

Le taux de fleurs contaminées comme indicateur

Le pourcentage de fleurs infectées début floraison peut être utilisé comme indicateur de risque pour raisonner les traitements fongicides contre le sclérotinia. Dans nos essais menés depuis 2000, l'analyse *a posteriori* montre que le seuil de 30 % de fleurs infectées aurait permis d'éviter en huit ans 28 % des traitements par rapport à une protection préventive systématique. Globalement satisfaisant, cet indicateur trouve ses limites les années où le scénario climatique de fin de cycle est favorable à la maladie.

L'infection des pétales est une étape clé dans le cycle de la maladie. Le CETIOM a développé un indicateur de risque basé sur une mesure de pourcentage de fleurs contaminées début floraison pour raisonner les traitements fongicides.

Trois années d'essais conduits en partenariat avec l'INRA (2000, 2001 et 2002) ont montré que cet indicateur était plus précis que ceux basés sur une grille de risque ou sur un modèle climatique.

Les règles de décision sont simples : un traitement est recommandé lorsque le pourcentage de fleurs contaminées début floraison est supérieur à un seuil de décision. Aucun traitement n'est recommandé si le pourcentage de fleurs contaminées est inférieur à ce seuil.

Le choix de ce seuil dépend des objectifs de l'utilisateur, notamment de la fréquence des erreurs de préconisation qu'il est prêt à accepter.

Une étude plus large a montré que l'indicateur donnait des résultats précis entre 2000 et 2004 dans des conditions climatiques et de sys-



David Makowski
makowski@grignon.inra.fr

INRA

Laurent Ruck
ruck@cetiom.fr

CETIOM

© N. Cornec

▲ Le risque sclérotinia peut se prévoir à partir du taux de fleurs contaminées au début de la floraison. Mais la concrétisation du risque dépend en grande partie des conditions climatiques postérieures à la floraison.

contaminées

© F. Dupeuble, Ceriom



Depuis 2005, le risque sclérotinia est élevé en début floraison, mais 2006 et surtout 2007 ont connu des conditions climatiques de fin de cycle très favorables à son développement. ▶

tèmes de culture variés (264 situations testées). Ainsi, lorsque le pourcentage de fleurs contaminées est inférieur à 30 %, seul 1,2 % des situations expérimentales présentait un pourcentage de plantes malades à la récolte supérieure ou égal au seuil de nuisibilité (estimé à 10 % de plantes présentant des symptômes sur tige à la récolte) (tableau 1).

▶ Les performances de cet indicateur peuvent conduire à des erreurs de préconisations notamment lorsque les conditions climatiques de fin de cycle sont particulièrement favorables au développement de la maladie comme en 2007.

Les parcelles sur lesquelles de faibles pourcentages de fleurs contaminées avaient été mesurés correspondaient pour la plupart à des situations faiblement attaquées à la récolte.

De 2005 à 2007, agriculteurs et techniciens ont testé cet outil sur 471 parcelles.

L'indicateur est encore perfectible

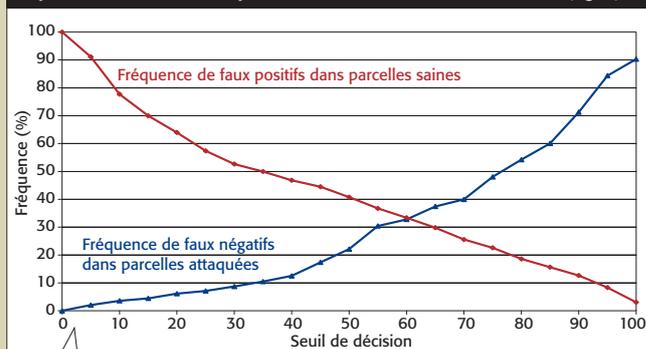
La capacité de cet indicateur à identifier les situations fortement attaquées sur tige en fin de cycle est étroitement liée aux conditions climatiques après la floraison. Ces conditions varient fortement d'une année à l'autre. Par exemple,

Un **faux négatif** est par définition une situation où le pourcentage de fleurs contaminées début floraison est inférieur au seuil de décision, mais le pourcentage de plantes malades à la récolte est supérieur au seuil de nuisibilité. Sa fréquence se calcule toujours par rapport au nombre de situations pour lesquelles le seuil de nuisibilité (ici 10 % de plantes avec attaques sur tige) est dépassé (figure 1).

