



Fonds de soutien à l'Obtention Végétale



Blé tendre



Blé dur



Orge



Seigle



Avoine



Triticale



Riz



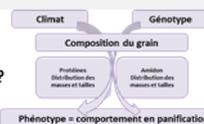
Épeautre

Compréhension de l'effet des interactions génotype-milieu sur la valeur boulangère

B. Méléard¹, P. Lemeunier¹, L. Rhazi², T. Aussenac², les membres du GIE Club5³ et du CETAC⁴, F. Faisy⁵, F. Bourjot⁶
 (1) ARVALIS - Institut du végétal, 91720 Boigneville; (2) UniLaSalle – campus de Beauvais, 19 rue Pierre Waguet 60 000 Beauvais; (3) GIE Club5, 83 av. Grande Armée, 75782 Paris Cedex 16; (4) CETAC 7 rue Coq Héron 75030 Paris Cedex 01; (5) Banette, ZAC Le moulin à vent, 45250 Briare; (6) Soufflet, 7 quai de l'apport Paris, 91100 Corbeil Essonne.

Questions

- Quelle est l'influence des variables de composition du grain sur le comportement en panification?
- Quelle est l'influence des variables climatiques sur le comportement en panification?
- À partir de ces informations, peut-on prédire si un environnement est propice à l'évaluation variétale pour la valeur technologique?



Dispositif

Expérimentation

14 génotypes

| | |
|-----------|---------|
| HERMÈS | G1041 |
| ÉPIQUE | 2+12 |
| ARACHE | 2+12 |
| ARISTO | 2+12 |
| PROSPÈRE | 2+12+12 |
| OSGALA | 2+12 |
| FLACIDON | 2+12 |
| ALCANTARA | 2+12 |
| ÉPIVAMAX | 2+12 |
| HERMÈS | 2+12+12 |
| ÉPIQUE | 2+12 |
| ARACHE | 2+12 |
| ARISTO | 2+12 |
| PROSPÈRE | 2+12 |
| OSGALA | 2+12 |
| FLACIDON | 2+12 |
| ALCANTARA | 2+12 |

11 environnements (3 blocs/variété)

2 années, 2015+2016

Caractérisation grains et farines

AMIDON

- FAML [amylose]
- FAMP [amylopectine]
- FAMD [amidon (amylose amylopectine)]
- A% % granules A (gros)
- B% % granules B (moyens)
- C% % granules C (petits)
- rapport de la masse du constituant sur le nombre de chaînes

PROTEINES

- Mn masse molaire moyenne en poids
- Mw indice de polydispersité
- IP= Mn/Mw
- HMW Gluténines de Haut Poids Moléculaire
- LMW Gluténines de Faible Poids Moléculaire

+ Panification test NF V03-716, 34 critères

Données météorologiques

39 variables météo sur 3 périodes

- Flo+7 à Flo+15** : division cellulaire et période de sensibilité au stress thermique
- Flo+15 à Flo+35** : expansion cellulaire et différenciation dans la cinétique de biosynthèse entre les formes 5+10 et 2+12
- Flo+35 à récolte** : dessiccation et établissement des très gros polymères

Flo = stade floraison

Peut-on expliquer le comportement en panification à partir de variables de composition du grain et de variables climatiques?

Une analyse de l'influence des variables de composition du grain (protéines et amidon) sur chacune des composantes du test de panification (34 notes) a été réalisée selon 2 méthodes statistiques.

Une régression de type **STEPWISE** correspondant à un modèle mixte linéaire complet est d'abord évalué par ANOVA de type 3. A chaque itération du modèle, on observe l'ensemble des variables de *Pvalue* < 0.05 et on écarte la variable de plus faible *Pvalue*. On procède ainsi jusqu'à l'élimination de toutes les variables de *Pvalue* < 0.05, le modèle final étant le dernier résultant de cette opération. Le *R²* calculé définit l'importance sur l'effet environnemental de chaque variable prise individuellement, certaines pouvant être corrélées.

