

Bases génétiques de la réponse au déficit hydrique et au stress salin chez la tomate



Isidore Ambroise Diouf

Sous la direction de Mathilde CAUSSE

PLAN

I. INTRODUCTION

Contexte

Impact des stress hydrique et salin

II. QUESTION DE RECHERCHE

III. MATERIELS ET METHODES

Matériel végétal

Conduite des essais

IV. RESULTATS

Variation phénotypique

Identification de QTLs

Recherche de gènes candidats

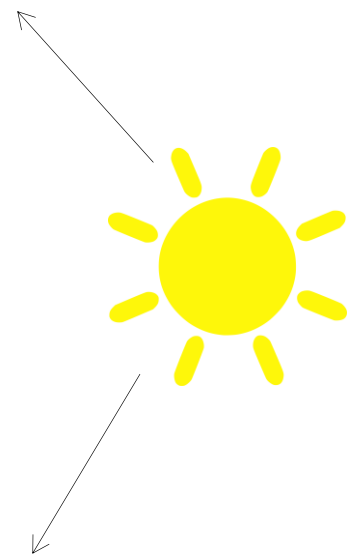
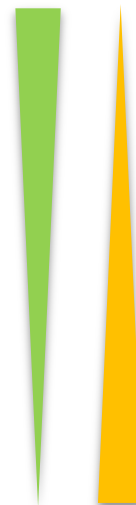
V. CONCLUSION

Fruits et Légumes: enjeux sanitaire et économique

Source de fibres, vitamines, minéraux...

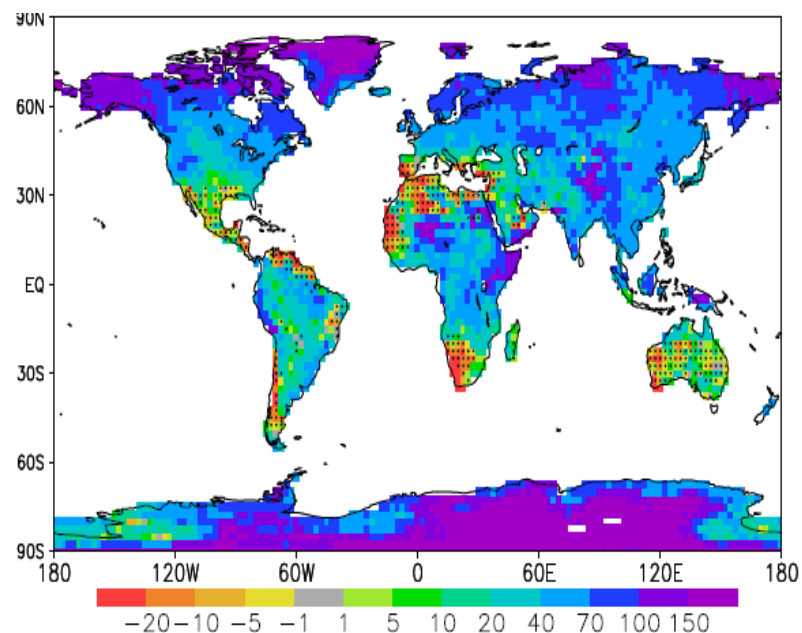
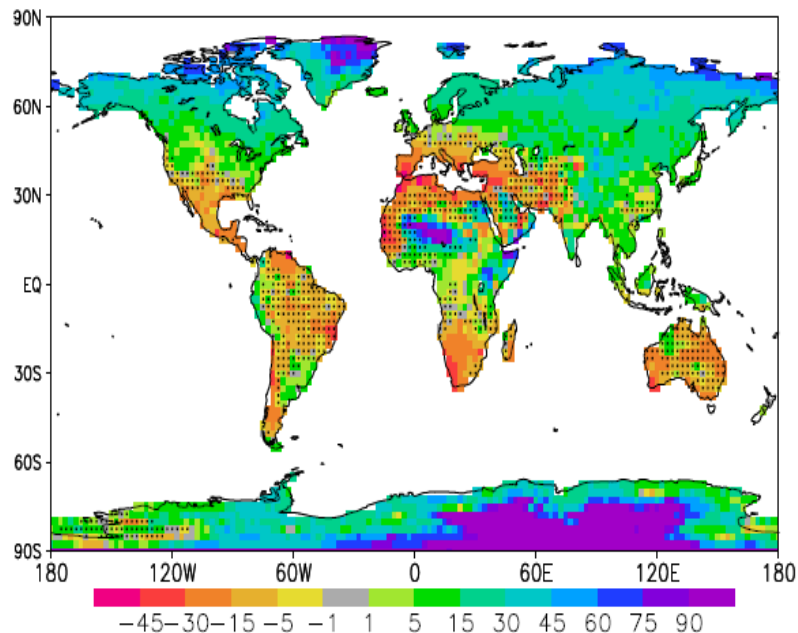


Rendement




Qualité

Des conditions climatiques de plus en plus sévères.



Sillmann et al 2012



Intensité des stress abiotiques :  productions horticoles

Effet des stress & impact sur la qualité

Fermeture des stomates

T° foliaire ↗

Accumulation de ROS

[NA⁺] ↗

Photosynthèse ↓

X croissance foliaire

✓ Activation des gènes de réponse



[acide ascorbique]

[caroténoïdes]

[composés phénoliques]

Teneur en eau

Poids

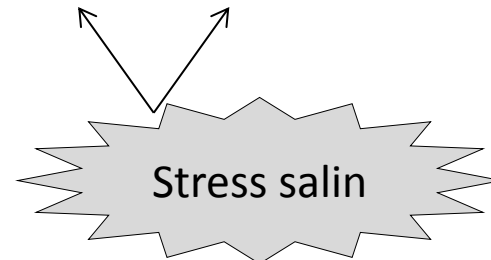
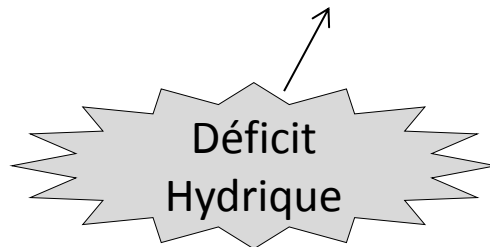
[sucres solubles]

[acidité]

