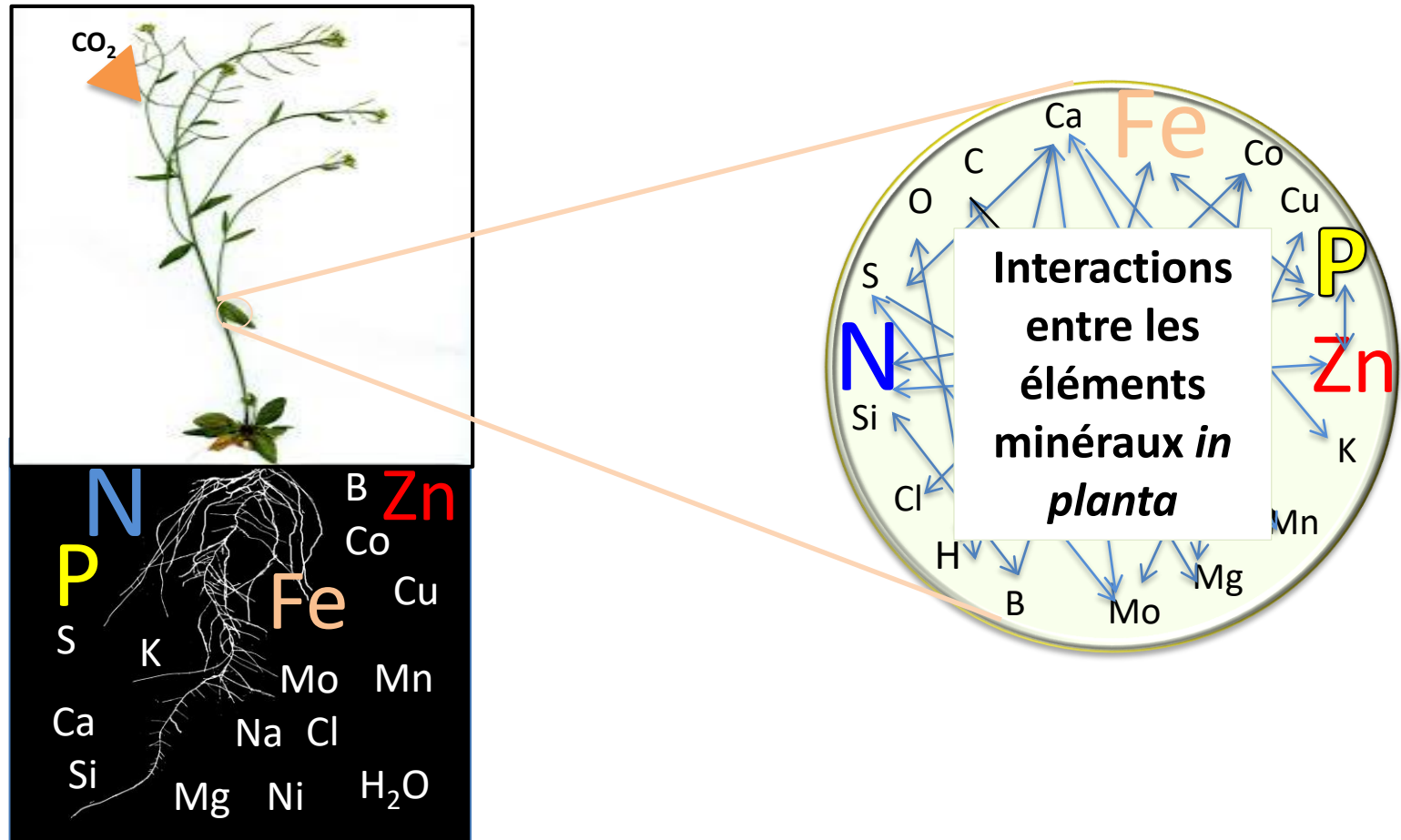


Vers une compréhension de la signalisation nutritionnelle combinée chez les plantes

Hatem Rouached

Biochimie et Physiologie Moléculaire des Plantes
Montpellier

Interactions entre éléments minéraux *in planta*: quelles bases génétiques et moléculaires?



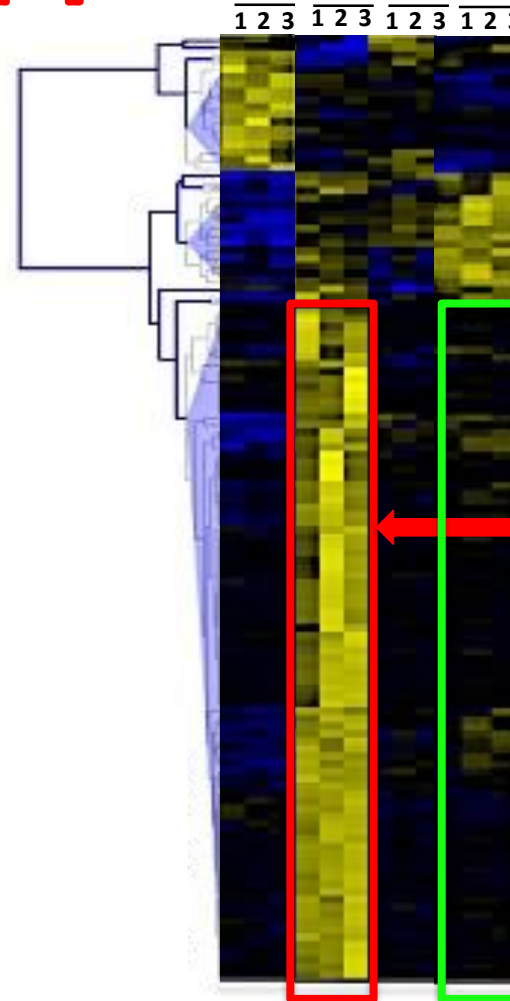
.....

- Interaction entre **P-N** pour contrôler la **signalisation -Pi**
- Interaction entre **P-Zn** pour contrôler l'**accumulation du Pi**
- Interaction entre **P-Fe** pour contrôler l'**accumulation de la chlorophylle & de la croissance racinaire**

80% des gènes qui répondent à une carence en Pi sont contrôlés par le nitrate.

