



Vers la biofortification en fer et zinc du grain de blé dur

Pierre Berthomieu

Abdoulaye Beye, Fallou Seck

UMR Biochimie et Physiologie
Moléculaire des Plantes



UMR AGAP

Jacques David

Pierre Roumet

UE DIASCOPE

Aline Rocher

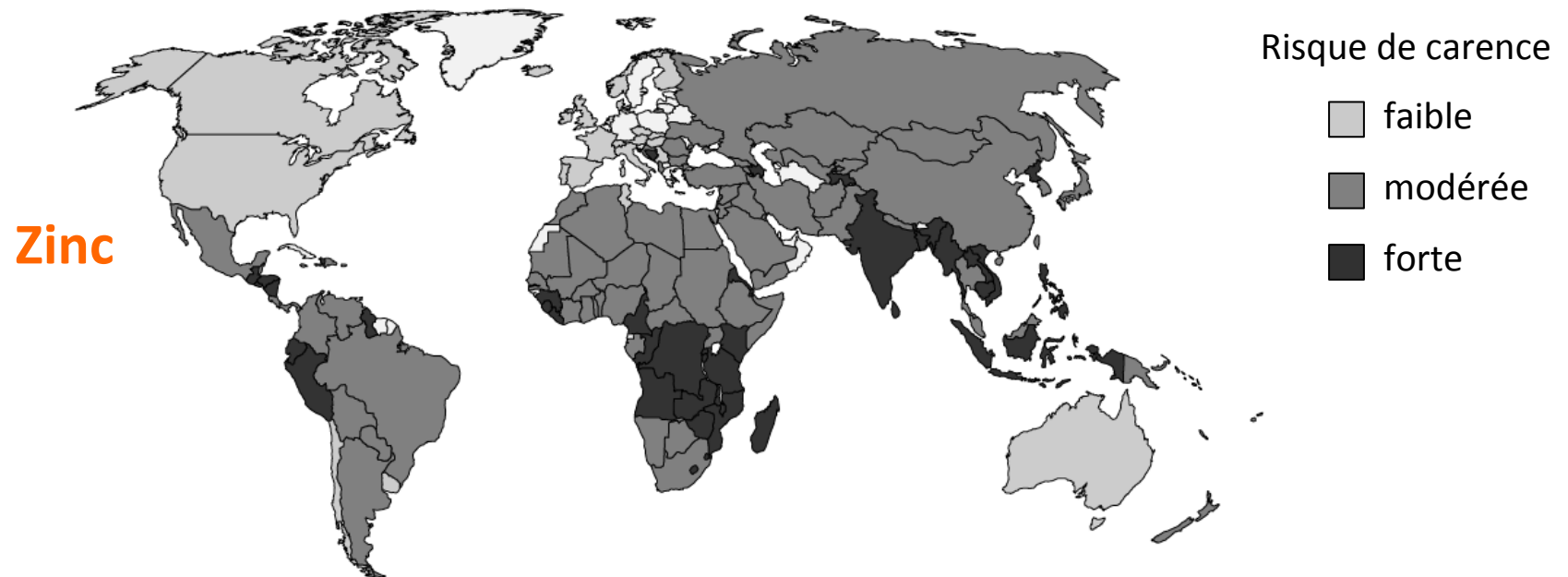
UMR IATE

Cécile Barron

Valérie Lullien

Importance des critères de teneurs en zinc et en fer dans le grain de blé

Carences minérales importantes au niveau mondial, y compris dans les pays développés



Grain de blé "pauvre" en éléments minéraux

Depuis 1998, il est obligatoire d'ajouter du calcium, du fer et des vitamines B1 et B3 à toute farine de blé produite en U.K.

Distribution des concentrations en zinc et en fer dans le grain de blé

◆ Grain de blé "pauvre" en éléments minéraux,
en tous les cas dans l'albumen

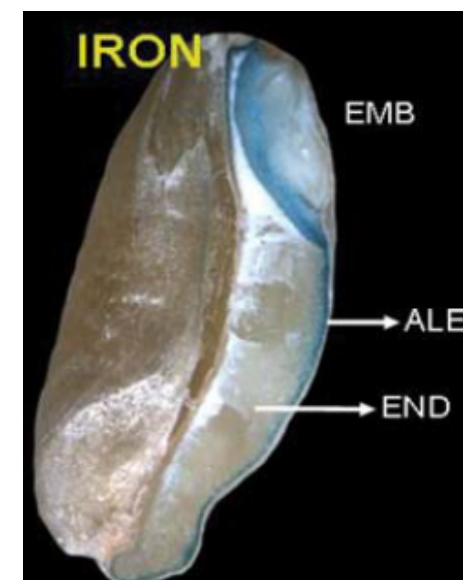
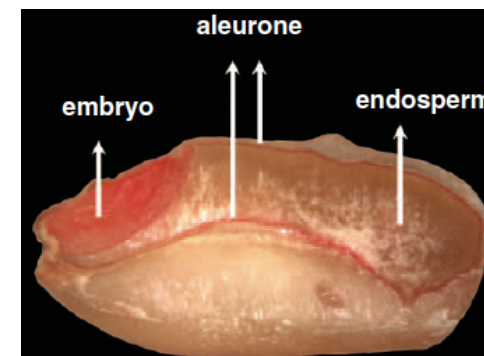
◆ Grain de blé "riche" en phytate