Stress 2ndaires

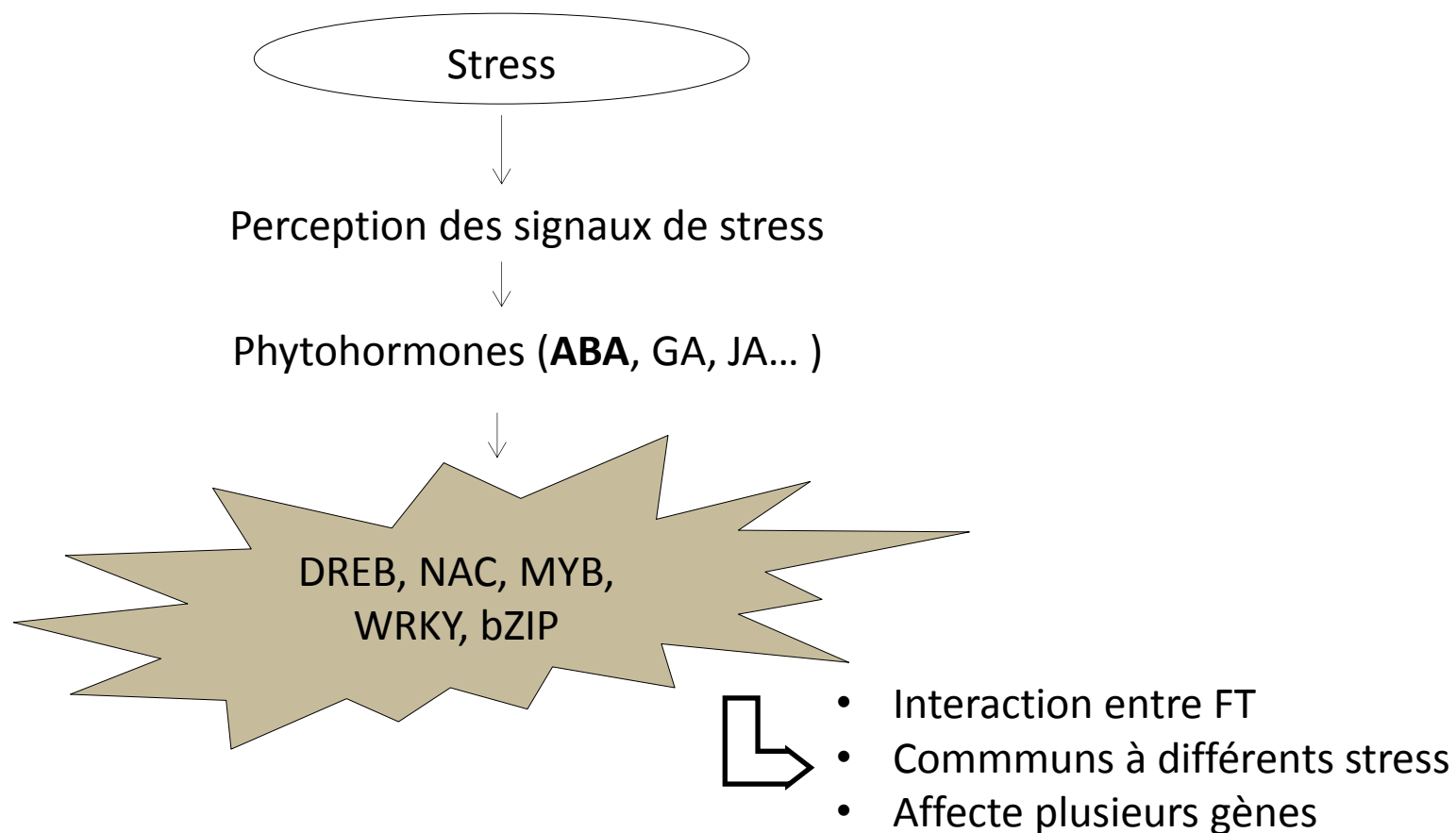
Osmotique & oxydatif

ionique



Adapté Rippol et al 2014

Réponses au niveau moléculaire



Tolérance aux stress = complexe et multigénique

Tomate : *Solanum lycopersicum*



Génome ~ 900 Mb

Données transcriptomiques

• **ITAG3.0**

170 millions de tonnes (2014) (FAO)

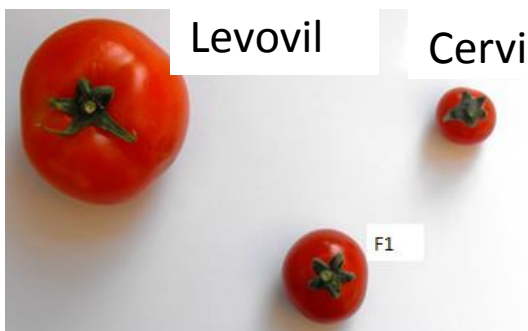
Amélioration génétique: poids du fruit, qualité, résistances...)

Questions de recherche

- Quel est l'impact du déficit hydrique (DH) et du stress salin (SS) sur la croissance et la qualité du fruit chez la tomate ?
- Existe-t-il des QTL de réponse commun à ces stress ?
Peut-on les utiliser en Sélection ?
- Peut-on identifier des gènes candidats sous les QTL d'intérêt en utilisant les haplotypes des parents dans la population MAGIC ?
- Quel est l'impact de la population d'étude sur l'identification des QTL ?

Populations d'étude

RIL 119 Recombinant Inbred Lines



2 million SNPs après
reséquençage parents

Carte génétique : **501 SNP**

Thèse Elise Albert (2017)

