

**AFPP – CINQUIÈME CONFÉRENCE INTERNATIONALE
SUR LES MÉTHODES ALTERNATIVES DE PROTECTION DES PLANTES
LILLE – 11 AU 13 MARS 2015**

**CONTEXTUALISATION DES PERFORMANCES AGRO-ECO-ENVIRONNEMENTALES DES VARIETES DE BLE
TENDRE TOLERANTES AUX MALADIES FOLIAIRES DANS L'EST DE LA FRANCE**

M.POURCELOT ⁽¹⁾, A.SOULARUE ⁽²⁾ et S.LEFEVRE ⁽³⁾

⁽¹⁾ InVivo AgroSolutions, 83 av. de la grande armée, 75782 Paris Cedex 16, France, mpourcelot@invivo-group.com

⁽²⁾ InVivo AgroSolutions, 83 av. de la grande armée, 75782 Paris Cedex 16, France, asoularue@invivo-group.com

⁽³⁾ InVivo AgroSolutions, 83 av. de la grande armée, 75782 Paris Cedex 16, France, slefevre1@invivo-group.com

RÉSUMÉ

Aucune différence de performances agro-éco-environnementales n'a été observée entre les variétés de blé tendre sensibles et tolérantes sur les exploitations impliquées depuis trois ans dans le réseau « FERMEcophyto – réseau des Coopératives ». Par conséquent, cette étude a pour objectif de déterminer les conditions pour lesquelles les variétés tolérantes sont les plus performantes. Des analyses factorielles des correspondances multiples sont donc réalisées à partir d'un jeu de données « FERMEcophyto – réseau des Coopératives » regroupant les parcelles de l'Est de la France où des variétés tolérantes de blé tendre ont été cultivées. Le comportement de ces variétés a ainsi pu être caractérisé en fonction du contexte parcellaire (pressions des maladies, potentiel, ...) et des pratiques mises en place sur les parcelles (travail du sol, date de semis, ...). Cette étude a permis d'identifier des conditions d'utilisations à privilégier pour les variétés tolérantes de blé tendre dans l'Est. Ces résultats devront être approfondis par d'autres travaux afin d'affiner le conseil.

Mots-clés : variétés tolérantes, blé tendre, contextualisation

ABSTRACT

CONTEXTUALISATION OF THE AGRO-ECO-ENVIRONMENTAL PERFORMANCES OF FOLIAR-DISEASES RESISTANT VARIETIES OF COMMON WHEAT IN THE EAST REGION

No difference of agro-eco-environmental performances was observed between resistant and sensitive wheat varieties on the farms that are part of the "FERMEcophyto – réseau des Coopératives" network. Therefore, this study aims to determine in what conditions resistant wheat varieties are the most successful. For that, multiple correspondence analyses were conducted on a "FERMEcophyto – réseau des Coopératives" dataset, which contains fields where resistant wheat varieties were grown in the East of France. Thus, the performances of such varieties were characterised according to the field context (diseases pressures, yield potential...) and the farming practices implemented (soil tillage, sowing date...). This study identified specific conditions governing success of resistant wheat varieties. These outcomes will have to be corroborated by other studies in order to better advise cooperative technicians and farmers.

Keywords: resistant varieties, common wheat, contextualisation

INTRODUCTION

La gestion des adventices, maladies et ravageurs repose principalement sur l'utilisation fréquente de produits phytosanitaires. Ces derniers représentent une solution rentable et facile à mettre en œuvre afin de réduire les pertes de rendement associées aux bioagresseurs. Ils permettent ainsi de minimiser les risques de production tout en améliorant la productivité du travail (Guyomard et al, 2013). Cependant, le recours systématique à des applications de produits phytosanitaires en préventif a conduit à l'apparition de résistances dans les populations de bioagresseurs ainsi qu'à des problèmes d'ordre environnemental tels que la perte de biodiversité ou la pollution des sols, des milieux aériens et aquatiques. Par ailleurs, les possibles impacts des produits phytosanitaires sur la santé humaine ont engendré une préoccupation sociétale grandissante ainsi qu'une réglementation plus stricte quant à leur utilisation et leur application (Aubertot et al, 2005 ; Guyomard et al, 2013).

Dans ce contexte, le gouvernement français a lancé le plan Ecophyto en 2008, dont le but est de réduire l'utilisation des produits phytosanitaires de 50 % d'ici à 2018. Parmi les actions déployées, le réseau de fermes pilotes FERME DEPHY (Démonstration Expérimentation Production de références sur les systèmes de cultures économes en produits pHYtosanitaires) a été mis en place. Ce réseau, dont l'objectif est de mutualiser les bonnes pratiques agricoles, comprend actuellement 1 900 exploitations engagées volontairement dans une démarche de réduction de l'usage des produits phytosanitaires. Depuis la campagne 2010/2011, 34 coopératives se sont mobilisées avec près de 300 de leurs agriculteurs adhérents pour faire partie du réseau complémentaire « FERMEcophyto – réseau des Coopératives ». Ce dernier est animé à l'échelle nationale par InVivo AgroSolutions. Les agriculteurs y expérimentent de nouvelles techniques, dans le but de réduire et d'optimiser l'utilisation des produits phytosanitaires tout en maintenant une production rentable, de qualité et plus respectueuse de l'environnement.