[NO₃⁻] + + - -

[Pi] + - + -

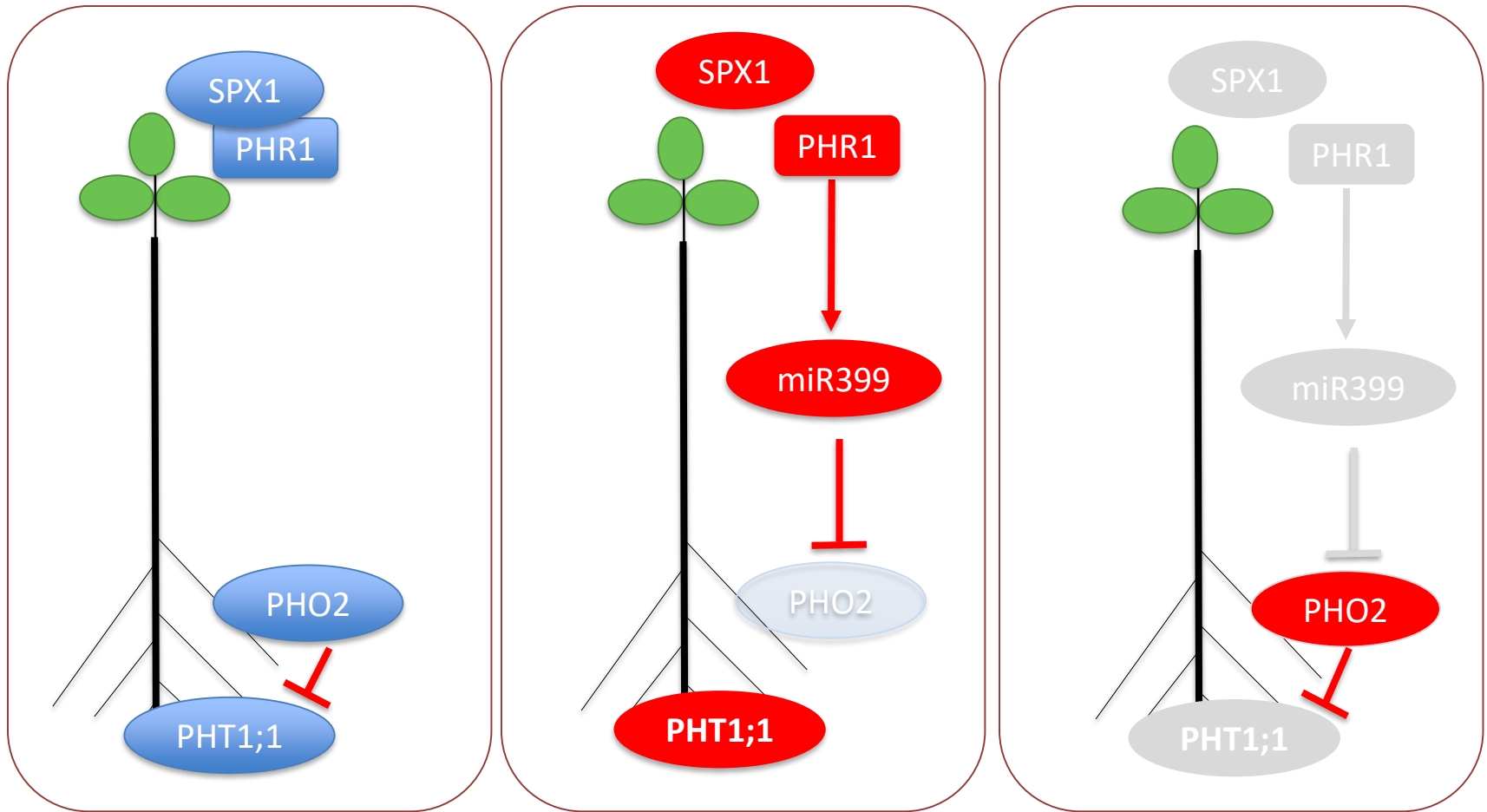


Facteurs clés de la
voie de signalisation
- Pi : *SPX1*, *PHR1*,
PHO2, *PHT1;1*.

Niveau d'accumulation d'ARN
-1.8 0 2.94

Réponse à -Pi

La disponibilité en NO_3 contrôle les facteurs clés de la voie de signalisation -Pi.



