

# Méthodologies d'évaluation de l'innovation variétale

L'évaluation des variétés doit permettre de connaître les caractéristiques techniques du matériel génétique et leur adaptation aux différentes contraintes locales ou facteurs limitants de la zone de production betteravière. Différents réseaux d'expérimentation sont mis en place afin de repérer les variétés les plus innovantes répondant aux besoins des agriculteurs et permettant de prendre en considération les orientations d'une production agricole moins dépendante des intrants souhaitée par la société. Ils permettent de mesurer les caractéristiques importantes des variétés avec des dispositifs spécifiques pour chaque caractère recherché : les essais de rendement, les essais de tolérance aux maladies transmises par le sol, les observatoires de montées à graines et de maladies du feuillage.

## Mise en place d'un réseau d'essais

Un essai permet de comparer dans un même lieu, pour un même itinéraire cultural, plusieurs variétés. Un réseau d'essais permet de multiplier les situations tant du point de vue agro-climatique que du point de vue de l'itinéraire cultural mis en œuvre. L'optimisation du réseau d'essai est un point crucial pour fournir à l'agriculteur les informations pertinentes afin qu'il choisisse les meilleures variétés adaptées à sa parcelle.

Le choix des sites d'expérimentation se complexifie au fur et à mesure que les caractéristiques recherchées chez les variétés évoluent : augmentation de la pression des bioagresseurs, recherche de variétés moins dépendantes des intrants s'ajoutent aux caractères classiques de productivité et de qualité de récolte.

De manière générale, les différences de rendement observées sur un réseau d'essais sont dues pour 90% au contexte agro-climatique, pour 5% à la variété et pour 5% à l'interaction entre la variété et le milieu puisque chaque variété subit différemment les effets du milieu. **Il n'est donc jamais pertinent de se référer à un seul essai, même le plus proche de son exploitation, pour choisir ses variétés.** Le type de sol (profondeur, réserve en eau,...) et les conditions de culture ont trop d'influence sur le résultat final.

La gamme variétale proposée par les sélectionneurs s'est élargie grâce à un effort fait sur l'introduction de gènes de résistance ou de tolérance à certains bioagresseurs : rhizomanie, nématodes, rhizoctone brun, doubles tolérances. Il est donc nécessaire d'intégrer dans le choix des lieux d'essais cette dimension en caractérisant pour chaque lieu le niveau de pression et en choisissant les lieux appropriés pour évaluer les tolérances et s'assurer de la durabilité de ces résistances.

Le réseau de l'ITB est structuré en différents dispositifs expérimentaux selon les critères à évaluer. En 2015, 32 essais ont été implantés (16 pour l'ITB, 16 pour les SAS) pour tester les variétés tolérantes à la rhizomanie et 21 essais pour les variétés spécifiques,

soit doubles tolérantes rhizomanie/nématodes, ou rhizomanie/rhizoctone brun.

Pour la culture de betterave, un travail méthodologique a été mené entre l'ITB et les Services Agronomiques de Sucreries pour mettre en commun les réseaux d'essais et apporter de la cohérence dans le choix des lieux à expérimenter et dans l'analyse et la diffusion des résultats.

Le tableau ci-contre récapitule les différents types d'essais mis en place à l'ITB avec le nombre de sites et de variétés testées en 2014.

## Un réseau pour évaluer le rendement et la qualité industrielle

La recherche d'une productivité maximale est l'enjeu de compétitivité principal de la filière. La qualité technologique pour une meilleure transformation et un équilibre entre poids et richesse en sucre sont des objectifs à prendre en considération pour assurer le revenu des producteurs, d'une part, et optimiser le transport et le processus de transformation de l'industrie, d'autre part. Les progrès de rendement observés en betterave sont pour une grande partie liés aux évolutions génétiques, et on constate que le poids des racines augmente beaucoup plus fortement que la teneur en sucre.

Un réseau multilocal d'évaluation des caractéristiques du rendement et de la qualité industrielle est implanté annuellement par l'ITB et les Services Agronomiques de Sucrerie ; il permet de proposer une liste interprofessionnelle de variétés conseillées.