En blé tendre, le choix d'une variété tolérante est considéré comme le premier levier à valoriser pour lutter contre les maladies foliaires (Fleurot, 2011 ; Pelce et al, 2013). De telles variétés permettent de réduire l'utilisation de fongicides tout en maintenant un bon niveau de productivité (Loyce et al, 2011). Cependant, en 2013, les variétés tolérantes étaient cultivées sur moins de 40 % des surfaces françaises en blé tendre (données du Panel InVivo – TerrEtude A13). En outre, le suivi des pratiques et des résultats des exploitations impliquées dans « FERMEcophyto – réseau des Coopératives » ne souligne pas de différence entre les variétés sensibles et résistantes en termes de performances agro-éco-environnementales. Cette étude a donc pour objectif de déterminer les conditions pour lesquelles les variétés tolérantes de blé tendre sont les plus performantes.

MATERIEL ET METHODE

PRESENTATION DU RESEAU DES COOPERATIVES

« FERMEcophyto – réseau des Coopératives » comprend actuellement 288 exploitations agricoles suivies par 34 coopératives. Il s'agit majoritairement d'exploitations de grandes cultures ou de polyculture-élevage. Les agriculteurs, engagés volontairement, ne reçoivent aucune indemnisation financière malgré les risques pris en mettant en place des pratiques plus économes en intrants (possibles baisses de rendement, de qualité et de rentabilité). Certaines exploitations ont donc fait le choix de n'engager qu'une partie de leurs parcelles dans le réseau. L'ensemble des pratiques culturales mises en place chaque année par les agriculteurs est collecté et enregistré par les techniciens conseils ou les animateurs des coopératives sous Osmose, un Outil d'Aide à la Décision (OAD) développé par InVivo. Des données parcellaires précises sont recueillies (semis, travail du sol, protection des cultures, fertilisation, irrigation et récolte). Cette collecte de données est complétée par des questionnaires Excel renseignant le milieu et le contexte de l'exploitation ainsi que la pression des différentes populations de bioagresseurs. Les données recueillies sont soumises à des tests de fiabilité, avec retours vers les animateurs en cas de valeurs manquantes ou incohérentes. En l'absence de corrections, les informations douteuses ne sont pas incluses dans la base de données. Ce processus de traitement et de

validation des données a été développé sous le logiciel SAS 9.2 et est certifié ISO14001 depuis mars 2013. A partir des données validées, une série d'indicateurs est calculée à l'échelle parcellaire.

CONSTITUTION DU JEU DE DONNEES

Afin d'analyser les performances agro-éco-environnementales des variétés tolérantes de blé tendre, un jeu de données est constitué à partir de la base de données « FERMEcophyto – réseau des Coopératives ». Au cours des trois dernières campagnes, le blé tendre a été cultivé sur 1 714 des 6 579 parcelles de la base de données (26 %). Les parcelles conduites en agriculture biologique (N=9) sont exclues de l'analyse pour des questions de représentativité. Les variétés de blé tendre tolérantes aux maladies foliaires sont identifiées via la note de sensibilité globale. Cette note offre un aperçu des performances de la variété contre les maladies cryptogamiques, dans un contexte septoriose (*Septoria tritici*) dominante. Elle est basée sur les pertes de rendement observées dans les essais entre la présence et l'absence de traitements fongicides. Pour chaque variété de blé tendre, la note de sensibilité globale varie de 1 (très sensible) à 9 (très résistant). Les variétés ayant une note supérieure ou égale à 6 sont considérées comme tolérantes (Pelce et al, 2013). Pour cette étude, les notes définies par le GEVES et Arvalis-Institut du végétal sont utilisées. Après suppression des parcelles sans variété renseignée et des parcelles pour lesquelles les variétés n'ont pas de note de sensibilité globale, le jeu de données retenu pour l'analyse comprend 468 parcelles issues des récoltes 2011, 2012 et 2013 et cultivées avec des variétés de blé tendre tolérantes.

CHOIX DES INDICATEURS A ANALYSER

Dans le but de contextualiser les performances agro-éco-environnementales des variétés de blé tendre tolérantes aux maladies foliaires, quatre indicateurs sont sélectionnés à dire d'expert : le rendement, la marge brute standardisée (marge brute standardisée = Rendement × Prix de vente du blé - Coûts des semences, des engrais minéraux et des produits phytosanitaires), l'Indice de Fréquence de Traitement Fongicide (IFT F) et les coûts fongicides. Le rendement et la marge brute standardisée sont exprimés en pourcentage de références calculées pour chaque petite région agricole correspondante. En revanche, ces références ne sont pas disponibles pour l'IFT F et les coûts fongicides (dose de produit fongicide multipliée par le prix du produit). Ces indicateurs sont alors exprimés en pourcentage de la valeur annuelle moyenne de l'indicateur pour chaque coopérative, obtenue à partir de l'échantillon « blé tendre » de la base de données « FERMEcophyto – réseau des Coopératives ». Pour chaque indicateur à analyser, un sous-jeu de données est créé. Les valeurs manquantes et les valeurs extrêmes non expliquées par les caractéristiques parcellaires ou par les pratiques culturales mises en œuvre sur ces parcelles en sont exclues.