Un modèle **Random forest** a également été testé. Avec une cross-validation en 3 folds répétée 40 fois, on évalue, par la RMSE, la capacité du modèle à prédire la variable. De plus, l'importance de chaque variable explicative est évaluée par la MDA (Mean Decrease in Accuracy). Ce processus est répété jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de variable explicative. Le modèle avec la RMSE la plus basse est comparé par t-test avec tous les autres modèles. Le modèle non significativement différent avec le modèle avec la meilleure RMSE et le plus parcimonieux est le modèle retenu.

par des variables de composition?

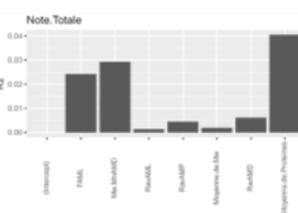


Figure 1. Variables de composition sélectionnées par STEPWISE ayant un impact significatif sur la note de panification

| PROTEINES | AMIDON | IP= Mn/Mw | HMW | LMW | NTP |
|-----------|--------|-----------|-------|-------|-------|
| Protéines | 0.089 | | | | 0.040 |
| IP= Mn/Mw | | 0.052 | | | 0.040 |
| HMW | | 0.028 | 0.040 | | 0.040 |
| LMW | | 0.028 | | 0.040 | 0.040 |
| Mn | | | | 0.040 | 0.040 |
| Mw | | | | 0.040 | 0.040 |
| IP= Mn/Mw | | 0.027 | | | 0.040 |
| HMW | | 0.027 | | | 0.040 |
| LMW | | 0.027 | | | 0.040 |
| Mn | | 0.027 | | | 0.040 |
| Mw | | 0.027 | | | 0.040 |
| IP= Mn/Mw | | 0.027 | | | 0.040 |
| HMW | | 0.027 | | | 0.040 |
| LMW | | 0.027 | | | 0.040 |
| Mn | | 0.027 | | | 0.040 |
| Mw | | 0.027 | | | 0.040 |
| IP= Mn/Mw | | 0.027 | | | 0.040 |
| HMW | | 0.027 | | | 0.040 |
| LMW | | 0.027 | | | 0.040 |
| Mn | | 0.027 | | | 0.040 |
| Mw | | 0.027 | | | 0.040 |
| IP= Mn/Mw | | 0.027 | | | 0.040 |
| HMW | | 0.027 | | | 0.040 |
| LMW | | 0.027 | | | 0.040 |
| Mn | | 0.027 | | | 0.040 |
| Mw | | 0.027 | | | 0.040 |
| IP= Mn/Mw | | 0.027 | | | 0.040 |
| HMW | | 0.027 | | | 0.040 |
| LMW | | 0.027 | | | 0.040 |
| Mn | | 0.027 | | | 0.040 |
| Mw | | 0.027 | | | 0.040 |
| IP= Mn/Mw | | 0.027 | | | 0.040 |
| HMW | | 0.027 | | | 0.040 |
| LMW | | 0.027 | | | 0.040 |
| Mn | | 0.027 | | | 0.040 |
| Mw | | 0.027 | | | 0.040 |
| IP= Mn/Mw | | 0.027 | | | 0.040 |
| HMW | | 0.027 | | | 0.040 |
| LMW | | 0.027 | | | 0.040 |
| Mn | | 0.027 | | | 0.040 |
| Mw | | 0.027 | | | 0.040 |
| IP= Mn/Mw | | 0.027 | | | 0.040 |
| HMW | | 0.027 | | | 0.040 |
| LMW | | 0.027 | | | 0.040 |
| Mn | | 0.027 | | | 0.040 |
| Mw | | 0.027 | | | 0.040 |
| IP= Mn/Mw | | 0.027 | | | 0.040 |
| HMW | | 0.027 | | | 0.040 |
| LMW | | 0.027 | | | 0.040 |
