

**BLÉ DURABLE DE QUALITÉ (B-DuL)  
SÉLECTION DE BLÉS PRODUCTIFS DE QUALITÉ  
SOUS CONTRAINTE DE NUTRITION AZOTÉE**

**Ravel Catherine**

**Ellen Dugué-Goudemand**

**Jérôme Auzanneau**

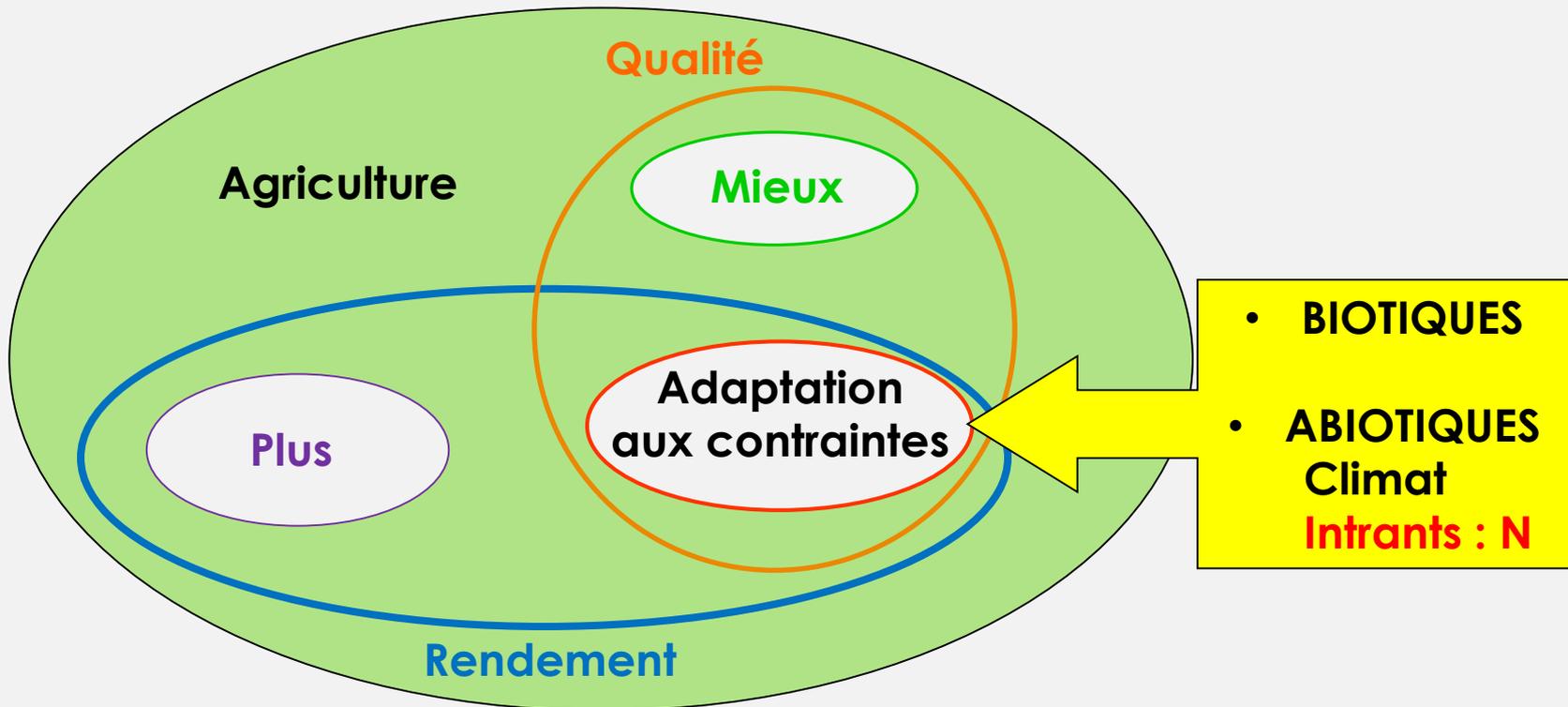
**PARTENAIRES:**

**INRA, UMR 1095 GDEC, Clermont-Ferrand**

**Florimond Desprez Veuve & Fils, Cappelle-en-Pévèle**

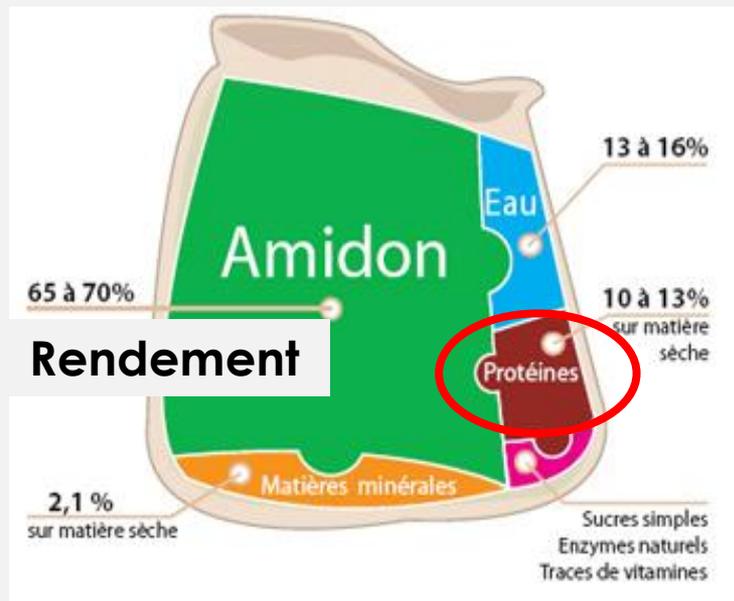
**AGRI OBTENTIONS, Guyancourt**

# CONTEXTE : LE CHALLENGE POUR LES FUTURES VARIÉTÉS



# CONTEXTE : LE CHALLENGE POUR LES FUTURES VARIÉTÉS