PROCEDURE STATISTIQUE

Réalisation d'analyses factorielles des correspondances multiples

Une Analyse Factorielle des Correspondances Multiples (AFCM) est réalisée pour chaque indicateur, à partir du sous jeu de données correspondant. Elles ont pour objectif de déterminer les conditions et facteurs associés avec les meilleures performances agro-éco-environnementales des variétés tolérantes de blé tendre. La méthode d'analyse OPTICOOP développée par InVivo AgroSolutions est utilisée. Elle inclut à la fois des variables à expliquer (les indicateurs sélectionnés) et explicatives (les variables permettant de contextualiser les performances agro-éco-environnementales des variétés de blé tendre tolérantes ; Tableau I). Une transformation des variables quantitatives en variables qualitatives, nécessaire à la réalisation de l'AFCM, est effectuée à l'aide de critères agronomiques définis par les experts d'InVivo AgroSolutions ou par la littérature. Trois classes sont définies pour chaque indicateur (valeurs « faible », « moyenne » et « élevée »).

Une étude parallèle a mis en évidence une forte corrélation entre la variable région et les autres variables de contextualisation. Afin de s'affranchir de cet effet régional, l'analyse est conduite sur une région donnée. Ainsi, nous nous sommes focalisés sur la région Est (Figure 1), qui présente le plus grand nombre de parcelles cultivées avec des variétés tolérantes (N=152) au sein de l'échantillon.

Tableau I : Variables retenues pour contextualiser les performances agro-éco-environnementales des variétés de blé tendre tolérantes. Seules les variables dont les conclusions étaient pertinentes sont présentées ici, bien que d'autres variables aient été étudiées. (Variables used to contextualise the agro-eco-environmental performances of resistant wheat varieties. Only the variables with relevant outcomes are presented.)

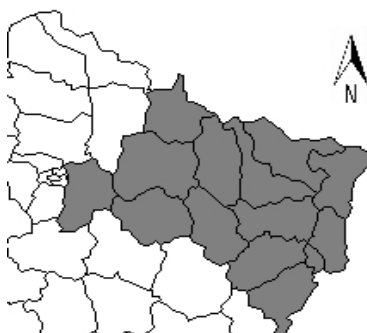
Thématique	Variables de contextualisation	Modalités	Nombre de parcelles
Système décisionnel	Adaptation du programme fongicide à la parcelle ¹	Oui	95 (68 %)
		Non	45 (32 %)
Implantation de la culture et travail du sol	Nombre d'interventions de travail du sol	2 passages ou moins	36 (25 %)
		3 passages	42 (29 %)
		Plus de 4 passages	65 (46 %)
	Parcelle labourée avant le début de saison cultural	Oui	41 (27 %)
	Non	111 (73 %)	
	Gestion des résidus du précédent	Résidus enfouis	110 (77 %)
		Résidus enlevés	32 (23 %)
	Date de semis	Précoce	26 (18 %)
		Intermédiaire pour la région	50 (35 %)
		Tardive	66 (47 %)
Fertilisation	Niveau d'intensification de la fertilisation azotée minérale ²	Entre 2 et 2,5 kg N.10 ⁻¹ t ⁻¹	51 (37 %)
		Plus de 2,5 kg N.10 ⁻¹ t ⁻¹	87 (63 %)
Contexte parcellaire	Pression des maladies foliaires ³	Faible	17 (17 %)
		Moyenne	66 (68 %)
		Forte	18 (21 %)
	Pression des adventices ³	Nulle	16 (11 %)
		Faible	101 (68 %)
		Moyenne	32 (21 %)
	Potentiel de la parcelle traduit par la Réserve utile, notée RU (en mm)	30 ≤ RU < 60	69 (46 %)
60 ≤ RU < 120		28 (19 %)	
120 ≤ RU < 180		30 (20 %)	
180 ≤ RU < 240		23 (15 %)	
Région climatique	Centre-Est	66 (14 %)	
	Centre-Ouest	59 (13 %)	
	Couloir Rhône	62 (13 %)	
	Est	152 (32 %)	
	Nord-Ouest	69 (15 %)	
	Sud-Ouest	60 (13 %)	

¹ Uniquement pour les exploitations ayant au moins deux parcelles au sein de l'échantillon : si l'IFT Fongicide était différent pour au moins une parcelle d'une même exploitation, le programme fongicide était considéré comme adapté.

² Quantité d'azote minéral apporté (kg N.ha⁻¹) divisée par le rendement objectif (10⁻¹ t.ha⁻¹).

³ Evaluation parcellaire par le technicien de la coopérative correspondante.

Figure 1 : Départements constituant la région Est. (Departments that are part of the East Region.)



Interprétation des résultats

Le tableau des écarts à l'indépendance est analysé afin de mettre en évidence les modalités des variables de contextualisation associées à chaque classe d'indicateur (valeurs « faible », « moyenne » et « élevée »). Seules les variables de contextualisation présentant une inertie¹ suffisamment importante sont évaluées. Pour être pleinement interprétable, la modalité d'une variable donnée doit présenter une inertie suffisante et n'être associée qu'à une seule classe d'indicateur. Il n'est en effet pas possible de conclure sur les modalités associées à la fois aux classes d'indicateur « faible » et « élevé ».