Les **faux positifs** correspondent à des situations faiblement attaquées à la récolte (inférieur au seuil de nuisibilité estimé à 10 % de plantes avec symptômes sur tige), mais présentant un pourcentage de fleurs contaminées début floraison supérieur au seuil de décision retenu.

Définitions (enc. 1)

Fréquence de faux négatifs et fréquence de faux positifs en fonction du seuil de décision de l'indicateur (% fleurs malades). Toutes années confondues (fig. 1)



Si l'objectif est de diminuer la fréquence des faux négatifs, c'est-à-dire les situations fortement attaquées à la récolte, mais avec un taux de fleurs contaminées inférieur au seuil de décision, il faut accepter de réaliser plus de traitements et d'augmenter les faux positifs. En effet, à la récolte, une partie de ces traitements s'avéreront avoir été inutiles car les conditions climatiques postérieures à la décision n'auront pas été suffisamment favorables pour que le risque évalué au début de la floraison se concrétise.

Les données du réseau expérimental : valeurs de pourcentages de fleurs contaminées et de plantes malades à la récolte (tab. 1)

	Nb de situations	Pourcentage de fleurs contaminées				Pourcentage de plantes malades			
		min	moyenne	médiane	max	min	moyenne	médiane	max
2000*	20	6,3	46,6	47,2	94	0	17,5	7,5	85
2001*	46	2,5	55,2	57,5	100	0	4,0	0,0	39
2002*	42	2,6	37,7	28,8	98	0	12,5	2,5	80
2003*	62	0	21,5	11,3	100	0	3,8	1,0	29
2004*	83	0	66,3	72,5	100	0	7,0	1,5	43
2005	189	0	60	62,5	100	0	5,3	1,0	70
2006	151	0	57,6	67,5	100	0	19,4	10,0	90
2007	131	0	56,7	60,7	100	0	32,0	20,0	100
Ensemble	724	0	54,4	60,0	100	0	13,8	4,0	100

* année de validation de l'indicateur

Les moyennes cachent la grande variabilité des observations (les pourcentages peuvent varier de 0 à 100 % la même année). La médiane correspond à la valeur où il y a autant d'échantillons de part et d'autre.

l'année 2005 a été particulièrement peu favorable au développement de la maladie après la floraison. Cela a conduit à un grand nombre de faux positifs (encadré 1), c'est-à-dire de situations où le pourcentage de fleurs contaminées début floraison était élevé et le pourcentage de plantes malades à la récolte faible.

La fréquence de faux négatifs fluctue également selon les conditions de l'année (encadré 2). Les faux négatifs correspondent à des situations où un traitement fongicide aurait dû être recommandé, mais ne l'a pas été. Pour un seuil de 30 % de fleurs contaminées, il y a eu, en moyenne entre 2000 et 2007, 9 % de faux négatifs. Trois années sur huit, ce taux a été supérieur à 15 %, notamment en 2007. En revanche, en 2003 et 2004, il n'y a pas eu de faux négatifs. Les années 2000 à 2002 sont moins intéressantes pour juger des performances de l'indicateur car moins de 50 parcelles avaient été suivies chaque année (tableau 2).

▶ La fréquence de parcelles non traitées à tort est variable d'une année à l'autre et peut même être très élevée une année à forte pression sclérotinia comme 2007 (39 %).

