

## Blé tendre

**La septoriose est la maladie foliaire la plus nuisible des maladies du blé tendre. Des dispositifs expérimentaux ont permis d'établir un indicateur fiable pour rendre compte des pénalités sur le rendement : l'indice foliaire vert intégré. Un travail qui ouvre la voie à la mise au point d'outils d'aide à la décision robustes et à une meilleure caractérisation des variétés vis-à-vis de la septoriose.**

**L**es maladies foliaires du blé, et en particulier la septoriose, sont parmi les plus pénalisantes pour le rendement.

L'obligation de diminuer fortement l'utilisation des pesticides impose d'ajuster les stratégies de lutte en ayant recours à des outils d'aide à la décision (OAD) performants. Jusqu'à maintenant, les systèmes de seuils d'observation basaient les décisions de traitement sur des observations

Philippe Gate  
p.gate@arvalisinstitutduvegetal.fr

David Gouache  
d.gouache@arvalisinstitutduvegetal.fr

ARVALIS – Institut du végétal

C. Robert  
M.O. Bancal  
C. Lannou  
B. Ney  
INRA

# La nuisibilité de la bientôt cernée

du niveau d'attaque de maladie à un stade donné. La liaison entre ces seuils et la nuisibilité réelle de la maladie (perte de rendement ou de qualité imputable à la maladie) laisse souvent à désirer : en effet, la relation entre symptômes et rendement, souvent très bonne sur un essai donné, se dégrade fortement lorsqu'on regarde plusieurs essais.

Les travaux menés sur le réseau d'essais ARVALIS-Institut du végétal dans la moitié Nord de la France et sur le site de l'INRA à Grignon (78) permettent de mieux comprendre les mécanismes à l'origine de la nuisibilité des maladies, en tenant compte des critères comme la variété, la fertilisation ou la densité.

▶ Les maladies foliaires perturbent la croissance via plusieurs mécanismes (ou fonctions de dommage) : la diminution de surface verte résultant de la surface occupée par les lésions, la sénescence induite par la présence de la maladie, la perturbation de la photosynthèse des parties vertes de la feuille, l'augmentation de la respiration et le prélèvement de matière par le champignon.

**Montant sous l'action des pluies éclaboussantes, la septoriose peut infecter graduellement les différents étages foliaires en cours de montaison. ▶**



# septoriose

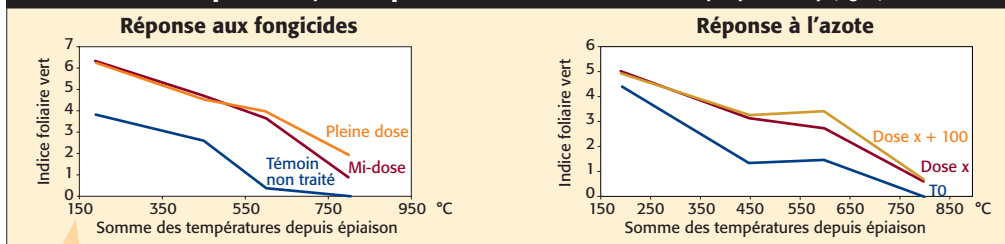


## Biologie de la septoriose et du blé cultivé

Le champignon responsable de la septoriose existe sous deux formes : sexuée (*Mycosphaerella graminicola*) et asexuée (*Septoria tritici*). Au cours d'un cycle de culture, c'est la forme sexuée qui est responsable des premières infections au cours de l'automne, par le biais d'ascospores transportées par le vent. Ces ascospores germent sur la surface des premières feuilles, et pénètrent celles-ci via les stomates. Un mycélium s'y développe et induit une nécrose des tissus des feuilles, formant des structures noires, visibles à l'œil nu, appelées pycnides. La forme asexuée prend ensuite le relais de l'épidémie. Lorsqu'elles sont humectées, les pycnides libèrent des pycnidiospores, qui sont transportées vers les feuilles saines (les plus récemment émises) sous l'effet des pluies. Elles germent et reproduisent le processus.