Les résultats exploitables sont ensuite soumis à une analyse de variance. Les hypothèses nécessaires à la réalisation d'une ANOVA sont vérifiées pour chaque indicateur, à l'aide des tests de Shapiro-Wilk (normalité des résidus) et de Bartlett (homoscédasticité). L'indépendance des résidus est également vérifiée. Si ces conditions ne sont pas respectées, une transformation logarithmique ou racine carrée des données est effectuée. En cas de non-respect des hypothèses, des tests non-paramétriques de Wilcoxon-Mann-Whitney (deux modalités) ou de Kruskal-Wallis (plus de deux modalités) sont alors réalisés. Lorsque cela est nécessaire, le test de comparaison par paires de Wilcoxon est utilisé afin de mettre en évidence les différences significatives entre les moyennes des groupes. L'ensemble des analyses statistiques est réalisé à l'aide des logiciels SAS 9.2 et SAS Enterprise Guide 4.3. Les différences significatives sont mises en évidence dans le texte à l'aide d'astérisque (*). Dans le cas contraire, l'annotation NS (pour Non Significatif) est mentionnée.

RESULTATS

Les performances des variétés de blé tendre tolérantes aux maladies foliaires dans la région Est sont détaillées ci-dessous pour chaque variable de contextualisation analysée.

POTENTIEL DE LA PARCELLE

Une augmentation de la réserve utile (RU) entraîne un léger accroissement du rendement. Les parcelles avec les RU les plus élevées (120-180 mm et 180-240 mm) montrent un rendement supérieur de 3 % (NS) aux parcelles ayant les plus faibles RU (30-60 mm). Les parcelles avec une RU comprise entre 60 et 120 mm présentent la moins bonne marge brute standardisée (NS) et le plus faible IFT F (*) (Figure 2).

SYSTEME DECISIONNEL

À rendement équivalent, les parcelles ayant un programme fongicide adapté présentent une marge brute standardisée supérieure à celle des parcelles pour lesquelles le programme fongicide n'est pas adapté (+11 % *).

PRESSION DES MALADIES FOLIAIRES

Une réduction de l'IFT F et des coûts fongicides est observée pour les parcelles avec une pression « maladies foliaires » moyenne par rapport aux parcelles ayant une pression faible (respectivement -22 % * et -32 % *) ou forte (respectivement -21 % * et -33 % * ; Figure 3). Les parcelles avec une pression « maladies foliaires » moyenne présentent également une marge brute standardisée supérieure de 8 % (NS) à l'ensemble des autres parcelles.

PRESSION DES ADVENTICES

Les parcelles ayant une pression adventices nulle présentent un rendement et une marge brute standardisée supérieurs aux parcelles avec une pression faible (respectivement +10 % NS et +5 % NS) ou moyenne (respectivement +10 % NS et +11 % NS).

¹ Somme des variances des variables considérées.

Figure 2 : Effets de la réserve utile sur la marge brute standardisée (A) et l'IFT Fongicide (B) des variétés de blé tendre tolérantes dans la région Est. Les barres verticales correspondent aux valeurs moyennes \pm l'erreur standard. Des lettres différentes indiquent une différence significative d'après le test de comparaison par paires de Wilcoxon.

(Effects of the available water capacity on the standardised gross margin (A) and TFI Fungicide (B) of resistant wheat varieties in the East region. Vertical bars correspond to average value \pm standard error. Different letters indicate significant differences according to the pairwise Wilcoxon test.)