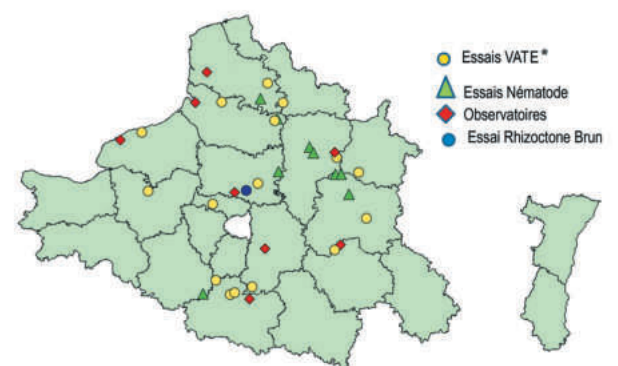
Afin de guider au mieux les agriculteurs dans le choix des variétés à cultiver, différents critères sont mesurés tout au long de la culture :

- La qualité de levée fait l'objet d'une attention particulière car elle influence la qualité du désherbage et la production finale. La levée de betterave est une phase cruciale pour assurer une implantation optimale de la culture et la période post-semis est souvent une étape délicate. Une très bonne qualité de semences est donc recherchée. La vitesse de

Liste des essais variétés mis en place en 2015

Types d'essai	Variétés	Sites
Rhizomanie (avec et sans rhizomanie)	42	16
Nématodes (sans nématodes)	25	6
Nématodes (avec nématodes)	25	9
Rhizoctone brun (sans rhizoctone brun)	11	6
Rhizoctone brun (avec rhizoctone brun)	11	1

## 1 Implantation de l'expérimentation variétés ITB en 2015



\*VATE - Valeurs Agronomiques Technologiques et Environnementales



Une plateforme d'expérimentation.

levée et la population finale de chaque variété sont mesurées. Nous constatons une accélération de la rapidité de levée depuis la mise sur le marché de graines activées par les différentes sociétés semencières.

- A la récolte, l'ITB utilise un matériel de récolte spécifique adapté aux travaux d'expérimentations. L'analyse des échantillons est réalisée dans notre nouveau centre de réception au Griffon, dans l'Aisne, pour mesurer les niveaux de rendement, de tare terre, de richesse et de qualité industrielle.



Semis d'une plate-forme d'expérimentation.

La présence de maladies foliaires doit être contrôlée très fréquemment car cela peut avoir un impact non négligeable sur les résultats, en particulier une protection fongicide systématique peut favoriser les variétés les plus sensibles en leur faisant exprimer un potentiel de rendement qu'elles ne peuvent pas reproduire en situation normale d'utilisation raisonnée des traitements fongicides et en contrepartie les variétés moins sensibles ne sont pas mises en valeur. Depuis 2010, de nouvelles règles sont appliquées pour gérer le déclenchement des traitements fongicides sur l'ensemble des variétés dans les expérimentations : des variétés sont choisies pour leur niveau de résistance aux maladies. Ces variétés font l'objet d'observations hebdomadaires pendant la période de risque pour suivre la contamination par les différentes maladies foliaires. Un traitement est déclenché sur la totalité de l'essai lorsque le seuil IPM (Indice de Pression de Maladie) est atteint sur la variété de référence. Pour s'engager dans la voie d'une réduction d'intrants, les variétés de référence choisies présentent un bon niveau de résistance aux maladies afin de favoriser les performances des variétés les plus résistantes et d'orienter ainsi les semenciers vers la recherche de variétés plus résistantes ou au minimum moins sensibles tout en faisant progresser la productivité.

## Des essais spécifiques en terrains fortement infestés

Des essais spécifiques en terrains fortement infestés par la rhizomanie ou les nématodes sont mis en place chaque année pour évaluer les performances des variétés tolérantes ou résistantes dans ces contextes particuliers. Les variétés disponibles sur le marché possèdent toutes au moins un gène de résistance à la rhizomanie, certaines sont en plus tolérantes au nématode à kystes ou tolérantes au rhizoctone brun. Depuis 2008, on observe une évolution de la gravité de la rhizomanie dans une zone du Loiret qui est historiquement particulièrement touchée par cette maladie. Il est probable que le virus s'adapte progressivement à la résistance variétale, et l'ITB a alerté les sélectionneurs sur ce contournement maintenant avéré de résistance. Ils ont

donc pris en compte cette évolution en intégrant plusieurs sources génétiques de résistance à la rhizomanie. En 2010, la première variété double tolérante Britta était à disposition des agriculteurs, de nouvelles variétés possédant cette double résistance apparaissent aujourd'hui sur le marché. Une attention particulière est donc portée aux choix des sites d'essais et à la répartition du nombre de sites avec une pression rhizomanie élevée. Il est en effet indispensable de s'assurer de la très bonne tolérance des variétés, en particulier dans le cas de très forte pression.