*anti-nutriment qui se chélate aux fer et zinc
et les rend non bio-disponibles*

Objectifs:

3 à 5 fois plus de fer et de zinc dans l'endosperme
pour atteindre 8 mg/kg de fer et et 30 mg/kg de zinc

selon le programme du CGIAR HarvestPlus



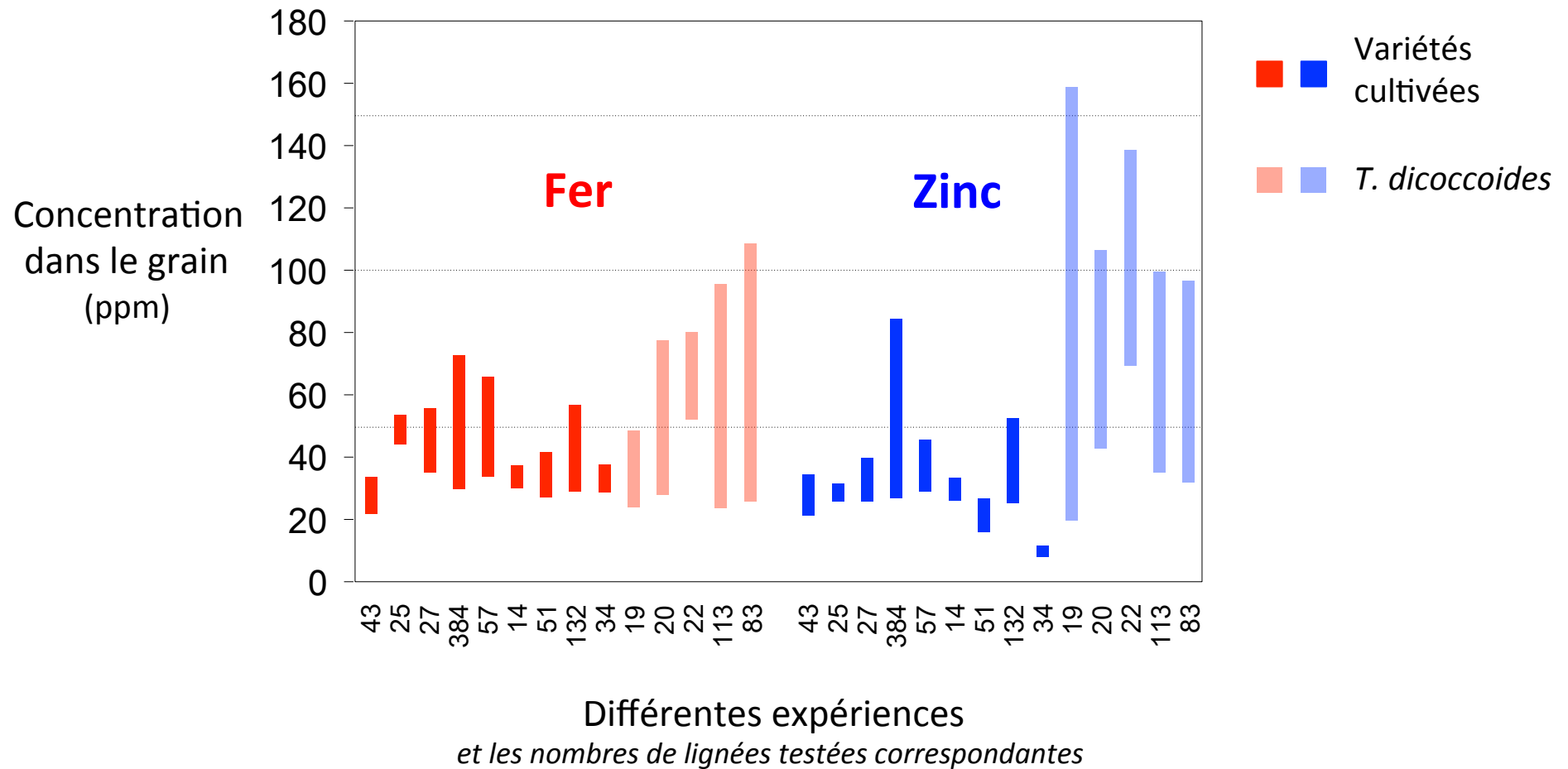
Coloration du zinc (en rouge)
et du fer (en bleu)

