture génétique des réponses du greffon au déficit hydrique



Coupel-Ledru et al., 2014

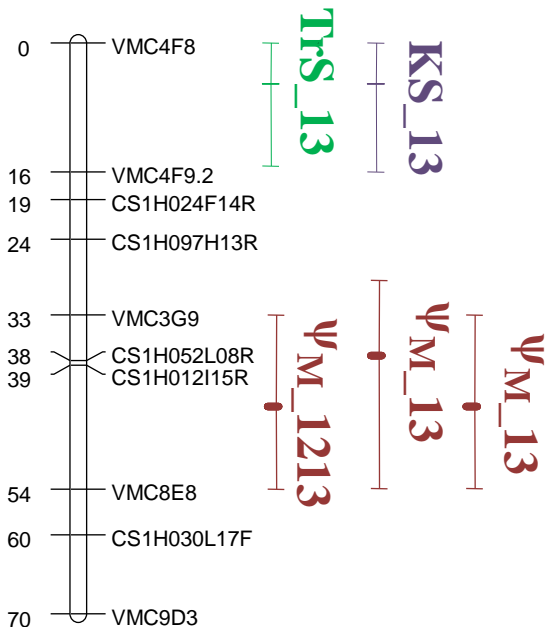


3- Architecture génétique des réponses du greffon au déficit hydrique

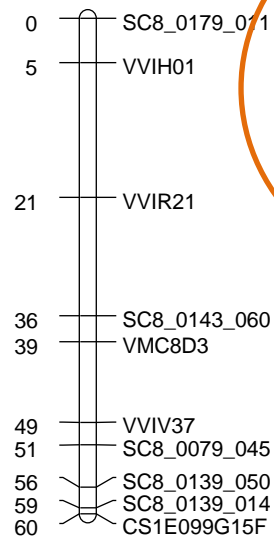


Coupel-Ledru et al., 2014

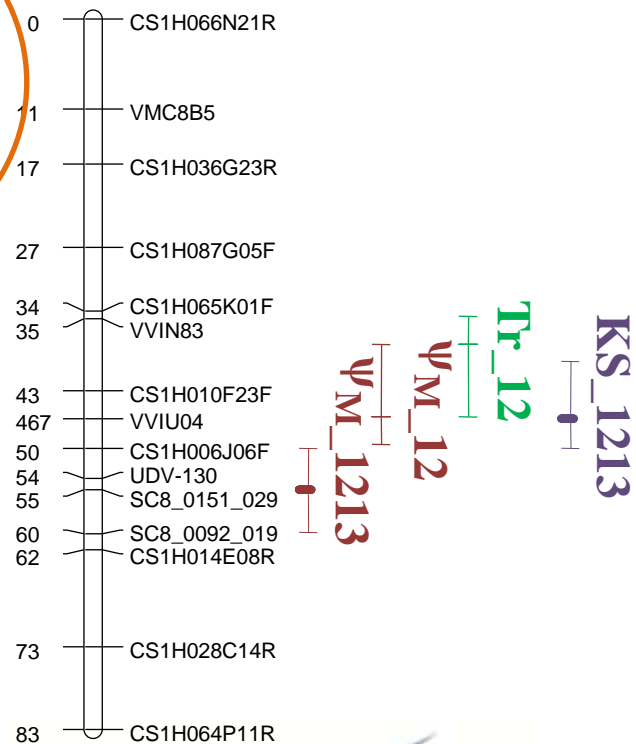
LG01



LG10



LG18



4- Architecture génétique des réponses du porte-greffe au déficit hydrique

V. vinifera Cabernet Sauvignon



138 porte-greffes

V. vinifera
Cabernet Sauvignon



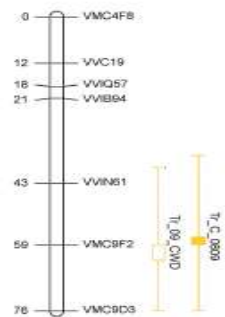
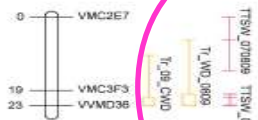
×

