

**AFPP – ONZIÈME CONFÉRENCE INTERNATIONALE SUR LES MALADIES DES PLANTES
TOURS – 7 AU 9 DÉCEMBRE 2015**

**REGARDS SUR L'ENJEU DE LA RESISTANCE AUX MALADIES POUR LES DECISIONS D'INSCRIPTION DES
VARIETES AU CATALOGUE FRANÇAIS POUR DIFFERENTES ESPECES DE GRANDE CULTURE**

M.-H. BERNICOT, V. CADOT, F. MASSON
marie-helene.bernicot@geves.fr

RÉSUMÉ

Le comportement des variétés vis-à-vis des maladies fait partie des caractéristiques variétales prises en compte dans les décisions d'inscription au Catalogue français. La manière de les considérer est toutefois différente selon les espèces, en fonction de l'impact des maladies sur la culture, mais également des approches privilégiées par les différentes sections du CTPS, comme le montre les six cas étudiés (pomme de terre, blé tendre, colza, betterave, tournesol et maïs).

Le comportement vis-à-vis des maladies est un élément déterminant pour l'inscription, dont l'importance est cependant variable selon les espèces, très marquant pour les pommes de terre et le blé tendre à faible pour le maïs.

Cette description du comportement vis-à-vis des maladies, enrichie par les références de post-inscription est une bonne base pour utiliser le levier génétique pour réduire les pressions des maladies et l'usage des fongicides.

Mots-clés : Variétés – inscription au catalogue – résistances génétique aux maladies.

ABSTRACT

A LOOK AT THE CHALLENGES OF DISEASE RESISTANCE WITH REGARD TO DECISIONS ON VARIETY REGISTRATION IN THE FRENCH CATALOGUE FOR DIFFERENT FIELD CROPS

The disease behavior of varieties is one of the varietal characteristics taken into account when making decisions on registration in the French Catalogue. However these considerations are different between the species depending on the disease impact on the crop, and also on the approaches adopted by the different Sections of the CTPS. This is illustrated by the six cases studied: potato, wheat, oilseed rape, sugar beet, sunflower and maize. The importance of disease behaviour, as a determining factor for registration, fluctuates depending on the crop. It is considered very important for potatoes and wheat, but of low importance for maize.

This description of the disease behavior of varieties, enriched by the post-registration references is a good base to use the genetic lever for reduce the use of pesticides.

Keywords: varieties, registration to the catalogue, disease resistance.

INTRODUCTION

Pour être proposée à l'inscription au catalogue français sur la liste A (autorisation de culture en France), une nouvelle variété d'espèces de grande culture ou de plantes fourragères et à gazon doit remplir les trois conditions suivantes : (i) être reconnue Distincte, Homogène et Stable (DHS), (ii) avoir une dénomination approuvée, (iii) apporter une amélioration de valeur agronomique ou d'utilisation, amélioration jugée dans les épreuves Valeur Agronomique , Technologique et Environnementale dites VATE. L'inscription d'une variété est du ressort du Ministère de l'Agriculture sur la base des propositions du CTPS¹, en règle générale le Ministère suit les propositions du CTPS.

La décision d'inscription consiste à résumer l'ensemble des caractéristiques demandées par les utilisateurs (rendement, valeur technologique, facteurs de régularité de rendement comme les résistances aux bioagresseurs, à la verse, au froid..., et la précocité) en 2 mots : (i) oui, cette variété peut être proposée à l'inscription, elle apporte des caractéristiques intéressantes, (ii) non, il est inutile d'inscrire cette variété car elle n'apporte pas de progrès par rapport aux variétés actuelles ou parce qu'elle présente un défaut majeur.

Cette décision doit prendre en compte de nombreuses caractéristiques de la variété, de nature très diverse. Leur nombre est très variable selon les espèces, de 3 pour le maïs grain (rendement, précocité et verse) à plus de 12 pour les blés tendre et pour les pommes de terre. Les règles de la décision d'inscription sont soit une exigence de seuil minimum pour chaque critère pris en compte (ceci peut être comparé à une course de saut d'obstacles), soit fondé sur un calcul d'index multicritères (saut à la perche, la hauteur étant dépendante de l'ensemble des critères recherchés), soit la combinaison des 2 approches. Elles sont formalisées dans un règlement technique d'inscription. Ces règlements, construits par les commissions d'experts du CTPS sont validés par la section compétente du CTPS puis par le Ministère de l'Agriculture.

