

**AFPP – 6^e CONFÉRENCE SUR LES MOYENS ALTERNATIFS DE PROTECTION
POUR UNE PRODUCTION INTÉGRÉE
LILLE – 21, 22 ET 23 MARS 2017**

EVALUER LE RISQUE PIÉTIN VERSE EN ILE-DE-FRANCE

F. GEORGEL ⁽¹⁾, B. HUGUET ⁽²⁾, G. COULEAUD ⁽¹⁾, D. BOUTTET ⁽¹⁾, D. GAUCHER ⁽¹⁾,
F. MOREAU ⁽³⁾, F. PIRAUX ⁽¹⁾, E. GOURDAIN ⁽¹⁾

⁽¹⁾ ARVALIS-Institut du végétal Station expérimentale 91720 Boigneville

⁽²⁾ DRIAAF - 18, avenue Carnot - 94 234 CACHAN

⁽³⁾ ARVALIS-Institut du végétal Station expérimentale de La Jaillière, 44370 La Chapelle-Saint-Sauveur

e.gourdain@arvalisinstitutduvegetal.fr

RÉSUMÉ

Le piétin verse est une maladie du pied qui se développe sur la culture de blé tendre depuis la levée et peut provoquer, selon les conditions de fin de cycle, des pertes pouvant atteindre dans les situations extrêmes 0.5 à 1.5 t/ha. Cette maladie est fortement inféodée à la parcelle et peut-être en partie contrôlée par les pratiques agronomiques. Ainsi, le choix de variétés dont le niveau de résistance est supérieur à 5 ou encore des rotations longues pour éviter un retour du blé trop fréquent permettent un bon contrôle de la maladie et limitent ainsi l'usage du recours aux produits phytopharmaceutiques. Néanmoins, on estime que 15 à 20% des parcelles sont encore traitées spécifiquement contre cette maladie alors que ce n'est pas toujours nécessaire, notamment du fait que les outils de pilotage actuels surestiment le risque. ARVALIS, en collaboration avec la DRIAAF Ile-de-France, a travaillé sur des données historiques d'attaque de piétin verse pour ré-évaluer le poids des facteurs de risque et proposer une nouvelle grille de risque piétin verse, mise à jour avec des préconisations adaptées au contexte actuel, à savoir de faibles efficacités des produits sur cette cible et un contexte de prix du blé défavorable.

Mots-clés : piétin verse, blé, évaluation du risque, grille de risque, aide à la décision.

ABSTRACT

Eyespot is a foot disease that develops on wheat since the emergence and can cause yield losses up to 0.5 to 1.5 t/ha depending on the end-of-cycle conditions. This disease is highly dependent on the plot and can be partly controlled by agronomic practices. Thus, the choice of variety which tolerance level is greater than 5, or long rotations to avoid a frequent return of the wheat, allow a good control of the disease and thus limit the use of fungicides. Nevertheless, it is estimated that 15-20% of the farm fields are still treated specifically against this disease when it is not always necessary, linked because of to the current management tools that overestimate the risk. ARVALIS, in collaboration with the DRIAAF Ile-de-France, has worked on the historical data of eyespot to evaluate the weight of the risk factors and propose a new grid of risk updated with recommendations adapted to the current context, low efficiencies of fungicides and unfavorable wheat price.

Keywords: eyespot, wheat, risk assessment, risk grid, decision support system.

INTRODUCTION

Le piétin verse est une maladie du pied qui se développe sur les céréales à paille d'hiver. Il peut occasionner, selon les conditions environnementales de fin de cycle du blé tendre, des pertes de rendement pouvant atteindre jusqu'à une quinzaine de quintaux par hectare en France. Dans le cadre de la protection intégrée des cultures et en vue de la réduction programmée des applications de produits phytopharmaceutiques, il est important pour l'agriculteur de raisonner son système de culture pour limiter les risques d'attaque des bioagresseurs. Pour cela, il doit notamment disposer d'outils efficaces pour l'aider dans ses prises de décision (choix de son système de culture, traitement fongicide le cas-échéant).

Le piétin verse est causé par 2 espèces de champignons de la classe des Ascomycètes, dont les noms des formes sexuées (télomorphes) sont *Oculimacula yallundae* et *Oculimacula acuformis*. Depuis 4 à 5 ans, l'espèce dominante en France est *O. yallundae*, appelée aussi souche rapide, alors que *O. acuformis* (souche lente) représente désormais moins de 10 % de l'ensemble des souches de piétin-verse françaises (ANSES, 2015). Le piétin-verse se conserve à l'état de mycélium sur les débris de récolte ou dans la couche superficielle du sol. Sa conservation peut se prolonger plusieurs années et sa disparition est liée à la destruction des résidus de culture. *O. yallundae* est un champignon polycyclique. Le cycle commence par des contaminations primaires qui se déroulent dans le sol, suivies de contaminations secondaires à partir d'une nécrose avec stroma qui contamine ainsi les autres talles, s'en suit des contaminations tertiaires. Les contaminations peuvent avoir lieu à l'automne ou au printemps, conduisant à des symptômes différenciés. La sporulation nécessite une période froide suivie de vent et de pluies qui dispersent les conidies sur des distances faibles. Germination et pénétration nécessitent une humidité de plus de 80%. Enfin, la propagation du champignon dans la plante ne dépend que de la température, 600 degrés jours sont nécessaire pour son installation et sa pénétration dans chacune des gaines (Rapilly *et al.*, 1973).