## Un réseau dédié aux montées à graine et aux maladies foliaires

L'ITB met également en place un réseau spécifique appelé « réseau observatoire des variétés » pour comparer la sensibilité des variétés aux montées à graines et aux maladies foliaires. Ces essais ne font pas l'objet d'estimation de rendement. La tendance actuelle à des semis plus précoces expose la betterave à une période de vernalisation plus longue favorisant la montée à graine. Les printemps froids comme en 2013 sont également des conditions à risque. Il est donc capital de veiller au niveau de résistance à la montée à graine afin de minimiser les risques. Trois types de montées sont ciblés : sensibilité à la vernalisation forte, par des semis précoces en zone littorale (Haute-Normandie et Nord), sensibilité à la vernalisation moyenne (semis précoces en Picardie), présence de plantes annuelles dues aux pollutions polliniques dans les parcelles de production de graines (semis à date normale au sud de Paris et en Champagne). En ce qui concerne la sensibilité aux maladies foliaires, des notations sont réalisées pour chaque maladie (oidium, rouille, cercosporiose, ramulariose). Pour ce faire, deux zones non traitées en fongicides sont aménagées dans le dispositif et un suivi très régulier pour des notations de gravité est réalisé sur toutes les variétés. L'utilisation de 4 ou 5 notes par variété permet d'obtenir un indice de sensibilité aux maladies foliaires très robustes. Le graphique page I illustre l'évolution des symptômes sur plusieurs variétés et montre des dynamiques d'évolutions de la gravité de la cercosporiose en fonction du temps très différents.

## Adaptation d'une variété à son milieu de culture

Une variété peut avoir un comportement différent d'un lieu à l'autre. Il est important d'en comprendre les raisons pour conseiller à l'agriculteur la variété la mieux adaptée au contexte de sa parcelle. Une telle démarche nécessite une meilleure prise en compte des conditions du milieu pour permettre d'identifier les variétés qui ont un comportement



Plate-forme d'expérimentation en cours de levée.

spécifique dans un environnement donné. L'INRA et les instituts techniques de grandes cultures mutualisent leurs efforts pour développer des méthodes permettant de mieux prendre en compte ces interactions entre les variétés et leur milieu de culture. L'enjeu est important dans le contexte actuel de diminution des intrants et de recherche de compétitivité. Le choix variétal doit intégrer non seulement la productivité des variétés mais également leur capacité à maintenir un bon potentiel en présence de facteurs limitants. Pour progresser dans l'évaluation variétale, il est donc nécessaire de progresser dans la caractérisation des milieux. Le climat est la caractéristique la plus facilement accessible, même si le climat subi par la plante ou la graine peut varier sensiblement par rapport au climat d'une station météo. La pression des maladies foliaires peut se quantifier pourvu qu'un suivi le plus régulier possible soit réalisé sur la parcelle d'essai. En revanche, la quantification des stress hydriques ou azotés est plus délicate. C'est la raison pour laquelle l'ITB recherche de nouvelles méthodes pour caractériser ces facteurs du milieu, par des modèles, des mesures, ou la complémentarité des deux.



Présentation des essais aux planteurs.

Pour identifier et quantifier les facteurs limitants, la première piste étudiée est la valorisation du réseau d'essais à l'échelle pluri-annuelle, certaines variétés pouvant se retrouver jusqu'à 8 ans dans l'ensemble des essais d'un réseau. La multiplication des sites et des années permet d'élargir la gamme de conditions agro-climatiques. Ces premières études ont montré en particulier que les variétés de betterave présentent des niveaux d'efficacité différents vis-à-vis de l'azote. Dans ces études, le facteur limitant azote a été calculé grâce à l'utilisation du logiciel Azofert pour estimer à partir du climat réel les fournitures en azote du sol. En plus de l'utilisation d'Azofert, l'ITB met en place depuis 2009 un dispositif expérimental contigu des essais variétés avec différentes doses d'azote pour évaluer sur la base du rendement final la dose d'azote optimale de l'essai. Cette approche permet de porter un diagnostic sur l'adéquation entre la dose apportée sur l'essai, correspondant à celle calculée par Azofert avant le semis sur la base d'un climat moyen jusqu'à la récolte, et celle correspondant à la dose optimale a posteriori. Ces dispositifs annexes sur l'azote nous confirment par ailleurs l'existence d'une sensibilité variétale vis-à-vis de ce facteur limitant.