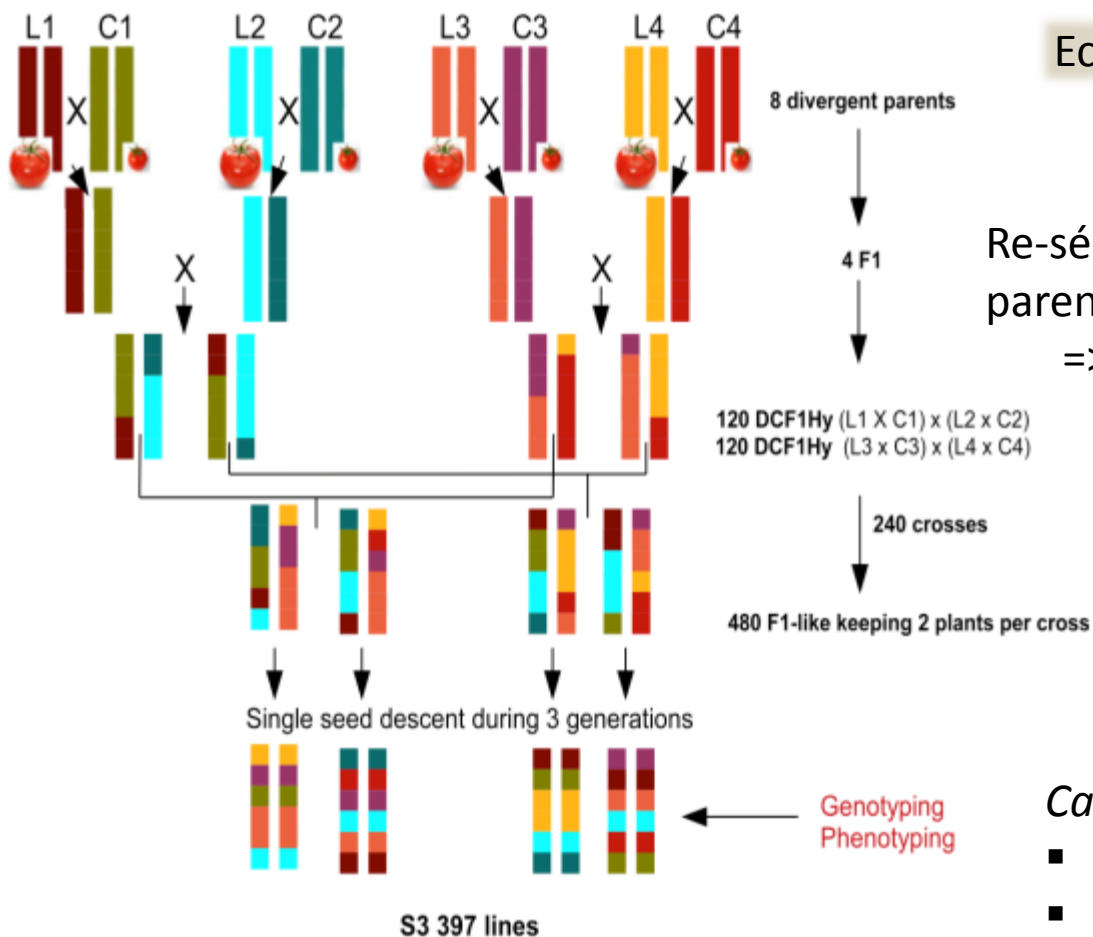
GWA population 141 accessions de petit calibre Poids : 2 à 46 g



7,666 SNPs :
SOLCAP SNP array

Populations d'étude

MAGIC : Multi-parental Advanced Generation Inter-cross



Echantillon : ~ 250 génotypes

Re-séquencçage entier des lignées parentales (*Causse et al., 2013*)
=> 4 millions de SNP

Carte génétique:

- 1345 SNP
- 2156 cM +80% /bi-parental

Conduite des essais



Phenotypage

Poids du fruit (FW)
Nombre de fruits (NFr)
Brix (SSC) & fermeté (Firm)
Temps de floraison (Flw)
Temps de maturation (RIP)
Longueur de feuille (Leaf)



Déficit hydrique (RILs, GWAS, MAGIC)

- Control : optimal irrigation
- Water deficit (-60%)

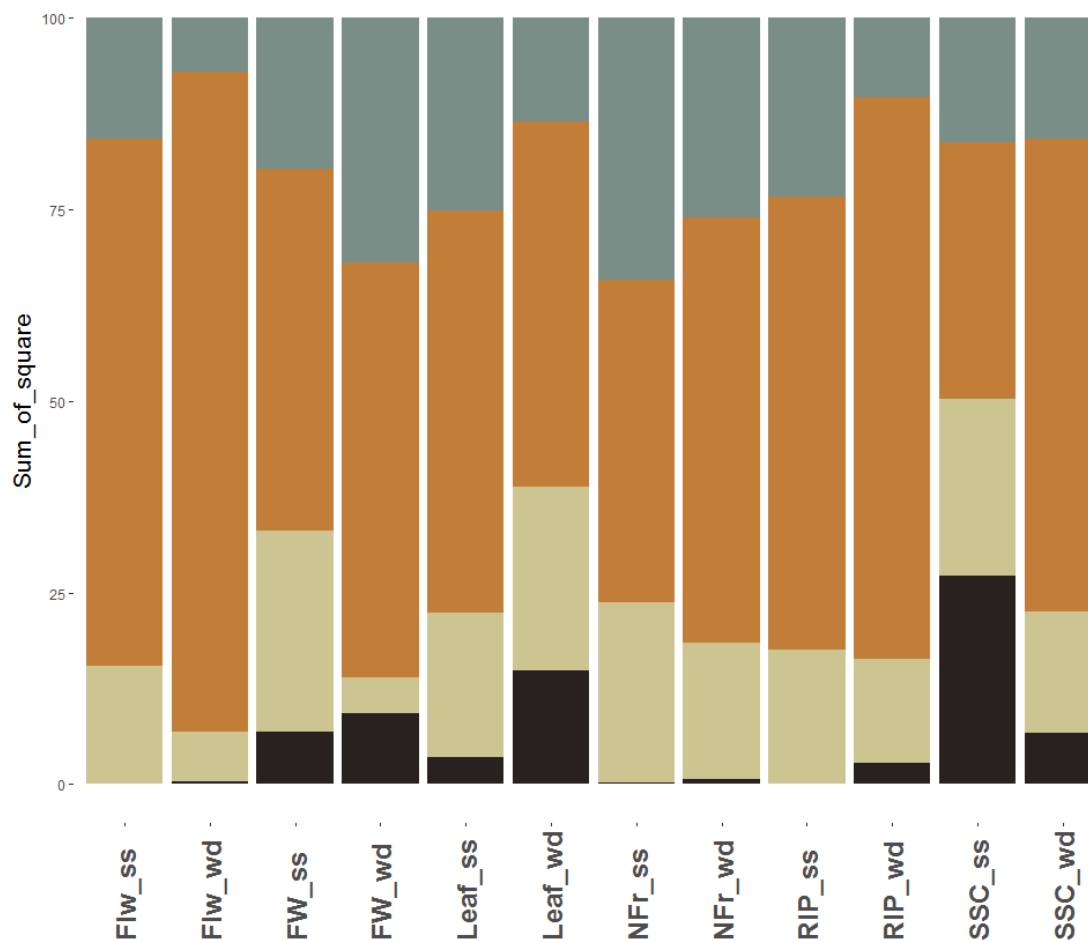
Stress salin (MAGIC)

- Control : optimal irrigation & $E_c \sim 4\text{mS/cm}$
- Salinity: $E_c \sim 8\text{mS/cm}$

