



Fonds de soutien à l'Obtention Végétale

TakeNOTAll : Caractérisation de la résistance variétale des céréales à paille au Piétin-Échaudage et prédiction du risque

Romain VALADE^{1*}, Cloé ADAM¹, Oriane BAUDOUIN¹, Philippe DU CHEYRON¹, Eric MASSON¹, Agnès TREGUIER¹, Quentin CROULLEBOIS², Laure DUCHALAIS³, Benoît FOUCAULT⁴, Cindy VITRY¹

1 - ARVALIS- Institut du Végétal, 3 rue Joseph et Marie Hackin, 75016 PARIS

2 - SECOBRA Recherches, Centre de Bois-Henry, 78580 Maule

3 - RAGT 2N, Route Epincy, 28150 Louville-la-Chenard

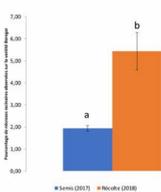
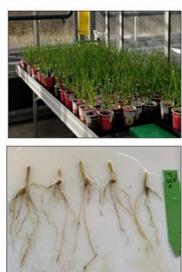
4 - KWS MOMONT, 1 rue Maurice Violette, 28150 Allonnes

*Coordinateur : Romain VALADE, r.valade@arvalis.fr



Le piétin-échaudage (Take-all), causé par le champignon tellurique *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* (Ggt), est la maladie racinaire du blé causant les plus importantes pertes économiques en France et dans le monde entier. Le blé et l'orge sont les espèces les plus sensibles alors que la sensibilité est très variable pour le triticale et faible pour le seigle. Au sein de ces espèces, peu de différences variétales ont été observées dans les études menées dans les années 1990. Néanmoins, des données obtenues dans le réseau d'Arvalis et des études récentes suggèrent une possible différence variétale dans la résistance au piétin-échaudage. Or, il est très difficile d'évaluer les variétés pour cette caractéristique. Dans ce projet, axé principalement sur de la méthodologie pour travailler la problématique du piétin-échaudage en sélection, nous avons mis au point différentes méthodes permettant de caractériser les variétés de céréales à paille vis-à-vis du Ggt.

Mise au point d'un test biologique et caractérisation de l'inoculum du sol



✓ Validation d'un test biologique pour caractériser l'inoculum du sol avec utilisation de la variété Boregar comme variété rapportrice

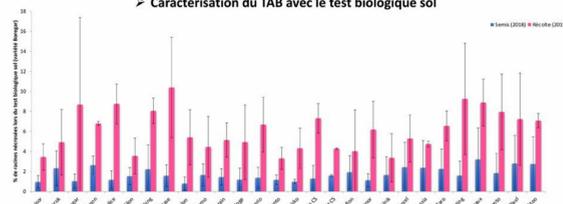
✓ Accumulation de l'inoculum au cours du cycle de la culture

✓ Pas de relation directe entre l'inoculum du sol au semis et la pression maladie à floraison → Le développement de la maladie et son incidence sur le rendement, va dépendre aussi des autres composantes abiotiques et biotiques du sol

Caractérisation des espèces et des variétés pour leur capacité au TAB

« Take-All inoculum Build-up » → Ce trait décrit la capacité d'une variété ou d'une espèce à accumuler de l'inoculum dans le sol au cours de sa culture. Ainsi, connaître les variétés et les espèces les moins accumulatrices en inoculum permettraient de les préconiser en première céréale afin de réduire le risque pour la céréale suivante.

Caractérisation du TAB avec le test biologique sol



✓ Plus de 4000 prélèvements de sols ont été analysés avec le test biologique en conditions contrôlées (2 années, 9 essais)

✓ Augmentation significative de l'inoculum de piétin-échaudage entre le semis et la récolte traduit par un pourcentage de racines nécrosées plus important sur la variété Boregar.

✓ Pas d'effet de l'espèce (blé tendre ou orge) sur l'accumulation de l'inoculum dans le sol

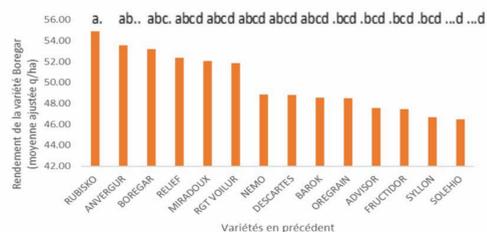
✓ Pas d'effet significatif de la variété même si des différences entre variétés sont observées → fort effet site qui influence fortement ce trait

Caractérisation du TAB in situ

✓ 10 variétés semées en 2017/2018 dans un site (Ouzouer le Marché (28))

✓ Semis de la variété Boregar en 2018/2019 sur les mêmes micro-parcelles référencées avec la variété précédente

✓ Notations de la maladie et mesures du rendement de Boregar



✓ Un effet rendement de la variété Boregar (récolte 2019) est observé selon la variété cultivée en précédent (récolte 2018).

✓ Le classement variétale lié au rendement est expliqué à plus de 80% par le pourcentage d'épis blancs et 40% pour le pourcentage de racines nécrosées.