Le laps de temps entre la contamination d'une feuille et l'apparition des pycnides est beaucoup plus long que le laps de temps entre l'émission de 2 feuilles successives par une plante de blé. La septoriose prend donc inévitablement du « retard » par rapport à la sortie des feuilles, « retard » d'autant plus grand que les conditions météorologiques ne lui sont pas favorables.

**Evolution de l'indice foliaire vert après floraison d'une même variété semée sur une même parcelle (site expérimental d'Estrées-Mons (02), 2004) (fig. 1)**



Le temps est exprimé en degrés jours depuis la date d'épiaison. À gauche, courbe de réponse aux fongicides; à droite, courbe de réponse à la dose d'azote, la dose X correspondant à la dose optimale pour le rendement. On observe que les effets de la septoriose et d'une carence azotée ont des conséquences similaires sur l'évolution de l'indice foliaire vert.

Dans ces expérimentations, où différentes doses de fongicides et d'azote ont été appliquées, les mesures de rendement ont été accompagnées de mesures d'indice foliaire et de quantité de symptômes de septoriose et de sénescence au cours du temps (figure 1).

**Effets de la septoriose**

Les mesures réalisées ont permis de quantifier chacune des fonctions de dommage. Ces mesures ont notamment montré que la baisse de photosynthèse des feuilles était proportionnelle à la surface

**Certaines variétés comme Cabestan et Cockpit peuvent développer des indices foliaires verts très élevés, notamment grâce à la largeur de leurs feuilles : même avec une forte sévérité de maladie, il leur reste alors assez de surface verte pour remplir les grains.** ▼



Concernant la septoriose, les pénalités de croissance sont en grande partie imputables aux surfaces des lésions et à la sénescence induite par la présence du champignon.

occupée par les lésions de septoriose et la sénescence. Elles ont également montré que cette sénescence est fortement augmentée lors d'attaques de septoriose (figure 2).

L'utilisation d'un modèle de fonctionnement des plantes, dont les simulations prédisent bien la croissance de la plante lors d'une attaque de maladie, a permis de se rendre compte qu'il suffisait de prendre en compte uniquement deux fonctions de dommage pour rendre compte de la nuisibilité de la septoriose: la perte de surface verte due aux lésions de septoriose, et l'augmentation de la sénescence.

Pour évaluer la diminution de la surface verte des feuilles au cours du temps, le choix d'un indicateur mesurable au champ était indispensable. C'est la notion d'indice foliaire vert intégré qui a été retenue. Cet indice correspond à la surface verte occupée par les feuilles par unité de surface au sol, tout au long du remplissage.

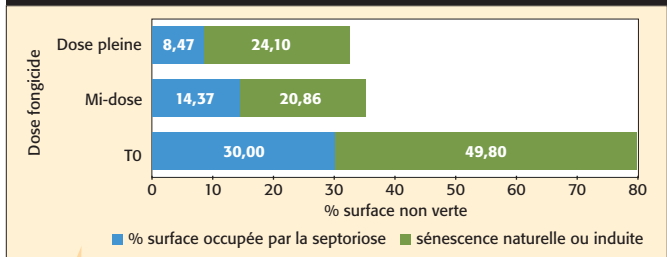
L'indice foliaire vert intégré permet de renseigner et de quantifier les pertes de rendement engendrées par une diminution de la surface verte des feuilles au cours du remplissage des grains (figure 3).

**Utilisation pratique de l'indice foliaire vert intégré**

L'indice foliaire vert intégré permet de quantifier sur une même échelle tous les stress qui se traduisent par une diminution de surface verte: maladies foliaires (septoriose, rouilles), carence azotée, sécheresse. Cela en fait un outil de diagnostic agronomique très puissant pour caractériser et comparer des parcelles soumises à plusieurs stress. On peut notamment comparer le comportement des variétés vis-à-vis de ces stress.

La figure 3 illustre bien les fortes différences de tolérance au stress entre variétés: pour un même niveau de stress, les variétés les plus tolérantes ont un rendement supérieur aux moins tolérantes de presque 20 q/ha. (suite page 60)

**Contribution relative de la surface occupée par la maladie foliaire et la sénescence naturelle ou induite par la maladie à la baisse globale de l'indice foliaire vert (fig. 2)**



Moyenne des mesures effectuées au stade laitoux-pâteux pour 3 doses fongicides (pleine, mi-dose et témoin non traité, TO).

