

# Variétés résistantes à la septoriose

## Vers une meilleure prise en compte de la précocité variétale

Caractériser une variété comme véritablement résistante à la septoriose est un exercice complexe. La précocité variétale joue en effet un rôle dans l'expression de la maladie et peut biaiser l'appréciation. Un premier travail a permis de comprendre les origines de ce biais, ouvrant la voie à une meilleure caractérisation.

Une bonne caractérisation variétale de la résistance aux maladies est un enjeu important : dans des essais réalisés sur le site de Vraignes (80) sur trois années, l'utilisation de variétés résistantes a permis de réduire l'investissement fongicide de l'ordre de 20 €/ha, avec une pression de maladie moins variable d'une année à l'autre : 35 q/ha sur les variétés sensibles mais contre 14 q/ha sur les variétés résistantes. Au regard des obligations

du Grenelle de l'Environnement, qui impose un recours plus régulier à des méthodes de lutte non-chimiques, le déploiement de variétés résistantes - donc bien caractérisées

comme telles - prend même une importance croissante. Le travail présenté ici se penche sur un biais couramment observé dans les essais variétés - septoriose : la précocité.

**Une série d'essais a permis de valider la pertinence de la prise en compte de la précocité dans le classement variétal vis-à-vis de la septoriose.**

### Calculer dates d'émergence des étages foliaires et de progression de la maladie

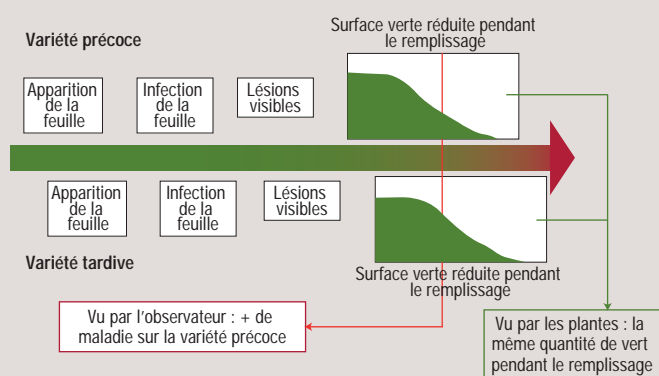
Etant donné les hypothèses (encadré 1) quant à l'origine de ce biais, on a calculé un indicateur qui exprime le développement de la maladie en tenant compte des dates d'émergence des feuilles : il s'agit du temps nécessaire, en degrés-jours, entre l'émergence d'un étage foliaire et

1

### Les hypothèses : tout est affaire de « timing » de la maladie par rapport à la plante

Au champ, dans un essai variétés, le niveau d'attaque de septoriose à une date donnée est corrélé à la précocité variétale, ce qui complique singulièrement la sélection de variétés résistantes. Pour comprendre d'où peut venir une telle observation, un retour sur les connaissances acquises est nécessaire. Celui-ci est schématisé ci-dessous :

Figure 1 : Evolution de la septoriose par rapport à la plante.



L'effet précocité ne reflète pas la façon dont la plante ressent l'effet de la maladie.

La figure illustre le fait que, pour deux variétés de précocités différentes, qu'on suppose de même résistance, l'apparition des feuilles se fait plus tôt pour la variété précoce. Du coup, quand l'observateur arrive, la maladie a eu plus de temps pour s'exprimer sur celle-ci, donnant l'impression qu'elle est plus touchée. Pourtant, du point de vue du rendement, ce qui importe c'est la surface verte disponible pendant la phase de remplissage des grains. Or, cette phase arrive elle aussi plus tôt pour une variété précoce ! L'effet précocité est donc bien un biais lié à l'observation, qui ne reflète pas la façon dont la plante ressent l'effet de la maladie, qu'il faut corriger.



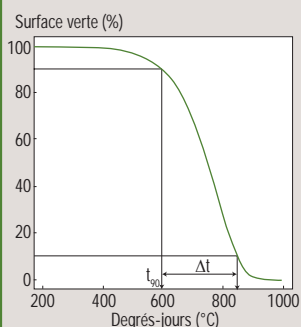
L'indicateur de résistance doit être calculé préférablement sur F1, éventuellement sur F2.

le décollage de la maladie sur l'étage en question (chute de sa surface verte de 10 %). Pour obtenir les dates d'émergence des feuilles des différentes variétés, on peut utiliser les dates d'épiaison, faciles à observer, et un modèle de phyllotherme (durée thermique entre l'apparition de deux feuilles successives, qui ne dépend pas de la variété) comme celui mis au point par ARVALIS-Institut du végétal. Ensuite, on a choisi d'utiliser les observations successives de surface verte pour caractériser la date d'apparition de la maladie (on a choisi comme critère la date à laquelle 10 % de la surface verte de la feuille est perdue). Le calcul de cette date se fait par l'ajustement statistique d'une courbe en S, dite de Gompertz (figure 2 et encadré 2). L'indicateur final est calculé comme la durée, en degrés-jours, entre l'apparition d'un étage foliaire d'une variété donnée et l'apparition de la maladie sur ce même étage. Deux séries d'expérimentations ont ainsi été réalisées en 2007 et 2008. La première série par un réseau d'essai mis en place en 2007 et 2008 pour valider

### Identifier des génotypes résistants à la septoriose est un enjeu important.

ces hypothèses. Il implique six à neuf variétés de précocité et de résistances variées, implantées sur sept sites ARVALIS-Institut du végétal (tableau 1). La maladie a été notée régulièrement permettant de calculer l'indicateur.