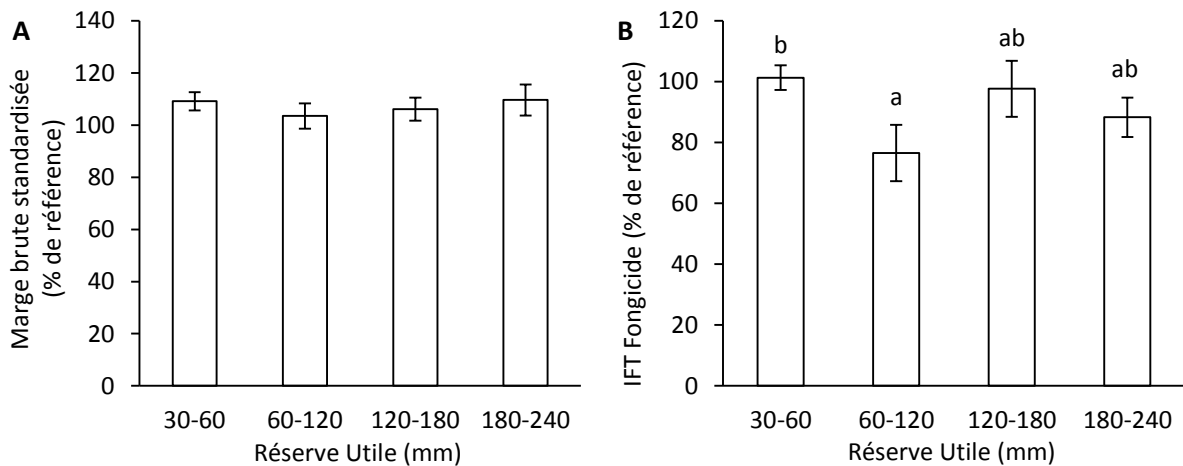
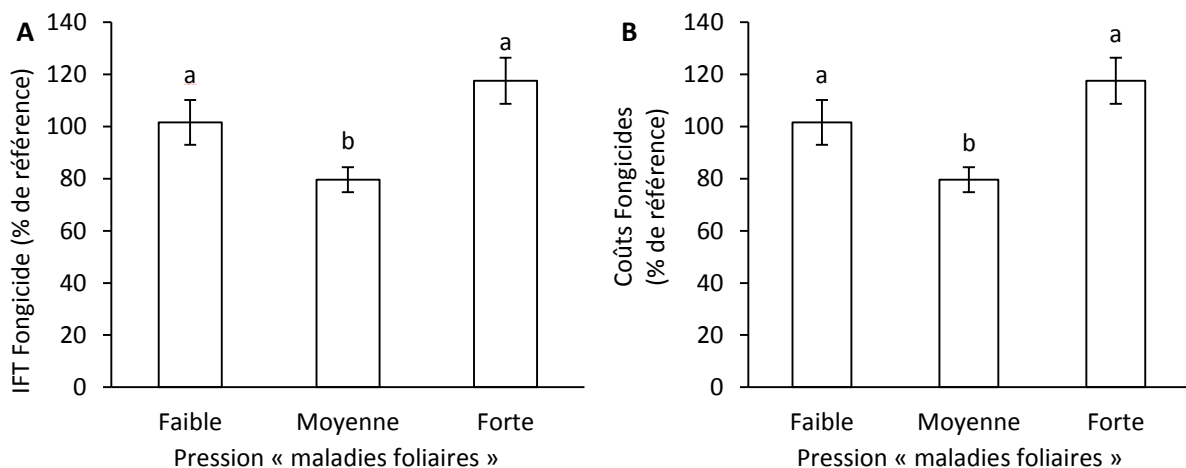


Figure 3 : Effets de la pression « maladies foliaires » sur l'IFT Fongicide (A) et les coûts fongicides (B) des variétés de blé tendre tolérantes dans la région Est. Les barres verticales correspondent aux valeurs moyennes \pm l'erreur standard. Des lettres différentes indiquent une différence significative d'après le test de comparaison par paires de Wilcoxon.

(Effects of the foliar-diseases pressure on the TFI Fungicide (A) and fungicide costs (B) of resistant wheat varieties in the East. Vertical bars correspond to average value \pm standard error. Different letters indicate significant differences (pairwise Wilcoxon test).)



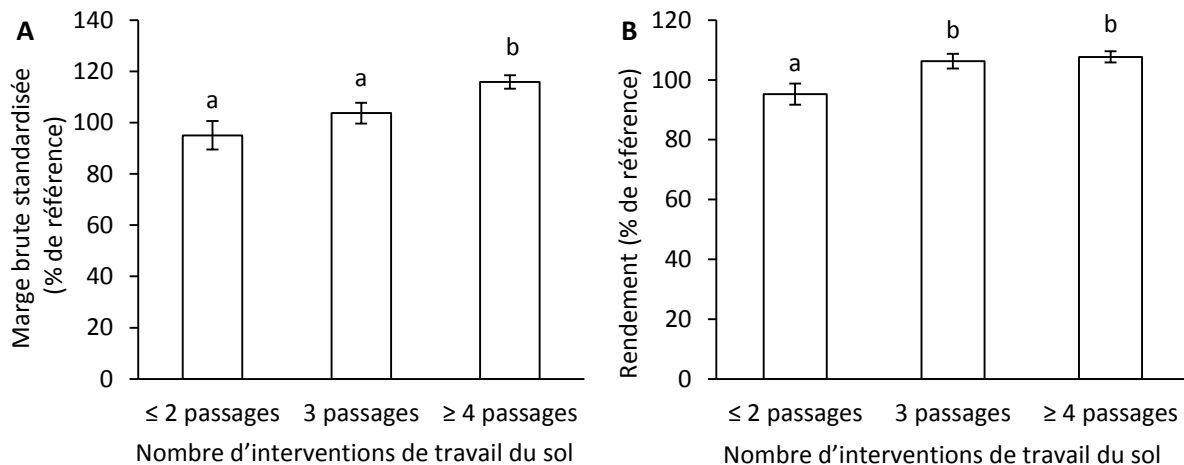
TRAVAIL DU SOL

Nombre d'interventions mécaniques

Les parcelles les plus travaillées (au moins quatre opérations mécaniques) montrent un rendement (+13 % *) et une marge brute standardisée (+22 % *) supérieurs aux performances des parcelles les moins travaillées (deux interventions de travail du sol ou moins ; Figure 4). Les coûts fongicides des parcelles

les plus travaillées sont également réduits de 10 % (NS) par rapport aux parcelles travaillées de manière intermédiaire (trois passages) et aux parcelles les moins travaillées.