## o Composition d'un grain de blé



**20%**

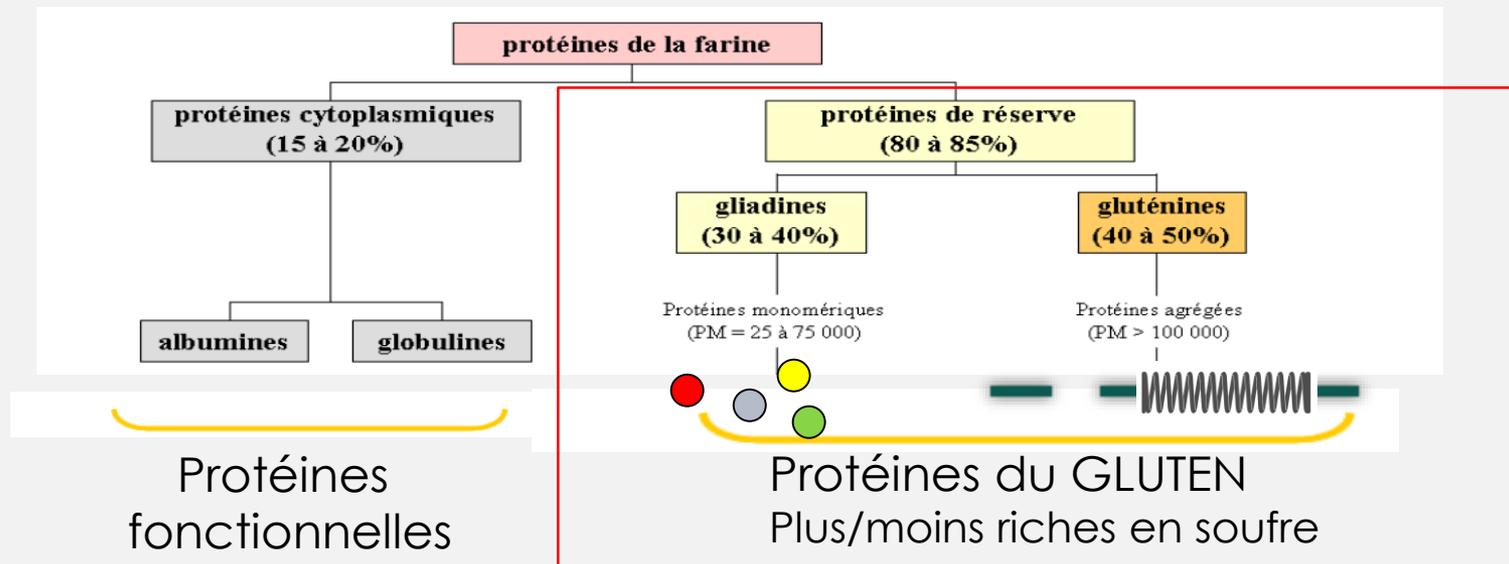
de nos besoins en énergie  
de nos besoins en protéines



Une production à la base de l'alimentation humaine.  
Utilisée pour 80% après transformation

# CONTEXTE : LE CHALLENGE POUR LES FUTURES VARIÉTÉS

## o Les protéines de la farine



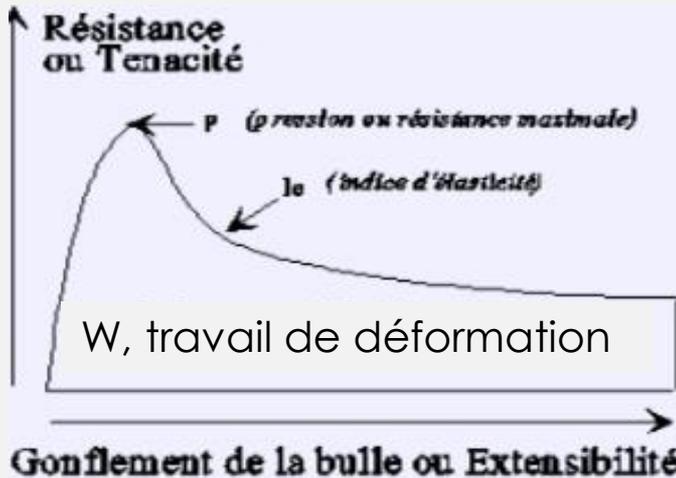
Grande variabilité des protéines de réserve.  
Capables de **s'agréger (gluten)**, elles confèrent à la pâte ses propriétés de **visco-élasticité**.

