

**AFPP – ONZIÈME CONFÉRENCE INTERNATIONALE SUR LES MALADIES DES PLANTES
TOURS – 7 AU 9 DÉCEMBRE 2015**

**VALORISER LA RESISTANCE VARIETALE AUX MALADIES FOLIAIRES EN APPORTANT UN CONSEIL
PARCELLAIRE : EXEMPLE DU BLE TENDRE**

S. LEFEVRE ⁽¹⁾, M. POURCELOT ⁽²⁾, P. BERIOT ⁽³⁾, D. TAILLIEZ-LEFEBVRE ⁽⁴⁾

^(1,2,3,4) InVivo AgroSolutions, 83 av. de la grande armée, 75 782 Paris Cedex 16, France,

⁽¹⁾ slefevre1@invivo-group.com, ⁽²⁾ mpourcelot@invivo-group.com, ⁽³⁾ pberiot@invivo-group.com, ⁽⁴⁾ dtaillez-lefebvre@invivo-group.com

RÉSUMÉ

Dans le but de « Produire plus, Produire mieux », les presque 300 fermes du réseau FERMEcophyto-Réseau des coopératives réparties dans plus de 30 coopératives françaises, testent, depuis 2010, différents leviers de réduction de l'utilisation des produits phytopharmaceutiques. La résistance variétale aux maladies foliaires, employée seule ou accompagnée d'un conseil technique, est ainsi utilisée par les agriculteurs. La présente étude consiste à confronter cette utilisation seule à celle accompagnée d'un conseil technique et/ou d'un outil d'aide à la décision. La réduction d'usage des fongicides appliqués en conditions agriculteurs est alors améliorée lorsque les deux leviers sont combinés. Cette baisse d'IFT fongicide n'engendre pas de perte de productivité ni de rentabilité. La réduction du nombre d'interventions, la modification de la date du premier traitement et la baisse des doses sont des modalités associées à cette réduction.

Mots-clés : blé tendre, résistance variétale, conseil, performances, fongicides.

ABSTRACT

ENHANCING THE INTEREST OF FOLIAR DISEASES RESISTANCE THANKS TO ADAPTED FIELD ADVICE : THE EXEMPLE OF WINTER WHEAT

The FERMEcophyto –Réseau des cooperatives network, managed by 34 French cooperatives and InVivo AgroSolutions, includes around 300 farms. The aim of this network is to increase their productivity and profitability while reducing their environmental impacts. In such a way, different farming practices, among which foliar-diseases resistant cultivars of winter wheat, decision support tools or technical advice, have been implemented since 2010. The objective of this paper was to assess the synergies between the combined use of resistant cultivars and technical advice. The associated use of these two practices reduced the fungicide Treatment Frequency Index (fTFI) while maintaining the productivity and profitability. The reduction of fungicide treatment number the dose reduction as well as the modification of the first date application were possible reasons of this fTFI decrease.

Keywords: winter wheat, resistant cultivars, technical advice, performances, fungicides.

INTRODUCTION

Afin de parvenir à une utilisation durable des pesticides, la directive 2009/128/EC requiert que les États membres de l'Union Européenne mettent en place un cadre de travail pour une mise en œuvre de la protection intégrée des cultures. Dans ce contexte, le gouvernement français a lancé, en 2008, le plan Ecophyto visant à réduire de 50 % l'Indice de Fréquence de Traitement (IFT) d'ici à 2018. Pour atteindre cet objectif, de nombreux leviers ont alors été mentionnés (EcophytoPIC, 2008). Par ailleurs, depuis la campagne 2010/2011, 34 coopératives se sont mobilisées avec près de 300 de leurs agriculteurs adhérents pour constituer le réseau « 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 phytopharmaceutiques tout en maintenant une production rentable, de qualité et plus respectueuse de l'environnement.

En 2015, malgré la mobilisation des acteurs du monde agricole, force est de constater que la baisse d'IFT de 50 % souhaitée en 2008 n'est pas atteinte. Ce bilan s'applique aux différentes catégories de produits phytopharmaceutiques (fongicides, herbicides, insecticides, etc.) (Potier, 2014). L'interprétation de ce constat est complexe. Un facteur explicatif peut être l'utilisation esseulée de leviers, sans modification globale du système de culture. Barzman *et al.* (2015) expliquent ainsi que la combinaison de méthodes peut générer des synergies qui, lorsqu'elles sont utilisées de manière isolée, peuvent être moins efficaces que l'utilisation de pesticides.

En blé tendre, les variétés résistantes aux maladies foliaires sont fréquemment mentionnées comme un des leviers de réduction de l'usage des produits phytopharmaceutiques. Depuis près de vingt ans, les sélectionneurs de blé tendre ont défini comme priorité l'augmentation du niveau de résistance des variétés aux maladies cryptogamiques, afin de réduire la dépendance à l'utilisation des produits fongicides (Loyce *et al.*, 2008). Le réseau ENDURE – the European Network for the Durable Exploitation of Crop Protection Strategy - estime d'ailleurs que leur utilisation pourrait permettre une réduction de une à deux applications ainsi qu'une baisse des doses allant de 25 à 50 % selon les années (Jorgensen *et al.*, 2008). En parallèle, selon Gouache et Jorgensen (2008), l'utilisation d'Outils d'Aide à la Décision (OAD) est un levier « pour limiter et mieux positionner les traitements ». Ils soulignent notamment l'utilisation préférentielle de ces outils par les conseillers techniques pour « élaborer leur conseil ».