[Pi] +

[NO_3] +

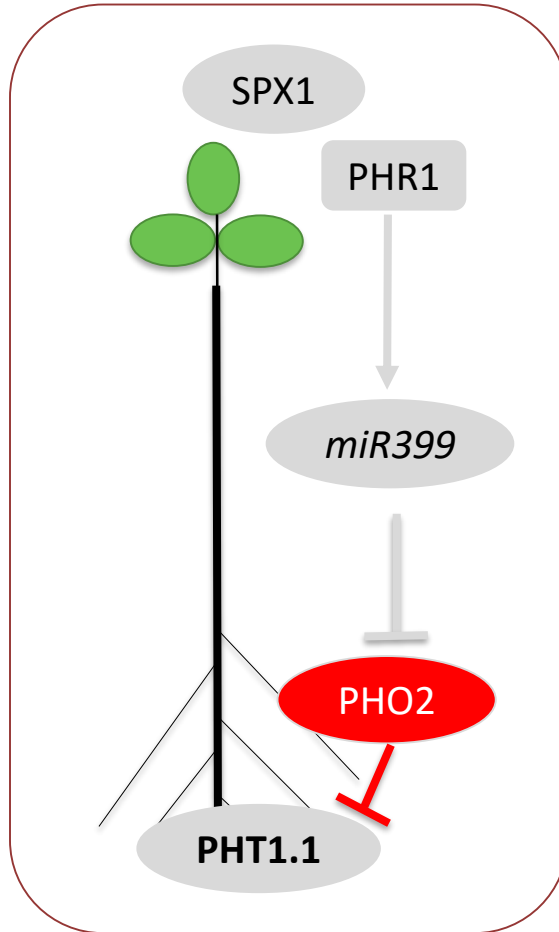
-

+

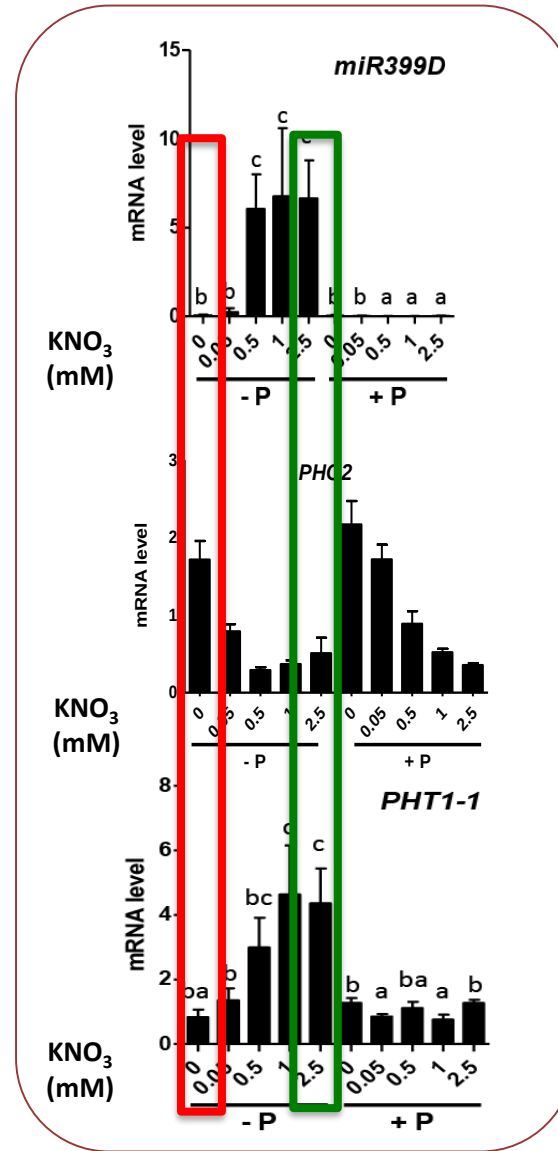
-

-

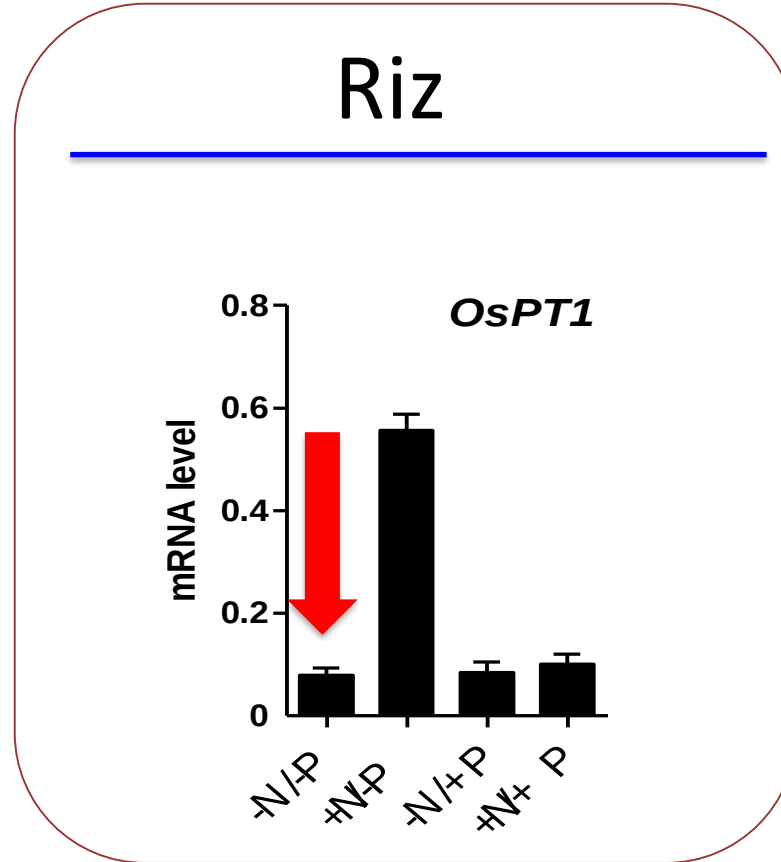
NO₃ contrôle la voie de signalisation -Pi en régulant l'expression du gène *PHO2*.



[Pi] -
[NO₃] -



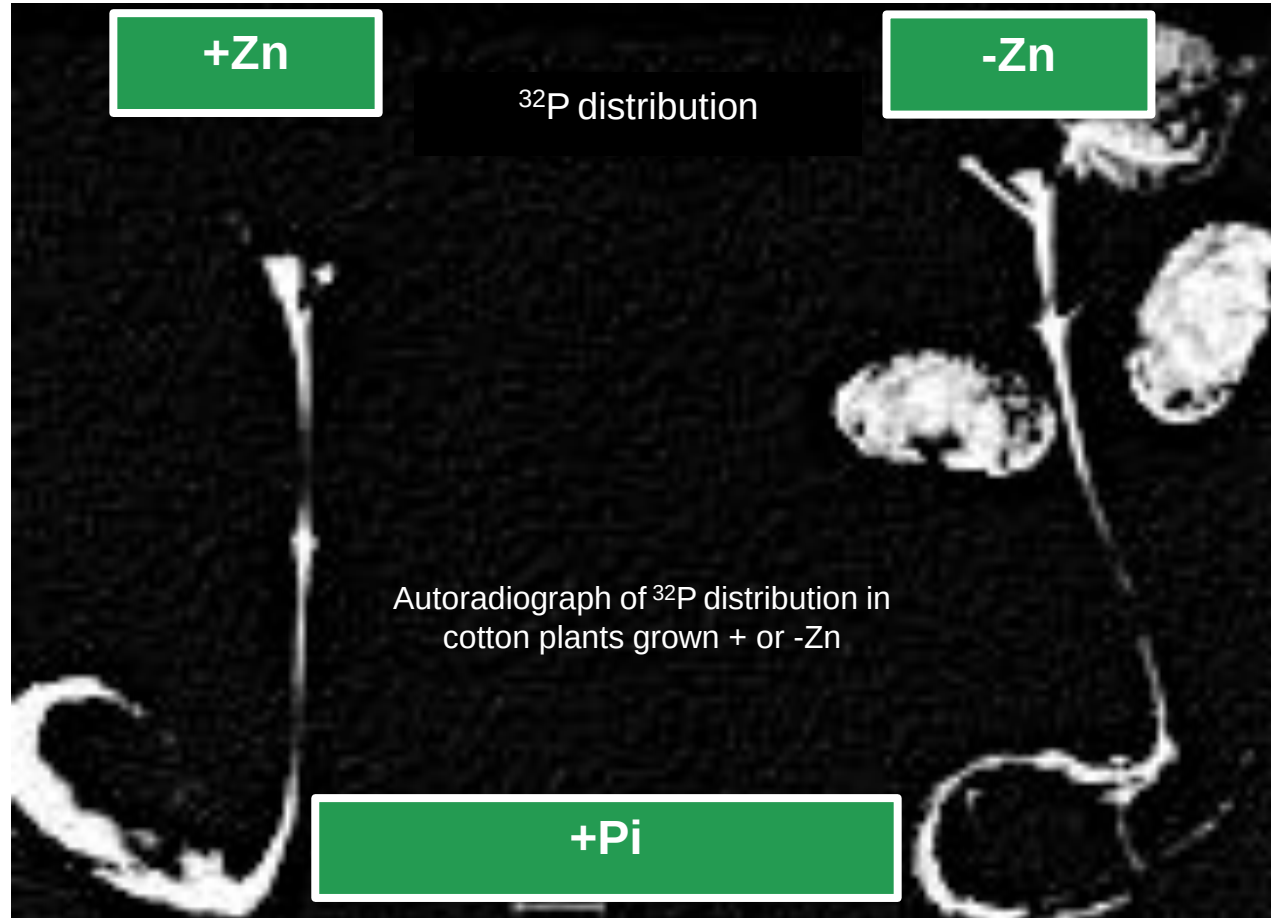
L'interaction NO_3 -Pi est conservée chez les plantes.