**Figure 2: Illustration des paramètres de l'équation de Gompertz ajustée aux données de maladies.**



«  $\Delta t$  » représente le paramètre de pente, exprimé comme le temps nécessaire pour passer de 90 à 10 % de surface verte.

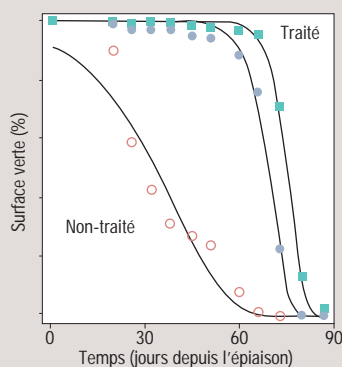
Les courbes de Gompertz permettent de calculer le moment où 10 % de la surface verte est amputée par la maladie ( $t_{90}$ ). Elles ont été ajustées sur les deux derniers étages foliaires de l'ensemble des variétés mises en expérimentation.

2

## Pourquoi la date d'apparition de la maladie plutôt que la vitesse ?

Pour les phénomènes modélisés par des courbes en S, deux paramètres comptent : la date de début du phénomène (ici «  $t_{90}$  ») et la vitesse à laquelle il se produit (ici «  $\Delta t$  »). Toutes les études concernant le suivi de la surface verte des céréales, qu'elles soient liées à des maladies ou d'autres stress, convergent pour montrer que c'est bien la date d'apparition qui est plus pertinente pour étudier les effets sur le rendement. Cela est dû au fait que la plante finit par sénescer naturellement, et ce de manière très rapide, même lorsqu'aucun stress n'est présent, comme l'illustre la *figure 3*, tirée des travaux anglais de Gooding (2000) : la modalité non-protégée sénescence beaucoup plus lentement que celle qui est protégée, mais ce qui pose problème, c'est que la perte de surface verte a commencé bien plus tôt.

**Figure 3 :** Comparaison de la cinétique de surface verte sur F1 de modalités traitées (pleins) et non-traitées (vides) contre la rouille jaune en Angleterre.



La vitesse de sénescence liée à la maladie est plus lente que la sénescence naturelle : c'est son démarrage plus précoce qui en fait la nuisibilité (d'après Gooding et al, 2000).



© N. Cornec

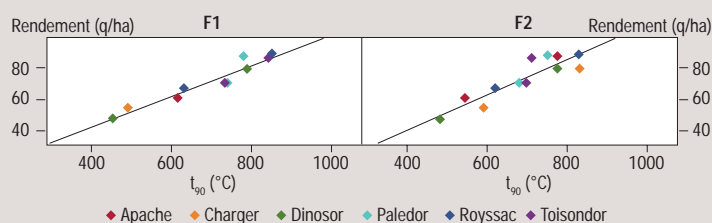
L'apparition de la maladie sur un étage foliaire est liée à la coïncidence entre son émergence et l'existence de conditions climatiques favorables.

**Tableau 1 :** Caractéristiques des variétés de l'expérimentation 1

Variété	Résistance à la septoriose	Précocité épiaison	Département	Année de récolte
Apache	Sensible	Précoce	18	2007
Charger	Sensible	Tardif	22	2007
Dinosor	Très sensible	Tardif	27	2007
Koreli	Peu sensible	Très tardif	91	2008
Paledor	Peu sensible	Précoce	18	2008
Rosario	Sensible	Très tardif	91	2008
Royssac	Très sensible	Précoce	51	2008
Sogood	Peu sensible	Très tardif		
Toisonдор	Peu sensible	Tardif		

➔ Dans la première expérimentation, 6 ou 9 variétés ont été suivies sur 7 sites.

**Figure 4 :** Relations entre le temps écoulé de l'émergence d'un étage foliaire à la perte de 10 % de la surface verte ( $t_{90}$ ) et le rendement pour un des essais.



Le classement variétal obtenu est plus discriminant sur F1 que sur F2.



L'analyse statistique des rendements a permis de valider la pertinence des essais, les variétés sensibles et résistantes se distinguant différemment

leur calculé sur F1 : cela apparaît logique, car c'est bien cette feuille qui contribue le plus au rendement et qui est la dernière touchée par la maladie.