Ozturk et al., 2006

Cakmak et al., 2010

Variabilité d'accumulation du fer et du zinc dans le grain de blé dur

d'après le Tableau 1 de Cakmak et al. 2010



Bilan des études génétiques

7 études

blé tendre >> blé 4x – *T. monococcum*

zinc ≥ 16 QTLs

fer ≥ 15 QTLs

Différentes lignées, différentes conditions de culture...

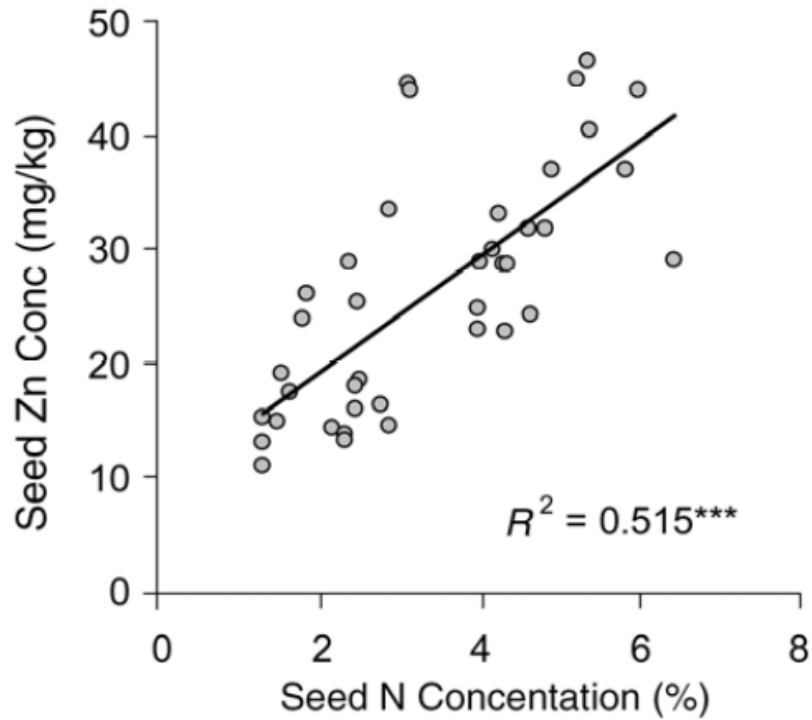
Personne n'a dépassé le stade du QTL pour aller vers les gènes

à l'exception d'un cas cité ci-après

Corrélation entre teneur foliaire en zinc et teneur en azote/protéines

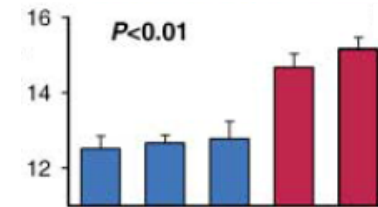
Uauy et al. 2006

Facteur de transcription
famille NAC (NAM-B-1)

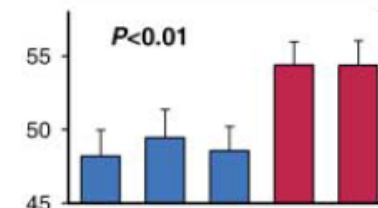


d'après la Figure 2 de Cakmak et al. 2010

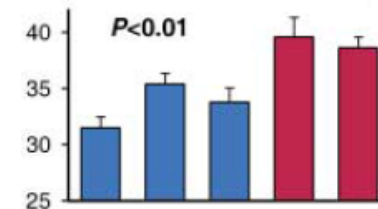
protéines
%



zinc
ppm



fer
ppm



Rendement plus faible

Objectifs du projet

Identifier des mécanismes contrôlant l'accumulation de fer, de zinc et de phytate