La réponse à une carence en Pi est contrôlée par le nitrate

-Zn provoque la suraccumulation du **Pi** chez les plantes.

Cotton

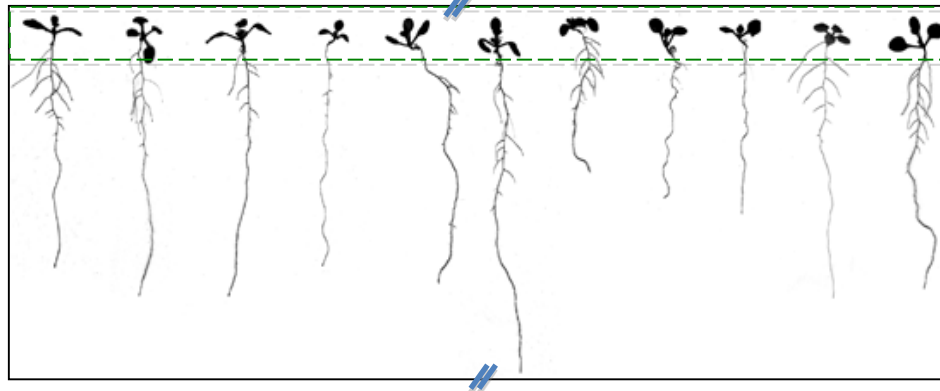


Détermination des bases génétiques de l'accumulation du Pi en -Zn par GWAS

Arabidopsis, 230 accessions



Feuilles

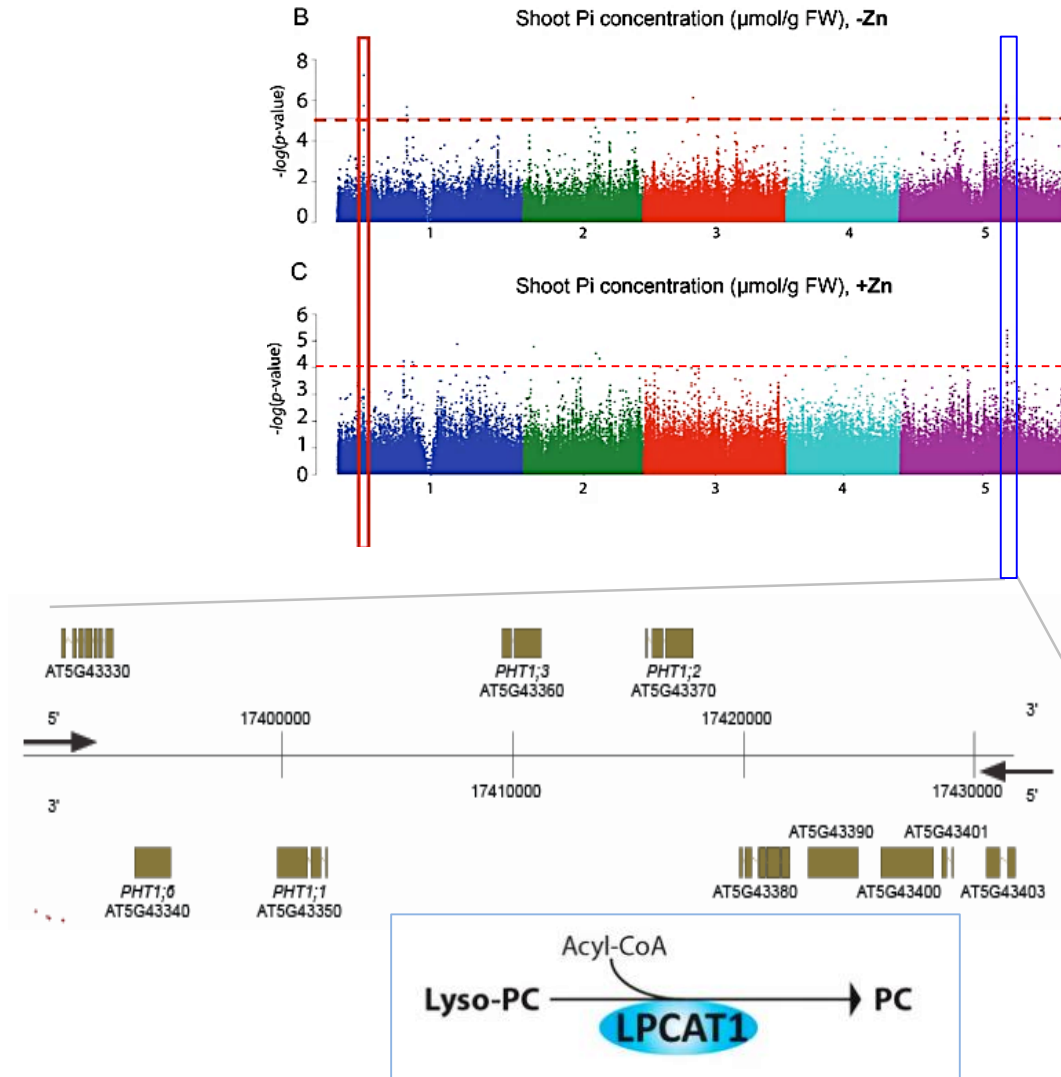


Conditions de culture

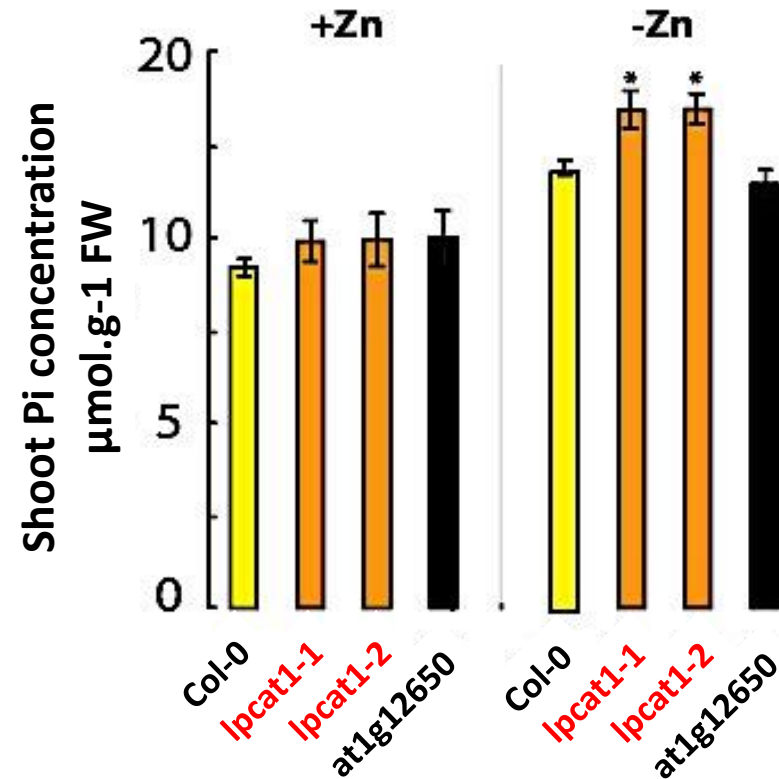
