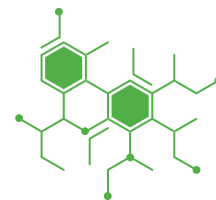


BLÉ-ADVENTICES-III

Amélioration de la compétitivité des variétés de blé tendre vis-à-vis des adventices pour l'agriculture biologique



Rémi PERRONNE^{1*}, Laëtitia LEVER¹, Frédéric HENRY¹, Patrice SENELLART², Pascal GIRAUDEAU², Romain DELEMME², Sylvie DUTRIEZ², Sébastien CUVELIER², Edouard PENEZ², Bruno CHAUVEL³, Nathalie COLBACH³, Delphine MOREAU³, Stéphane CORDEAU³, Pierre LEBRETON³, Arnaud GAUFFRETEAU⁴, Julie GUGUIN⁴, Clotilde BLANCFENE⁵, Laure DUCHALAIS⁶, Philippe Du CHEYRON⁷, Julie GOMBERT⁷, Bernard ROLLAND¹

1 - IGEPP, INRAE, Institut Agro, Univ Rennes, 35653, Le Rheu, FRANCE

2 - CETAC, 7 rue Coq Heron, 75030, Paris, FRANCE

3 - Agroécologie, INRAE, Institut Agro, Univ. Bourgogne, Univ. Bourgogne Franche-Comté, F-21000 Dijon, FRANCE

4 - UMR Agronomie, Université Paris-Saclay - AgroParisTech - INRAE, 91120, Palaiseau, FRANCE

5 - Unité Expérimentale de La Motte, La Motte, 35653, Le Rheu, FRANCE

6 - Agri-Obtentions, 78660 Orsonville, FRANCE

7 - Arvalis-Institut du Végétal, Villiers-le-Bâcle, FRANCE

8 - GEVES, Domaine de l'Anjouère, La Pouëze, 49370, Erdre-en-Anjou, FRANCE

***Coordinateur du projet : Rémi PERRONNE**, remi.perronne@inrae.fr



CONTEXTE GÉNÉRAL

La gestion des adventices, une problématique majeure :

- ▶ les herbicides de synthèse, un levier largement utilisé présentant des limitations qui s'accroîtront dans le futur :
 - résistances recensées chez 273 espèces adventices au niveau mondial,
 - réduction des autorisations de mises en marché de nouvelles molécules,
 - questionnements concernant la santé publique, l'environnement et la pertinence agronomique et socio-économique du modèle intensif.

Le levier variétal, une piste à explorer :

- ▶ un levier à effet limité mais :
 - peu travaillé jusqu'à présent par le sélectionneur,
 - a priori sans surcoût pour l'agriculteur,
 - pouvant améliorer l'efficacité de gestion d'autres leviers.

CONNAISSANCES PRÉALABLES

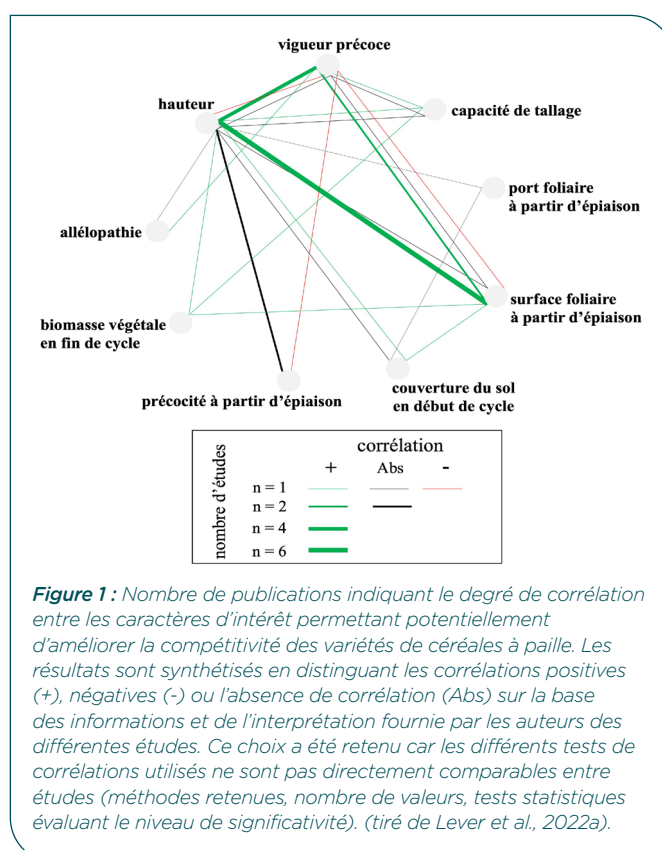
Réalisation d'une revue bibliographique

(Lever et al., 2022) :

- ▶ objectif : identifier les différents caractères d'intérêt pouvant améliorer la capacité de compétition des variétés de céréales à paille :
 - un corpus de 45 publications,
 - une liste des caractères d'intérêt associés à la capacité de compétition,
 - une étude des corrélations entre caractères (Figure 1),
 - pouvant améliorer l'efficacité de gestion d'autres leviers.