# CONTEXTE : LE CHALLENGE POUR LES FUTURES VARIÉTÉS

## o Protéines de réserve et qualité technologique

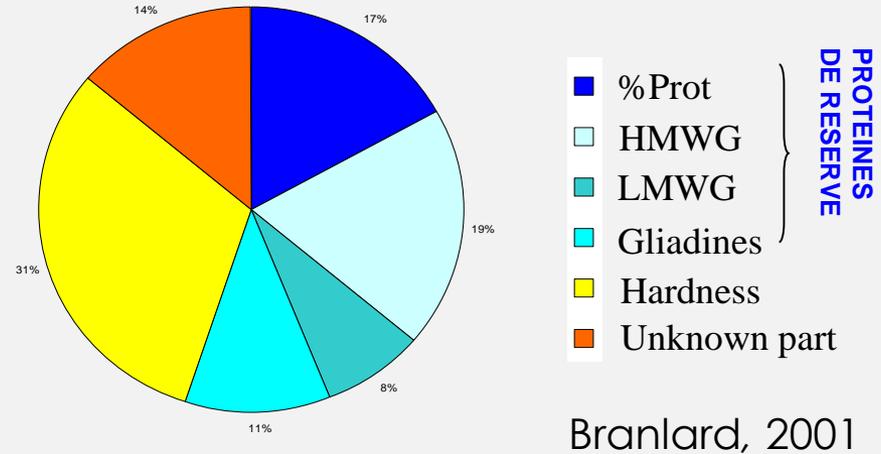
L'alvéographe, outil pour mesurer la qualité technologique

### Gluténines



### Gliadines

## Les facteurs explicatifs du W

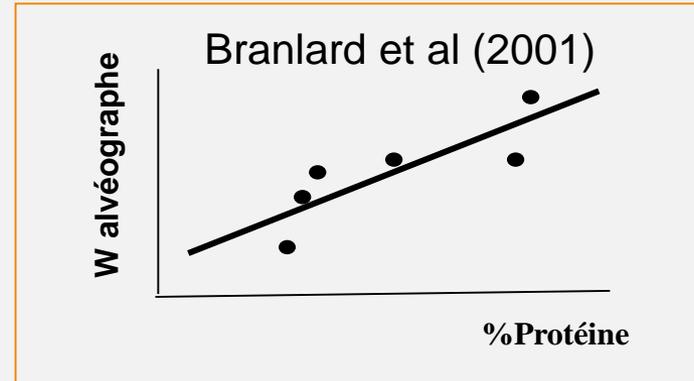
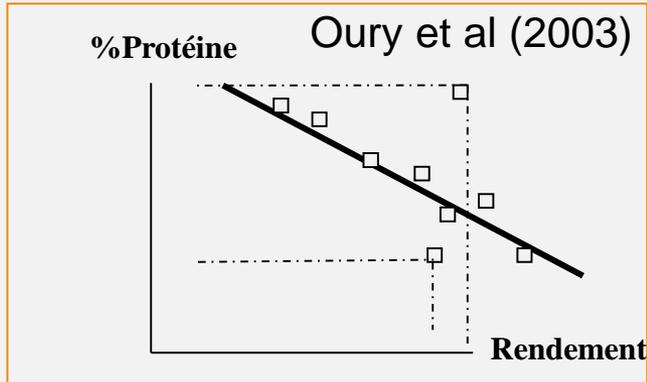


W dépend de la quantité et qualité **des protéines** des blés.

Les protéines de réserve sont des déterminants majeurs de la qualité technologique.

# CONTEXTE : LE CHALLENGE POUR LES FUTURES VARIÉTÉS

## o Des corrélations négatives



Un caractère peu héritable, corrélé négativement au rendement, lié à la force boulangère.

Amélioration difficile surtout dans le contexte d'économie en azote

**Plus de rendement  
ou  
Moins d'azote**



**Diminution de la  
teneur en protéines  
Diminution de la qualité**

Le maintien de la qualité peut se faire  
en modulant la composition

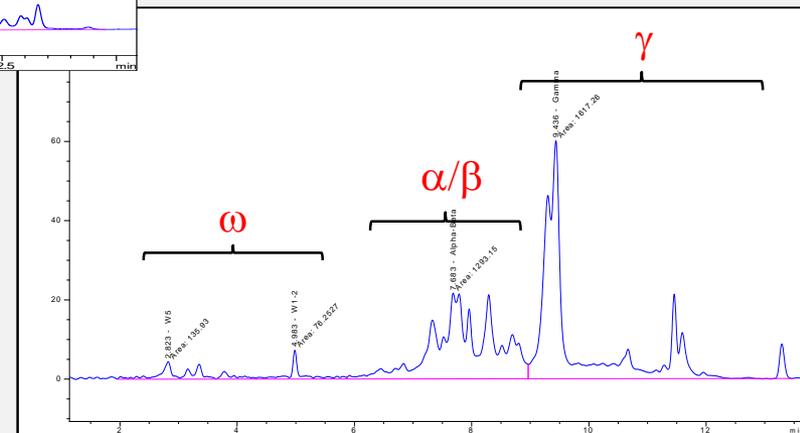
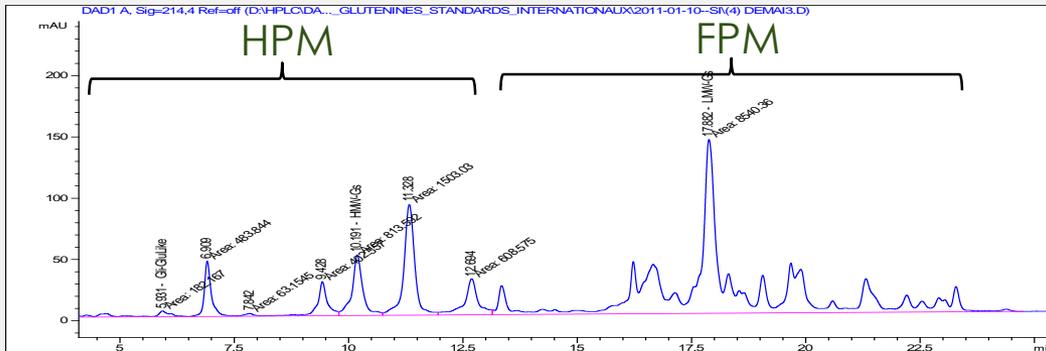