+Zn

-Zn

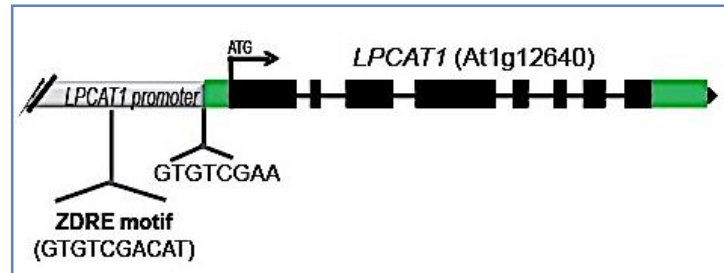
GWAS identifie des gènes candidats impliqués dans l'accumulation du Pi dans les feuilles



L'enzyme LPCAT1 est impliquée dans la régulation de l'accumulation du Pi en -Zn

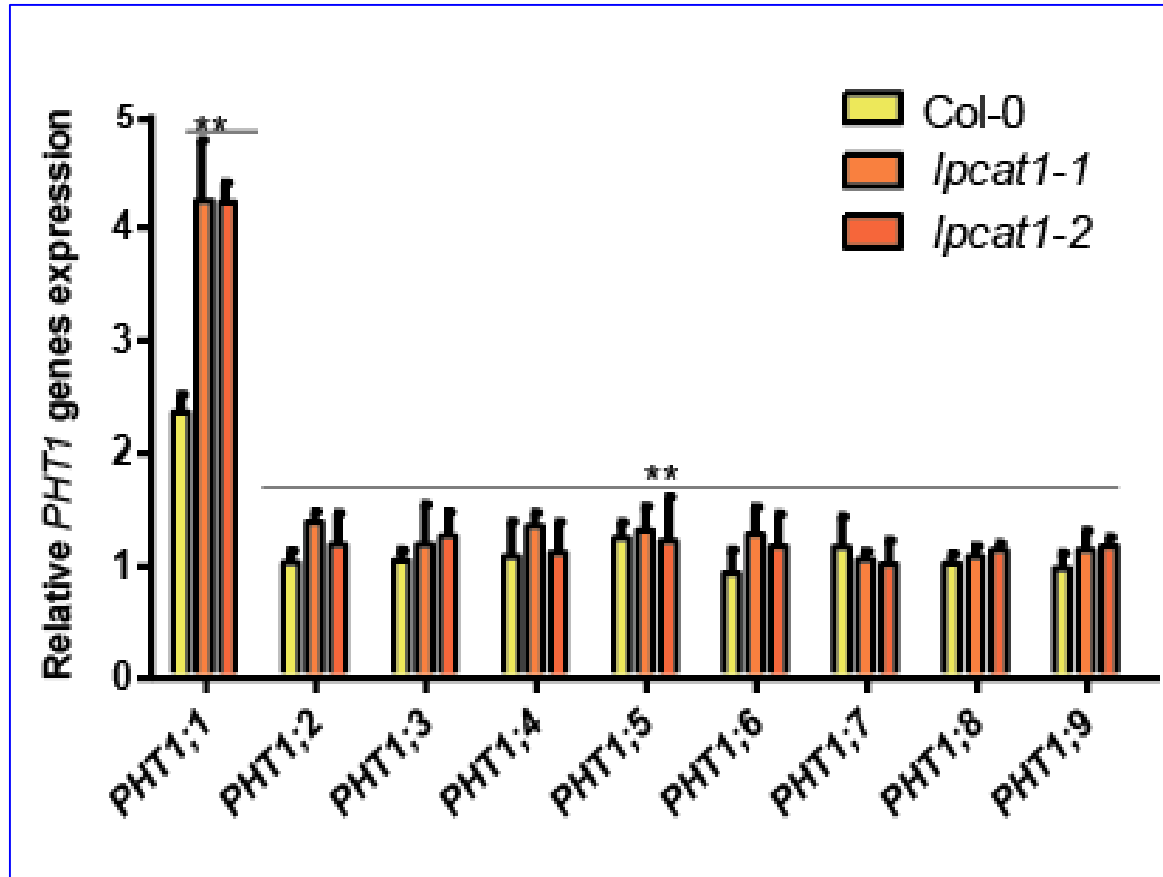


SNPs au niveau du promoteur de l'enzyme LPCAT1 sont associés avec la variation de l'accumulation du Pi en -Zn