Parmi les leviers identifiés pour limiter l'apparition du piétin verse, la résistance variétale et l'allongement des rotations permettent de réduire très fortement les risques, et par conséquent, le recours aux produits phytosanitaires (Le Henaff et Durant, 2003). La résistance variétale est conférée par un gène intégré au génome de variétés de blé. Il s'agit majoritairement du gène PCH1 qui ralentit la pénétration du parasite dans la gaine du blé (Doussinault *et al.*, 1983), et plus marginalement de PCH2, qui n'est quasiment plus utilisé seul aujourd'hui du fait de son manque d'efficacité pour lutter contre le piétin verse (Bockus *et al.*, 2010). Par ailleurs, comme le montrent de nombreuses études, la monoculture de blé, ou les rotations courtes avec retour du blé tous les 2-3 ans, favoriseraient le développement de la maladie (Polley et Thomas, 1991 ; Colbach *et al.*, 1994 ; Bockus *et al.*, 2010 ; Winter *et al.*, 2014). Les résidus de la culture à paille infectée seraient alors la source de nouvelles contaminations.

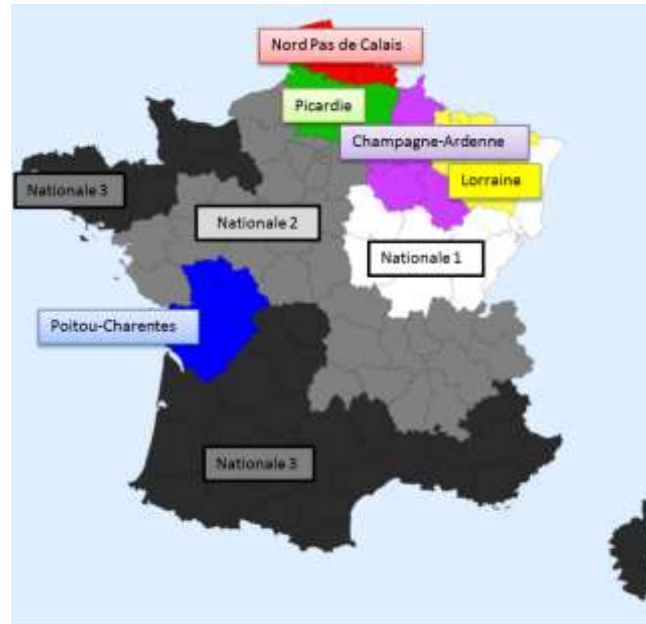
En 2003, ARVALIS-Institut du végétal a publié des grilles pour évaluer le risque piétin verse en cours de campagne et aider à la prise de décision d'une intervention (Geolen, 2003). Cinq grilles régionales ont alors été déclinées à l'échelle du territoire prenant en compte différents facteurs agronomiques, tels que la rotation à travers l'interaction précédent, anté-précédent et travail du sol, la résistance variétale, la date de semis et des facteurs pédo-climatiques, tels que le type de sol et un indice de risque climatique calculé au stade épi 1cm avec le modèle TOP¹ (Delos, 1995). A chaque facteur de risque, un score est attribué. Ils sont ensuite sommés pour donner un score final conduisant à un conseil d'observation de la parcelle, voire de traitement. Pour les autres régions, faute de données disponibles à cette époque, une grille nationale a été proposée s'inspirant

¹ TOP [Traitement optimal du Piétin-verse] est un modèle épidémiologique créé en 1993 par Marc DELOS et Guy LE HENAFF (SRPV) qui évalue le risque climatique. Il calcule un cumul de risque qui prend en compte chaque jour les conditions favorables aux PV.

fortement des grilles régionales (Figure 1). Néanmoins, ces grilles diffèrent sur le poids et les facteurs pris en compte et posent des difficultés dans leur mise en œuvre notamment dans les zones frontalières.