Le comportement des variétés vis-à-vis des maladies fait partie des caractéristiques variétales prises en compte dans les décisions. La manière de les considérer est toutefois différente selon les espèces, en fonction de l'impact des maladies sur la culture, mais également des approches privilégiées par les différentes sections du CTPS. L'objet de cet article est de faire un tour d'horizon des dispositifs d'évaluation de la tolérance/résistance des variétés aux maladies pour quelques cultures et d'essayer de quantifier l'enjeu de la résistance aux maladies dans les décisions d'inscription.

Nous limiterons l'analyse à celle des modalités d'inscription au catalogue français, même si l'inscription sur le catalogue d'un pays européen suffit pour que la variété soit automatiquement inscrite au catalogue européen et autorisée dans toute l'Europe.

MATERIEL ET METHODES

Nous avons retenu de travailler sur six espèces parmi les principales espèces de grandes cultures. Leur choix a été guidé par leur importance économique, la volonté de couvrir une diversité de règles d'inscription et de niveaux d'usage de fongicides en végétation. Les six espèces retenues sont, par ordre d'utilisation de fongicides en végétation : la pomme de terre très utilisatrice, le blé tendre dont l'approche peut être généralisée à l'ensemble des céréales à paille mis à part les avoines, la betterave à sucre, le colza, le tournesol et le maïs (IFT fongicide = 0).

Les matériels de l'étude sont les règlements techniques actuels pour les différentes espèces retenues. Les protocoles d'études, les synthèses des deux années d'études et les fiches de cotation (soit la mise en

¹ Comité Technique Permanent de la Sélection, comité consultatif composé de représentants du secteur public (en particulier Ministères chargés de l'Agriculture et de l'Environnement, ainsi que des scientifiques de la recherche publique, en particulier de l'INRA) et du secteur privé avec une représentativité de l'ensemble des acteurs de chaque filière de production végétale (sélectionneurs, entreprises et agriculteurs producteurs de semences, agriculteurs utilisateurs de semences, industriels utilisateurs des produits de récolte, instituts techniques) et des représentants de la société civile (associations de consommateurs et environnementalistes).

œuvre du règlement) sont également considérés. Règlements, protocoles et plaquettes de résultats sont tous disponibles sur le site du GEVES (<http://www.geves.fr>).

Les résultats des essais et les synthèses de l'ensemble des résultats des études d'inscriptions ont été utilisés quand nous avons cherché à quantifier l'impact de la réglementation.

RESULTATS : ANALYSE FACTUELLE DES PRATIQUES

LES MALADIES ETUDIÉES ET PRISES EN COMPTE POUR L'INSCRIPTION AU CATALOGUE FRANÇAIS ET PROTOCOLES D'ETUDE.

L'ensemble des maladies étudiées pendant les études d'inscription est présenté dans le tableau 1, certaines caractérisations sont faites à la demande de l'obteneur en supplément de ce qui est fait pour l'inscription.

Tableau 1 : Les maladies considérées pour l'inscription au catalogue français

Diseases considered for registration in the French catalog

	Pomme de terre	Blé tendre	Betterave à sucre	Colza	Tournesol	Maïs
Niveau de résistance décrit et pris en compte dans la décision d'inscription	Mildiou du feuillage et du tubercule Gale commune Virus Y (PVY) Virus de l'Enroulement (PLRV) Virus X (PVX) Virus A (PVA) Nématodes à kystes	Rouille brune Rouille jaune Oïdium Piétin verse Fusarioses sur épis Septoriose tritici	Cercosporiose Oïdium Ramulariose Rouille	Phoma lingam	Scérotinia du capitule Phomopsis sur tige	
Niveau de résistance décrit				Cylindrosporiose		
A la demande de l'obteneur		Mosaïques (SBCMVet WSSMV)		Hernie du chou	Mildiou	
Si présence dans les essais rendement, niveau décrit et publié		Septoriose nodorum				Fusariose, Charbon, Helminthosporiose
Protocoles en cours d'étude		Carie			<i>Verticillium</i>	
Maladies conditionnant la rubrique d'inscription et les épreuves d'inscription (évaluation en parcelles infestées par la maladie)						
caractérisation inscription			Rhizomanie Rhizoctone brun Nématodes à kyste Aphanomyces			

La caractérisation de ces résistances (tableau n°2) est essentiellement fondée sur des essais spécifiques conduits au champ, dans des conditions favorables au développement de la maladie et, le plus souvent en contamination artificielle avec les races prédominantes sur le territoire français.