La surface foliaire verte diminue sous l'effet d'attaques de septoriose.

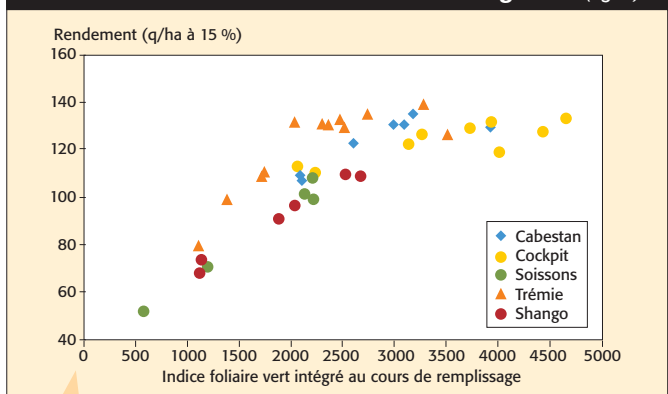


© C. Maumené, ARVALIS-Institut du végétal

© C. Maumené, ARVALIS-Institut du végétal

▲ L'estimation de l'indice foliaire vert intégré permet de rendre compte avec fiabilité des pénalités sur le rendement.

**Relation entre le rendement et l'indice foliaire vert intégré au cours du remplissage pour différents types de milieu, de variété, et de conduites azotées et fongicides (fig. 3)**



La figure 3 montre que la relation entre indice foliaire vert intégré et rendement est très robuste quels que soient les milieux, mais qu'elle dépend de la variété.

Si les mesures nécessaires à l'obtention de l'indice foliaire vert intégré demeurent assez coûteuses en temps, l'utilisation de mesures radiométriques apparaît comme une solution prometteuse, qui sera testée dans les années à venir.

**Les maladies foliaires du blé sont parmi les plus pénalisantes pour le rendement.** ▼

▶ L'estimation de l'indice foliaire vert correspond à la surface foliaire totale (m<sup>2</sup> de feuille par m<sup>2</sup> de sol) moins la surface occupée par les lésions et la sénescence.

**Indice foliaire vert intégré et aide à la décision**

Le calcul de l'indice foliaire vert intégré permet de prédire le rendement d'une parcelle, dès lors que l'on peut acqué-

rir à la fois son indice foliaire et l'évolution des maladies sur celle-ci, et ce quelles que soient les conditions de conduite et de milieu. De fait, il est possible d'entrevoir des systèmes d'aide à la décision prévoyant la nuisibilité des maladies qui combinerait un modèle d'évolution de maladies à une mesure d'indice foliaire par télédétection.

Enfin, ce formalisme permet de prendre en compte plusieurs maladies foliaires, comme le complexe rouille brune-septoriose. Cette avancée est également primordiale d'un point de vue de l'aide à la décision: la conduite de la protection phytosanitaire ne se prenant pas qu'en fonction du risque d'une seule maladie.

**La sénescence, un processus naturel... et utile**

Le processus de sénescence est un phénomène physiologique actif même sur des plantes saines et bien alimentées en azote. C'est par le biais de cette sénescence que peut se faire le recyclage de l'azote dans la plante: les protéines présentes dans les organes sénescents sont dégradées en acides aminés transportés vers les organes en développement. À partir du remplissage du grain, l'azote est remobilisé vers celui-ci, contribuant largement au taux de protéines. En situation de carence azotée, la teneur critique en azote déclenchant le processus de sénescence est atteinte plus rapidement, ce qui implique une baisse de l'indice foliaire vert précoce, qui, une fois quantifiée, permet d'évaluer de manière robuste les pénalités sur le rendement. Le fait qu'il y ait une accélération de la sénescence lors d'attaques de septoriose conduit à penser que cette maladie perturbe le métabolisme azoté des feuilles.



© Ch. Baudart, Perspectives Agricoles