Figure 1 : Carte d'application régionale des différentes grilles d'évaluation du risque piétin verse publiées par ARVALIS

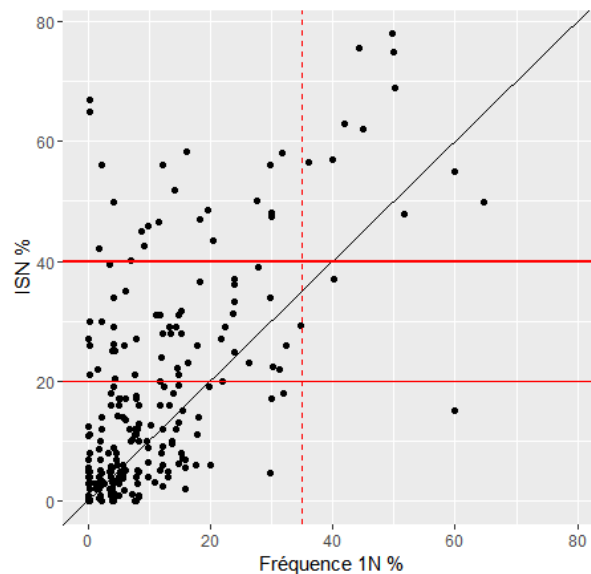
(Map of the distribution of regional decision grid against eyespot published by ARVALIS)



Pour accompagner la prise de décision autour de ces grilles, des seuils d'intervention ont été définis sur la base de la fréquence d'attaque des tiges au stade 1 nœud (Z31, Zadoks *et al.*, 1974). La complexité du traitement contre le piétin verse réside dans la désynchronisation entre la prise de décision de traitement entre les stades épi 1cm (Z30) et 1 nœud (Z31), et l'impact de la maladie sur le rendement. En effet, les attaques de piétin verse ne sont nuisibles que si les conditions climatiques de fin de cycle sont sèches et conduisent à une verse parasitaire. Malgré la relation non linéaire entre le pourcentage de feuilles touchées à Z31 et la perte de rendement associée, mis en évidence par des travaux menés par l'ITCF entre 1998 et 2001, deux seuils d'intervention ont été définis sur la base de 10% de feuilles atteintes égal 1q/ha de perte de rendement. Les conseils associés à cette époque était donc : pour une attaque inférieure à 10% aucune intervention requise ; pour un niveau d'attaque supérieur à 35%, un traitement était alors conseillé ; enfin pour les situations intermédiaires, la décision devait être prise au regard des risques agronomiques. Dans l'étude que nous avons poursuivie, n'ayant pas accès aux données de nuisibilité des parcelles suivies, nous avons travaillé sur l'intensité de section nécrosée de fin de cycle, nommé ISN et jugé comme étant un bon indicateur de la nuisibilité. Les données fournies par la coopérative Vivescia confirment la faible corrélation entre la fréquence d'attaque à Z31 et l'ISN, avec un coefficient de 0.6 (Figure 2). Autrement dit, la fréquence d'attaque à Z31 n'explique que 36% de l'ISN, mettant en évidence l'effet du climat entre Z31 et la maturité sur le développement de la maladie. Néanmoins, l'application du seuil de 35% de tiges atteintes à Z31 permet d'isoler la majorité des situations les plus à risque, c'est-à-dire ayant un ISN supérieur à 40%.

Pour la suite de l'étude les seuils de 20 et 40% d'ISN seront utilisés pour évaluer le niveau d'attaque : faible, moyen, fort des parcelles étudiées.

Figure 2 : relation entre fréquence d'attaque du piétin verse au stade 1 nœud et intensité de section nécrosée en fin de cycle (Données fournies par Vivescia entre 2010 et 2015, n= 266 parcelles).
(Relation between eyespot frequency at 1 node stage and eyespot intensity at wheat late stage (Data provided by Vivescia between 2010 and 2015, n= 266 plots))