Figure 4 : Effets du nombre d'interventions de travail du sol sur la marge brute standardisée (A) et le rendement (B) des variétés de blé tendre tolérantes dans la région Est. Les barres verticales correspondent aux valeurs moyennes \pm l'erreur standard. Des lettres différentes indiquent une différence significative d'après le test de comparaison par paires de Wilcoxon. (Effects of the soil tillage operations number on the standardised gross margin (A) and yield (B) of wheat resistant varieties in the East region. Vertical bars correspond to average value \pm standard error. Different letters indicate significant differences (pairwise Wilcoxon test).)



Réalisation d'un labour avant le début de saison culturale

La marge brute standardisée (+11 % *) et le rendement (+10 % *) des parcelles labourées avant l'implantation de variétés de blé tendre tolérantes sont meilleurs que celles non labourées. L'IFT F est également plus faible (-8 % NS).

Gestion des résidus du précédent

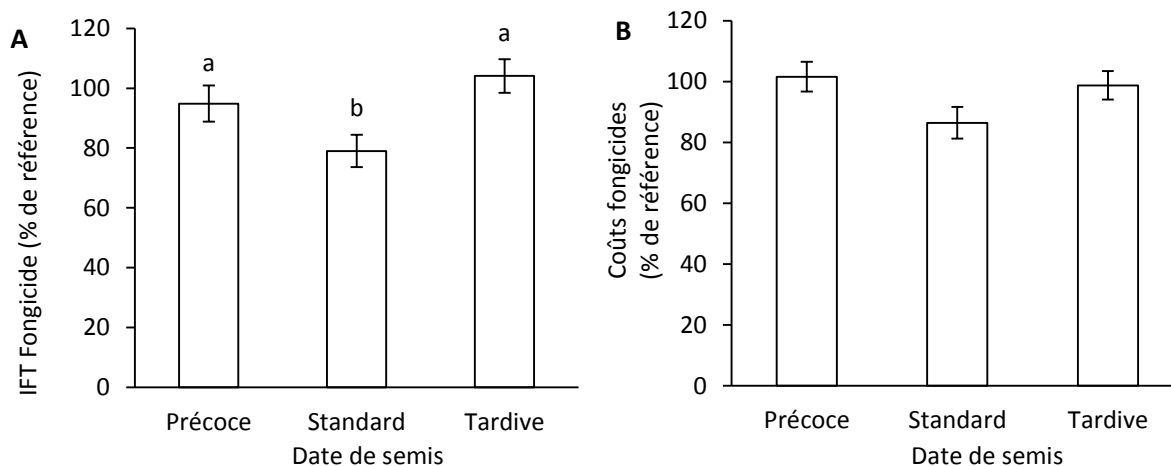
Les parcelles où les résidus du précédent ont été enfouis présentent des coûts fongicides plus faibles (-14 % NS) ainsi qu'un rendement (+6 % NS) et une marge brute standardisée (+20 % *) plus élevés que les parcelles avec résidus enlevés.

DATE DE SEMIS

Les parcelles où les variétés tolérantes de blé tendre ont été semées à des dates de semis intermédiaires pour la région présentent un IFT F et des coûts fongicides réduits par rapport aux parcelles semées précocement (respectivement -17 % * et -15 % NS) ou tardivement (respectivement -24 % * et -12 % NS). (Figure 5). Les parcelles semées précocement montrent un rendement supérieur aux parcelles semées tardivement (+6 % NS) ou à des dates de semis régionales intermédiaires (+3 % NS).

Figure 5 : Effets de la date de semis sur l'IFT Fongicide (A) et les coûts fongicides (B) des variétés de blé tendre tolérantes dans la région Est. Les barres verticales correspondent aux valeurs moyennes \pm l'erreur standard. Des lettres différentes indiquent une différence significative d'après le test de comparaison par paires de Wilcoxon.

(Effects of the sowing date on the Treatment Frequency Index (TFI) Fungicide (A) and the fungicide costs (B) of resistant varieties of common wheat in the East region. Vertical bars correspond to average value \pm standard error. Different letters indicate significant differences according to the pairwise Wilcoxon test.)



NIVEAU D'INTENSIFICATION DE FERTILISATION AZOTEE MINERALE

Les parcelles ayant été conduites de manière intensive (plus de $2,5 \text{ kg N} \cdot 10^{-1} \text{ t}^{-1}$) présentent des coûts fongicides plus élevés (+22 % NS) que les parcelles avec un niveau de fertilisation intermédiaire (entre 2 et $2,5 \text{ kg N} \cdot 10^{-1} \text{ t}^{-1}$).

DISCUSSION

L'objectif de cette étude est de contextualiser les performances agro-éco-environnementales des variétés tolérantes de blé tendre dans l'Est de la France. Afin d'identifier des conditions d'utilisation à privilégier pour ces variétés, il s'agira de discuter de l'intérêt des résultats obtenus. Toutefois, tous les facteurs identifiés n'ont pas nécessairement valeur d'explication des performances de ces variétés.