Décomposition de la variation phénotypique

MAGIC

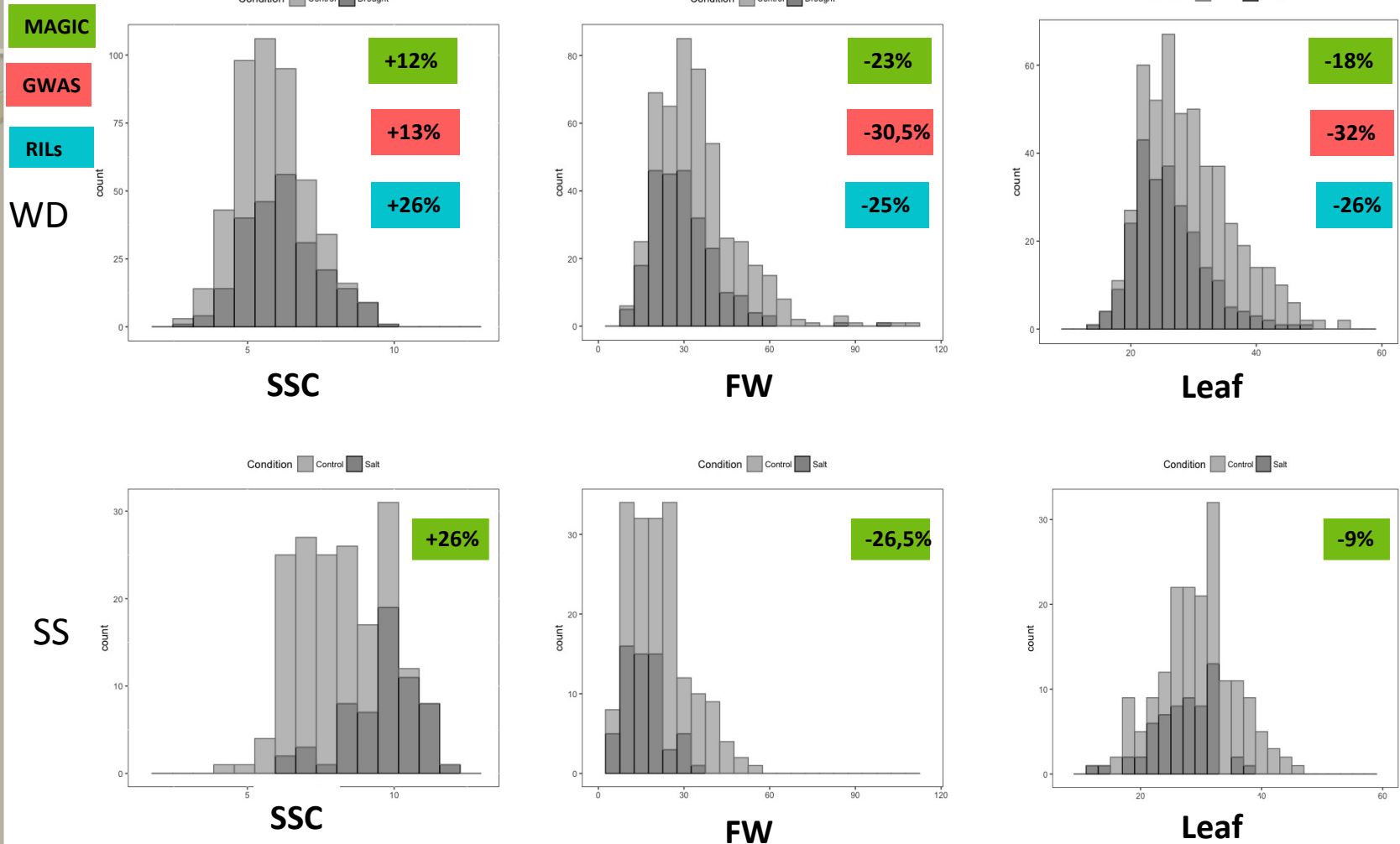
■ %SS_Error ■ %SS_Genotype ■ %SS_GxTreat ■ %SS_Treatment