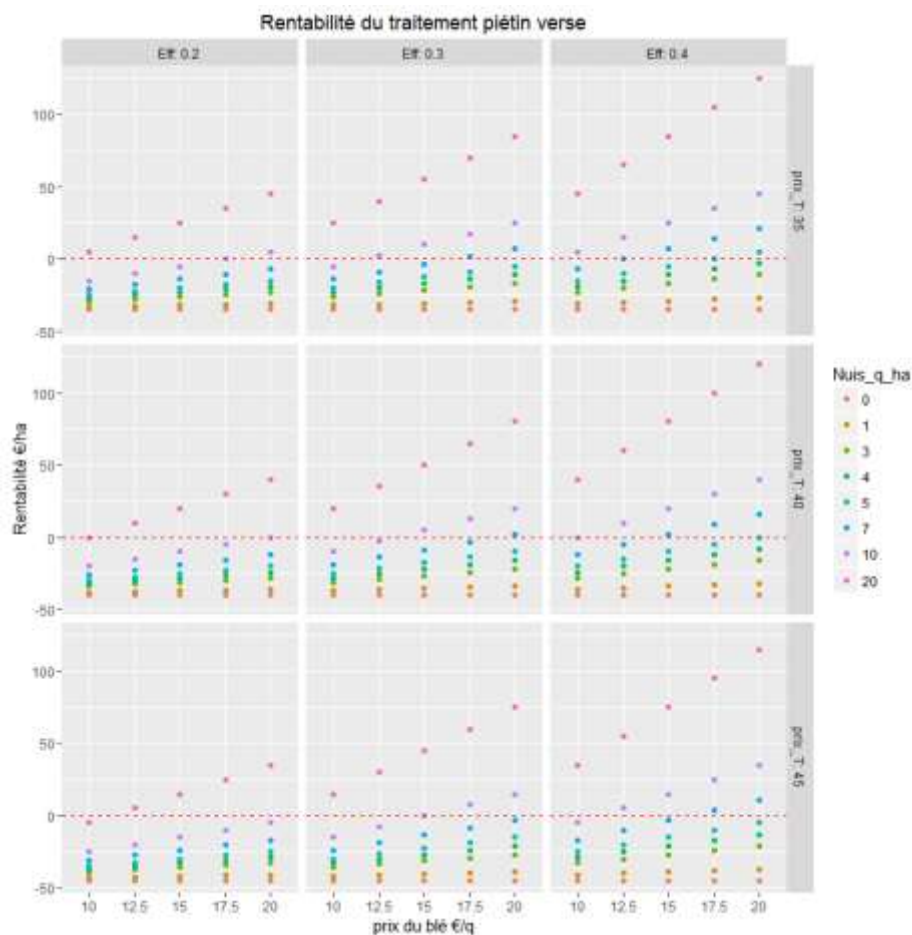


Pour être efficace, le traitement doit être réalisé avant 2 nœuds (Z32). La décision de traitement entre Z30 et Z32 relève donc de la gestion du risque et de l'expérience de l'agriculteur car il est actuellement impossible d'anticiper les conditions climatiques de fin de cycle. Le conseil de traitement pour plus de 35% de tiges atteintes était à l'époque justifié par de bonnes efficacités de quelques matières actives dont le cyprodinil, ainsi qu'un contexte de prix du blé favorable.

Dans le contexte actuel, il convient de se demander si ce traitement est toujours justifié. Durand *et al.* (2015) ont mis en évidence une forte érosion de l'efficacité des matières actives sur le piétin verse qui peine en 2015 à atteindre en moyenne 45% dans le meilleur des cas, liée à l'apparition de souches résistantes (Leroux *et al.*, 2013). Avec un prix du blé bas autour de 15€/q, les simulations réalisées montrent que le traitement n'est rentable que pour des attaques engendrant plus de 10 q/ha (Figure 3), alors que la moyenne pluriannuelle est autour de 3q/ha. Ainsi, au regard de ces éléments de contexte et dans un cadre réglementaire d'usage des produits phytosanitaires qui se durcit, il convient d'améliorer les grilles existantes pour proposer un conseil de traitement spécifique contre le piétin verse uniquement dans les situations les plus à risque.

Ainsi, ces grilles historiques conçues dans un contexte de prix du blé favorable et avant l'érosion des efficacités des matières actives, semblent dans le contexte actuel dépassées. L'apport de données nouvelles fournies par la DRIAAF a permis de retravailler les facteurs de risque et de proposer une nouvelle grille de risque pour la région Ile-de-France. Elle a ensuite été évaluée et validée sur une grande partie du territoire.

Figure 3 : simulation de rentabilité en €/ha en fonction du prix du blé (10 à 20 €/ha), de l'efficacité du traitement (20, 30 ou 40 %) et du prix du fongicide (35, 40 ou 45 €/ha).
 (Simulation of profitability in €/ha by wheat price (10 to 20 €/ha), treatment efficiency (20, 30 or 40%) and fungicides prices (35, 40 or 45 €/ha))



MATERIEL ET METHODES

La base de données DRIAAF contient 479 données de pratiques agronomiques et d'indices de sections nécrosées de fin de cycle en Ile-de-France entre 1995 et 2009. Pour chaque parcelle de la base, le stade épi 1 cm a été calculé à partir de la date de semis, de la variété et du type de sol via un modèle phénologique (Gouache *et al.*, 2012). Le cumul de l'indice TOP² a par ailleurs été calculé depuis le semis et jusqu'à ce stade. Avec ces informations, il a ainsi été possible de calculer le score associé à la grille actuelle.

