

RémoBlé : améliorer la remobilisation de l'azote pour augmenter la concentration en protéines du blé

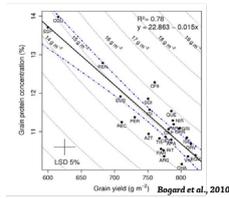
Fabien CHARDON¹, Emmanuelle BANCEL², Catherine RAVEL², Anne MARMAGNE¹, Manon LARDOS¹, Céline MASCLAUX-DAUBRESSE¹, Séverine ROUGEOL², Amélie BRESSON², Esther RODRIGUEZ DE HARO², Lilian FAURIE², David ALVAREZ², Sibille PERROCHON², Katia BEAUCHENE⁴, Aida ROUAHI⁵, Valérie HERTEMAN⁶, Pierre MARTRE⁵, Pierrick VARENNE⁵, Jean-Charles DESWARTÉ⁵, Jacques LE GOUIS²

1 - Université Paris-Saclay, INRAE, AgroParisTech, Institut Jean-Pierre Bourgin (IJPB), Versailles
 2 - GDEC, INRAE, Université Clermont-Auvergne, Clermont-Ferrand
 3 - ARVALIS, ZA des graviers, Route de Chateaufort, Villiers-le-Bâcle

4 - ARVALIS, Beauce-la-Romaine
 5 - LEPSE, Université Montpellier, INRAE, Institut Agro Montpellier, Montpellier
 6 - LIMAGRAIN EUROPE, Saint-Beauzire

CONTEXTE

- ✓ Teneur en protéines corrélée négativement avec le rendement
- ✓ Problématiques environnementales et économiques: réduction des intrants azotés



✓ **NAM-B1**, un facteur de transcription de la famille des NAC impliqué dans l'amélioration de l'efficacité de l'utilisation de l'azote et de la teneur en protéines du grain codé par un gène sur le chromosome 6B

LE PROJET FSOV REMOBE



OBJECTIF

Comprendre le fonctionnement du gène **NAM-B1** pour augmenter la concentration en protéines du grain de blé tendre

RESULTATS

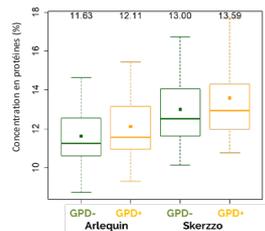
Utilisation de lignées quasi-isogéniques dans deux fonds génétiques contrastés, **Skerzto** et **Arlequin**.

Expérimentations aux champs

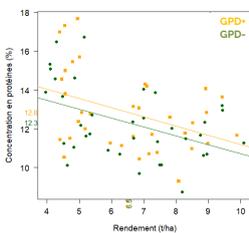


Les lignées quasi-isogéniques de Skerzto et Arlequin sont cultivées pendant deux ans dans un réseau d'essais combinant différents niveaux de fertilisation azotée et disponibilité en eau

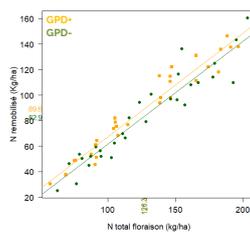
En moyenne, dans les deux fonds, l'allèle fonctionnel de **NAM-B1** augmente la concentration en protéines du grain de **+0.53 point**



Cette augmentation est indépendante du rendement en grains qui est très proche en moyenne entre les deux allèles



L'allèle fonctionnel de **NAM-B1** entraîne une meilleure efficacité de remobilisation de l'azote (66% vs 60%) quelle que soit la quantité d'azote absorbée à la floraison



Variable	Effet Allèle	Effet Allèle x Environnement	Moyenne allèle fonctionnel	Moyenne allèle non fonctionnel
50% NDVmax (°C depuis épilaison)	<0.001	0,036	662	699

L'allèle fonctionnel de **NAM-B1** accélère significativement (d'environ 44 °C), soit 2-3 jours) la sénescence du couvert.