dans le grain de blé

dans la farine

Approche de génétique directe

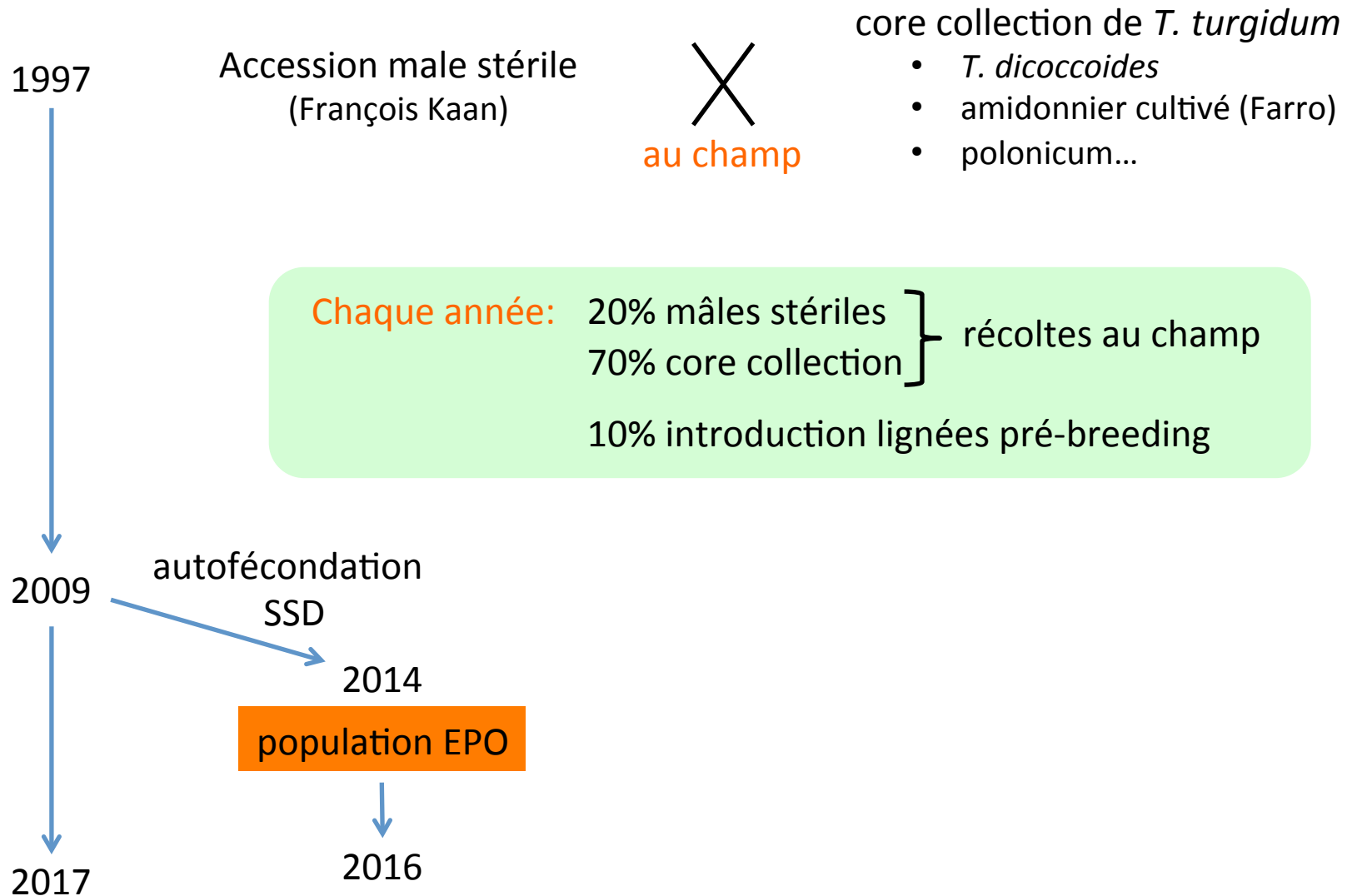
GWAS ou QTL \longrightarrow gène(s)