Pour évaluer le poids des facteurs de risque et de leurs interactions, un modèle linéaire mixte a été ajusté à l'aide de la fonction lmer du package lme4 du logiciel R. Dans ce modèle, l'année a été prise en facteur aléatoire, le type de sol, l'indice TOP, la note de résistance variétale fournie par le CTPS, le

² TOP [Traitement optimal du Piétin-verse] est un modèle épidémiologique créé en 1993 par Marc DELOS et Guy LE HENAFF (SRPV) qui évalue le risque climatique. Il calcule un cumul de risque qui prend en compte chaque jour les conditions favorables aux PV.

précédent, l'anté-précédent et le travail du sol en facteur fixe. Le modèle étudie l'ISN en fonction des facteurs de risque piétin verse mis en classes résumés dans le tableau I. Dans ce modèle, les interactions entre précédent, anté-précédent et travail du sol ont été prises en compte.

Tableau I : Facteurs de risque testés dans le modèle linéaire mixte
(Risk factors used in the mixed linear model)

Variables explicatives	Type de sol	TOP	Résistance variétale	Précédent	Ante précédent	Labour
Regroupement en classes	Argile	0 – 30	1_2	Blé	Blé	Labour
	Limon_et_craie	30 – 45	3_4	Autre	Autre	Non labour
	Sable	45 – 100	5_6_7			

Du fait du nombre réduit de données et du manque de données pour certaines combinaisons de facteurs, l'homogénéité de la variance ne peut être vérifiée. L'indépendance des facteurs est supposée vraie, même si celle-ci est aussi discutable, notamment pour les parcelles qui comporteraient des notations sur plusieurs années (information non disponible).

Néanmoins, une analyse de la variance a permis d'évaluer la part de variance expliquée par les différents facteurs et des moyennes ajustées pour chaque facteur simple ont été calculées. Ces moyennes ajustées ont permis d'affecter à chaque niveau de facteur une note (par différence entre moyennes des différents niveaux de chaque facteur) afin de calculer un score final sur 10 avec cette nouvelle grille.

Deux seuils de décision sont alors définis à partir du score final par tableaux de contingence qui croisent l'ISN mesurée mise en trois classes (<20%, 20-40% et >40%) et les trois classes de la nouvelle grille (faible, moyen, fort). Ces seuils sont choisis pour minimiser les faux positifs et faux négatifs. La grille ainsi finalisée est comparée à l'ancienne grille pour évaluer l'amélioration de la qualité prédictive.

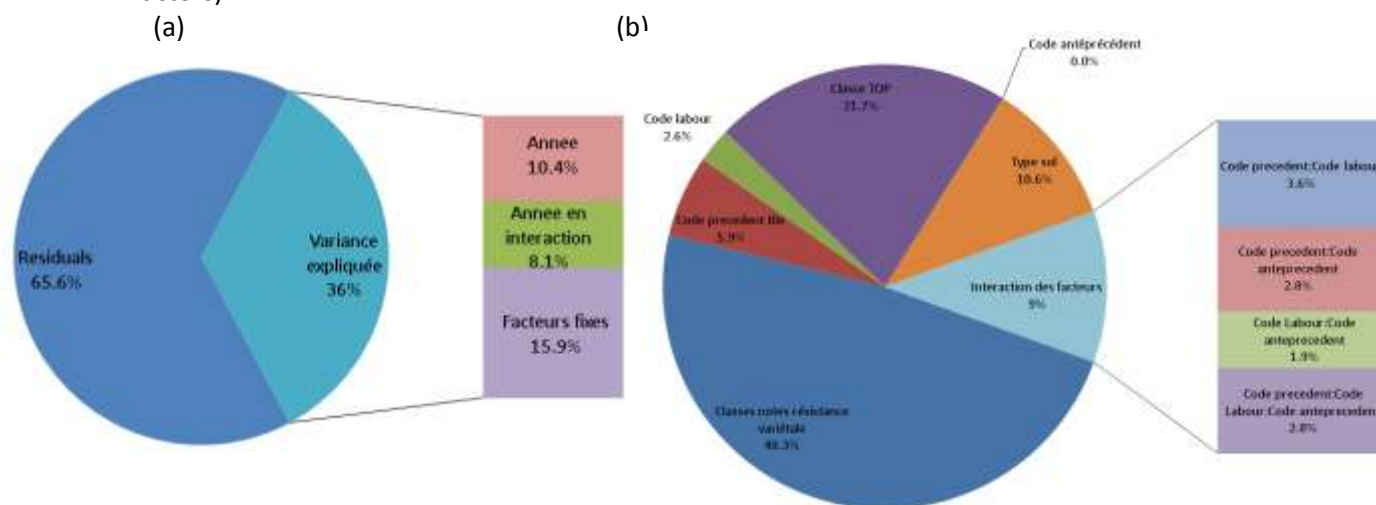
RESULTATS

Les figures 4a et 4b présentent les résultats de l'analyse de variance sur le modèle mixte ajusté. Ainsi, le modèle explique 34% de la variance de l'ISN. 66% de la variabilité n'est donc pas expliquée par les facteurs identifiés. Cette forte variance résiduelle peut notamment s'expliquer par le manque d'information sur le climat durant la montaison et le remplissage des grains, ainsi que sur l'absence d'élément concernant l'historique de la parcelle. Or il est admis que si la parcelle a, par le passé été infestée par du piétin verse, alors le risque est plus élevé. Parmi les 34% de variance expliquée, un tiers est expliqué par l'année, qui est un facteur aléatoire et non maîtrisable. Un quart de la variance est expliqué par l'année en interaction, majoritairement avec TOP et la note de résistance variétale.