Ainsi, l'objectif de l'étude est de se demander si l'utilisation combinée de ces deux leviers de réduction s'inscrit dans une démarche d'amélioration et/ou de réduction de l'utilisation des produits fongicides et si elle permet d'optimiser les performances Agro-Eco-Environnementales (AEE) des parcelles concernées.

Nous évaluerons en particulier l'utilisation couplée d'une variété de blé tendre résistante aux maladies foliaires et d'un OAD de pilotage et/ou d'un conseil technique parcellaire. Il s'agira donc de comparer dans un premier temps la relation entre la réduction de l'usage de produits phytopharmaceutiques et l'utilisation seule ou combinée des leviers précédemment mentionnés. Nous étudierons alors les modalités de cette réduction (modification du nombre d'applications, des dates d'intervention et des doses). Enfin, des indicateurs AEE permettront d'évaluer les performances associées aux variétés résistantes selon les différents niveaux d'adaptation d'utilisation des produits fongicides.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

CONSTITUTION DU JEU DE DONNEES

Base de données FERMEcophyto - Réseau des coopératives

L'étude porte sur la base de données du réseau des Coopératives FERMEcophyto. Ce réseau comprend actuellement 231 exploitations agricoles, qui sont majoritairement des exploitations de grandes cultures ou de polyculture-élevage engagées volontairement. L'ensemble des pratiques culturales mises en place par les agriculteurs est ainsi collecté et enregistré chaque année par les

techniciens conseils ou par les animateurs des coopératives sous Osmose, une plateforme développée par l'Union InVivo. Les données parcellaires précises (semis, travail du sol, protection des cultures, fertilisation, irrigation, récolte, etc.) sont alors recueillies. Cette collecte de données est complétée par des questionnaires Excel renseignant le milieu et le contexte de l'exploitation, ainsi que la pression annuelle des différents bioagresseurs. Les données recueillies sont soumises à des tests de fiabilité, avec d'éventuels 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 9.4 et est certifié ISO 9001 depuis mars 2013. À partir des données validées, une série d'indicateurs est calculée à l'échelle parcellaire.

Au cours des quatre premières campagnes de remontée des données (2010/2011, 2011/2012, 2012/2013 et 2013/2014), le blé tendre a été cultivé sur 3 155 des 10 756 parcelles de la base de données (29 %). Le contexte maladies est notamment marqué par une pression importante de septoriose et de rouille brune. En 2014, la rouille jaune a été exceptionnellement intense. La pression fusariose n'était pas négligeable, particulièrement en 2012 et 2013. Les parcelles conduites en agriculture biologique ont été exclues pour des questions de représentativité.

Définition du conseil

Lors de la collecte des données au sein du réseau des Coopératives FERMEcophyto, chaque agriculteur engagé a pu renseigner le type de « conseil reçu » pour décider de ses traitements fongicides. Ce champ n'étant renseigné que lors de l'année d'entrée des exploitations dans le réseau, nous avons exclu l'ensemble des parcelles des autres années.

Trois classes de conseil d'utilisation des fongicides sont alors définies:

- **OAD de pilotage parcellaire** (« SEPTOLIS[®] », « ATLAS[®] », « Positif[®] », « FONGIMETRE[®] », etc.)
- **Conseil parcellaire** (« Avertissements coopératives », « Présept », etc.)
- **Absence de conseil**

Définition de la résistance variétale

Les notes de résistance aux maladies des variétés sont déterminées grâce aux essais réalisés lors des deux années d'essais en pré-inscription du Comité Technique Permanent de la Sélection (CTPS). Ces notes proviennent à la fois des modalités non traitées des essais de Valeur Agronomique, Technologique et Environnementale (VATE) ainsi que des essais Facteurs de Régularité de Rendement (FRR). La note de sensibilité globale, définie par le GEVES - Groupe d'Etude et de contrôle des Variétés Et des Semences - est ici utilisée pour caractériser le niveau de résistance des variétés présentes au sein du réseau. Cette note s'échelonne de 1 (= très sensible) à 9 (= totalement résistante). Après l'inscription, ARVALIS – Institut du Végétal, via des expérimentations post-inscription, actualise ces notes en tenant compte des éventuelles érosions et contournements des résistances (Cheyron et Lorgeou, 2015). Deux niveaux de résistance sont ainsi définis : les variétés dites sensibles (note GEVES de sensibilité globale strictement inférieure à 6) et les variétés dites résistantes (note GEVES de sensibilité globale supérieure ou égale à 6). Cette note permet d'apprécier le niveau de résistance aux maladies foliaires de la variété lorsque le complexe maladies est dominé notamment par la septoriose ainsi que la rouille brune pour la région « Sud-Loire ».