Principales conclusions de la revue :

- ▶ se focaliser sur la compétitivité plutôt que la tolérance et l'allélopathie,
- ▶ distinguer deux sous-ensembles de caractères durant le cycle cultural :
 - les caractères pré-épiaison,
 - les caractères post-épiaison,
- ▶ mesurer les différents caractères séparément et non dans le cadre d'un indicateur synthétique (pas de redondance stricte entre caractères),
- ▶ adapter les schémas de sélection actuels qui n'intègrent pas ou peu les mesures de caractères pré-épiaison.



DÉMARCHE DE SIMULATIONS DE VARIÉTÉS

Évaluation de variétés de blé tendre existantes et virtuelles *in silico*

(se référer à Lebreton et al., 2025 pour l'ensemble de l'étude) :

- ▶ paramétrage de 3 variétés réelles (Caphorn, Cézanne, Orvantis, en amont du projet),
- ▶ création de 20 variétés virtuelles,
- ▶ simulation de 3600 systèmes de culture sur 30 ans pour 10 séries météorologiques.

Principaux résultats des simulations en lien avec la sélection :

- ▶ deux idéotypes distincts permettent de maximiser le rendement en présence d'une forte pression d'adventices, conduisant à des objectifs de sélection antagonistes,
- ▶ ... sauf sur deux paramètres reliés à des caractères d'intérêt (Figure 2) :
 - la vitesse de couverture du sol en début de cycle (cohérent avec la littérature récente où cette cible permettrait, en présence d'adventices, de réduire la biomasse adventice et d'augmenter le rendement, tout en ne pénalisant pas le rendement en absence d'adventices),
 - la hauteur à floraison (moins cohérent avec la littérature sur la compétitivité, mais cohérent avec les programmes de sélection actuels orientés vers des variétés semi-naines).

Résultats basés sur les simulations FLORSYS

Parametres du ble associés avec... le meilleur rendement en condition avec idéotypes adventices		idéotypes	Résultats de la littérature portant sur le rendement en condition avec adventices
Germination et émergence			
Couverture du sol post-émergence (début de cycle cultural)	rapide	iY1 iY2 iY3 iC2 iN1 iN2 iN3 iH1 iH2	Une comparaison d'une lignée compétitive quasi-isogénique (near isogenic line, NIL) avec son parent récurrent caractérisé par un niveau de couverture du sol différent n'a pas montré de différence de rendement et de PMG (Aharon et al., 2021). Une comparaison Couverture du sol post-émergence (début de cycle cultural) de lignées à « vigueur précoce élevée » (high vigour lines, HV lines) avec des variétés commerciales de blé utilisées comme parents a montré seulement une légère réduction ou aucune différence de rendement en conditions d'infestation d'adventices (Hendriks et al., 2022)
	lente	iC3	
Architecture aérienne			
Hauteur (floraison)	petite à moyenne	iY1 iY2 iY3 iN1 iN2 iH1 iH2 iH3	Une comparaison entre des lignées quasi-isogéniques (near isogenic lines, NIL) grandes et semi-naines a montré à la fois une capacité de suppression plus élevée des adventices et une perte de rendement plus faible pour lignées quasi-isogéniques de grande taille (Zerner et al., 2008). Cette tendance a déjà été observée pour le blé d'hiver, bien que la lignée isogénique la plus haute ne présentait pas toujours le rendement le plus élevé et que la lignée isogénique la plus courte ne présentait pas toujours le rendement le plus faible (Seefeldt et al. 1999)
	haute	iN3	