- Génotype: 33 - 86%
- GxE : 4.6 - 26.7%
- Condition: 0.17 - 27%

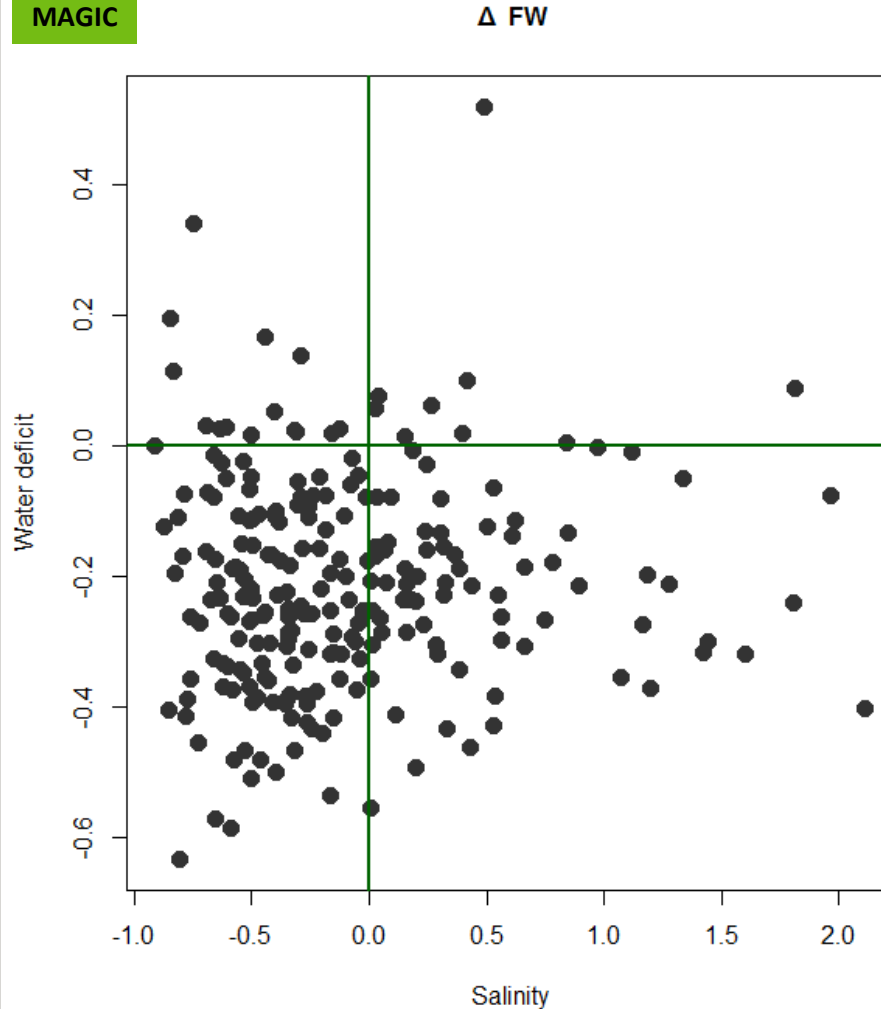
=> Effet du stress +++
SSC, FW et Leaf

Variation phénotypique moyenne due aux stress



Variation du FW: WD vs SS

MAGIC



Delta FW : % de perte

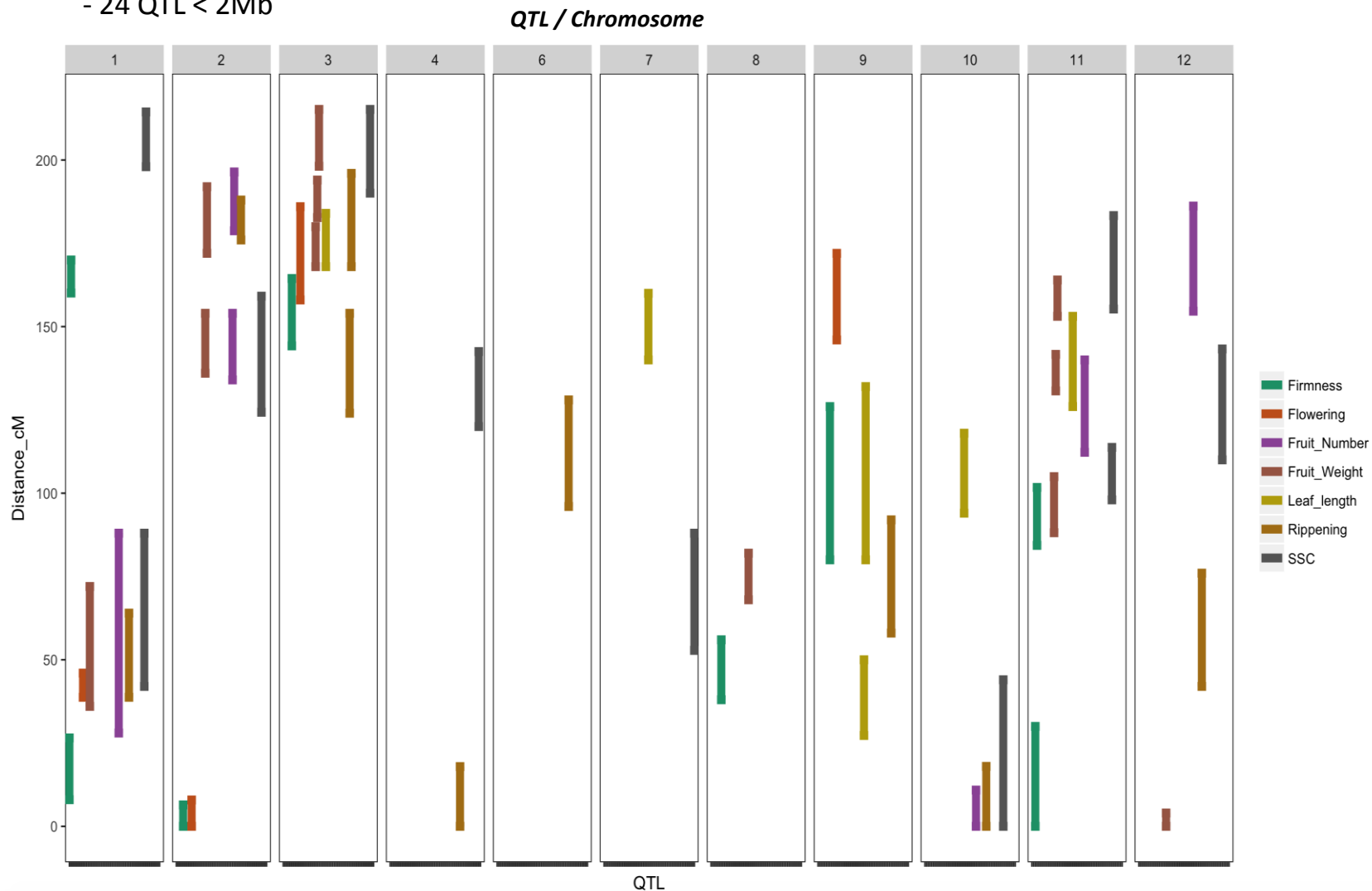
- 139 géotypes (57%) diminuent de FW en DH et SS
- 9 géotypes augmentent de FW en DH et diminuent de FW en SS
- 70 géotypes augmentent de FW en SS et diminuent de FW en DH

⇒ Différence de sensibilité aux 2 types de stress

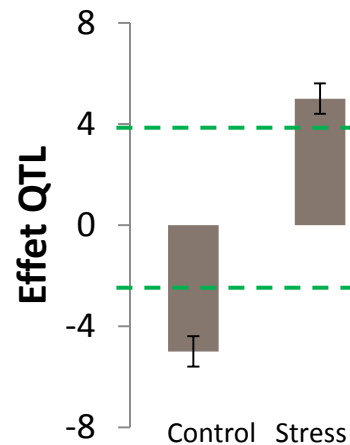
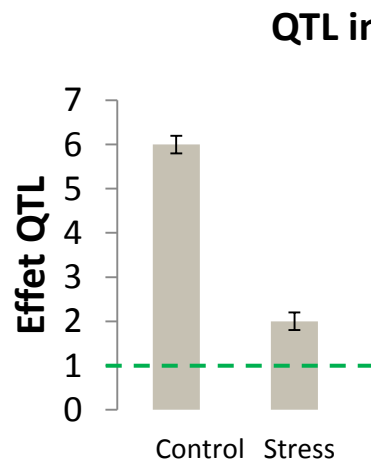
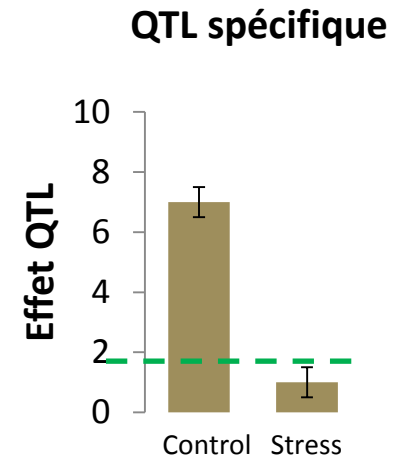
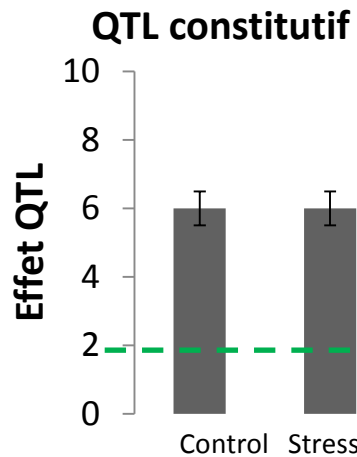
Résultats des QTL