cartographie fine

mutants

Analyse GWAS de la population EPO de blé dur

Analyse de la population EPO de blé dur



EPO a été génotypée avec la puce Breedwheat → ~90 k marqueurs exploitables

Variables analysées

Travail sur grain entier

Mesures morphométriques

Concentration en fer

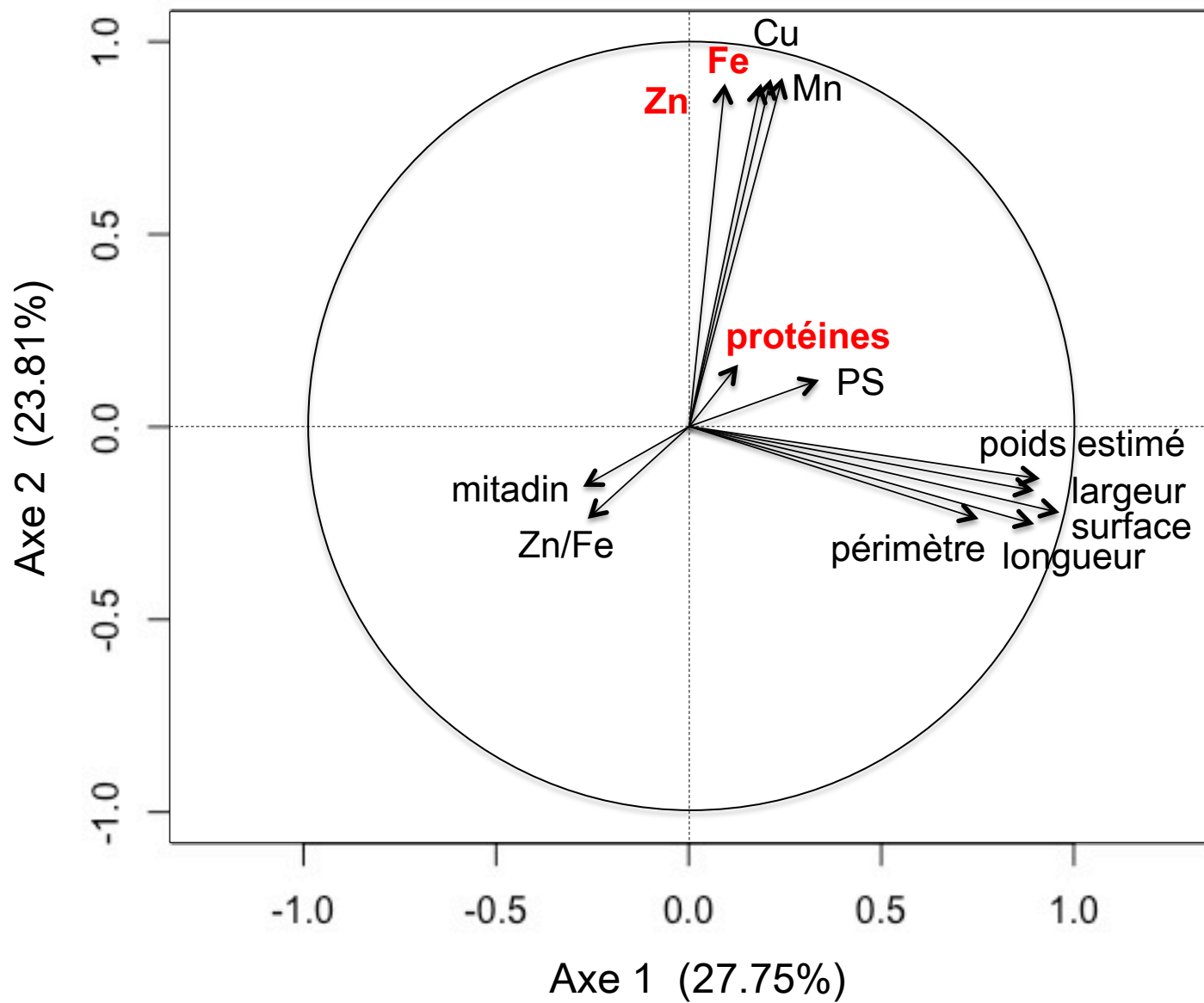
Concentration en zinc

Concentration en protéines (estimée par NIRS)