# CONTEXTE : LE CHALLENGE POUR LES FUTURES VARIÉTÉS

## ○ Phénotyper la composition protéique par HPLC

Gluténines

Gladienes



Un phénotypage tardif et fastidieux (temps, savoir-faire, coût)

# OBJECTIFS DU PROJET

- Pour faciliter l'obtention de variétés productives de bonne valeur technologique adaptées à une fertilisation azotée réduite.

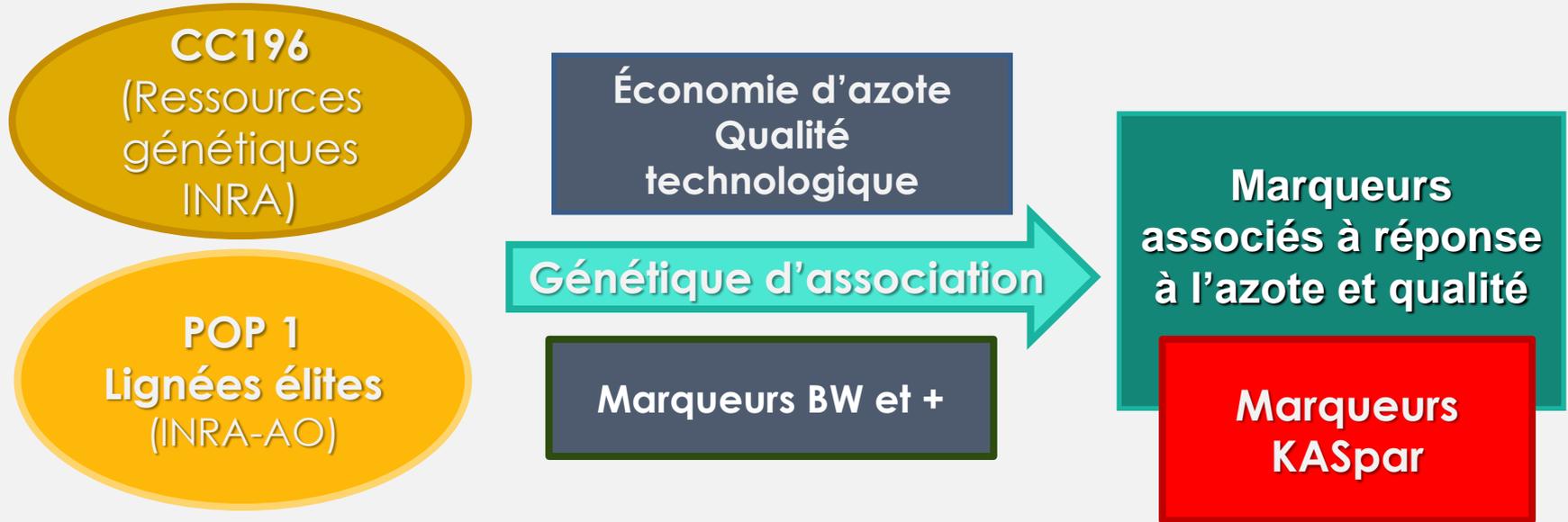


Créer des **outils** utilisables facilement par le sélectionneur

- Marqueurs
- Modèles

# LES ÉTAPES DU PROJET

- **Méta analyse : recherche et synthèse QTL pour le développement de marqueurs**



## Tests Pré-CTPS réalisés sur 6 à 8 lieux, 3 conditions de culture

- 1) Intensives
- 2) Sans fongicide et azote non limitant
- 3) Sans fongicides, azote réduit (50U) et faible densité de semis

Marqueurs et allèles favorables pour les caractères étudiés utilisables pour le sélectionneur à transformer pour portabilité

# LES ÉTAPES DU PROJET

## ○ Développement de modèles pour prédire la qualité

2 types de modèles

- **Sélection assistée par marqueurs** basée sur l'utilisation de QTL dans le modèle. Adaptée aux caractères peu polygéniques;
- **Sélection génomique** : Nécessite une population d'entraînement pour prédire les effets de tous les marqueurs . Prédiction de caractères polygéniques.



Modèles validés, utilisables par le sélectionneur pour prendre en compte la qualité technologique dans les programmes d'amélioration

# ASSOCIATION (J. BORDES) ET MARQUEURS

○ GLM\_Q

CC196  
(Ressources  
génétiques  
INRA)