- 54 QTL au total
- IC : 0,5-71,5 Mb
- 24 QTL < 2Mb

- 10 QTL de SSC
- 11 QTL de FW



Différents types de QTL

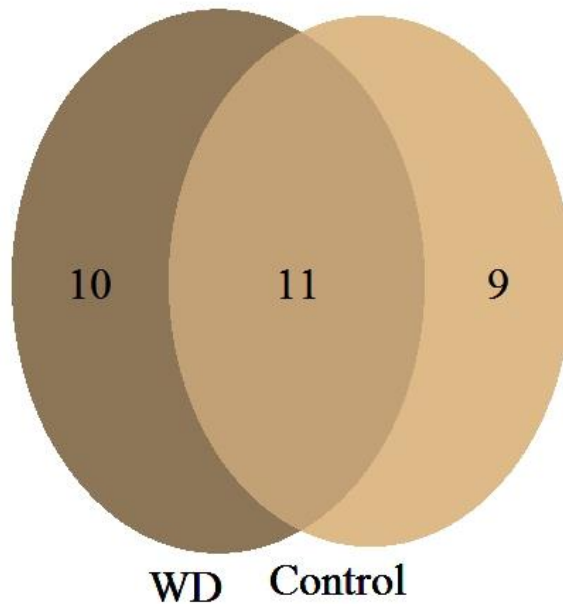


Résultats des QTL par essai

MAGIC

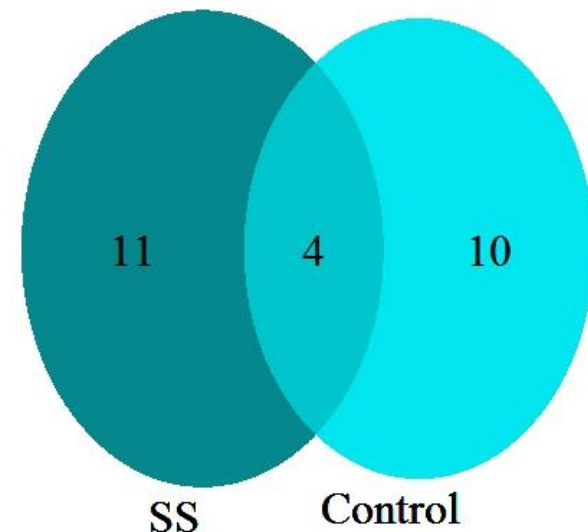
Expé.1 : Control & DH

- 30 QTL dans les 2 conditions
- 3 QTL interactifs (Plasticité)

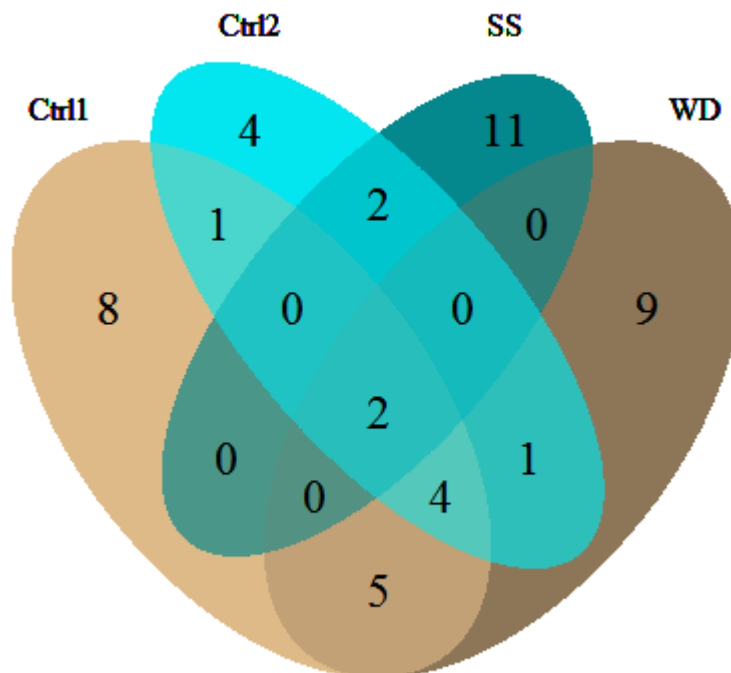


Expé.2 : Control & SS

- 25 QTL dans les 2 conditions
- 12 QTL interactifs (Plasticité)



Résultats des QTL par essai

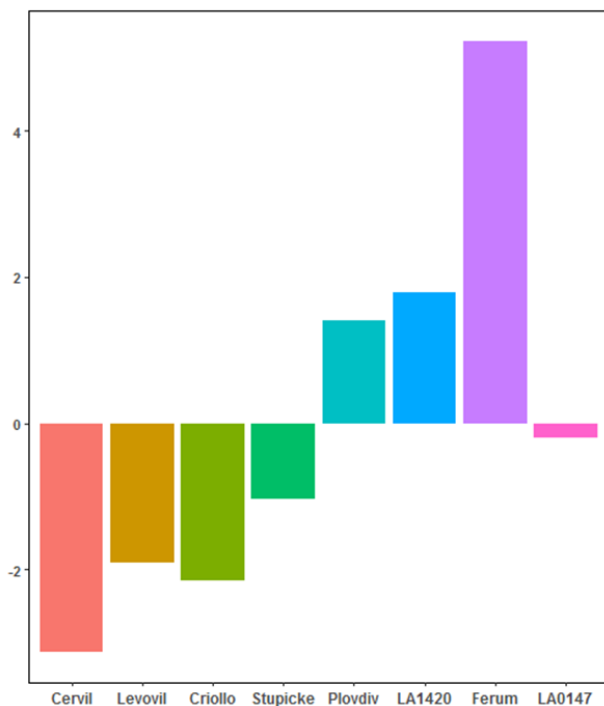


- ➔ QTL très sensibles aux variations des conditions de culture
- ➔ Différents QTL impliqués dans les réponses au DH et SS