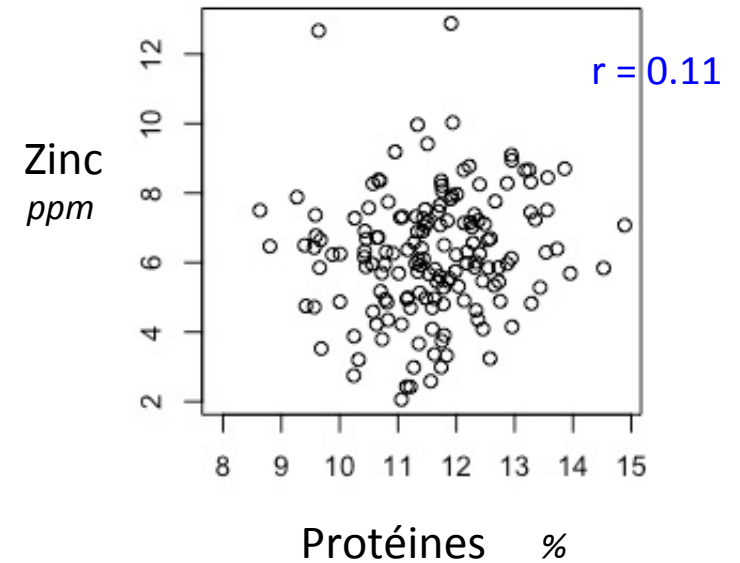
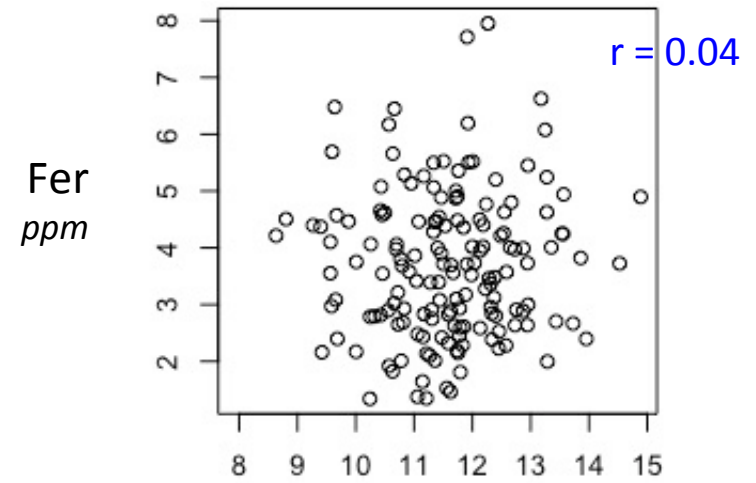
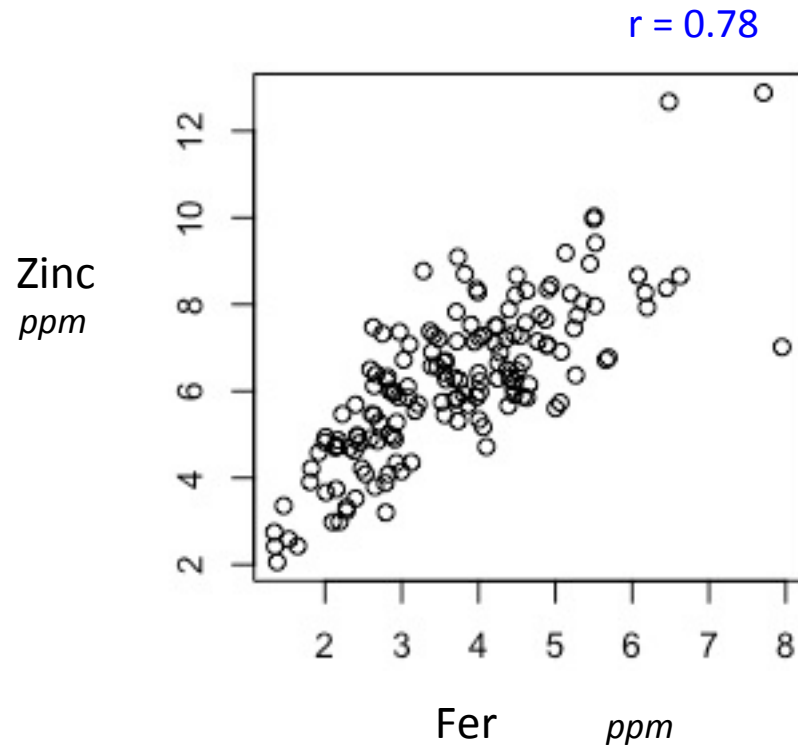
Concentration en phytate (en cours)