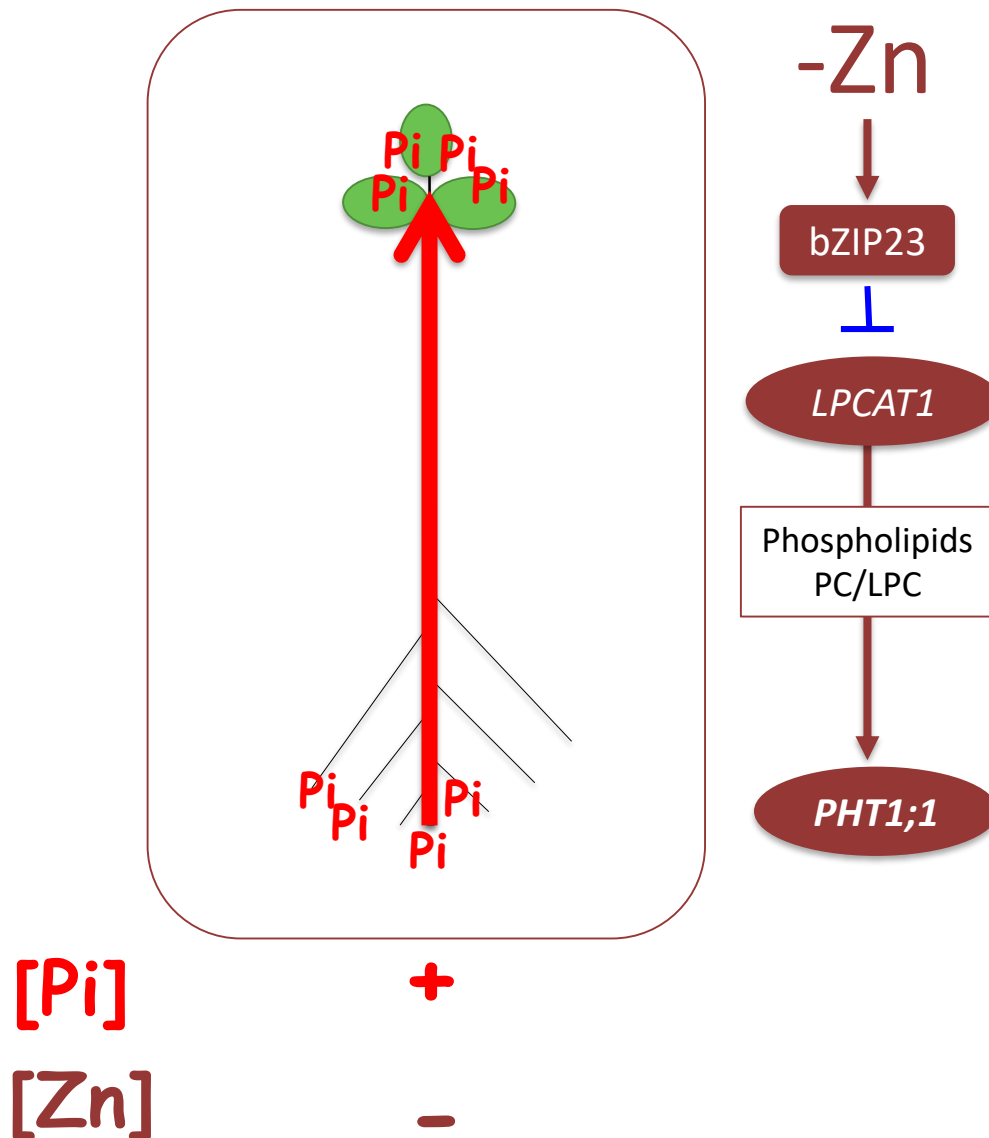


LPCAT1 promoter															Start codon	Pi concentration ratio -Zn/+Zn									
ZDRE										bZIP23 binding motif															
Col-0	//	G	T	G	T	C	G	A	C	A	T	//	G	T	G	T	C	G	A	A	//	A	T	G	1.18
Ang_0	//	G	T	G	T	C	G	A	C	A	T	//	G	T	G	T	C	G	A	A	//	A	T	G	
CIBC_5	//	G	T	G	T	C	G	A	C	A	T	//	G	T	G	T	C	G	A	A	//	A	T	G	
Est_1	//	G	T	G	T	C	G	A	C	A	T	//	G	T	G	T	C	G	A	A	//	A	T	G	
RRs_10	//	G	T	G	T	C	G	A	C	A	T	//	G	T	G	T	C	G	A	A	//	A	T	G	
BR_0	//	G	T	G	T	C	G	A	C	A	T	//	G	T	G	T	C	A	C	A	//	A	T	G	2.22
Ts_1	//	G	T	G	T	C	G	A	C	A	T	//	G	T	G	T	C	A	C	A	//	A	T	G	
Sap_0	//	G	T	G	T	C	G	A	C	A	T	//	G	T	G	T	C	A	C	A	//	A	T	G	
PHW_2	//	G	T	G	T	C	G	A	C	A	T	//	G	T	G	T	C	A	C	A	//	A	T	G	

La mutation du *LPCAT1* cause une forte induction de l'expression du transporteur du phosphate *PHT1;1* en -Zn



Modèle de la régulation de l'accumulation du Pi en -Zn chez les plantes.



L'interaction entre Fe et Pi régule l'accumulation de la chlorophylle et la croissance des racines