2 QTL stables pour les 4 conditions

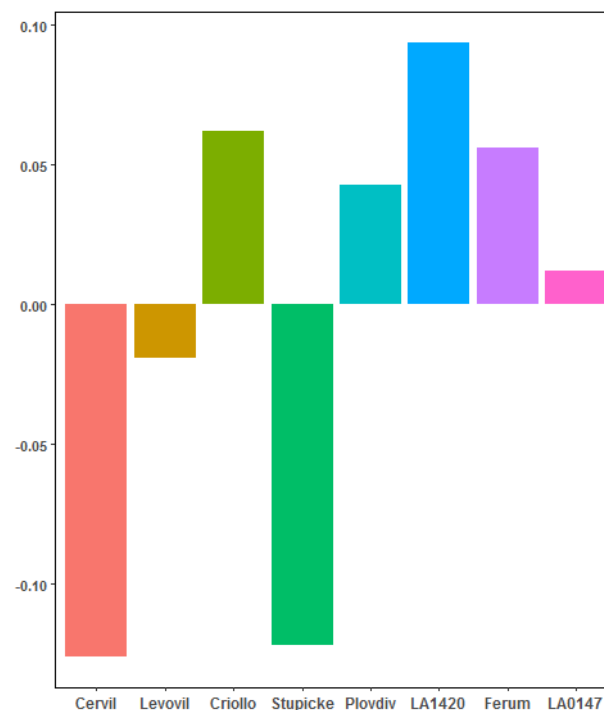
MAGIC

Flw1.1



- Position : 40,8 cM
- IC : 36,7 – 48 cM => 71,5 Mb
- PVE: 22,19 %

FW2.2 { GWAS
RILs

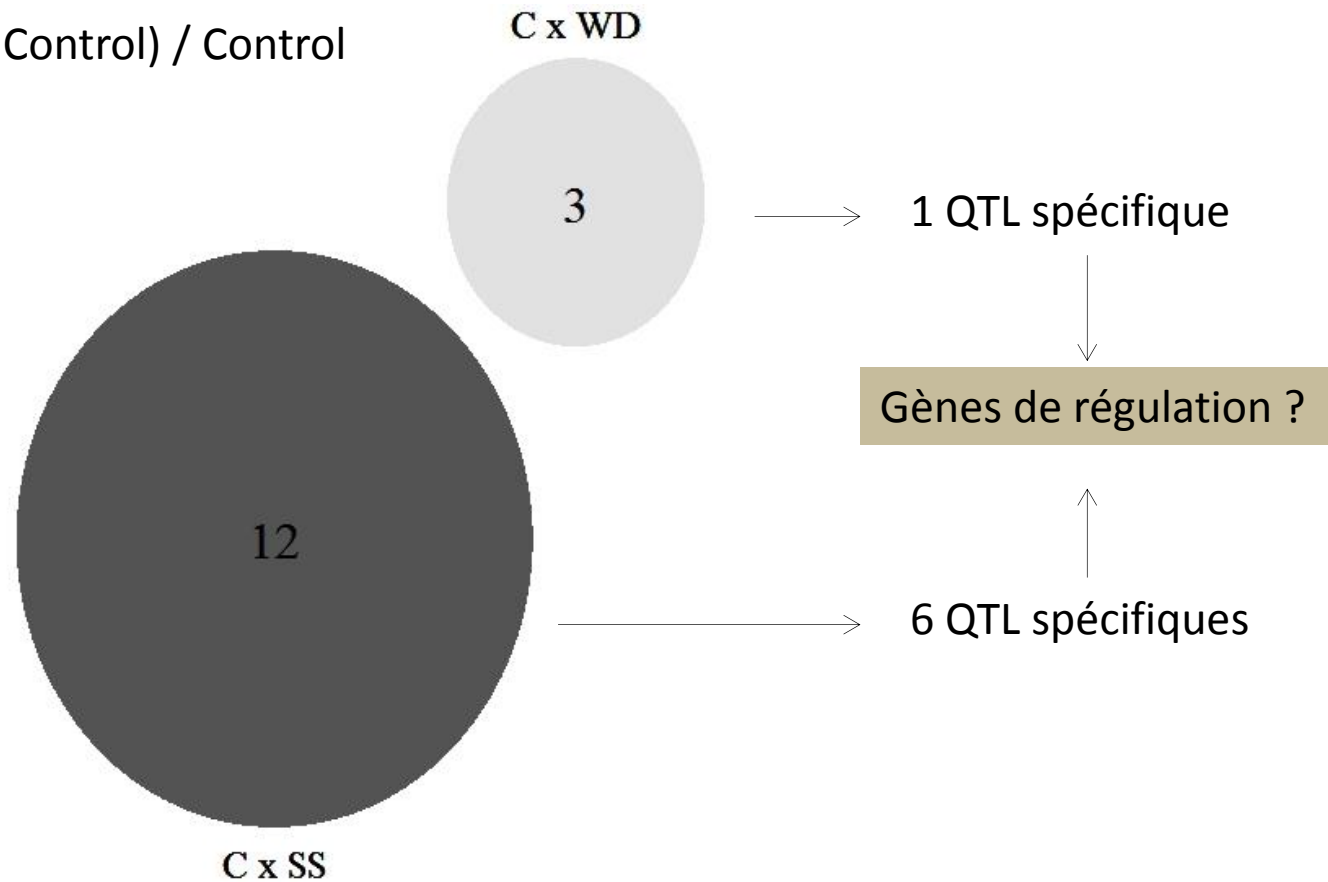


- Position : 182,95 cM
- IC : 172 - 192 cM => 1,74 Mb
- PVE: 14,6 %

QTL de plasticité

MAGIC

$$PP = (\text{Stress} - \text{Control}) / \text{Control}$$



▽ Pas de QTL de plasticité commun entre les deux stress

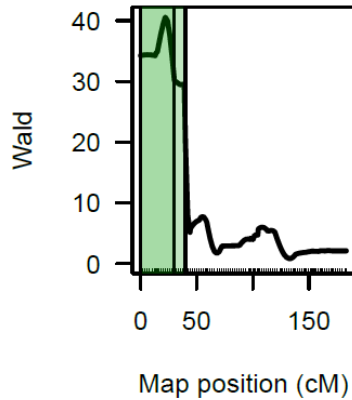


Gènes candidats pour *Firm11.1*



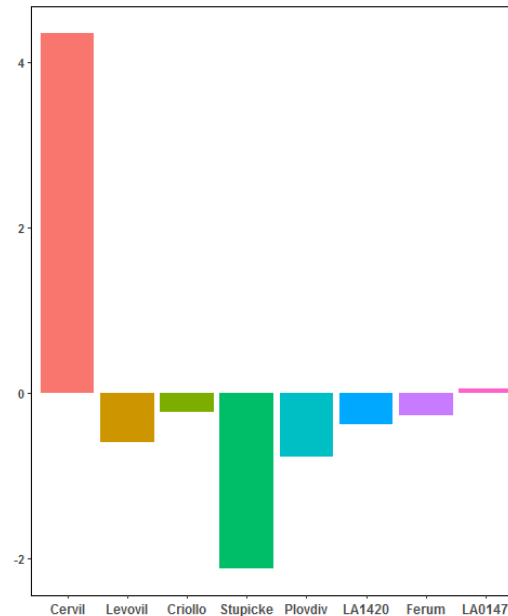
MAGIC

Firm11.1

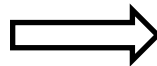


- 8 gènes candidats
- 3 polymorphismes

Firm11.1



- Position : 22 cM
- IC : 0 - 30 cM => 1,87 Mb
- 269 gènes & 11903 polymorphismes (SNP, Indel)