## **Le calcul des dates d'émergence des étages foliaires des différentes variétés a permis de développer un indicateur de résistance du blé à la septoriose qui s'affranchit de la précocité variétale.**

suivant le fait qu'elles aient été traitées. Afin de valider la pertinence de l'indicateur, celui-ci a été relié au rendement observé sur les essais. Pour tous les essais, les relations entre l'indicateur et le rendement sont statistiquement significatives. Un exemple est présenté *figure 4*. Le classement variétal obtenu grâce au calcul de l'indicateur sur les parcelles non-traitées est tout à fait pertinent, distinguant bien les variétés sensibles et résistantes, sans biais lié au niveau de précocité. Ce classement est plus discriminant quand on utilise l'indica-

Cette première série d'essais réalisée montre que cet indicateur est effectivement efficace pour décorrélérer la résistance des variétés contre la septoriose à leur précocité. Cela permet de valider le schéma d'hypothèse présenté plus haut.

---

### **Les enseignements de la démarche**

Que nous a appris ce travail ? Premièrement, qu'il est pertinent, voire indispensable, de tenir compte de la précocité variétale si on se base sur des





La résistance à la septoriose et la précocité variétale se confondent souvent dans les essais, rendant la caractérisation variétale vis-à-vis de cette maladie difficile.

notations visuelles issues d'essais en contaminations naturelles. C'est ce qui est fait au GEVES et à ARVALIS-Institut du végétal, en tenant compte de groupes de précocité. L'amélioration qui consiste à calculer l'indicateur proposé est difficile de mise en œuvre : si on ne s'appuie que sur deux notations – le cas classique dans un essai variété – alors il faut s'assurer que la maladie évolue fortement

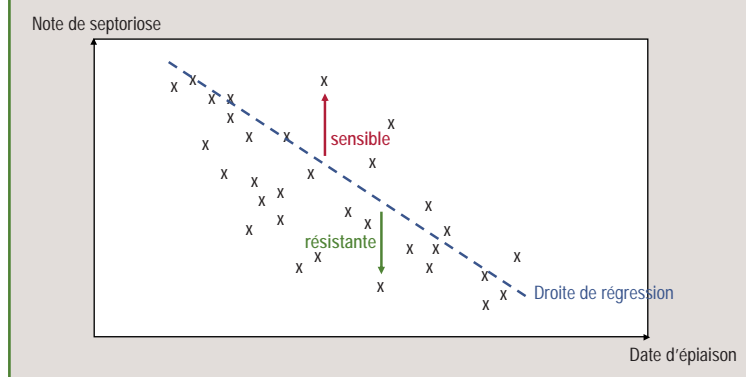
entre ces deux notations. Trois essais variétés complémentaires, conduits classiquement avec une quarantaine de variétés et seulement deux notations nous ont permis de dresser ce constat.

À minima, la technique classique préconisée par les sélectionneurs du CIMMYT<sup>1</sup> depuis 1990 se trouve confortée par ces travaux et doit être déployée : il s'agit d'utiliser comme indicateur l'écart à la régression entre note de septoriose et précocité (figure 5).

Les travaux illustrés ici permettent aussi d'entrevoir une amélioration de cette méthode classique : il s'agit de mieux prendre en compte l'interaction précocité – climat. Pour l'ins-

**Il est indispensable de tenir compte de la précocité variétale lorsqu'on se base sur des notations visuelles.**

Figure 5: illustration de la méthodologie classique pour décorrélérer précocité et résistance variétale dans un essai variété-septoriose.



tant, l'indicateur discuté dans ce travail et la méthode classique utilisent une variable strictement liée à la plante (soit la date d'émergence des feuilles, soit la date d'épiaison). Or, on peut aussi penser qu'en fonction de la précocité, les variétés ne rencontrent pas les mêmes conditions climatiques, ce qui jouerait sur la quantité de contaminations reçues. Nos travaux montrent que, dans un premier temps, la seule prise en compte d'une variable plante améliore nettement l'évaluation des variétés. Cela peut paraître étonnant,

mais s'explique par le fait que la gamme de conditions climatiques permettant l'infection de feuilles par la septoriose est très large. La prochaine étape d'amélioration consiste à prendre en compte une variable de type « phénoclimatique », qui croiserait stade de la plante et variables météo. En conclusion, ce travail valide donc l'importance de la prise en compte de la précocité pour le classement variétal vis-à-vis de la septoriose, et ouvre la voie à de possibles améliorations de cette prise en compte. ■

<sup>1</sup> Centre International d'Amélioration du Blé et du Maïs.

**David Gouache,**  
ARVALIS – Institut du végétal,  
d.gouache@arovalisinstitutduvegetal.fr  
**Corinne Robert,**  
INRA-AgroParisTech,  
Corinne.Robert@grignon.inra.fr

La notation visuelle doit être précisée en s'appuyant sur la précocité. Plus la variété se positionne en-dessous de la droite, plus elle est résistante, et inversement.

Ce travail a été réalisé dans le cadre de l'UMT (Unité Mixte Technologique) Pivert. Il a été soutenu par le projet Casdar n° 6128 « Gestion des fongicides et insecticides sur blé et colza... ». La poursuite du travail est en cours avec l'appui du FSOV: projet « Évaluation de la résistance du blé à la septoriose... ».

La surface verte disponible pendant le remplissage des grains est essentielle pour préserver le rendement.