Hors risques spécifiques (rouille jaune, fusariose sur épis, piétin-verse notamment), Cheyron et Lorgeou (2015) démontrent d'ailleurs l'effet très significatif de la variété sur la nuisibilité globale liée aux principales maladies foliaires, la septoriose et la rouille brune.

L'étude portant ici sur le comportement de l'agriculteur vis-à-vis de ses applications fongicides, nous considérons la note attribuée à la variété au moment des applications et non la note de l'année N+1 pouvant prendre en compte les éventuels contournements et érosions de résistance, non connus au moment des traitements. Après exclusion des parcelles sans variété renseignée et des parcelles pour lesquelles les variétés n'avaient pas de note de sensibilité globale, le jeu de données retenu pour

l'analyse comprend 2 458 parcelles, dont 34 % de variétés possédant une note de résistance globale supérieure ou égale à 6.

Evaluation de l'adaptation du programme fongicide selon la sensibilité variétale lorsque l'utilisateur a bénéficié d'un conseil et/ou d'un OAD

Au sein de notre jeu de données de 2 458 parcelles, nous avons sélectionné les exploitations ayant cultivé au moins une variété résistante et une variété sensible la même année. Afin de pouvoir comparer les dates d'application des traitements fongicides, seules les variétés ayant été semées avec un écart de 10 jours maximum ont été considérées. En effet, une différence de date de semis (Gouache and Jorgensen, 2008), et par conséquent de précocité au printemps des variétés étudiées, peut conduire à des pressions et à des nuisibilités différentes.

Trop peu d'exploitations conduites avec un OAD de pilotage parcellaire remplissent ces conditions. L'analyse couplée de l'utilisation d'OAD isolée du conseil ne pouvait alors être effectuée. En revanche, 125 exploitations ayant bénéficié d'un « conseil » et/ou « OAD de pilotage parcellaire » remplissaient ces conditions.

Ainsi, 748 parcelles de blé tendre constituent notre jeu de données, dont 424 parcelles avec des variétés sensibles soit 57 % et 324 parcelles avec des variétés résistantes soit 43 %.

DEFINITION DES INDICATEURS DE PERFORMANCES AEE

Les indicateurs AEE suivants ont été définis afin de comparer les performances des différents niveaux d'adaptation à la sensibilité variétale :

- La **Productivité**, correspondant au rendement de la parcelle rapporté au rendement moyen en blé tendre de la coopérative pour la petite région agricole considérée (donnée de référence transmise par la coopérative).
- La **Rentabilité**, correspondant à la marge brute de la parcelle rapportée à la marge brute moyenne de la coopérative en blé tendre pour la petite région agricole considérée (donnée de référence transmise par la coopérative).
- La **Maîtrise des maladies**, estimée grâce à une note fournie par les exploitants avec leur conseiller technique, a été ramenée sur une échelle de 0 à 1 (1=maîtrise). La maîtrise des maladies est déclinée selon les trois classes suivantes :
 - Maîtrise des maladies du pied,
 - Maîtrise des maladies foliaires,
 - Maîtrise des maladies autres.
- **L'IFT fongicide** (IFTf) est présenté en valeur absolue (absence d'IFTf de référence)
- **Les Coûts Fongicides**, exprimés en $\text{€} \cdot \text{ha}^{-1}$, sont calculés en multipliant la dose appliquée par le coût unitaire du produit, déterminé via une enquête pluriannuelle réalisée par InVivo : Panel Agriscan Grandes Cultures – vague AP14. Un coût de 10€ par passage est également inclus afin de prendre en compte, entre autres, la main d'œuvre et le gasoil.

ANALYSES EFFECTUEES

Afin de quantifier l'adaptation des programmes fongicides selon l'accompagnement des variétés résistantes via un conseil, l'IFTf des variétés résistantes et celui des variétés sensibles seront comparés pour l'ensemble des parcelles de blé tendre du réseau ainsi que pour notre jeu de données de 748 parcelles.

Nous essaierons ensuite d'identifier les modalités d'adaptation des programmes à la sensibilité variétale pour les parcelles ayant reçu un conseil (date d'intervention, nombre d'applications, changement de dose et de produit).

Enfin, nous évaluerons les performances AEE des parcelles implantées avec des variétés résistantes et ayant reçu un conseil parcellaire. Pour cette évaluation, nous distinguerons les niveaux d'adaptation

des programmes fongicides de ces variétés par rapport à ceux des variétés sensibles de la même exploitation.

METHODOLOGIE STATISTIQUE APPLIQUEE

Les indicateurs quantitatifs sont soumis à une analyse de variance. Les hypothèses nécessaires à la réalisation d'une ANOVA sont vérifiées à l'aide des tests de Shapiro-Wilk (normalité des résidus) et de Bartlett (homoscédasticité). 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. Les indicateurs qualitatifs sont soumis à un test du Chi2. L'ensemble des analyses statistiques est réalisé à l'aide du logiciel SAS 9.4.