V. riparia RGM

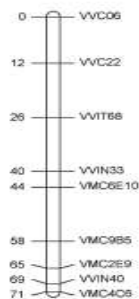
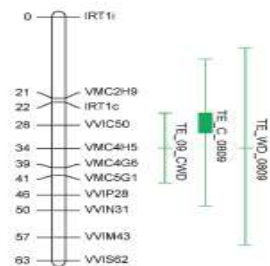
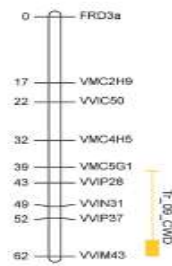
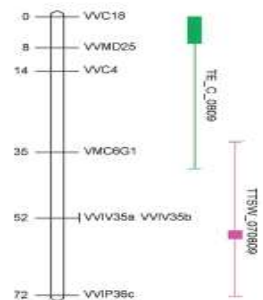
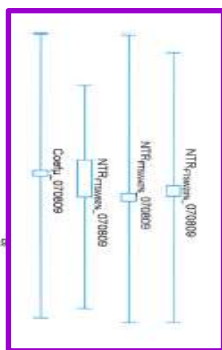
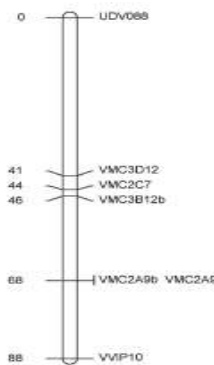


- Transpiration
- Plasticité de la transpiration
- Capacité d'extraction de l'eau
- Efficacité d'utilisation de l'eau ($\delta^{13}\text{C}$)
- Efficacité de la transpiration

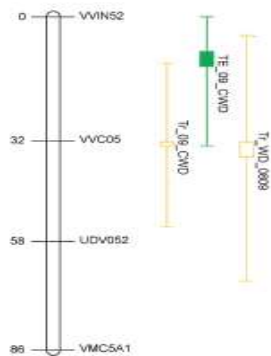
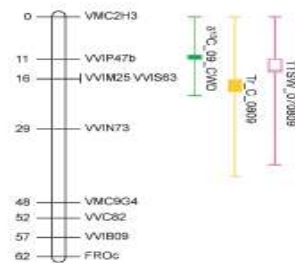
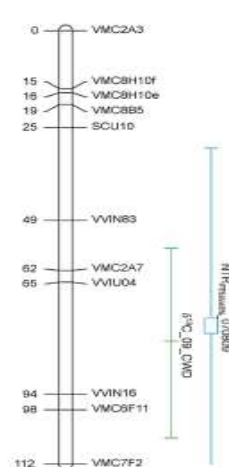
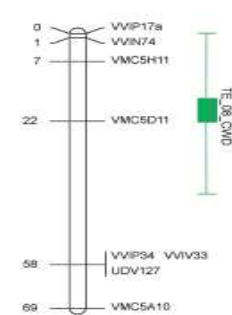
(Marguerit 2010 ; Marguerit *et al.*, 2012)

CS1**RGM3**

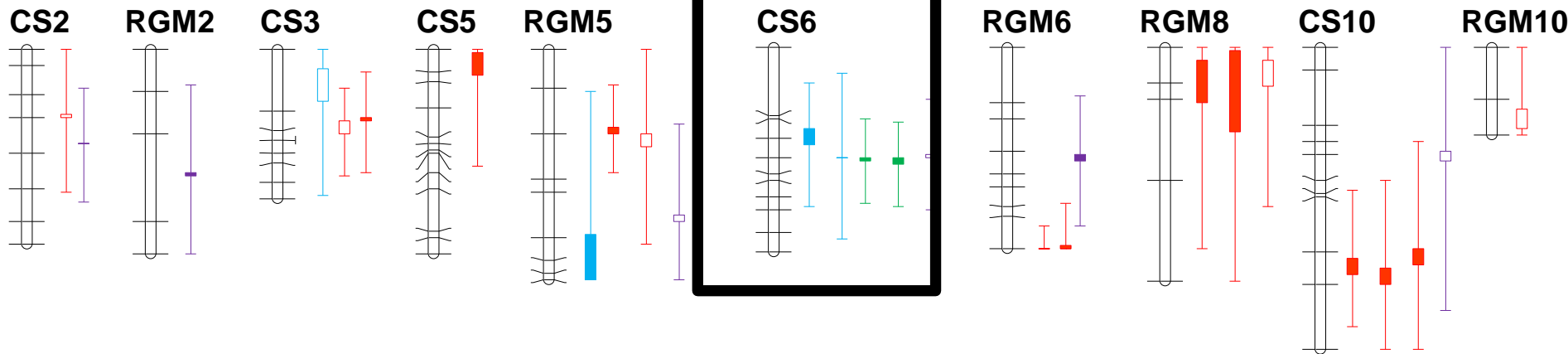
1 région identifiée les 3 années pour la capacité d'extraction de l'eau