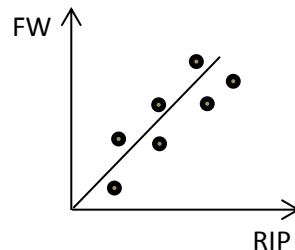
Fonction



***Solyc11g005820* :**
Pectinesterase inhibitor

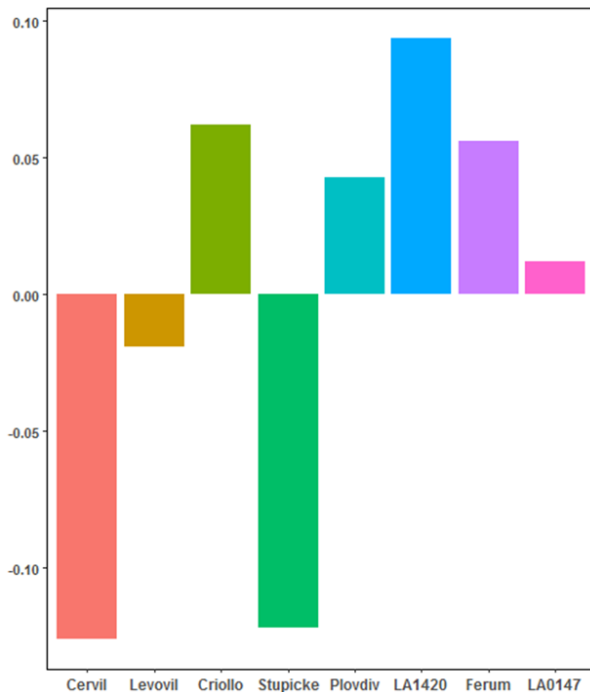
Régulation pléiotropique : *FW2.2* & *RIP2.1*

MAGIC



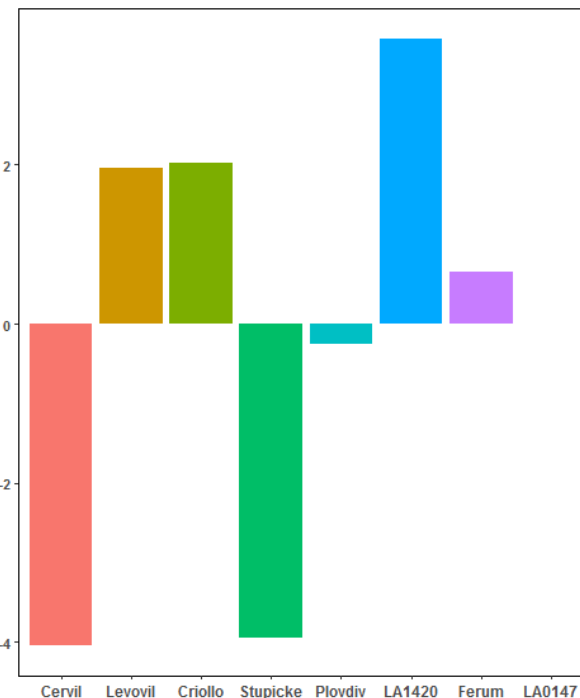
IC: 172 – 192 cM

FW2.2



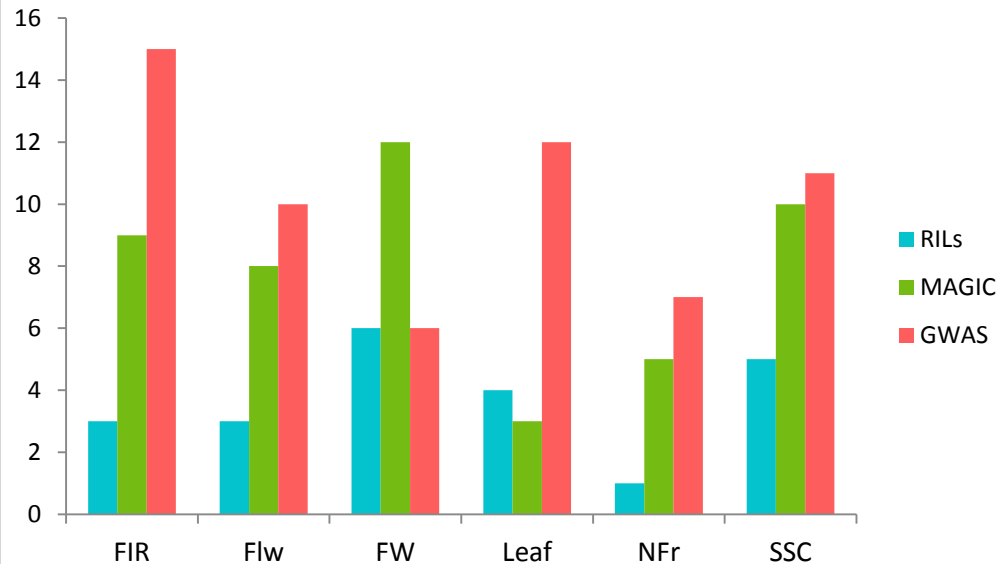
IC: 176 – 188 cM

RIP2.1



MAGIC, GWAS & RILs

Nombre de QTL/Population



MAGIC-RILs : 54% co-localisation

MAGIC-GWAS: 18% co-localisation

RILs: Cervil x Levovil

Avantage: allèles rares

Limites: peu de diversité + long IC

GWAS: *S. pimpinellifolium*

S.L. cerasiforme

Avantage: importante diversité naturelle

Limites: allèles rares

structure (Q)

corrélation Q x phénotype

MAGIC: intermediaire

IC + petits que RILs

Haplotypes des parents

Identification des meilleures

Combinaisons alléliques

CONCLUSION

- Stress salin et stress hydrique présentent des effets similaires au niveau phénotypique mais plutôt spécifiques sur la détection de QTL.
- 65% des QTL spécifiques à une condition => Orienter la SAM en tenant compte des interactions GxE.
- Intérêt de la population MAGIC dans la recherche de Gènes Candidats pour les QTL localisés dans des régions où les parents présentent des haplotypes différents.
- Caractère polygène (FW et SSC) :
 - identifier et croiser les individus portant les meilleures combinaisons alléliques
 - Sélection génomique

Remerciements



Equipe QualiTom

Mathilde Causse
Christopher Sauvage



Elise Albert
Jean Paul Bouchet
Frédérique Bitton



Stéphanie Arnoux
Justine Gricourt
Renaud Duboscq
Yolande Carretero