RESULTATS

COMPARAISON DES IFTf SELON L'UTILISATION DE LA RESISTANCE VARIETALE SEULE OU COUPLEE A UN CONSEIL

Au sein du réseau des Coopératives FERMEcophyto, l'IFTf des variétés résistantes de blé tendre est de 1,37 contre 1,38 pour les variétés sensibles, soit une baisse de 0,72 %. Cela met en évidence la faible valorisation du levier variétal quant à une réduction de l'IFTf. Lorsque l'on ne considère que les parcelles ayant reçu un conseil et/ou utilisé un OAD de pilotage parcellaire, la réduction d'IFTf entre les variétés sensibles (IFTf = 1,40) et résistantes (IFTf = 1,34) est de 4,16%. Ainsi, l'accompagnement d'une variété résistante par un conseil permettrait de réduire davantage l'IFTf des variétés résistantes. Nous ne comparons pas ici les IFTf des deux jeux de données en valeur absolue, car les contextes parcellaires sont différents, mais bien une marge de réduction par rapport à une référence, en l'occurrence l'IFTf des variétés sensibles.

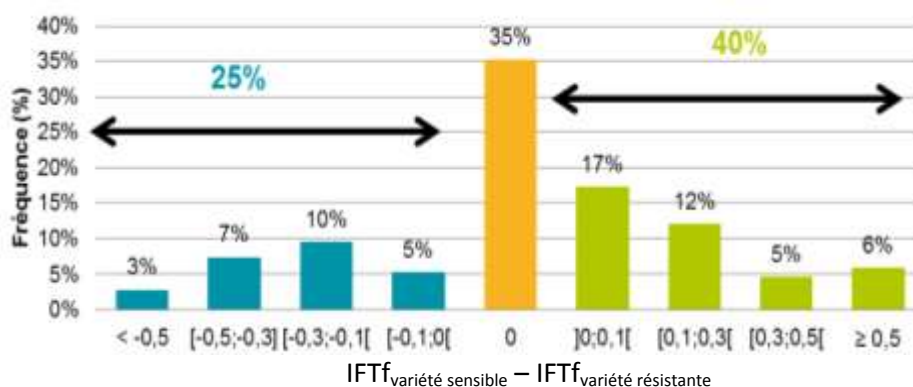
ADAPTATION DE L'IFTf SELON LA SENSIBILITE VARIETALE POUR LES PARCELLES CONDUITES AVEC UN CONSEIL ET/OU OAD DE PILOTAGE PARCELLAIRE

La comparaison des IFTf des variétés résistantes et des variétés sensibles d'une même exploitation ayant été semées à une date similaire permet ici d'émettre une hypothèse sur le nombre d'agriculteurs adaptant leur programme fongicide à la sensibilité variétale. Il s'agit uniquement d'une hypothèse, la réduction d'IFTf pouvant dans certains cas être liée à d'autres facteurs que la seule résistance variétale. Les résultats montrent que 75 % des parcelles implantées avec une variété résistante ont un IFTf inférieur ou équivalent à celui des variétés sensibles. Il convient toutefois de constater que 35 % des agriculteurs appliquent le même programme fongicide quelle que soit la sensibilité variétale.

Une différence de distribution autour de 0 peut être observée : 40 % des parcelles implantées avec une variété résistante possèdent un IFTf inférieur à l'IFTf des variétés sensibles de l'exploitation alors que seules 25 % des parcelles possèdent une différence inférieure à 0 (Fig 1). Une adaptation du programme fongicide à la sensibilité variétale semble ainsi être mise en place par un nombre important d'agriculteurs lorsque l'implantation de la variété résistante est accompagnée d'un conseil.

De plus, si l'on considère uniquement les 40 % d'agriculteurs ayant un IFTf des variétés résistantes inférieur à celui des variétés sensibles, l'usage combiné des deux leviers permet d'obtenir un IFTf de 1,18, soit une réduction d'IFTf nettement supérieure (16 %).

Figure 1 : Distribution de la différence d'IFTf entre classe de sensibilité variétale d'une même exploitation ($IFTf_{\text{variété sensible}} - IFTf_{\text{variété résistante}}$) pour les parcelles implantées avec une variété résistante et conduites avec un outil d'aide à la décision et/ou ayant reçu un conseil technique (N=324 parcelles semées avec des variétés résistantes)
 Repartition of the difference of fungicide Treatment Frequency Index (fTFI) between both resistance classes ($fTFI_{\text{Susceptible cultivar}} - fTFI_{\text{Resistant cultivar}}$) for all dataset resistant cultivars with cropping advice compared with fTFI of susceptible cultivars with cropping advice too (N=324 plots sowed with resistant cultivars).