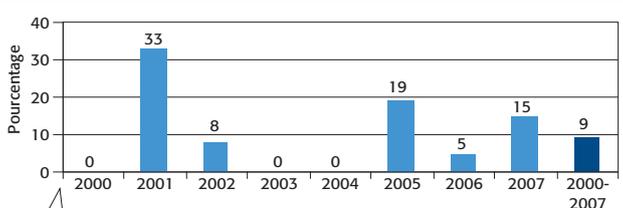
À chacun ses objectifs et son niveau de risque

Le sclérotinia est perçu par les producteurs et leurs conseillers comme une maladie très préjudiciable. Pour raisonner la protection fongicide et ne pas traiter systématiquement, ils souhaiteraient utiliser des indicateurs comme le pourcentage de fleurs malades. Mais son utilisation peut conduire à des erreurs de préconisation dont la fréquence évolue avec le seuil retenu et la sécurité recherchée. Le seuil de décision doit donc être choisi au cas par cas en fonction des

Des erreurs liées aux aléas climatiques (enc. 2)

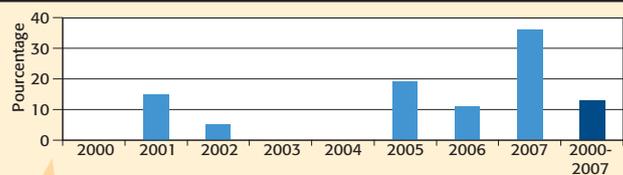
Si en moyenne le taux de faux négatifs est « acceptable » (9 %), il varie énormément d'une année à l'autre (0 à 33 %) (figure 2). Cette variation ne peut pas être connue à l'avance car, d'une part, l'évaluation réalisée début floraison ne tient pas compte d'éventuelles contaminations ultérieures. D'autre part, le niveau final d'attaque sur tige est dépendant des conditions climatiques post floraison.

Pourcentage de faux négatifs entre 2000 et 2007 (fig. 2)



En 8 ans, l'indicateur conseillait dans 9 % des cas de ne pas traiter alors qu'il aurait fallu.

Pourcentage de parcelles non traitées qu'il aurait fallu traiter entre 2000 et 2007 (fig. 3)



Les parcelles non traitées à tort sont celles pour lesquelles l'indicateur de décision est inférieur au seuil de 30 % et le taux d'attaque sur tige supérieur à 10 %. Elles sont estimées par rapport à l'ensemble des parcelles non traitées.

Seuils de décision permettant de ne pas dépasser 5 % ou 10 % de faux négatifs et fréquence de traitement correspondante (tab. 2)

Moins de 5 % de faux négatifs		année	Moins de 10 % de faux négatifs	
Seuil de décision	Fréquence traitements		Seuil de décision	Fréquence traitements
0	100	2007	20	83
25	75	2006	35	73
0	100	2005	20	88
60	67	2004	75	49
50	13	2003	50	13
5	98	2002	30	50
10	89	2001	10	89
40	60	2000	40	60
15	78	2000-2007	30	65

objectifs de l'utilisateur et des niveaux de risque qu'il est prêt à accepter.

En cas de conditions ultérieures à la décision très favorables comme en 2007, le pourcentage de parcelles non traitées qu'il aurait fallu traiter apparaît difficilement acceptable pour certains agriculteurs (figure 3).

Une solution serait d'associer un régime d'assurance à l'utilisation de l'indicateur. La mutualisation du risque, avec un coût qui serait fonction du seuil retenu, permettrait alors à l'agriculteur de limiter les risques économiques liés aux faux négatifs. Avec ce système, la perte de rendement induite par une attaque nuisible sur une parcelle non traitée serait indemnisée par l'assurance. Une telle approche pourrait conduire à une réduction d'environ 20 % des applications fongicides sur les parcelles de colza. ■

La fréquence de traitements varie avec le seuil de décision associé au pourcentage de fleurs contaminées. En 2007, les traitements préconisés par l'indicateur ont été plus nombreux qu'en moyenne sur les huit années. En moyenne, le seuil de 30 % de fleurs contaminées début floraison permet sur la période 2000/07 de ne pas dépasser les 10 % de faux négatifs. La fréquence de traitement aurait alors été de 65 %. Si l'objectif est plus ambitieux avec moins de 5 % de faux négatifs en moyenne, le seuil doit être abaissé à 15 % de fleurs contaminées début floraison et la fréquence de traitement augmente à 78 %. L'objectif de moins de 5 % de faux négatifs par an conduit au seuil « 0 » pour tenir compte des années 2005 et 2007. L'indicateur perd alors grandement de son intérêt car le traitement devient donc systématique.

◀ La décision finale de traiter appartient à chacun selon le risque qu'il est prêt à prendre.



© N. Cormeac