CONCLUSIONS

1. L'allèle fonctionnel de **NAM-B1** augmente la concentration en protéines des grains indépendamment du fond génétique et du rendement au champ.
2. Il provoque une **sénescence foliaire précoce** et une **meilleure remobilisation de l'azote des feuilles vers le grain** au champ et en conditions contrôlées.
3. L'allèle fonctionnel de **NAM-B1** modifie la cinétique d'abondance de plusieurs protéines dans les feuilles et les grains. Les gènes codant ces protéines peuvent servir de **marqueurs moléculaires pour suivre la sénescence et la remobilisation de l'azote** chez le blé tendre.

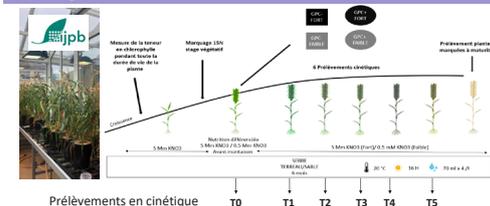
Références

Bogard M et al. (2010) Deviation from the grain protein concentration-grain yield negative relationship is highly correlated to post-anthesis N uptake in winter wheat. Journal of experimental botany 61: 4303-4312
 Olmos S, Distelfeld A, Chicaiza O, Schlatter AR, Fahima T, Echenique V, Dubcovsky J (2003) Precise mapping of a locus affecting grain protein content in durum wheat. Theoretical and Applied Genetics 107:1243-1251

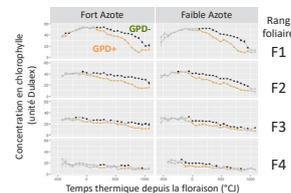
Remerciements: Plateforme Pappo; Martène Davanture et Mélisande Blein-Nicolas.

GPD- = lignées avec l'allèle non fonctionnel de **NAM-B1** (formes parentales)
GPD+ = lignées avec l'allèle fonctionnel de **NAM-B1** (formes introgressées)

Expérimentations en conditions contrôlées



En serre, les lignées quasi-isogéniques, Skerzto et Arlequin **NAM-B1** sont cultivées avec une forte (5 mM KNO₃) ou faible (0,5 mM KNO₃) disponibilité en azote du sol après la montaison

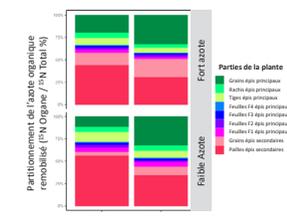


La **sénescence précoce** s'accompagne d'une meilleure remobilisation de l'azote des feuilles vers les grains

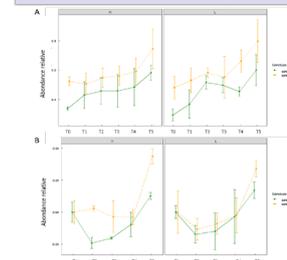
Facteur(s)	DAP Feuilles	DAP Grains
Âge de l'organe	1253	1947
Nutrition	54	158
Allèle	288	562
Âge de l'organe x nutrition	159	0
Âge de l'organe x Allèle	4	61
Nutrition x Allèle	0	74
Âge de l'organe x nutrition x Allèle	4	0

Les protéines dont les profils d'accumulation (DAP : protéines différenciellement accumulées) dans les feuilles et les grains sont modifiés par **NAM-B1** constituent de **nouveaux marqueurs potentiels de la remobilisation**.

NAM-B1 est responsable d'une **sénescence précoce** des feuilles proches de l'épi



NAM-B1 modifie les profils d'accumulation de protéines dans les feuilles et les grains



Profil d'abondance au cours du temps des protéines Nitrogen regulatory protein P-II homolog (A) dans les extraits foliaires (A0A3852P1) et (B) dans les grains (A0A385Y043) en fonction de l'allèle au locus **NAM-B1** (GPD+, orange; GPD-, vert) pour des plantes cultivées avec une forte (H) et faible (L) disponibilité en azote après la montaison.