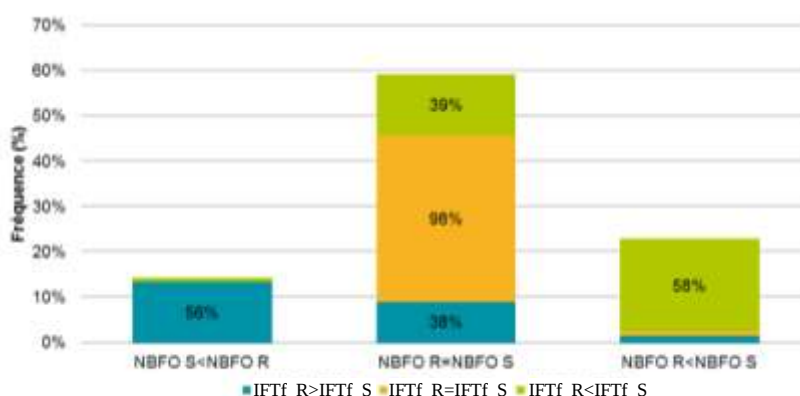


QUEL IMPACT SUR LE NOMBRE D'APPLICATIONS FONGICIDES FOLIAIRES ?

L'adaptation à la sensibilité variétale résulte-t-elle d'une réduction du nombre d'applications ? C'est à cette question que nous tentons de répondre en comparant, selon les différentes situations d'adaptation de l'IFTf, le nombre d'applications fongicides des variétés résistantes à celui des variétés sensibles de la même exploitation.

Figure 2 : Nombre d'applications fongicides (NBFO) selon la sensibilité variétale (R=Résistante ; S=Sensible) pour les parcelles ayant reçu un conseil et/ou utilisé un OAD en distinguant les niveaux d'adaptation d'IFTf. Les pourcentages sont exprimés par niveau d'adaptation d'IFTf (N=324 parcelles avec des variétés résistantes).

Differences of fungicide applications number for advised fields, between the two defined resistance classes, distinguishing levels of fTFI adaptation. Percentages are expressed by fTFI adaptation level (N=324 fields sowed with resistant cultivars).



Lorsque les parcelles semées avec des variétés résistantes présentent un IFTf inférieur à celui des variétés sensibles ($IFTf_R < IFTf_S$), le nombre d'interventions fongicides sur la variété résistante est inférieur à celui sur la variété sensible dans 58 % des situations. En revanche, dans 39 % des situations, ce nombre est identique quelle que soit la sensibilité variétale. Dans de très rares cas (3 %), le nombre d'interventions est supérieur à celui des variétés sensibles (moins de produits,

doses plus faibles, etc). La répartition opposée est observée pour les parcelles semées avec des variétés résistantes et présentant un IFTf supérieur à celui des sensibles (IFTf R > IFTf S) (Fig. 2).

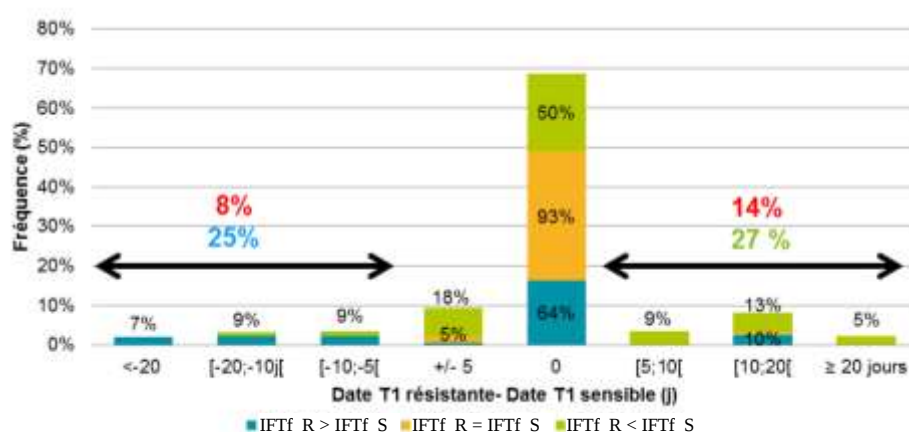
QUEL IMPACT SUR LA DATE DE LA PREMIERE APPLICATION FONGICIDE FOLIAIRE ?

Il convient également de se demander si l'adaptation de l'IFTf est liée à une modification de la date de la première intervention fongicide. Les dates de semis étant similaires, les précocités variétales semblables, nous considérons que le biais lié au stade de culture est négligeable. De plus, nous admettons que la date de traitement est identique si l'intervention a lieu dans un intervalle de plus ou moins cinq jours par rapport à l'intervention sur la variété sensible.

Pour une exploitation donnée, nous comparons alors la première date d'application fongicide sur la variété résistante à la première date d'application sur la variété sensible.

Figure 3 : Date du premier traitement fongicide appliqué sur les variétés résistantes par rapport aux variétés sensibles de l'exploitation pour les parcelles ayant reçu un conseil et/ou utilisé un OAD. Les pourcentages sont exprimés par niveau d'adaptation d'IFTf (N=324 parcelles avec des variétés résistantes).