○ MLM\_Q\_K

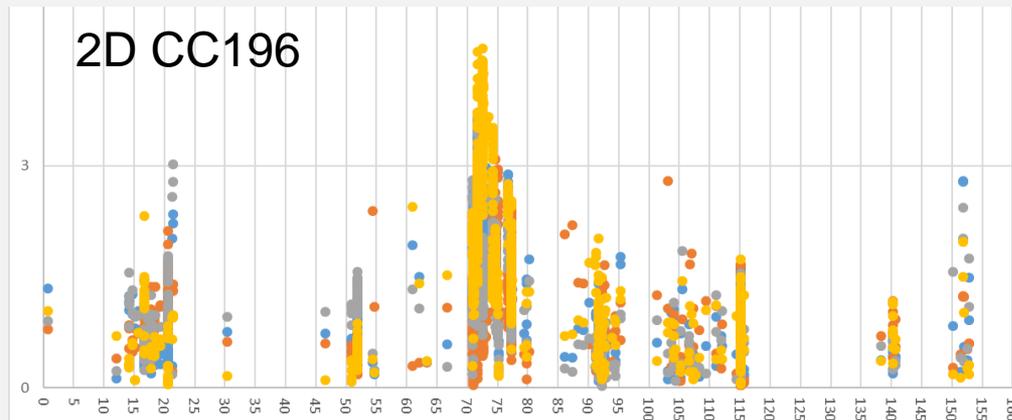
POP 1  
Lignées élités  
(INRA-AO)

Composition protéique

Rendement (faible, fort azote)

Réponse à l'azote

Teneur en protéines



● Gli/Glu

● HMW/LMW

● qGli/grain

● qGlu/grain

# CONVERSION DE MARQUEURS (M. DARDEVET)

○ GLM\_Q



○ MLM\_Q\_K



- Compilation des marqueurs associés
- Suppression des marqueurs en DL



- Pas de marqueurs communs entre les 2 sources de matériel
- 238 marqueurs à convertir (score  $\geq 3$ )



Délivrable : 121 marqueurs Kaspar

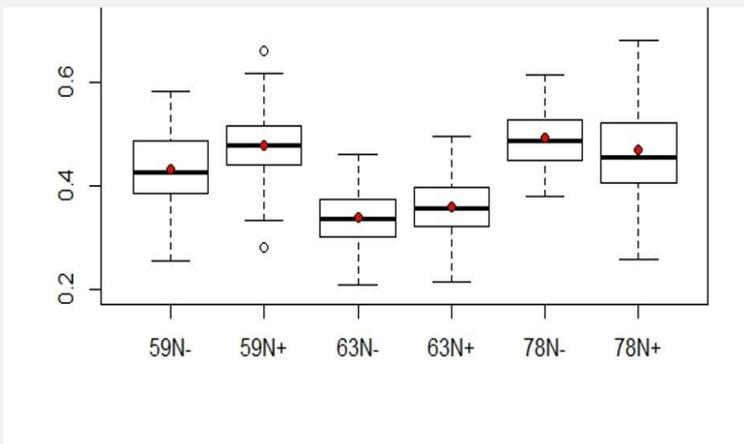
# APPLICATION : DÉVELOPPEMENT DE MODÈLES DE PRÉDICTION DE LA QUALITÉ TECHNOLOGIQUE (P. LEMEUNIER)

- Un choix : le ratio gliadine/gluténine est la variable qui résume au mieux cette qualité
- Contrôler par plusieurs QTL à effets faibles