Les facteurs de risques fixes (sans interaction avec l'année) représentent la moitié de la variance expliquée. Au sein de celle-ci, la note de résistance variétale en représente presque la moitié. La classe TOP représente quasiment un quart de celle-ci. Le potentiel infectieux du sol lié au précédent, anté-précédent et travail du sol représente finalement peu. Quant aux interactions impliquant le précédent, l'anté-précédent et le labour, elles ne représentent que moins d'un dixième de la variance expliquée par les facteurs fixes.

Figure 4: (a) part de variance expliquée et résiduelle du modèle; (b) part de variance expliquée par les facteurs fixes.

((a) variance part explained and unexplained by the model ; (b) variance part explained by fixed factors)



Les résultats des moyennes ajustées pour chaque niveau de facteurs sont présentés dans le tableau II. Ces moyennes mettent en évidence l'effet des facteurs identifiés. Ainsi, une variété résistante est en moyenne deux fois moins touchées qu'une variété sensible. Le risque climatique est aussi validé puisque plus l'indice TOP est élevé plus l'ISN moyen est fort. Concernant les autres facteurs, les écarts sont moins marqués voire nulles dans le cas de l'anté-précédent.

Tableau II : moyennes ajustées par niveau de facteur
(Adjusted means by factor level)

	Moyenne ajustée (% ISN)
Classe résistance variétale (note CTPS-ARVALIS)	
1_2	32
3_4	28
5_6_7	14
Classe indice TOP	
[0_30[17
[30_45[26
[45_100]	30
Classe de type de sol	
Argile	26
Limon_et_craie	28
Sable	19
Classe précédent	
Autre	22
Blé	27
Classe antéprécédent	
Autre	25
Blé	24
Classe labour	
Labour	26
Non labour	23

DISCUSSION

Les résultats de l'analyse de variance et le calcul des moyennes ajustés ont permis de calculer des notes à affecter en fonction du niveau des facteurs de risque. L'objectif de la grille est d'obtenir un score final compris entre 0 et 10 après addition des notes affectées pour chaque facteur. Une nouvelle grille d'évaluation du risque piétin verse a ainsi pu être proposée. Cette grille, présentée dans le tableau III, reprend l'ensemble des facteurs de risque et la note calculée à partir des moyennes ajustées. Cette grille a été soumise aux experts terrains qui ont validés les notes et apporter des compléments sur les sols et variétés. Ainsi, la note associée à la résistance de la variété implantée, levier principal dans la lutte contre cette maladie, a été positionné en haut de la grille. Une note CTPS supérieure ou égale à 5 ne justifie aucune intervention donc aucune note ne lui est affectée. De même, l'anté-précédent a été éliminé de la grille.

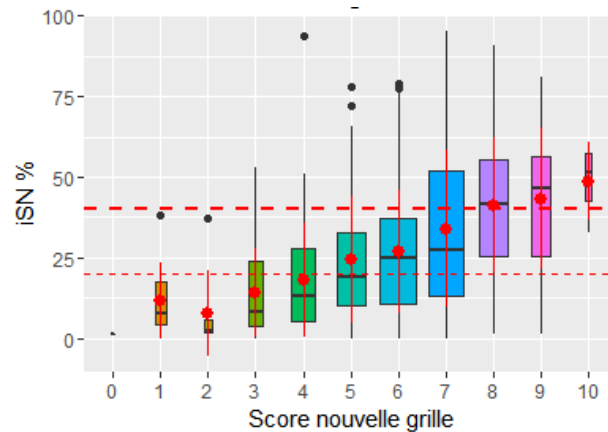
Tableau III : grille d'évaluation du risque piétin verse (AC = argilo-calcaire)
(*Eyespot risk assessment grid*)

Grille d'évaluation du risqué piétin verse	Note	Note retenue
Effet variétal		
Note CTPS ≥ 5	x	
Note CTPS 1 ou 2	4	
Note CTPS 3 ou 4	3	
Potentiel infectieux		+
<i>Précédent</i>		
Blé	1	
Autre	0	
<i>Travail du sol</i>		+
Labour	1	
Non labour	0	
Effet milieu Physique – type de sol		+
Limon battant, craie de champagne	2	
AC profond, sables battants, limon	1	
Argile, AC sup., graviers, sables	0	
Effet climatique		+
Indice TOP < 30	-1	
$30 \leq$ Indice TOP < 45	1	
Indice TOP ≥ 45	2	
Score final		=