For advised fields sowed with resistant cultivars, date of the first fungicide application compared with the susceptible cultivars of the same farm. Percentages are expressed by FTfI adaptation level (N=324 fields sowed with resistant cultivars).



Lorsque les parcelles semées avec des variétés résistantes présentent un IFTf inférieur à celui des variétés sensibles (IFTf R < IFTf S), le premier traitement fongicide a été retardé de cinq jours ou plus dans 27 % des situations. Par ailleurs, dans 18 % des situations, plus de dix jours séparent la première application fongicide sur les variétés résistantes de la première intervention sur les variétés sensibles. En revanche, dans 68 % des situations, la date du premier traitement n'est pas modifiée. Les situations où la date de première intervention fongicide sur les variétés résistantes précède celle des variétés sensibles alors que leur IFTf est inférieur, sont minoritaires (Fig. 3).

A l'inverse, pour les parcelles semées avec des variétés résistantes ayant un IFTf supérieur à celui des variétés sensibles (IFTf R > IFTf S), la date du premier traitement précède celle des variétés sensibles dans une situation sur quatre.

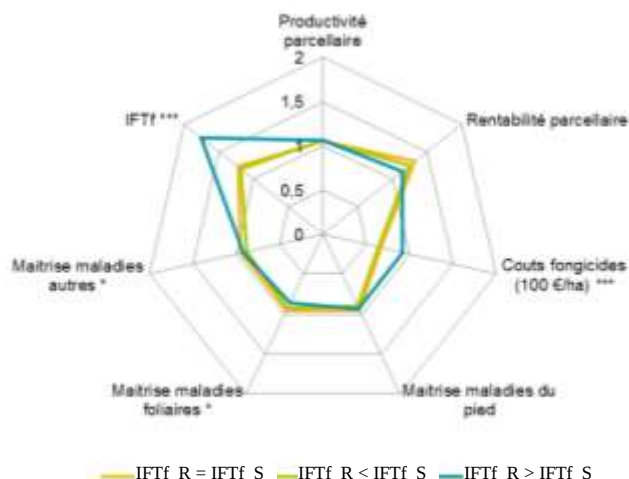
Enfin, les parcelles implantées avec une variété résistante présentant un IFTf identique à celui des variétés sensibles ont presque toujours subi leur première intervention fongicide à une date similaire.

PERFORMANCES AEE DES VARIETES RESISTANTES SELON LEUR PROTECTION FONGICIDE COMPAREES A CELLES DES VARIETES SENSIBLES D'UNE MEME EXPLOITATION.

Afin d'évaluer l'hypothétique « coût » associé à l'adaptation du programme fongicide selon la sensibilité variétale en présence d'un conseil, nous comparons les performances AEE des variétés résistantes associées aux différentes classes d'adaptation de l'IFTf (supérieur, égal ou inférieur à

celui des sensibles). La comparaison des performances ne concernent que les variétés résistantes, ce qui permet de s'affranchir d'un éventuel biais de potentiel entre classe de sensibilité variétale (Vanloqueren et Baret, 2008) (Fig.4).

Figure 4 : Performances des variétés résistantes selon le niveau d'adaptation du programme fongicide appliqué.
Performances of resistant cultivars according to the adaptation level of the fungicide program.



En premier lieu, il est important de mentionner l'absence de différence de productivité entre les différentes classes de conduite des variétés résistantes ($P\text{-value} = 0,991$). D'autre part, le coût des produits fongicides (+42 % ; $P\text{-value} < 0,001$) ainsi que l'IFTf (+50 % ; $P\text{-value} < 0,001$) sont significativement plus importants pour les parcelles ayant été conduites avec un IFTf supérieur à celui des variétés sensibles. Adapter son programme fongicide en réduisant son IFTf par rapport à celui des variétés sensibles de l'exploitation permettrait ainsi de minimiser ses coûts fongicides et son IFTf. Ces deux derniers indicateurs de performance ne sont toutefois pas rapportés à une valeur de référence régionale mais considérés en valeur absolue. Un possible biais géographique nous amène donc à rester prudent quant à leur interprétation.

L'analyse statistique ne montre pas de perte de rentabilité entre les parcelles où les agriculteurs ont réduit l'IFTf par rapport à celui des variétés sensibles et celles où les agriculteurs ont appliqué le même programme fongicide quelle que soit la sensibilité variétale ($P\text{-value} = 0,580$). Pour ces conduites (IFT R = IFT S ou IFT R < IFT S), la rentabilité des variétés résistantes est en moyenne supérieure à celle des parcelles où l'IFTf des variétés résistantes est supérieur à celui des sensibles (125 % vs 114 % ; $P\text{-value}=0,392$).

L'analyse de la maîtrise des maladies montre une maîtrise des maladies foliaires en moyenne légèrement plus importante pour les parcelles conduites avec un IFTf inférieur (+3 %) ou égal (+9 %) à celui des variétés sensibles de l'exploitation.