Dans la région Est, les variétés tolérantes cultivées sur des parcelles ayant des RU importantes montrent un rendement légèrement supérieur. Des différences plus marquées pouvaient être attendues. Les parcelles ayant les plus faibles RU sont associées à un IFT F élevé : elles sont notamment caractérisées par des pressions « maladies foliaires » faibles et appartiennent à des exploitations de grandes cultures (IFT F et coûts fongicides importants). A l'inverse, les parcelles pour lesquelles la RU est moyenne (60 et 120 mm) présentent le plus faible IFT F. Ces parcelles font partie majoritairement d'exploitations de polyculture-élevage et sont rarement caractérisées par des pressions « maladies foliaires » faibles ou fortes. Ces observations résultent donc probablement d'un biais d'échantillon. Ainsi, il est difficile de tirer des conclusions en ce qui concerne l'impact du potentiel sur les pratiques fongicides mises en place sur une parcelle.

Lorsque le programme fongicide est adapté à la parcelle, les variétés de blé tolérantes cultivées dans l'Est présentent une marge brute standardisée supérieure. En adaptant leur programme fongicide, les agriculteurs peuvent traiter leurs cultures si cela est nécessaire, sans que cela n'impacte le rendement. L'économie de fongicides améliore ainsi la marge brute standardisée.

Les performances des variétés de blé tolérantes cultivées dans l'Est varient selon le niveau de pression « maladies foliaires ». Fleurot (2011) a mis en évidence l'importance du niveau de pression « maladies » sur l'efficacité des variétés de blé tolérantes. Dans notre étude, les meilleures performances sont ainsi

obtenues pour une pression « maladies foliaires » moyenne. Maufra (2014) mentionnait que les variétés tolérantes permettent de réduire la pression « maladies », limitant ainsi les dégâts causés par les agents pathogènes fongiques. Les traitements fongicides ont alors pu être réduits sans que cela n'affecte le rendement ; la marge brute en a été augmentée. Par ailleurs, les parcelles avec une forte pression « maladies foliaires » montrent un IFT F et des coûts fongicides plus élevés. Il est possible que les agriculteurs aient intensifié leur protection fongicide afin de limiter le développement de la maladie et les dégâts sur les cultures. Cela a pu impacter la marge brute. Contrairement à ce que l'on aurait pu prévoir, les parcelles avec une faible pression « maladies foliaires » ne sont pas associées aux plus faibles IFT F et coûts fongicides. Une grande partie de ces parcelles appartient à des exploitations de grandes cultures, qui ont des stratégies de protection phytosanitaire plus intensives, ce qui pourrait expliquer ces observations. Les performances agro-économiques des variétés de blé tendre tolérantes diffèrent aussi selon le niveau de pression « adventices » : une augmentation de cette pression engendre une réduction du rendement et de la marge brute. La compétition plus importante des adventices impacte probablement le rendement de la culture et nécessite d'intensifier la protection herbicide, affectant ainsi la marge brute.

Les variétés de blé tendre tolérantes montrent de meilleures performances lorsque la parcelle est travaillée. Des facteurs explicatifs issus de la bibliographie peuvent être avancés. Il a été mis en évidence que la pression fusariose sur blé tendre est réduite après un labour ou l'enfouissement des résidus du précédent (Pelce et al, 2013). Par ailleurs, Champeil et al (2004) ont rapporté qu'un travail du sol superficiel augmente la fréquence de rouilles brune et jaune tandis qu'un labour la réduit. Dans ce cas, un labour ou un travail du sol intense permet de détruire les repousses de céréales et les graminées adventices, hôtes potentiels de ces agents pathogènes fongiques. Maufra (2014) mentionnait également que l'absence de labour favorise la septoriose, en particulier pour les parcelles de blé ayant un précédent blé. Laisser les résidus de culture (lieu de survie hivernale) en surface participe à la transmission de l'inoculum. En enfouissant les résidus de la culture précédente, le travail du sol durant l'interculture favorise la décomposition de ces résidus, limitant ainsi l'inoculum initial. Conformément à la bibliographie, le risque d'infestation des parcelles devrait donc être diminué et le niveau de protection fongicide adapté en conséquence. Or, dans notre étude en conditions agriculteurs, le travail du sol a permis une réduction de l'IFT F sans baisse des performances agro-économiques. Le levier « travail du sol » apparaît donc bien comme un levier mobilisable en conditions agriculteurs.

Les parcelles où les variétés tolérantes de blé tendre ont été semées à des dates de semis intermédiaires pour la région montrent un IFT F et des coûts fongicides réduits pour un rendement similaire aux parcelles semées précocement. Dans le cas d'un semis précoce, le blé est plus longuement exposé aux cycles de multiplication des agents pathogènes fongiques, ce qui peut nécessiter davantage de traitements au printemps afin de réduire la pression « maladies » (Maufra, 2014). Inversement, dans le cas d'un semis de blé tardif, la culture est moins longuement exposée. Une baisse des traitements fongicides devraient donc être observée, ce qui n'est pas le cas dans notre étude en conditions agriculteurs. Ainsi, les variétés de blé tendre tolérantes semées tardivement présentent un moins bon rendement mais également un IFT F et des coûts fongicides plus élevés. Si les pertes de rendement associées au semis tardif sont connues (réduction du temps de croissance et de développement de la culture), la hausse des traitements fongicides observée suscite l'interrogation. Les parcelles semées tardivement sont particulièrement sensibles à l'oïdium. Cette maladie est bien présente sur les sols crayeux de Champagne, qui représentent 30 % de notre échantillon. Cela a pu conduire les agriculteurs à traiter davantage.