Riz

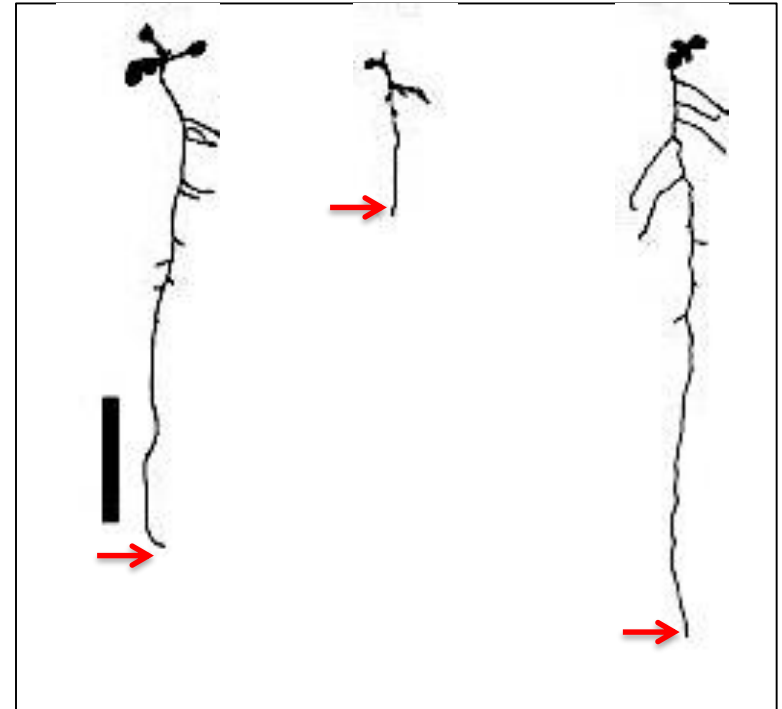
+Pi+Fe +Pi-Fe -Pi-Fe



Saenchai et al., 2016

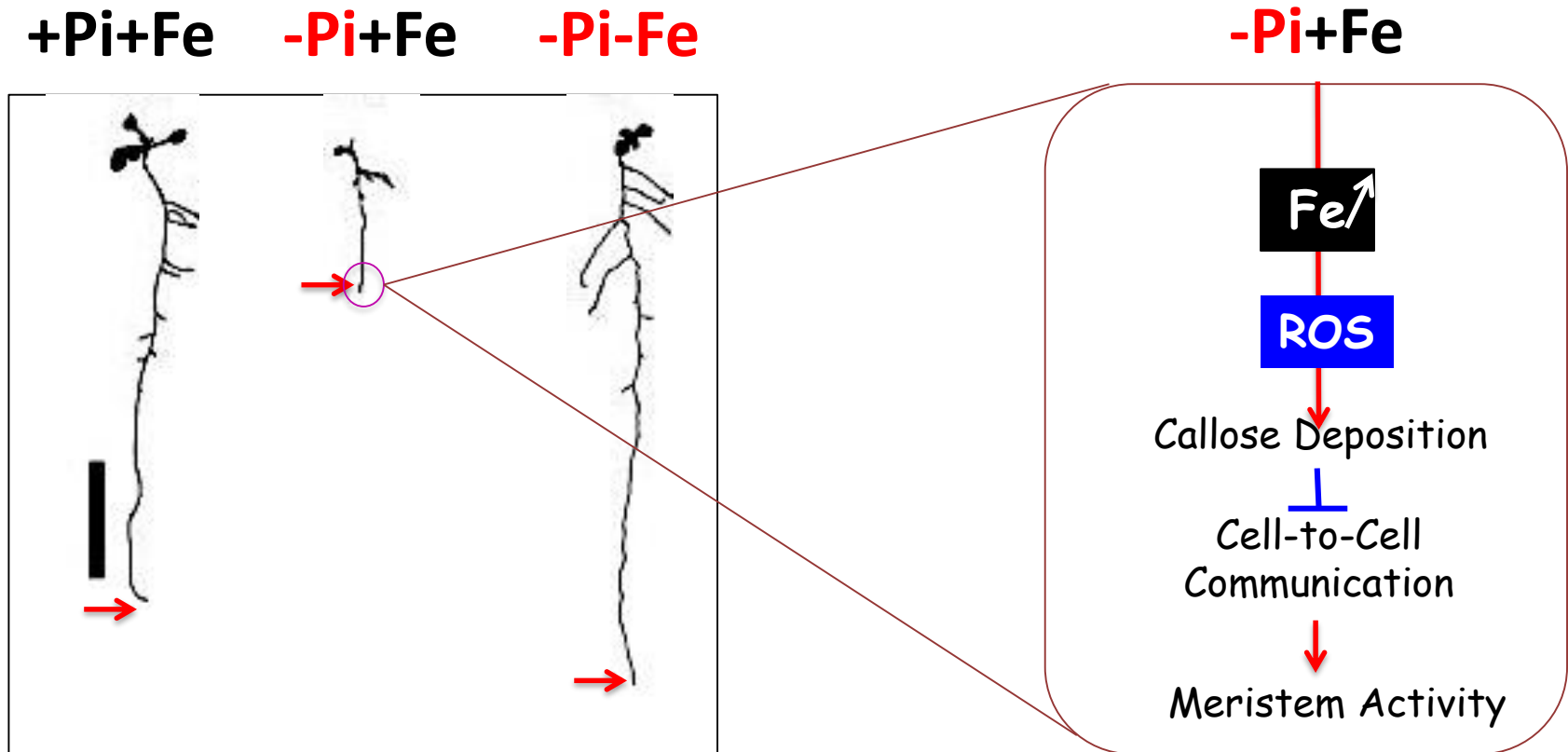
Arabidopsis

+Pi+Fe -Pi+Fe -Pi-Fe



Ward et al., 2008

Modèle actuel de la régulation de la croissance racinaire en $-P_i$: rôle du Fe



GWAS identifie les bases génétiques de la croissance racinaire en condition de stress simples et combinés: -Pi et/ou -Fe