DISCUSSION

INTERET DE L'UTILISATION DE LA RESISTANCE VARIETALE COUPLEE A UN CONSEIL PAR RAPPORT A SON UTILISATION SEULE

La résistance variétale aux maladies foliaires, dont le niveau est en augmentation (Cheyron et Lorgeou, 2015; Loyce et al., 2008), est un des leviers les plus utilisés par les agriculteurs du réseau des Coopératives FERMEcophyto. Au sein de notre jeu de données, nous ne disposons que de trop peu d'exploitations avec des parcelles implantées avec des variétés résistantes et des variétés sensibles sans conseil. Evaluer avec précision l'impact de la résistance variétale utilisée seule sur l'IFTf n'est donc pas envisageable. L'analyse du jeu de données permet toutefois de constater que l'adaptation de l'IFTf selon la sensibilité variétale est plus importante pour les parcelles recevant un conseil en comparaison à l'ensemble des parcelles du réseau (dont une partie ne reçoit pas de conseil). L'importance du conseil parcellaire dans la prise de décisions de l'agriculteur est donc ici confirmée. Cependant, la marge de réduction peut paraître relativement faible et le potentiel des variétés résistantes non exploité dans sa totalité. Nous nuancerons toutefois ce propos en constatant que les agriculteurs du réseau possèdent un IFTf inférieur à la référence nationale (1,37 contre 1,50) (Agreste, 2011).

Par ailleurs, évaluer l'impact du conseil seul en conditions agriculteurs, n'est pas réalisable à partir des données acquises dans le cadre du réseau. Aucun agriculteur ne possède à la fois des parcelles avec conseil et des parcelles sans conseil. La difficulté à caractériser en conditions agriculteurs l'utilisation seule de la résistance ou du conseil et/ou OAD de pilotage parcellaire constitue donc une limite de l'étude.

PRATIQUES ASSOCIEES A CETTE UTILISATION COUPLEE

Lorsque l'IFTf diffère selon la sensibilité variétale au sein d'une même exploitation, nous observons dans près de deux cas sur trois une modification du nombre d'applications fongicides. Cette adaptation du nombre d'applications pourrait également être couplé à un changement de doses et/ou de produits utilisés. Le traitement de ces données étant plus fastidieux, cette étude n'a pas encore été réalisée. Les agriculteurs ne modifiant pas leur nombre d'applications adaptent donc les doses et/ou les produits selon la sensibilité variétale (au moins un sur 3).

Concernant l'adaptation de la date du premier traitement fongicide pour les parcelles ayant été conduites avec un IFTf des variétés résistantes inférieur à celui des variétés sensibles :

- La date du premier traitement fongicide est retardée de plus de 10 jours par rapport à celle des variétés sensibles dans une situation sur quatre, suggérant une absence de ce premier traitement.

- Cependant, dans plus de deux situations sur trois, la date du premier traitement est identique, à plus ou moins 5 jours, à celle du premier traitement fongicide de la variété dite sensible. Une parcelle sur deux a même reçu le premier traitement fongicide le même jour que les parcelles semées avec une variété sensible. Une hypothèse probable, qui pourra être vérifiée lors d'une étude ultérieure, laisse ainsi penser que les produits et les doses de ces traitements sont équivalents. La réduction d'IFTf porte alors sur les traitements fongicides suivants. En revanche, la date du premier traitement est légèrement différente (comprise entre plus ou moins cinq jours) pour un agriculteur sur quatre ayant appliqué le premier traitement fongicide à une date similaire à celui des variétés sensibles. Cette différence de date de traitement laisse ainsi une plus grande possibilité à l'agriculteur d'adapter ces produits ainsi que les doses appliquées.

Comme mentionné précédemment, dans deux situations sur trois, le nombre d'applications fongicides est modifié. Or, la date du premier traitement n'est pas modifiée dans trois situations sur quatre. Dans la majorité de ces situations, l'IFTf du premier traitement serait donc identique. Une part importante des situations où l'IFTf des variétés résistantes est réduit porterait donc sur une absence de relais *a minima*. Cela n'exclut toutefois pas une réduction de doses et/ou un changement des produits lors des traitements ultérieurs.

Toutes ces adaptations des pratiques fongicides à la sensibilité variétale n'apparaissent pas comme impactant de manière significative le niveau de productivité et de rentabilité de ces parcelles.

Pour les agriculteurs appliquant le même IFTf quelle que soit la sensibilité variétale (35 % des parcelles), dans près de 95 % des situations, l'application fongicide sur la variété résistante a lieu le même jour que celle sur la variété sensible. Cette observation suggère l'hypothèse d'agriculteurs remplissant leur pulvérisateur et traitant leurs parcelles de blé tendre sans considérer la sensibilité variétale. La prise de décision du traitement fongicide dépend alors de la pression observée sur la variété la plus sensible de l'exploitation. Ce raisonnement permet à l'agriculteur d'effectuer ses traitements fongicides en un minimum de temps. Malgré l'intérêt des variétés résistantes et un conseil technique, ici appuyé parfois d'un OAD de pilotage parcellaire, le frein technique d'adaptation des doses au niveau inter-parcellaire et le manque de temps des agriculteurs sont, entre autres, des arguments à l'encontre d'une adaptation selon la sensibilité variétale.