| Mn | | 0.027 | | | 0.040 |
| Mw | | 0.027 | | | 0.040 |
| IP= Mn/Mw | | 0.027 | | | 0.040 |
| HMW | | 0.027 | | | 0.040 |
| LMW | | 0.027 | | | 0.040 |
| Mn | | 0.027 | | | 0.040 |
| Mw | | 0.027 | | | 0.040 |
| IP= Mn/Mw | | 0.027 | | | 0.040 |
| HMW | | 0.027 | | | 0.040 |
| LMW | | 0.027 | | | 0.040 |
| Mn | | 0.027 | | | 0.040 |
| Mw | | 0.027 | | | 0.040 |
| IP= Mn/Mw | | 0.027 | | | 0.040 |
| HMW | | 0.027 | | | 0.040 |
| LMW | | 0.027 | | | 0.040 |
| Mn | | 0.027 | | | 0.040 |
| Mw | | 0.027 | | | 0.040 |
| IP= Mn/Mw | | 0.027 | | | 0.040 |
| HMW | | 0.027 | | | 0.040 |
| LMW | | 0.027 | | | 0.040 |
| Mn | | 0.027 | | | 0.040 |
| Mw | | 0.027 | | | 0.040 |
| IP= Mn/Mw | | 0.027 | | | 0.040 |
| HMW | | 0.027 | | | 0.040 |
| LMW | | 0.027 | | | 0.040 |
| Mn | | 0.027 | | | 0.040 |
| Mw | | 0.027 | | | 0.040 |
| IP= Mn/Mw | | 0.027 | | | 0.040 |
| HMW | | 0.027 | | | 0.040 |
| LMW | | 0.027 | | | 0.040 |
| Mn | | 0.027 | | | 0.040 |
| Mw | | 0.027 | | | 0.040 |
| IP= Mn/Mw | | 0.027 | | | 0.040 |
| HMW | | 0.027 | | | 0.040 |
| LMW | | 0.027 | | | 0.040 |
| Mn | | 0.027 | | | 0.040 |
| Mw | | 0.027 | | | 0.040 |
| IP= Mn/Mw | | 0.027 | | | 0.040 |
| HMW | | 0.027 | | | 0.040 |
| LMW | | 0.027 | | | 0.040 |
| Mn | | 0.027 | | | 0.040 |
| Mw | | 0.027 | | | 0.040 |
| IP= Mn/Mw | | 0.027 | | | 0.040 |
| HMW | | 0.027 | | | 0.040 |
| LMW | | 0.027 | | | 0.040 |
| Mn | | 0.027 | | | 0.040 |
| Mw | | 0.027 | | | 0.040 |
| IP= Mn/Mw | | 0.027 | | | 0.040 |
| HMW | | 0.027 | | | 0.040 |
| LMW | | 0.027 | | | 0.040 |
| Mn | | 0.027 | | | 0.040 |
| Mw | | 0.027 | | | 0.040 |
| IP= Mn/Mw | | 0.027 | | | 0.040 |
| HMW | | 0.027 | | | 0.040 |
| LMW | | 0.027 | | | 0.040 |
| Mn | | 0.027 | | | 0.040 |
| Mw | | 0.027 | | | 0.040 |
| IP= Mn/Mw | | 0.027 | | | 0.040 |
| HMW | | 0.027 | | | 0.040 |
| LMW | | 0.027 | | | 0.040 |
| Mn | | 0.027 | | | 0.040 |
| Mw | | 0.027 | | | 0.040 |
| IP= Mn/Mw | | 0.027 | | | 0.040 |
| HMW | | 0.027 | | | 0.040 |
| LMW | | 0.027 | | | 0.040 |
| Mn | | 0.027 | | | 0.040 |
| Mw | | 0.027 | | | 0.040 |
| IP= Mn/Mw | | 0.027 | | | 0.040 |
| HMW | | 0.027 | | | 0.040 |
| LMW | | 0.027 | | | 0.040 |
| Mn | | 0.027 | | | 0.040 |
| Mw | | 0.027 | | | 0.040 |
| IP= Mn/Mw | | 0.027 | | | 0.040 |
| HMW | | 0.027 | | | 0.040 |
| LMW | | 0.027 | | | 0.040 |
| Mn | | 0.027 | | | 0.040 |
| Mw | | 0.027 | | | 0.040 |
| IP= Mn/Mw | | 0.027 | | | 0.040 |
| HMW | | 0.027 | | | 0.040 |