Ces nouvelles méthodes en cours de développement doivent apporter une meilleure connaissance du comportement des variétés dans son milieu de culture et permettre de mieux instruire la question du choix variétal pour l'agriculteur. La caractérisation variétale doit être suffisante pour lui permettre d'opérer un choix optimal parmi les variétés disponibles, au regard de ses objectifs et de ses contraintes techniques et environnementales.

## Une pression faible des maladies foliaires en 2015

Le complexe de maladies foliaires cryptogamiques (oïdium, cercosporiose, rouille et ramulariose) est présent chaque année dans les parcelles betteravières. L'importance de l'une ou de l'autre des maladies dépend fortement des facteurs climatiques annuels, des pratiques agronomiques et de la sensibilité variétale, qui va favoriser plus ou moins certaines maladies du complexe. Lorsqu'elles sont mal maîtrisées, elles peuvent entraîner de 15 à 20 % de pertes de rendement. La pression des maladies et le besoin en protection fongicide sont évalués chaque année dans le réseau de parcelles de référence, « RESOBET-FONGI ». La page suivante a pour objectif de réaliser à partir de ce réseau un bilan de la situation sanitaire des maladies foliaires.

### Un développement des maladies surtout au mois d'août

**Un climat peu favorable avant le mois d'août**  
Le climat de juin a été relativement chaud, mais surtout sec, ce qui a limité le développement des maladies foliaires. Les orages de la deuxième quinzaine de juin ont entraîné l'apparition des premières taches, mais ce développement a été stoppé par la suite du fait de l'absence d'humidité, notamment au moment de la vague de chaleur du 30 juin au 7 juillet. Après le retour d'une certaine pluviométrie, une deuxième vague de chaleur du 15 au 22 juillet a particulièrement affecté les régions du Sud-Ouest au Nord-Est, ce qui a limité le développement des maladies dans ces régions-là. Les parcelles les plus atteintes ce mois-là sont celles irriguées ou celles fortement arrosées, notamment au Nord-Ouest.  
Le mois d'août a été plus frais que le mois de juillet et pluvieux, voire orageux selon le même gradient nord-ouest/sud-est qu'au mois de juillet, ce qui a permis aux maladies de se développer. Seul le nord-est a conservé un temps plus chaud et plus sec que la normale avec un nouvel épisode de fortes chaleurs début août et des pluies peu abondantes, limitant fortement le développement des maladies. En revanche, sur les côtes de la Manche et du Cotentin, les cumuls de pluie ont été supérieurs à la normale. Au final, cet été 2015 s'avère être le 2<sup>e</sup> été le

plus chaud depuis plusieurs décennies, et l'un des plus secs (cf. figure 1).  
Les températures moyennes du mois de septembre ont continué à limiter le développement en arrière-saison des maladies, malgré le retour de l'humidité.

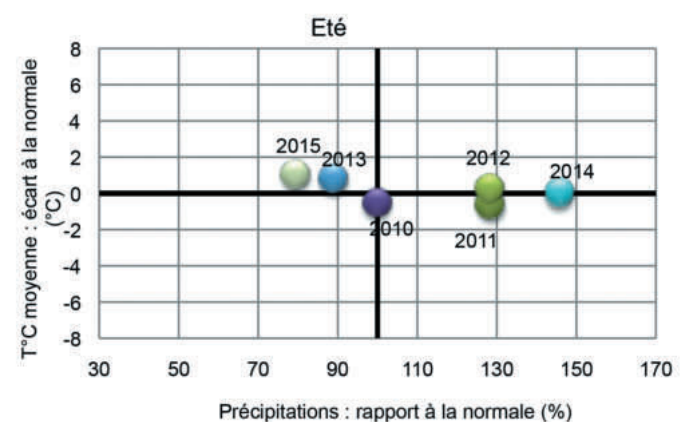
**Des interventions principalement en août**  
La date moyenne de 1<sup>re</sup> intervention se situe au 4 août, et celle de 2<sup>e</sup> intervention au 26 août (cf. figure 2). La région la plus précoce cette année est la Normandie. Cette région a bénéficié de températures et d'une pluviométrie proche de ses normales saisonnières, ce qui n'était pas le cas des régions à l'est notamment. A part pour la Normandie, les 1<sup>re</sup> et 2<sup>e</sup> interventions sont plus tardives que la moyenne pluriannuelle de l'ordre d'une semaine, avec des écarts qui peuvent augmenter à plus de 10 jours sur tout l'est des zones betteravières.