Modèle de sélection génomique

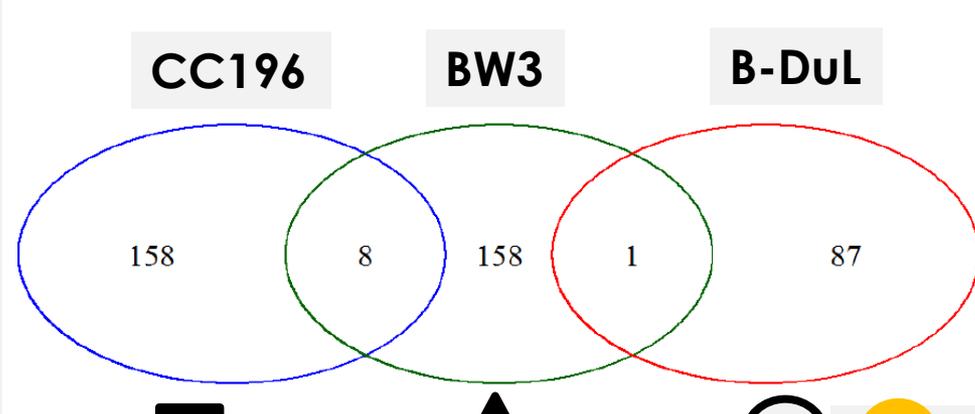
Gli/Glu dans l'essai B-DuL



Une variable peu sensible à la nutrition, sensible à l'environnement

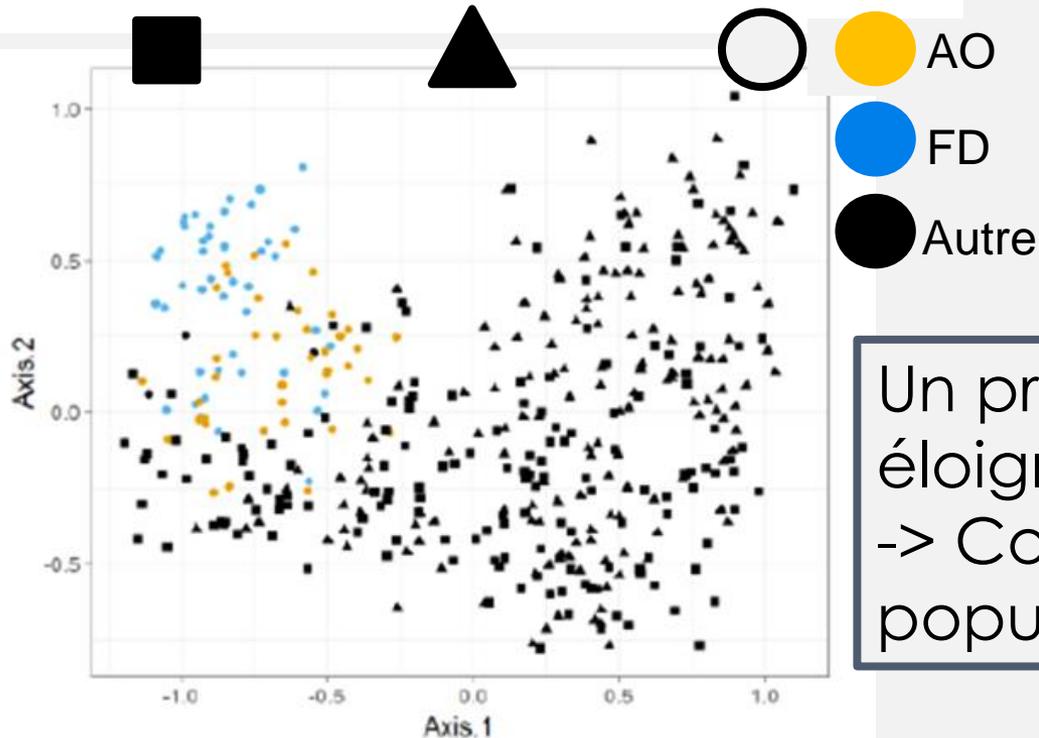
# DÉVELOPPEMENT DE MODÈLES DE PRÉDICTION DE LA QUALITÉ TECHNOLOGIQUE (P. LEMEUNIER)

- Le matériel utilisé patrimonial et élite



- 420K SNP
- Gli/Glu

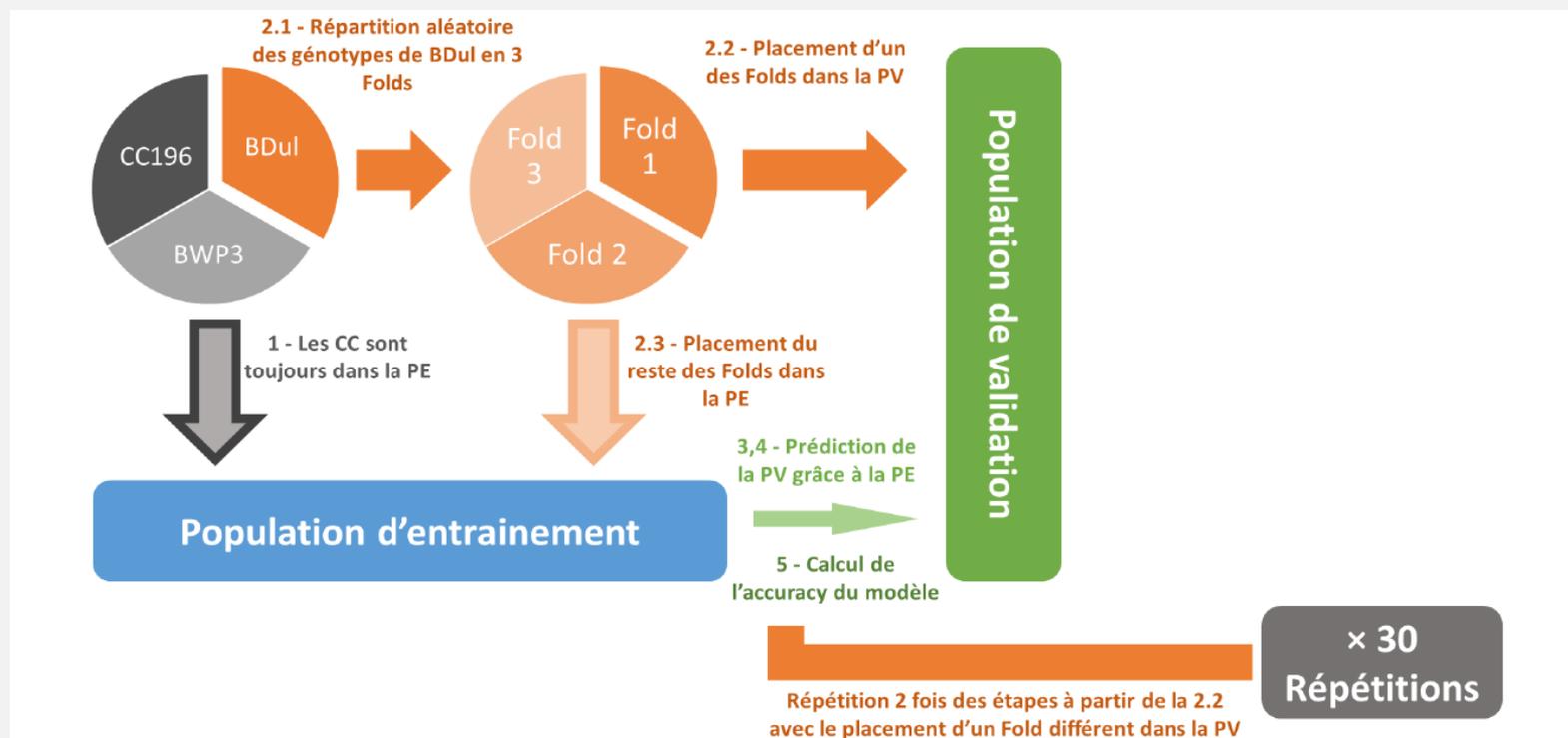
-> filtres  
MAF>0.1,  
NA>0.20,  
hétérozygotie  
>0.15



Un problème : du matériel éloigné.  
-> Comment choisir la population d'entraînement?