✓ Certaines variétés sont préférables en 1^{ère} paille car elles minimisent la perte de rendements de la culture suivante → Pas relié au TAB? Même si ce trait doit probablement jouer un rôle, d'autres mécanismes en jeu restent à identifier comme la modification du microbiome du sol et de la rhizosphère.

Caractérisation de la sensibilité des espèces et variétés au piétin-échaudage

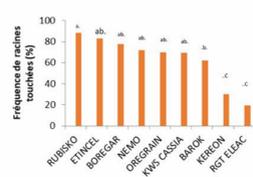
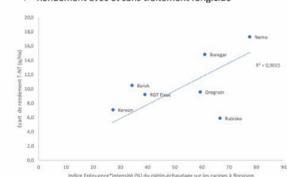
Mise au point d'une méthode d'inoculation aux champs

Lignes	Année 1	Année 2
Louville la Chenard (28)		
Allonnes (28)		
Marché (28)	Témoin non inoculé 1,5g/m ²	Témoin non inoculé 3g/m ²
Écaillonville la Compagne (27)	3g/m ²	3g/m ²



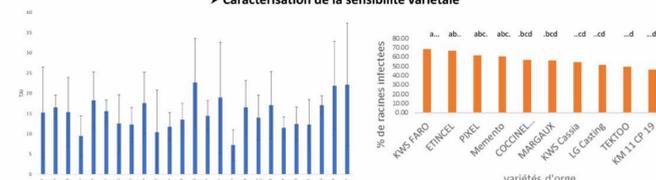
Mise au point d'une méthode en conditions favorables

- 7 essais en 2 ans
- Précédent blé
- Semis précoce
- Notations
- Rendement avec et sans traitement fongicide



- ✓ Inoculation possible avec 3g/m² (grains d'orge inoculés) pour obtenir une pression homogène de la maladie → Peut permettre de faire des essais type « pépinière »
- ✓ Protocole validé pour des essais en conditions favorables au piétin-échaudage: semis précoces avec précédent blé. Par contre, la pression est très variable selon les conditions pédo-climatiques ce qui rend difficile la caractérisation des variétés.
- ✓ Confirmation de la différence de sensibilité au piétin-échaudage entre les espèces de céréales avec le blé ≥ orge ≥ triticale avec les deux types d'essais.

Caractérisation de la sensibilité variétale



- ✓ Des différences observées entre génotypes de blé avec des tendances entre essais mais les analyses statistiques ne mettent pas en évidence de différences significatives → Fortes interactions GxÉ
- ✓ Des différences significatives observées entre génotypes d'orge mais dans 1 site et 1 une année

Le projet FSOV TAKENOTAL a permis de valider un test biologique qui a montré son efficacité pour mettre en évidence l'inoculum présent dans le sol ainsi que son accumulation au cours du temps en utilisant une variété rapportrice comme Boregar. Néanmoins, l'utilisation de ce test reste très fastidieuse et assez peu corrélée à la pression maladie observée. Ce résultat s'explique par le fait que le développement de la maladie et son incidence sur le rendement, va dépendre des autres composantes abiotiques et biotiques comme le microbiote du sol.

Ensuite, le projet a permis de mettre au point différents protocoles d'essais pour caractériser différents traits de génotypes de céréales vis-à-vis du piétin-échaudage. Grâce à ces méthodes, nous pouvons étudier la sensibilité variétale de différentes espèces de céréales ou étudier d'autres aspects comme l'efficacité des produits de biocontrôle.

Concernant la sensibilité variétale, nous n'avons pas mis en évidence de différences significatives entre les variétés testées. Il semblerait, en tendance, que certaines variétés réagissent différemment à la maladie mais cet effet n'est pas consistant entre les années et les sites. Ce résultat est cohérent avec des études précédentes qui n'ont jamais réussi à démontrer une résistance même partielle dans le blé tendre. Ainsi, il est possible que des mécanismes encore inconnus, très liés aux conditions pédo-climatiques, permettent à des variétés de plus ou moins bien résister à la maladie. Cette hypothèse expliquerait la forte interaction GxÉ qui semble exister pour l'interaction entre le piétin-échaudage et le blé.

Enfin, une originalité du projet a été d'essayer de caractériser, pour la première fois en France, le « Take-All inoculum Build-up », TAB, de variétés françaises. Nos résultats n'ont pas permis de mettre en évidence une forte variabilité entre les variétés des différentes céréales. Comme pour la sensibilité variétale, plusieurs facteurs semblent interagir avec l'accumulation de l'inoculum dans le sol et pas seulement l'effet génotype. Néanmoins, l'essai réalisé à Ouzouer en 2018/2019 a permis de confirmer que certaines variétés s'en sortent mieux que d'autres après un précédent blé. Le déterminisme de cette observation n'est pas encore connu (TAB, modification microbiome sol, structure du sol, architecture racinaires, ...) mais des études seraient utiles pour comprendre le mécanisme et ainsi pouvoir l'utiliser dans la lutte contre le piétin-échaudage.