Figure 2 : Deux paramètres du blé tendre associés à l'objectif de maximisation du rendement réel (forte pression d'adventices), les idéotypes retenus selon l'orientation de la sélection, ainsi que la cohérence avec les informations disponibles dans la littérature. Les informations disponibles sur la tolérance et la compétitivité des vis-à-vis des adventices sont basées sur une revue de la littérature sur les céréales à paille semées en hiver et au printemps dans le monde entier (Lever et al., 2022a). Idéotypes de blé : iY1 iY2 iY3 = agriculture biologique incluant l'usage du labour, iN1 iN2 iN3 = agriculture biologique en semis direct, iH1 iH2 iH3 = agriculture conventionnelle incluant l'usage des herbicides, iC1 iC2 iC3 = agriculture biologique avec le blé tendre semé dans un couvert de trèfle, iT1 iT2 iT3 = objectifs de tolérance aux adventices (faible perte de rendement en présence d'adventices), iS1 iS2 iS3 = objectifs de compétitivité vis-à-vis des adventices (faible biomasse d'adventices au champ). (tiré de Lebreton et al., 2025).

ATELIERS D'IDÉOTYPAGE

Définition d'idéotypes :

- ▶ objectif : proposer des idéotypes variétaux visant à une meilleure gestion des adventices dans les systèmes de culture en agriculture biologique via :
 - définition d'un cahier des charges (objectifs hiérarchisés par rapport aux attentes des utilisateurs et aux contraintes de production et d'utilisation des variétés),
 - conception d'idéotypes de plantes (combinaisons de caractères permettant de répondre aux objectifs du cahier des charges),
- ▶ organisation de deux ateliers et d'une enquête incluant sélectionneurs et experts.

Principaux résultats des ateliers :

- ▶ 3 scénarios contrastés ont été définis, à savoir :
 - mécanisation durant tout le cycle (faux semis, labour, semis tardif, herse-étrille, écimage),
 - mécanisation avant l'hiver (semis précoce, désherbage mécanique avant levée, herse-étrille),
 - semis dans une luzerne fauchée en phase dormante (semis tardif en rangs écartés),
- ▶ certains objectifs sont communs aux différents scénarios, notamment la vigueur précoce associant précocité et vitesse de croissance en début de cycle,
- ▶ d'autres objectifs sont antagonistes, notamment entre les stades épi 1cm et 2 nœuds, tels que le port foliaire et la capacité de couverture de l'inter-rang.

EXPÉRIMENTATION AU CHAMP

Dispositif expérimental (Photographie 1) :

- ▶ 12 variétés, 2 modalités (avec et sans avoine, incluant 2 répétitions sans avoine et 4 répétitions avec avoine),
- ▶ 3 sites principaux (Allonnes, Maule, Le Rheu).

Principaux résultats :

- ▶ nombreuses corrélations identifiées entre caractères et entre stades (simplification possible de protocoles),
- ▶ effet génotype significatif quelque soit le caractère associé à la compétitivité dans tous les sites (possibilité de sélectionner pour ces caractères).



Abracadabra	KWS Eternel
précoce (1 nœud)	½ tardif (fin tallage)
haute (38 cm)	courte (22 cm)
couverture réduite (30%)	couverture élevée (40%)
port foliaire (érigé)	port foliaire (intermédiaire)
surface foliaire (élevée)	surface foliaire (intermédiaire)

Photographie 1 : développement de deux variétés illustrant les différences en début de cycle (Le Rheu, 13/03/2024)

DISCUSSION GÉNÉRALE

Des résultats aux tendances communes :

- ▶ importance des caractères associés à la compétitivité en début de cycle pour améliorer la capacité compétitive globale du blé tendre d'hiver, notamment au stade épi 1cm.

Deux axes d'amélioration aux stades précoces :

- la vitesse de développement
- la capacité de couverture du sol
- ▶ permettant une marge d'amélioration de la compétitivité
- ▶ répondant aux demandes distinctes des agriculteurs
- ▶ tout en n'affectant potentiellement pas le rendement

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Lebreton, P., Moreau, D., Perronne, R., Colbach, N. (2025) Tracking ideal varieties for agroecological weed management in organic wheat. A simulation study. European Journal of Agronomy. 164: 127501.

Lever, L., Rolland, B., Chauvel, B., Cordeau, S., Perronne, R. (2022) Caractères variétaux associés à la compétition des génotypes de céréales à paille vis-à-vis des adventices et pistes pour leur sélection : une revue bibliographique. Agronomie, Environnement & Sociétés. 12-1: 1-16.

INRAE

agri
obtentions



CETAC

ARVALIS

GEVES

INRAE

UE0787
UNITÉ EXPÉRIMENTALE DE LA MOTTE



semae