Enfin, les coûts fongicides sont plus élevés pour les parcelles ayant été conduites de manière intensive en termes de fertilisation azotée minérale. Une baisse significative des quantités d'azote apportées permet de réduire la biomasse foliaire de la culture et donc les doses de fongicides appliquées (Bouchard et al, 2008 ; Pelce et al, 2013). A l'inverse, un apport d'azote important peut favoriser le développement de la biomasse du blé. Le risque de maladies est alors accru en raison de la plus forte

humidité régnant au sein de la parcelle (Bouchard et al, 2008). Cela a pu contraindre les agriculteurs à renforcer leur programme fongicide, expliquant ainsi l'augmentation des coûts fongicides.

CONCLUSION

La contextualisation des performances agro-éco-environnementales des variétés de blé tendre tolérantes aux maladies foliaires dans l'Est a ainsi été étudiée. Les parcelles où le programme fongicide est adapté présentent une marge brute supérieure. L'utilisation de variétés tolérantes de blé tendre montre un rendement légèrement supérieur sur les parcelles à forte RU. Les performances de ces variétés dépendent du niveau de pression des maladies foliaires et des adventices. Le programme fongicide des parcelles avec une forte pression « maladies foliaires » est intensifié, impactant ainsi la marge brute. Par ailleurs, plus la pression « adventices » est importante, plus le rendement et la marge brute des variétés tolérantes de blé tendre sont réduits. Les coûts fongicides des parcelles avec un niveau de fertilisation intermédiaire sont réduits. Toutefois, tirer des recommandations sur l'utilisation des variétés tolérantes à partir de cette observation est difficile, une réduction de la fertilisation azotée pouvant occasionner des pertes de rendement importantes. Semer les variétés tolérantes à des dates de semis intermédiaires pour la région permet de réduire les traitements fongicides, sans que cela n'affecte le rendement. Travailler le sol avant l'implantation de ces variétés est associé à une réduction de l'utilisation des fongicides ainsi qu'à de meilleurs rendements et marges brutes. Cette étude a permis d'identifier des conditions d'utilisation à privilégier pour les variétés tolérantes de blé tendre. Les facteurs mis en évidence nécessitent néanmoins d'être approfondis via des travaux supplémentaires.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier tout particulièrement Meryll Pasquet, Guillaume Py et Delphine Tailliez-Lefebvre pour leurs précieux conseils et leurs relectures ainsi que les coopératives Cal, EMC2, Lorca, Valfrance et Vivescia pour la remontée des données nécessaires à la réalisation de cette étude.

BIBLIOGRAPHIE

- Aubertot, J.N., Barbier, J.M., Carpentier, A., Gril, J.J., Guichard, L., Lucas, P., Savary, S., Savini, I., Voltz, M., 2005. *Pesticides, agriculture et environnement: Réduire l'utilisation des pesticides et limiter leurs impacts environnementaux – Synthèse du rapport*. INRA, Cemagref, France, 64 p.
- Bouchard, C., Bernicot, M.H., Félix, I., Guérin, O., Loyce, C., Omon, B., Rolland, B., 2008. Associer des itinéraires techniques de niveau d'intrants variés à des variétés rustiques de blé tendre : évaluation économique, environnementale et énergétique. *Courrier de l'environnement de l'INRA* 55, 53-77.
- Champeil, A., Doré, T., Fourbet, J.F., 2004. Fusarium head blight: epidemiological origin of the effects of cultural practices on head blight attacks and the production of mycotoxins by Fusarium in wheat grains. *Plant Science* 166, 1389–1415.
- Fleurot, J., 2011. *Valorisation des potentiels et sensibilités variétales pour un conseil adapté au contexte agronomique*. Mémoire de Fin d'Etudes, Agrosup Dijon, France, 50 p.
- Guyomard H., Huyghe C., Peyraud J.L., Boiffin J., Coudurier B., Jeuland F., Urruty N., 2013. *Vers des agricultures à hautes performances - Evaluation des performances de pratiques innovantes en agriculture conventionnelle*. INRA, France, 376 p.
- Loyce, C., Bouchard, C., Meynard, J.M., Rolland, B., Doussinault, G., Bernicot, M.H., Haslé, H., 2001 - Les variétés tolérantes aux maladies : une innovation majeure à valoriser par des itinéraires techniques économes. *Perspectives Agricoles* 268, 50-56.
- Maufras, J.Y., 2014. La septoriose, une maladie propagée par les éclaboussures de pluie. <http://www.arvalis-infos.fr/view.jspz?obj=arvarticle&id=9994&syndtype=null&hasCookie=false&hasRedirected=true> (accès en Juillet 2014).
- Pelce, L., Maufras, J.Y., Couleaud, G., Compagnon, C., Maumené, C., Cohan, J.P., Orlando, B., Perriot, B., Verjux, N., Du Cheyron, P., Audigeos, D., Taupin, P., 2013. *Choisir et décider: Traitements et interventions de printemps - Préconisations 2013-2014 Région Ouest*. Arvalis - Institut du végétal, France, 208 p.