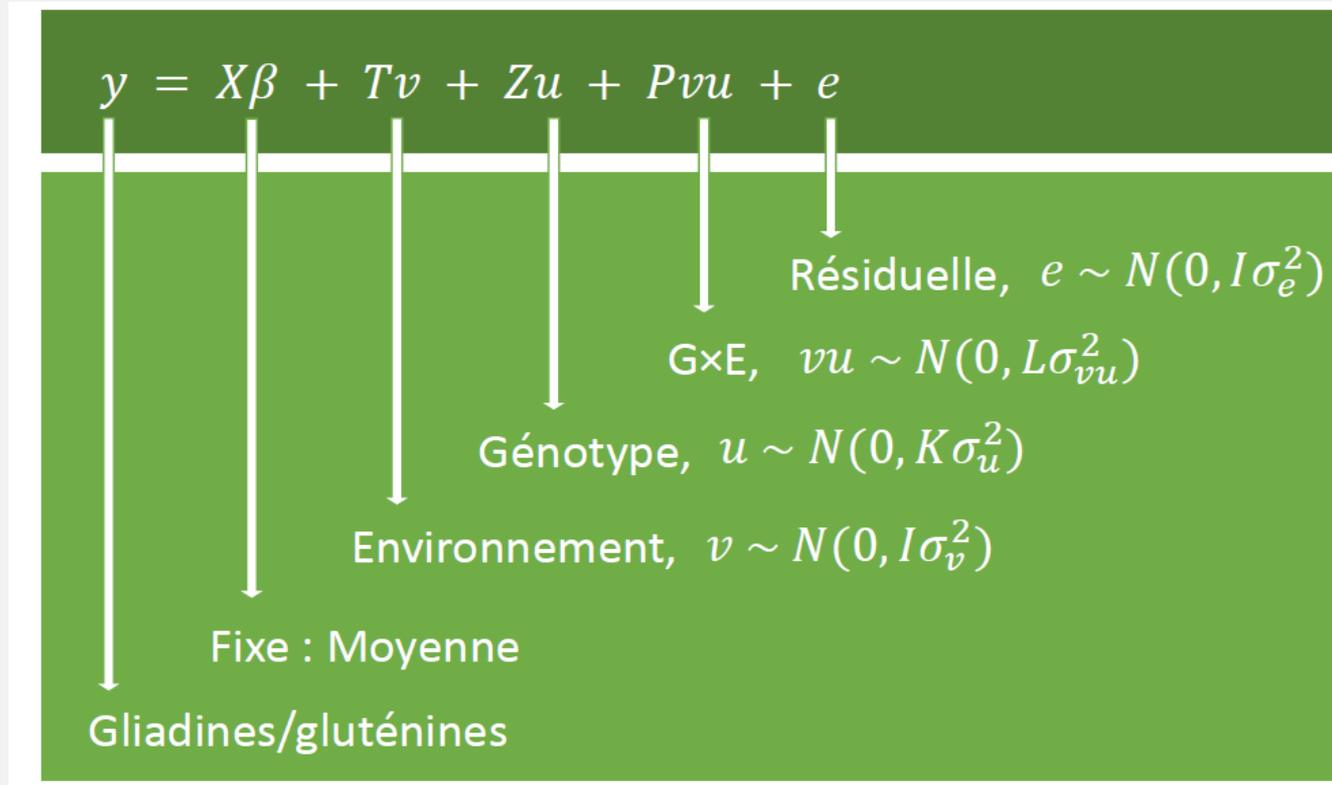
# DÉVELOPPEMENT DE MODÈLES DE PRÉDICTION DE LA QUALITÉ TECHNOLOGIQUE (P. LEMEUNIER)