**La rouille, maladie dominante de l'année**  
La rouille a déclenché 57 % des 1<sup>res</sup> interventions, suivie à 21 % par l'oïdium, et par la cercosporiose à 19 % (cf. figure 3). La rouille est dominante dans toutes les régions, sauf en Champagne où la cercosporiose domine, et sauf en Normandie où l'oïdium déclenche près de 40 % des interventions.  
La rouille se développe à une température optimum de 10 à 22°C avec une humidité de 95 %, elle a donc été favorisée par la fraîcheur du mois d'août et le retour de l'humidité.

### RESOBET-FONGI : un dispositif original

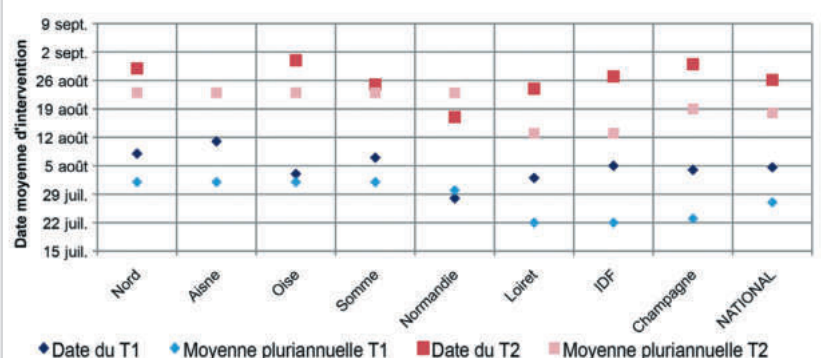
Ce réseau est original de par sa dimension multi-partenaires : sont impliqués le développement agricole, des firmes, des semenciers, des services agronomiques de sucrerie, des SRAL et des agriculteurs.  
De plus, il permet de suivre un grand nombre de parcelles ; de 150 à 200 sont suivies chaque année de juin à la récolte, via une notation de la fréquence de feuilles atteintes pour chaque maladie qui permet d'obtenir une Intensité de Pression de Maladie (IPM). Une interface web de saisie inter-instituts, Vigicultures®, permet de saisir les données observées. Ces dernières permettent aux animateurs de filière de rédiger les analyses de risque des maladies foliaires, qui sont synthétisées dans les BSV, Bulletins de santé du Végétal, et complétées par des conseils dans les notes d'informations régionalisées.

### 1 Ecart aux normales climatiques des étés 2011 à 2015



L'écart à la normale des précipitations est en abscisse et l'écart à la normale des températures est en ordonnée pour les étés (juin à septembre) 2011 à 2015. L'année 2015 s'avère être la plus chaude (+ 1 °C) et la plus sèche (- 20 %) depuis 2011.

### 2 Dates d'interventions pour les 1<sup>re</sup> et 2<sup>e</sup> interventions selon les régions



Les dates des 1<sup>re</sup> et 2<sup>e</sup> interventions de 2015 sont comparées aux dates moyennes de 2007 à 2014 dans le RESOBET-FONGI. Ainsi au niveau national, la date du T1 est en moyenne de 2007 à 2014 au 27 juillet, et en 2015 au 4 août. La date de 2<sup>e</sup> intervention est en moyenne de 2007 à 2014 au 18 août, et en 2015 au 26 août.

## RESOBET FONGI : un réseau pour répondre aux enjeux de la protection des maladies foliaires

Afin de répondre à une demande forte d'ajuster les interventions fongicides, l'ITB cherche à alerter, préconiser et conseiller au plus près des besoins des parcelles. Pour cela l'ITB caractérise chaque année le risque régional d'apparition et d'évolution des maladies foliaires, et le diffuse dans ses notes d'information et dans les BSV.