Analyse sur 184 lignées de la collection EPO

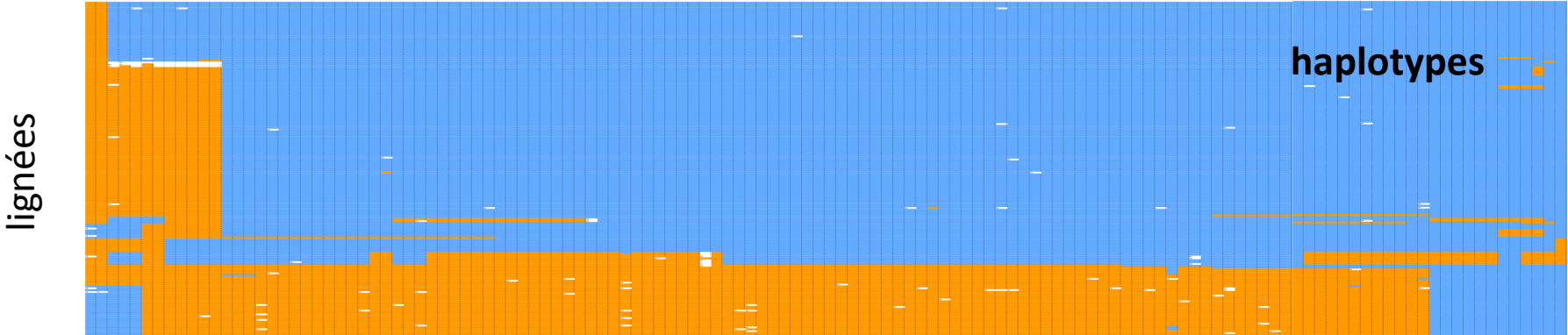
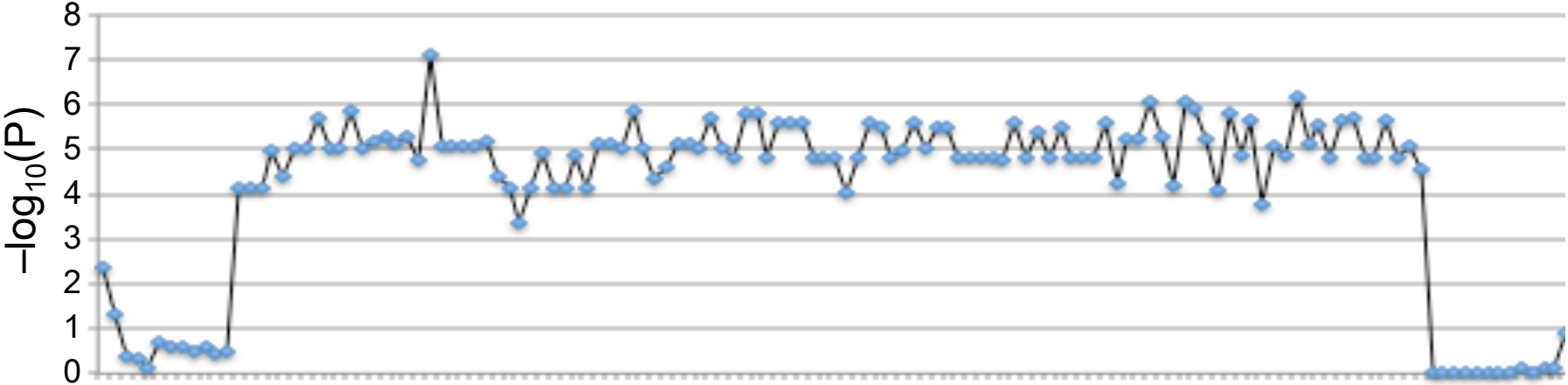
Analyse globale