- Les méthodes choisies : construction des populations pour la cross validation



# DÉVELOPPEMENT DE MODÈLES DE PRÉDICTION DE LA QUALITÉ TECHNOLOGIQUE (P. LEMEUNIER)

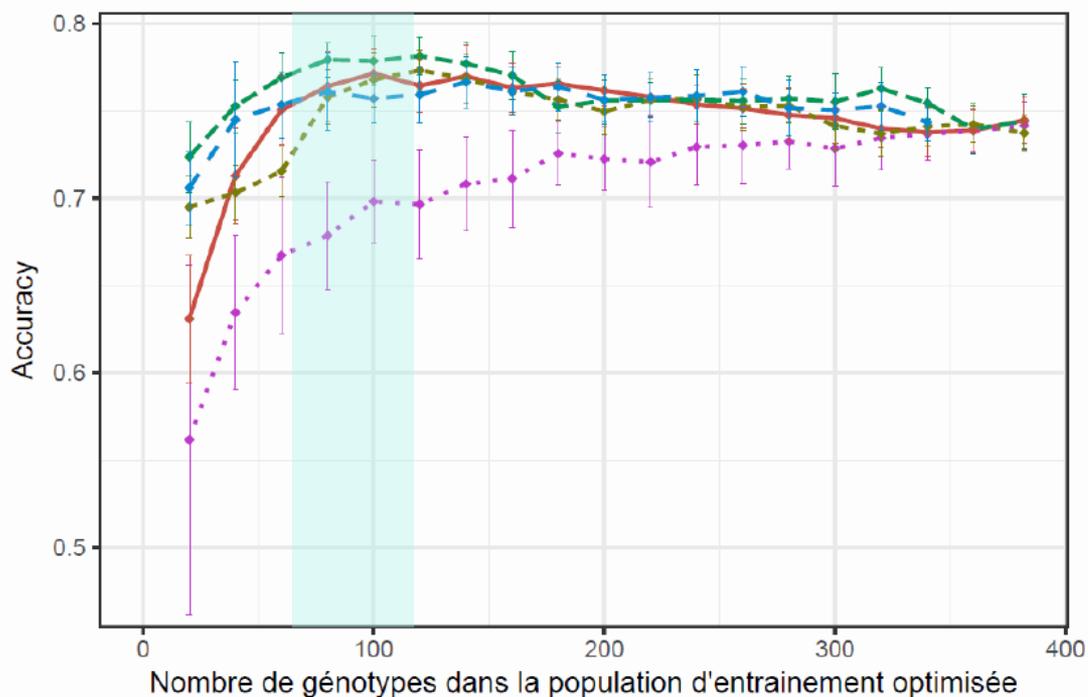
- Le modèle choisi : G-BLUP



- Avec optimisation de la population d'entraînement selon différents critères d'apparentement entre individus

# DÉVELOPPEMENT DE MODÈLES DE PRÉDICTION DE LA QUALITÉ TECHNOLOGIQUE (P. LEMEUNIER)

## Résultats



APP\_PERSO

😊 0,781 avec  
120 génotypes  
☹ Temps de  
calcul

methode

APP\_MIN

APP\_MOY

APP\_PERSO

CD\_MEAN

RDM

APP\_MIN

APP\_MOY

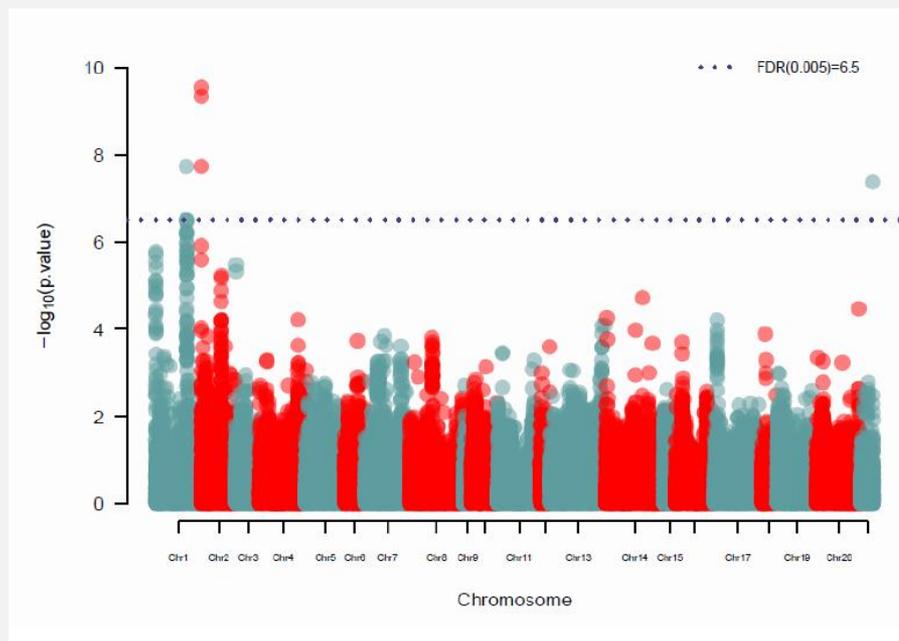
CD\_MEAN

Résultats  
similaires

L'optimisation (quelque soit la méthode)  
améliore la qualité de prédiction

# DÉVELOPPEMENT DE MODÈLES DE PRÉDICTION DE LA QUALITÉ TECHNOLOGIQUE (P. LEMEUNIER)

- Amélioration possible par ajout de QTL : modèle GBLUP + de novo GWAS



4 QTL détectés par GWAS au maximum

	Accuracy (SD)	RMSE (SD)
G-BLUP	0.543 (0.144)	0.061 (0.0043)
G-BLUP + de novo GWAS	0.570 (0.142)	0.060 (0.0042)

Le modèle G-BLUP + de novo GWAS n'améliore que faiblement la précision du modèle G-BLUP

# CONCLUSIONS & PERSPECTIVES

- Marqueurs pour SAM
  - Transmission aux sélectionneurs d'un set de 96 marqueurs KASPAR liés à la qualité
- Modèles de sélection génomique
  - La sélection génomique est adaptée à la prédiction du rapport gliadines/gluténines
  - Le modèle G-BLUP est le modèle le plus efficace (parmi les modèles testés)
  - L'optimisation de la population d'entraînement est efficace
- Les résultats de SG seront publiés au cours de l'année 2019 (Lemeunier P et al.)

# Merci de votre attention



Ellen Dugue-Goudemand  
Philippe Lonnet  
Thierry Demarquet  
L'équipe de sélection blé  
tendre de Cappelle-en-  
Pévèle



Catherine Ravel  
Jacques Bordes  
François-Xavier Oury  
David Alvarez  
Sibille Perrochon  
Mireille Dardevet



Jérôme Auzanneau  
L'équipe de sélection  
blé tendre