L'ITB cherche également à raisonner le nombre de traitements ainsi que les dates de déclenchement, afin d'ajuster au plus près de la pression annuelle. L'ITB cherche à évaluer a posteriori les besoins en protection fongicide. Cela permet de réévaluer chaque année les seuils et d'intégrer une analyse de risque de plus en plus précise.

On retrouve la domination de la rouille pour les secondes interventions. En effet, elles ont été déclenchées à 64 % par la rouille, à 17 % par l'oïdium et à 17 % par la cercosporiose.

## Un ajustement possible de la protection en année à pression moyenne, voire faible

2015 : 3<sup>e</sup> année avec une pression faible derrière 2013 et 2010

2015 apparaît comme la 3<sup>e</sup> année avec une pression faible, derrière 2013 puis 2010 (cf. figure 4). En effet cette année, 10 % des parcelles n'ont reçu aucun traitement, 60 % en ont reçu qu'un seul, et 30 % deux traitements. Pour comparaison, en 2014, 25 % des parcelles ont reçu un traitement, 65 % deux traitements et 10 % trois interventions.

De ce fait, le nombre de traitements est de l'ordre de 1,2 traitement, le 3<sup>e</sup> plus faible derrière 2013 (0,9 traitement) et 2010 (1,1 traitement).

### Un meilleur respect des seuils d'intervention en année faible pression

En année à faible pression (2010-2013-2015), les sites ayant respecté les seuils sont en moyenne de 80 %. En année à pression moyenne ou forte, ce pourcentage est inférieur à 70 %. Le respect des seuils implique de ne

pas avancer la date d'intervention avant le pourcentage correspondant au nombre d'intervention, ni de trop retarder cette intervention à plus de 15 jours après la date où le seuil a été atteint. Il est donc plus facile d'ajuster ses interventions, et donc de diminuer le nombre de traitements en année à faible pression.

### Une diminution possible du nombre de traitement en ajustant au plus près des conditions de l'année

L'évaluation a posteriori des besoins (cf. figure 5) montre qu'en année à forte pression (2007 et 2014), les agriculteurs n'adaptent pas leur programme à une pression plus importante, puisqu'ils ont réalisé moins d'interventions que ceux participant au RESOBET-FONGI.

Au contraire, pour les années à pression moyenne, voire faible, les agriculteurs maintiennent le même programme, puisqu'ils ont réalisé plus d'interventions que dans le RESOBET-FONGI.

En moyenne, les agriculteurs passent dans la plaine 1,7 fois, alors que depuis la mise en place du RESOBET-FONGI, les agriculteurs participant à ce réseau passent 1,5 fois. Globalement il est possible de réduire de 7 % le nombre de passages de l'ensemble du réseau, tout en maintenant une gravité (pourcentage de surfaces foliaires atteintes) inférieure à 10 % dans l'ensemble du réseau.