Arabidopsis, 230 accessions



Conditions de culture

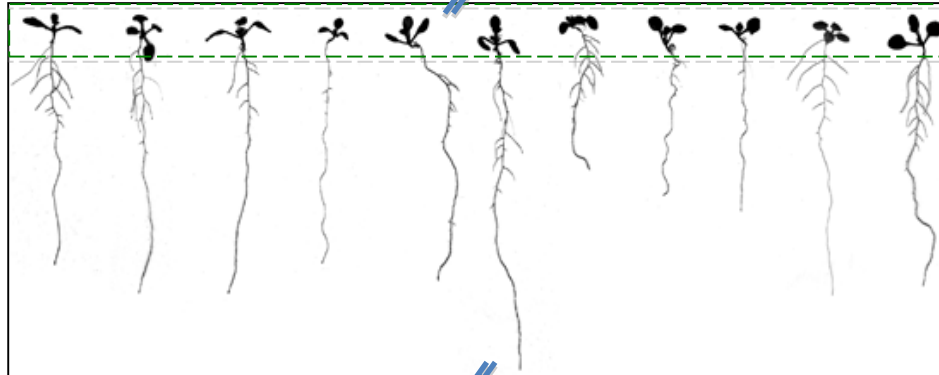
Ct

-P

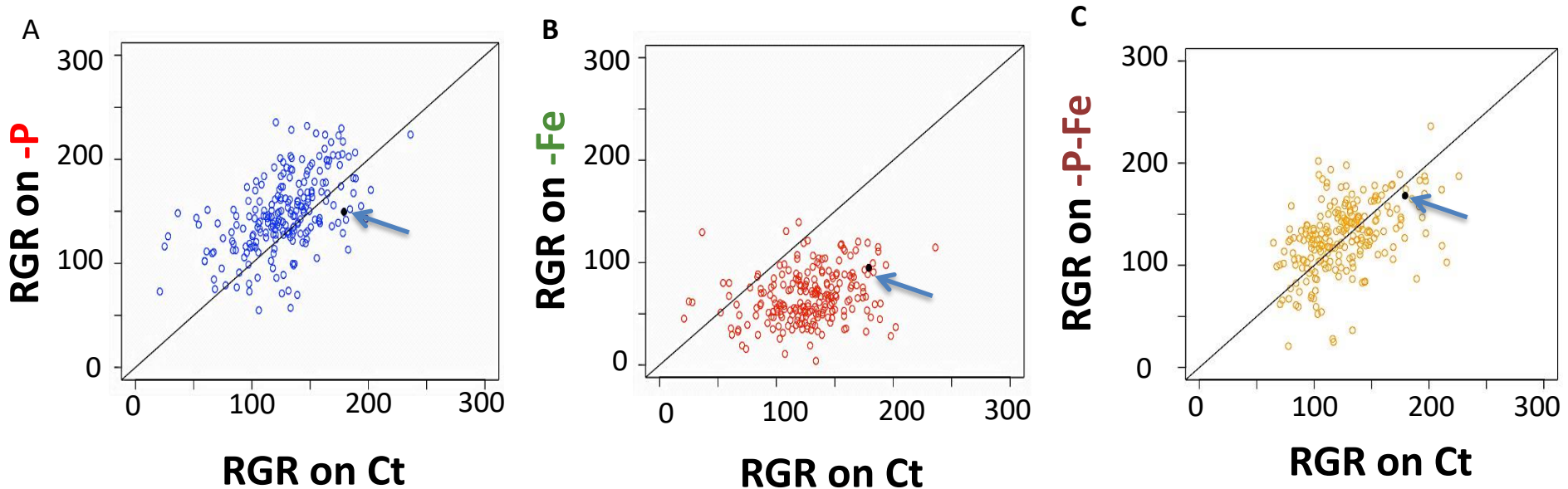
-Fe

-P-Fe

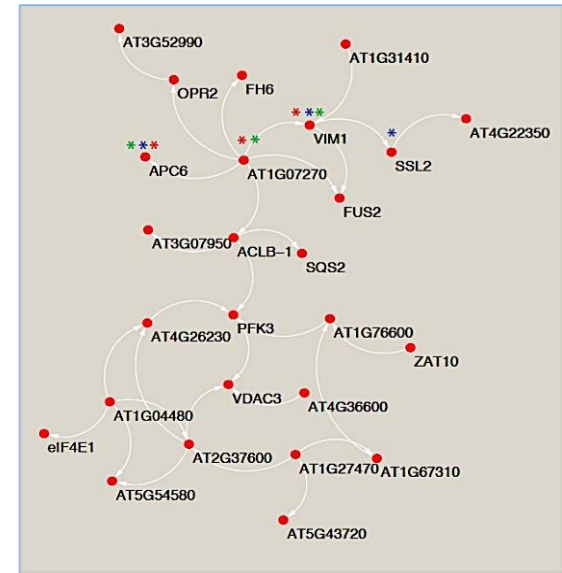
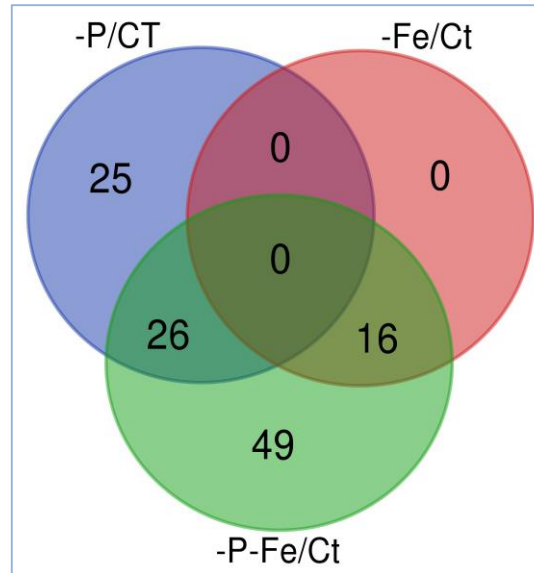
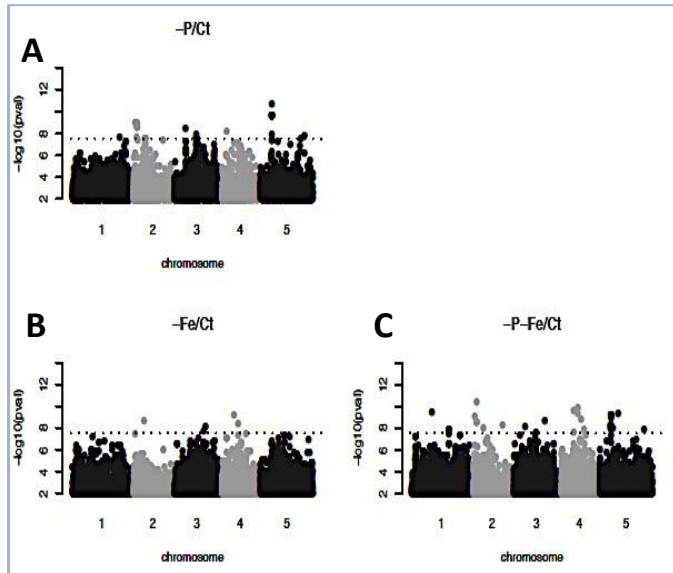
Racines



L'inhibition de la croissance racinaire en réponse à -Fe est levée en condition de stress combiné -Pi-Fe



La réponse des plantes aux stress combinés n'est pas l'addition des réponses des deux simples stress: besoin d'une approche de biologie des systèmes.



Conclusions

- Les homéostasies de différents éléments minéraux sont interdépendantes.
 - Les interactions entre les différents éléments minéraux se manifestent aux niveaux moléculaire et physiologique.
- * Interaction entre P-N pour contrôler la signalisation -Pi
 - * Interaction entre P-Zn pour contrôler l'accumulation du Pi
 - * Interaction entre P-Fe pour contrôler l'accumulation de la chlorophylle & la croissance racinaire

Stress combinés → propriétés émergentes → nouveaux mécanismes

Développons une vision du système plutôt qu'étudier chaque élément individuellement