RGM5**CS6****RGM6****RGM11****RGM13**

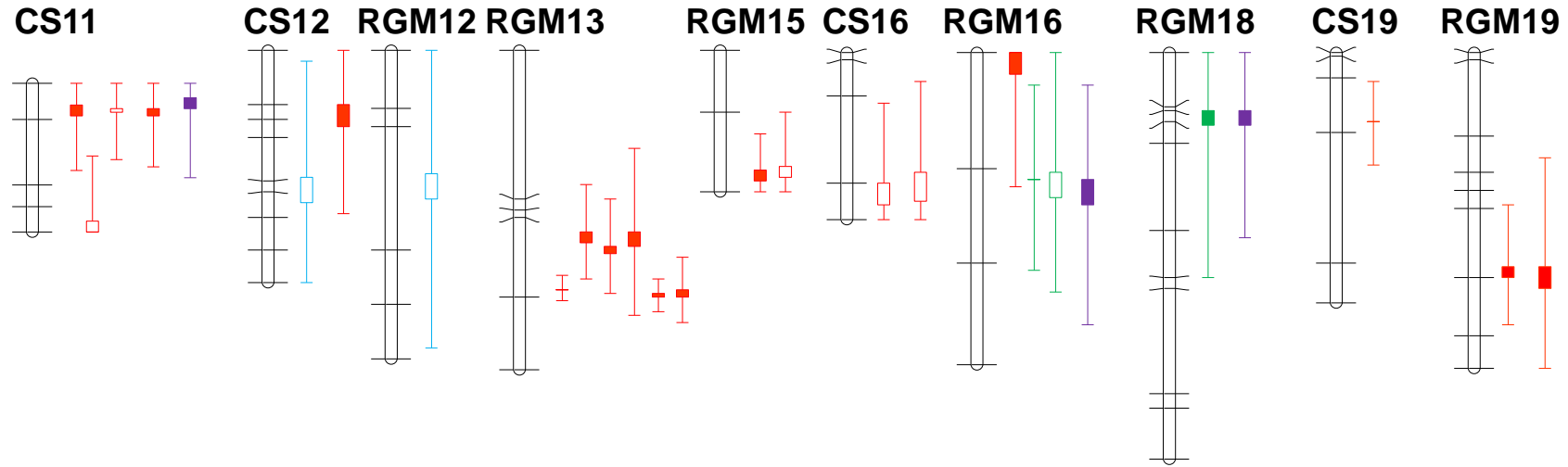
1 région pour la plasticité de la transpiration au déficit hydrique

RGM16**CS17****RGM18****CS19**

(Marguerit et al., 2012)



Comparaison des localisations des QTLs d'accumulation de biomasse et d'efficace d'utilisation de l'eau



Conclusion

- Architecture génétique complexe \Rightarrow Sélection Assistée par marqueur difficile à envisager
- Importance du parfait contrôle des conditions du déficit hydrique appliqué
- Intérêt de travailler sur la plasticité des caractères
- Des enjeux :
 - ① Identifier les caractères adaptatifs
 - ② Mieux appréhender les interactions porte-greffe-greffon
 - ③ Valider au vignoble les résultats obtenus



Perspectives

- Caractériser des ressources génétiques disponibles avec les méthodes modernes de phénotypage
- Mener des approches de génétique d'association
- Combiner différentes contraintes : déficit hydrique édaphique et atmosphérique
- Appréhender les effets cumulatifs (mise en réserve et rendement de l'année $n+1$)