Focus sur le zinc, le fer et les protéines



Cartographie fine



Positions des marqueurs sur le chromosome

5,3 Mpb

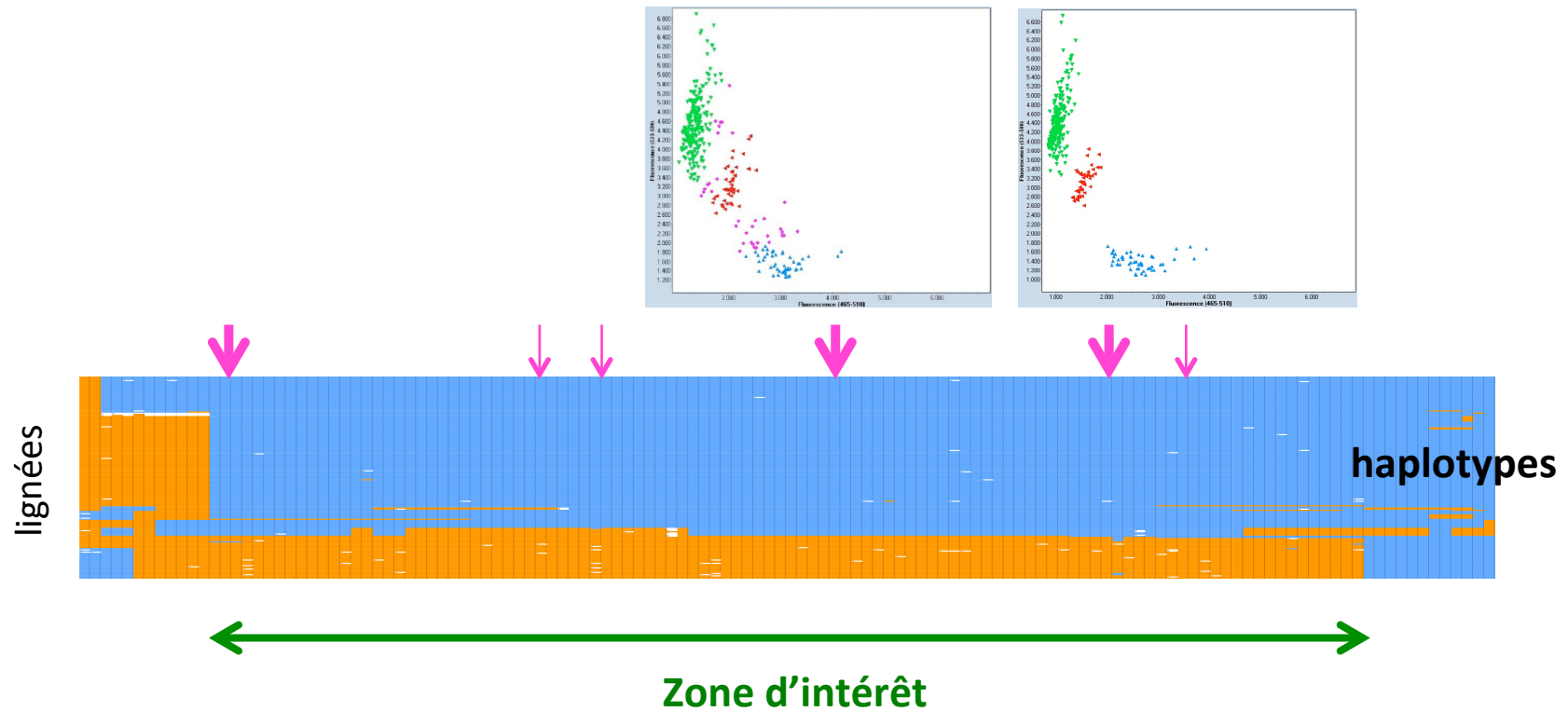


Pas de gène candidat

Cartographie fine (1)

1750 plantes EPO génération 2017

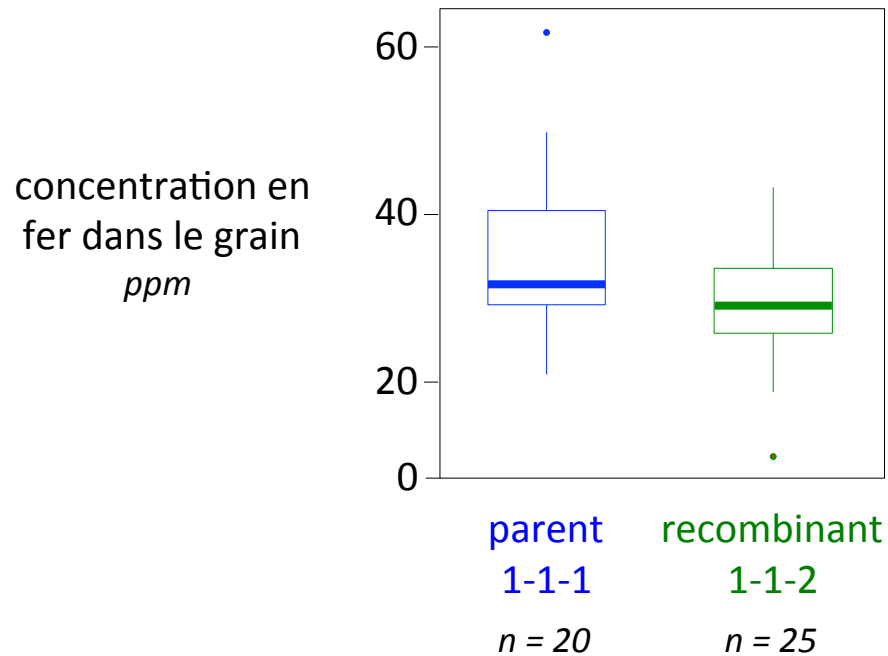
analyse avec marqueurs KASP



Cartographie fine (2)

584 plantes

Haplotype parental	1-1-1	75%
Haplotype parental	2-2-2	16%
Haplotype recombinant	1-1-2	5%
Haplotype recombinant	2-2-1	1%
Haplotype recombinant	1-2-1	3%



Merci de votre attention

UMR BPMP

Abdoulaye Beye

Fallou Seck

Virginie Thiry

Pierre Berthomieu

Collaborations:

UMR AGAP

Jacques David

Pierre Roumet

UE DIASCOPE

Aline Rocher

UMR IATE

Cécile Barron

Valérie Lullien

UMR GDEC

Catherine Ravel

Gène candidat : transporteur de la famille YSL

Point de départ: YS1 de maïs

transporteur de complexes fer-sidérophores *Zn, Cu, Cd...*
absorption au niveau de la racine
expression dans les parties aériennes

Famille YSL (YS1-Like)

mutigénique

(8 membres chez *A. thaliana*, 18 chez le riz)

AtYSL1: transport chélats nicotianamine-Fer
racine, pollen, graine...
remobilisation

AtYSL7-8: transport facteurs de
virulence bactériens

Candidat à étudier

séquence
expression
mutants