| LMW | | 0.027 | | | 0.040 |
| Mn | | 0.027 | | | 0.040 |
| Mw | | 0.027 | | | 0.040 |
| IP= Mn/Mw | | 0.027 | | | 0.040 |
| HMW | | 0.027 | | | 0.040 |
| LMW | | 0.027 | | | 0.040 |
| Mn | | 0.027 | | | 0.040 |
| Mw | | 0.027 | | | 0.040 |
| IP= Mn/Mw | | 0.027 | | | 0.040 |
| HMW | | 0.027 | | | 0.040 |
| LMW | | 0.027 | | | 0.040 |
| Mn | | 0.027 | | | 0.040 |
| Mw | | 0.027 | | | 0.040 |
| IP= Mn/Mw | | 0.027 | | | 0.040 |
| HMW | | 0.027 | | | 0.040 |
| LMW | | 0.027 | | | 0.040 |
| Mn | | 0.027 | | | 0.040 |
| Mw | | 0.027 | | | 0.040 |
| IP= Mn/Mw | | 0.027 | | | 0.040 |
| HMW | | 0.027 | | | 0.040 |
| LMW | | 0.027 | | | 0.040 |
| Mn | | 0.027 | | | 0.040 |
| Mw | | 0.027 | | | 0.040 |
| IP= Mn/Mw | | 0.027 | | | 0.040 |
| HMW | | 0.027 | | | 0.040 |
| LMW | | 0.027 | | | 0.040 |
| Mn | | 0.027 | | | 0.040 |
| Mw | | 0.027 | | | 0.040 |
| IP= Mn/Mw | | 0.027 | | | 0.040 |
| HMW | | 0.027 | | | 0.040 |
| LMW | | 0.027 | | | 0.040 |
| Mn | | 0.027 | | | 0.040 |
| Mw | | 0.027 | | | 0.040 |
| IP= Mn/Mw | | 0.027 | | | 0.040 |
| HMW | | 0.027 | | | 0.040 |
| LMW | | 0.027 | | | 0.040 |
| Mn | | 0.027 | | | 0.040 |
| Mw | | 0.027 | | | 0.040 |
| IP= Mn/Mw | | 0.027 | | | 0.040 |
| HMW | | 0.027 | | | 0.040 |
| LMW | | 0.027 | | | 0.040 |
| Mn | | 0.027 | | | 0.040 |
| Mw | | 0.027 | | | 0.040 |
| IP= Mn/Mw | | 0.027 | | | 0.040 |
| HMW | | 0.027 | | | 0.040 |
| LMW | | 0.027 | | | 0.040 |
| Mn | | 0.027 | | | 0.040 |
| Mw | | 0.027 | | | 0.040 |
| IP= Mn/Mw | | 0.027 | | | 0.040 |
| HMW | | 0.027 | | | 0.040 |
| LMW | | 0.027 | | | 0.040 |
| Mn | | 0.027 | | | 0.040 |
| Mw | | 0.027 | | | 0.040 |
| IP= Mn/Mw | | 0.027 | | | 0.040 |
| HMW | | 0.027 | | | 0.040 |
| LMW | | 0.027 | | | 0.040 |
| Mn | | 0.027 | | | 0.040 |
| Mw | | 0.027 | | | 0.040 |
| IP= Mn/Mw | | 0.027 | | | 0.040 |
| HMW | | 0.027 | | | 0.040 |
| LMW | | 0.027 | | | 0.040 |
| Mn | | 0.027 | | | 0.040 |
| Mw | | 0.027 | | | 0.040 |
| IP= Mn/Mw | | 0.027 | | | 0.040 |
| HMW | | 0.027 | | | 0.040 |
| LMW | | 0.027 | | | 0.040 |
| Mn | | 0.027 | | | 0.040 |
| Mw | | 0.027 | | | 0.040 |
| IP= Mn/Mw | | 0.027 | | | 0.040 |
| HMW | | 0.027 | | | 0.040 |
| LMW | | 0.027 | | | 0.040 |
| Mn | | 0.027 | | | 0.040 |
| Mw | | 0.027 | | | 0.040 |
| IP= Mn/Mw | | 0.027 | | | 0.040 |
| HMW | | 0.027 | | | 0.040 |
| LMW | | 0.027 | | | 0.040 |
| Mn | | 0.027 | | | 0.040 |
| Mw | | 0.027 | | | 0.040 |
| IP= Mn/Mw | | 0.027 | | | |