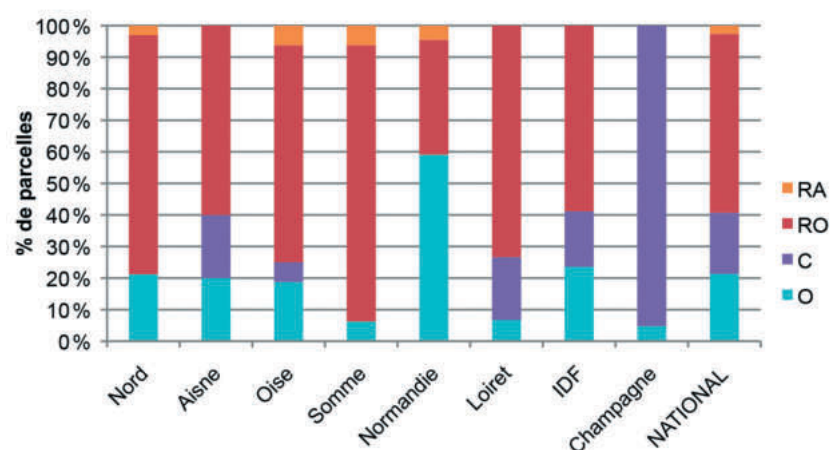
## Ce qu'il faut retenir

- Les maladies foliaires entraînent des pertes de rendement, surtout lorsque la protection est mal maîtrisée.
- 2015 s'avère être une année à faible pression, avec un développement des maladies principalement au mois d'août, la sécheresse de juin et juillet ayant limité leur développement. Les interventions ont été réalisées en moyenne au 4 août pour la 1<sup>re</sup> et au 26 août pour la 2<sup>e</sup>.
- La maladie dominante cette année est la rouille, sauf en Champagne où la cercosporiose reste la maladie dominante, et en Normandie où l'oï-

- dium a entraîné 40 % des déclenchements.
- Le nombre de traitements est de l'ordre de 1,2 traitement, soit le 3<sup>e</sup> plus bas derrière 2013 et 2010.
- Le RESOBET-FONGI permet d'ajuster au mieux la protection à la pression de l'année : il permet d'économiser des traitements en années à faibles pressions pour pouvoir au contraire renforcer la protection lorsque cela est nécessaire.
- Il est possible globalement de réduire de 7 % le nombre de passages fongicides en appliquant la méthode IPM.

3

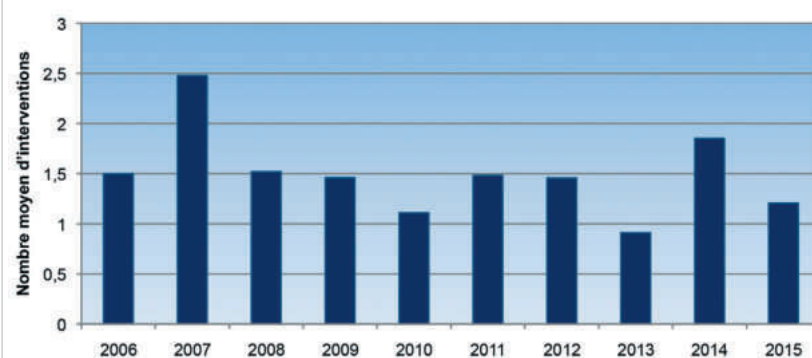
## Maladies déclenchant les premières interventions



Le pourcentage de parcelles déclenchant les 1<sup>res</sup> interventions est indiqué pour chaque maladie. Ainsi au niveau national la rouille déclenche 57 % des 1<sup>res</sup> interventions, l'oïdium 21 % et la cercosporiose 19 % des interventions.

4

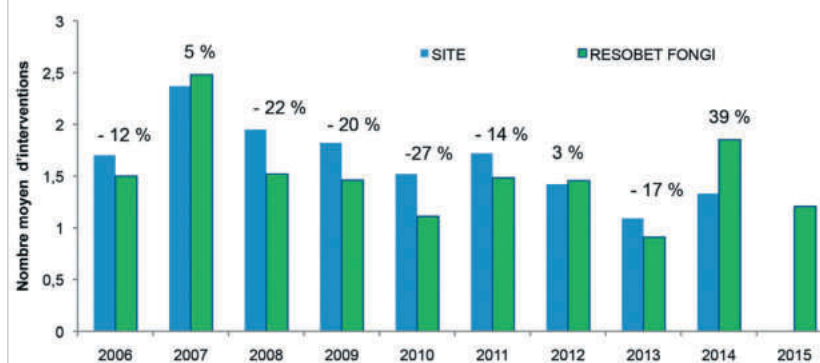
## Nombre moyen d'interventions fongicides dans le RESOBET-FONGI



Le nombre d'interventions de 2015 est égal à 1,2, le 3<sup>e</sup> plus faible derrière 2013 (0,9 traitement) puis 2010 (1,1 traitement).

5

## Comparaison du nombre moyen d'interventions fongicides dans RESOBET FONGI et SITE



Le nombre moyen d'interventions dans le RESOBET-FONGI est, en 2014, de 1,9 alors que dans l'enquête SITE (enquête des pratiques culturales) il est de 1,4. Il y a donc 39 % d'écart entre le RESOBET-FONGI et l'enquête SITE en 2014. En moyenne, de 2006 à 2015, les agriculteurs du RESOBET FONGI appliquant la méthode IPM passent 1,5 fois, soit 7 % de moins qu'en plaine.