En appliquant cette nouvelle grille aux parcelles de la base de données et en mettant en relation les scores finaux et les ISN (Fig. 5), plus le risque augmente plus l'ISN moyen (en rouge) augmente. La grille permet donc de bien classer les situations, des risques les plus faibles aux risques les plus forts. La représentation en boxplot montre néanmoins que pour chaque score il existe une forte variabilité de l'ISN, s'expliquant par la part de variabilité non expliquée par la grille (Fig.4).

Figure 5 : boxplot sur l'intensité de section nécrosée (%) en fonction du score final de la grille. En rouge, les moyennes et les écarts types associés.

(Boxplot of eyespot intensity (%) by final score of the grid. In red, mean and its standard deviation)



Il s'agit ensuite de fixer les scores seuils de la grille justifiant une intervention. Pour cela, il s'agit de définir des seuils qui minimisent les faux négatifs et surtout les faux positifs, car on ne souhaite pas que la grille soit trop alarmiste et fasse traiter inutilement.

Les tableaux de contingence permettent d'évaluer la répartition des parcelles de la base de données en fonction d'une classe de niveau de la grille et de l'ISN mesurée sur la parcelle. C'est à partir de ces tableaux qu'il est possible d'ajuster les meilleurs seuils pour définir les 3 classes de risque de la grille. La distribution des parcelles mis en pourcentage pour la grille historique actuellement appliquée dans la région Ile-de-France et pour la nouvelle grille sont présentés respectivement dans les tableaux IVa et IVb. Les résultats montrent que la nouvelle grille avec les seuils à 7 et 8 permet de mieux classer les parcelles avec 45% de bien classées (en gras) contre 40% pour la grille historique. Par ailleurs, le taux de parcelles en risque fort, passe de 14% à 9% (en rouge) et celui en risque moyen de 50% à 37% (en bleu). La nouvelle grille répond donc davantage à l'objectif de réduire les risques forts et par conséquent le recours au traitement, en isolant les cas les plus atteints (5% des ISN >40% sur 9%). Par ailleurs, le taux de faux négatifs qui conduit à déconseillé une intervention alors que l'ISN est supérieur à 40% reste similaire entre les deux grilles et est de l'ordre de 7-8% (en italique).

Table IV : (a) tableau de contingence de la grille historique en fonction de l'ISN (%) ; (b) tableau de contingence de la nouvelle grille en fonction de l'ISN (%)

((a) contingency table of the old grid by ISN (%) ; (b) contingency table of the new grid by ISN (%))

(a)

ISN / risque	Faible < 6	Moyen 6-7	Fort >7
ISN <20%	18%	17%	3%
ISN 20-40%	10%	17%	6%
ISN >40%	7%	16%	5%

(b)

ISN / risque	Faible < 7	Moyen 7-8	Fort >8
ISN <20%	28%	9%	1%
ISN 20-40%	18%	12%	3%
ISN >40%	8%	16%	5%

Ces résultats nous ont donc conduit à proposer la nouvelle grille d'intervention piétin verse présentée dans la figure 6 à l'échelle nationale, après une validation avec les données historiques acquises dans les régions Picardie, Nord-Pas-de-Calais, Lorraine, Champagne-Ardenne et Bretagne, ainsi que celles de Vivescia.

Figure 6 : grille d'intervention contre le piétin verse
(Risk assessment grid against eyespot)

Grille d'évaluation du risque piétin verse

Effet variétal		<input type="checkbox"/>	Risque final / conseil associé
Tolérance variétale			
Note CTPS >= 5		4	
Note CTPS 1 ou 2		3	
Note CTPS 3 ou 4		0	
Potentiel infectieux		<input type="checkbox"/>	
Précédent		1	
Blé		0	
Autre		0	
Travail du sol		1	
Labour		0	
Non labour		0	
Milieu physique		<input type="checkbox"/>	
Type de sol		2	
Limon battant, craie de champagne		1	
Argilo calcaire profond , limon peu battant, sables battants		0	
Argile, argilo calcaire superficiel, graviers, sables peu battants		0	
Effet climatique		<input type="checkbox"/>	
Effet année issu du modèle TOP		-1	
Indice TOP inférieur à 30		1	
Indice TOP entre 30 et 45		2	
Indice TOP supérieur à 45		2	
Score de risque final		<input type="checkbox"/>	