Enfin, concernant les IFTf supérieurs observés pour les variétés résistantes par rapport à ceux des variétés sensibles, nous pouvons émettre l'hypothèse d'une mauvaise classification de la variété. En effet, la note de sensibilité globale ne tient pas compte des effets de la rouille jaune, du piétin verse, de l'oïdium ou encore de la fusariose des épis. Une pression d'une de ces maladies conduirait alors l'agriculteur à adapter ses programmes. La variété sensible de référence ici peut *a contrario* être résistante à ces maladies. Une segmentation de l'étude par note de résistance par maladie foliaire et non globale aurait alors été préférable mais le contexte maladies de chaque parcelle n'est pas connu.

De plus, une différence de localisation des variétés peut conduire à des pressions maladies différentes et ainsi à une adaptation des programmes fongicides à la nuisibilité en premier lieu plutôt qu'à la sensibilité variétale.

La présence de parcelles avec des IFTf des variétés résistantes égaux ou supérieurs à ceux des sensibles peut expliquer la faible réduction d'IFTf observée au sein du jeu de données (-4,16 %). Pour les agriculteurs n'adaptant pas leurs programmes fongicides, la résistance variétale aux maladies foliaires reste un véritable levier de réduction à mobiliser. En revanche, l'observation d'IFTf des variétés résistantes supérieurs à ceux des variétés sensibles soulève la question de la définition d'une variété résistante. La rareté des variétés multi-résistantes évoquées par Cheyron et Lorgeou (2015) et la variabilité des maladies présentes et de leur pression annuelle complexifient l'adaptation des programmes fongicides pour l'agriculteur.

CONCLUSION

La résistance variétale est aujourd'hui un levier mis en place par les agriculteurs. En conditions agricoles, au sein du réseau des Coopératives FERMEcophyto, elle n'apparaît pas ou peu exploitée comme un levier de réduction des produits phytopharmaceutiques. Elle offre ainsi une assurance supplémentaire mais n'est pas toujours suivie d'une baisse d'usage des fongicides. Le conseil apparaît alors comme un facteur la valorisant. Ainsi, la réduction d'utilisation de fongicides est nettement améliorée lorsqu'une source de conseil est associée à l'implantation d'une variété résistante. Cette réduction se caractérise deux fois sur trois par un nombre de passages réduits, principalement les relais. Cependant, plus d'un agriculteur sur trois, continue d'appliquer le même programme fongicide quel que soit le niveau de sensibilité variétale. Des freins tels que le temps de travail ou le niveau d'équipement sont alors entre autres évoqués.

REMERCIEMENTS

Les auteurs souhaitent remercier l'ensemble des coopératives partenaires du réseau FERMEcophyto – Réseau des coopératives. Ils remercient également le GEVES et Arvalis- Institut du Végétal pour les notes de résistance variétale.

BIBLIOGRAPHIE

- Agreste (2011). Enquête Pratiques culturales 2011 Les traitements phytosanitaires sur les grandes cultures.
- Barzman M., Bàrberi P., Birch A.N., Boonekamp P., Dachbrodt-Saaydeh S., Graf B., Hommel B., Jensen J., Kiss J., Kudsk P., 2015- Eight principles of integrated pest management. *Agron. Sustain. Dev.* 1–17.
- Du Cheyron P., Lorgeou J., 2015 -. Résistances des variétés de blé tendre aux maladies : Des progrès à valoriser. 5^{ème} Conférence CIMAPP 2015, Lille, pp 15-28.
- EcophytoPIC (2008). Présentation d'EcophytoPIC | Minagri.
- Gouache D., Jorgensen L.N., 2008 - Limiter les maladies sans avoir recours aux fongicides ? *Perspect. Agric.* 348, 52–56.
- Jorgensen L.N., Clark B., Jahn M., Antichi D., Goral T., Schepers H., Lucas P., Rolland B., Gouache D., and Hornok L., 2008 - Using Cultivar Resistance to Reduce Fungicide Input in Wheat. *ENDURE, UE, 2p.*
- Loyce C., Meynard J.M., Bouchard C., Rolland B., Lonnet P., Bataillon P., Bernicot M.H., Bonnefoy M., Charrier X., Debote B., 2008 - Interaction between cultivar and crop management effects on winter wheat diseases, lodging, and yield. *Crop Prot.* 27, 1131–1142.
- Potier D. (2014). Pesticides et agro-écologie LES CHAMPS DU POSSIBLE. Ecophyto, France, 251p.
- Vanloqueren G., and Baret P.V., 2008- Why are ecological, low-input, multi-resistant wheat cultivars slow to develop commercially? A Belgian agricultural "lock-in" case study. *Ecol. Econ.* 66, 436–446.