0	risque FAIBLE
1	Aucune intervention n'est requise
2	
3	
4	
5	
6	
7	risque MOYEN :
8	Observation conseillée et traitement si plus de 35% de tiges touchées ou si présence de la maladie sur la parcelle les années passées
9	risque FORT :
10	Traitement conseillé

ARVALIS-Institut du végétal 2016
En partenariat avec DRIAAF

Nous avons souhaité garder trois classes risques accompagnés chacun d'un conseil spécifique. Ainsi pour une parcelle en risque moyen, il est conseillé d'aller observer la parcelle, et si les attaques de tiges sont supérieures à 35%, seuil validé comme pertinent (Fig.2), alors un traitement peut être envisagé, même recommandation si la parcelle est connue pour avoir été infestée par le passé. Dans le cas d'un risque fort, supérieur à 8, alors un traitement est conseillé.

CONCLUSIONS

En conclusion, grâce aux données fournies par la DRIAAF, il nous a été possible d'actualiser une grille d'évaluation du risque d'intervention contre le piétin verse sur blé tendre. Cette nouvelle grille, dont les performances sont proches voire un peu meilleures que la grille historique appliquée à la région Ile-de-France, semble plus adaptée au contexte actuel peu favorable à des interventions spécifiques contre cette maladie. Ainsi, cette grille isole les situations ayant un risque agro-climatique très fort pour n'intervenir que dans les situations les plus extrêmes.

REMERCIEMENTS

Nous remercions tout particulièrement Bertrand Huguet de la DRIAAF qui a accepté de mettre à disposition ses données et permis ce travail. Merci à Florian Georgel pour le travail conséquent réalisé durant son stage. Nous remercions également Vivescia pour les données fournies nous ayant permis de vérifier la validité du seuil d'intervention de 35% de tiges atteintes ainsi que de valider la

nouvelle grille. Merci enfin aux collègues d'ARVALIS en région qui ont participé à la finalisation et à la valorisation de ce travail.

BIBLIOGRAPHIE

ANSES, 2015. Tests Résistance Piétin-Verse. Résultats Essais 2015.

Bockus W. W., Bowden R. L., Hunger R. M., Murray T. D. et Smiley R. W., 2010. Compendium of wheat diseases and pests (No. Ed. 3). *American Phytopathological Society*. 171p. 32-34.

Colbach N., Lucas P. et Cavalier N., 1994. Influence des successions culturales sur les maladies du pied et des racines du blé d'hiver. *Agronomie*, 14(8) : 525-540.

Delos M., 1995 - TOP : Modèle de prévision de l'évolution du piétin verse. *Phytoma - La Défense des Végétaux* 475 : 26-28.

Doussinault G., Delibes Castro A., Sánchez-Monge Laguna de Rins R. et García Olmedo F., 1983. Transfer of a major dominant gene for resistance to eyespot disease from a wild grass to hexaploid wheat. *Nature*, 303(5919) : 698-700.

Durand T., Micoud A., Remuson F., Walker A., Delos M. S., 2015. Résultats du réseau d'essai de suivi des résistances du piétin-verse aux fongicides (AFPP) et dynamique des épidémies. AFPP, Annales 12ème conférence international sur les maladies des plantes, Tours, France, 7 au 9 Décembre 2015.

Geloën M., 2003. Evaluation agronomique du risque piétin-verse. MFE. Arvalis, DRAD-SRPV et Agro-Montpellier. 37p.

Gouache D., Le Bris X., Borgard M., Deudon O., Pagé C., Gate P., 2012. Evaluating agronomic adaptation options to increasing heat stress under climate change during wheat grain filling in France. *European Journal of Agronomy*, 39 : 62–70.

Le Henaff G. et Durand T., 2003. Le piétin-verse du blé: la résistance conditionne la stratégie de lutte. *Phytoma-La Défense des végétaux* 559: 16-19.

Leroux P., Gredt M., Remuson F., Micoud A. et Walker, A. S., 2013. Fungicide resistance status in French populations of the wheat eyespot fungi *Oculimacula acuformis* and *Oculimacula yallundae*. *Pest management science*, 69(1) : 15-26.

Polley R. W. et Thomas M. R., 1991. Surveys of diseases of winter wheat in England and Wales, 1976–1988. *Annals of Applied Biology*, 119(1) : 1-20.

Rapilly F., Lemaire J. M. et Cassini R., 1971. Les principales maladies cryptogamiques des céréales. Institut technique des Céréales et des Fourrages. Paris 189p, 89 – 95.

Winter M., De Mol F., et Von Tiedemann A., 2014. Cropping systems with maize and oilseed rape for energy production may reduce the risk of stem base diseases in wheat. *Field Crops Research*, 156 : 249-257.

Zadoks J.C., Chang T.T., Konzak C.F., 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed research*, 14(6) : 415-421.