Des tests pathologiques sont également réalisés en serres ou laboratoires, ils sont peu nombreux pour les espèces de grandes cultures et concernent uniquement quelques pathogènes : virus de la pomme de terre et du blé, nématodes, *Aphanomyces*, hernie du chou et races de mildiou pour le tournesol.

Pour le moment, les marqueurs moléculaires identifiant des allèles de résistance ne sont pas utilisés à l'exception du marqueur du gène HS1pro1, gène majeur de résistance au nématode de la betterave.

Pour le blé tendre, les observations faites sur la conduite sans fongicide des essais du réseau 'rendement' sont également utilisées, c'est également le cas pour le maïs.

En règle générale, si un niveau de résistance vis-à-vis d'une maladie est décrit à l'inscription par des expérimentations complémentaires au réseau d'essais rendement, il est prévu de prendre en compte cette caractéristique dans la décision d'inscription. Les exceptions sont la cylindrosporiose pour le colza (maladie très régionale), le mildiou pour le tournesol.

Tableau 2 : Modalités d'évaluation du niveau de résistance des variétés aux maladies

Ways of assessing the level of disease resistance of varieties

ESPECES	Agents pathogènes	Essais du réseau rendement	Essais spécifiques au champ	cont a. Artif.	Test patho en laboratoire et serres, biotest	Marqueurs moléculaires
Blé tendre	Rouille brune (<i>Puccinia recondita</i>)	conduite NT	4 essais /an	oui*		
	Rouille jaune (<i>Puccinia striiformis</i>)	conduite NT	4 essais /an	oui*		
	Oïdium (<i>Erysiphe graminis</i>)	conduite NT				
	Piétin verse (<i>Pseudocercospora herpotricoides</i>)		2 essais /an	oui*		
	Fusarioses sur épis (<i>Fusarium graminearum</i> et autres spp.)		1 essai en 1° année, 6 en 2° année	oui*		
	Septoriose (<i>Zymoseptoria tritici</i>)	conduite NT	3 essais /an	oui*		
	<i>Septoria nodorum</i>	conduite NT				
	Mosaiques (SBCMVet WSSMV)		? essais en parcelles contaminées		Test élisa	
Colza	Phoma lingam (<i>Leptosphaeria maculans</i>)		11 essais en 2° année	oui oui		
	cylindrosporiose (<i>Cylindrosporium concentricum</i>)					
	Hernie du chou(<i>Plasmodiophora brassicae</i>)				Test labo	
Tournesol	Sclerotinia du capitule (<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>)		6 essais en 2° année	oui		
	Phomopsis sur tige (<i>Diaporthe helianthi</i>)		6 essais en 2° année	oui		
	Mildiou (<i>Plasmopara halstedii</i>)				9 races présentes en France	
Betterave à sucre	Cercosporiose (<i>Cercospora beticola</i>)		3 essais en 1° année 4 essais en 2° année	Non		
	Oïdium (<i>Erysiphe betae</i>)					
	Ramulariose (<i>Ramularia betae</i>)					
	Rouille (<i>Uromyces beta</i>)					
	(<i>Rhizoctonia solani</i>)		5 essais /an	oui		
	Nématodes à kyste (<i>Heterodera schachtii</i>)				oui	gène HS1 ^{pro1}
Pomme de terre	<i>Aphanomyces cochlioides</i>				oui	
	Mildiou du feuillage (<i>Phytophthora infestans</i>)		1 essai / an	non		
	Mildiou du tubercule (<i>Phytophthora infestans</i>)		1 essai / an	non		
	Potato Virus Y		1 essai en année 1	oui	1 essai en serre année 2 + tests Elisa	
	Potato Leaf Roll Virus		idem	oui	1 essai en serre année 2 + tests Elisa	
	Potato Virus X				1 essai en serre année 1 + tests Elisa	
	Potato Virus A				2 essais en serre année 1+tests Elisa	
	Gale commune (<i>Streptomyces</i> spp.)		1 essai / an	non		
	<i>Globodera rostochiensis</i> Ro 1-4				test labo en année 1, si R test en année 2	
	<i>Globodera pallida</i> Pa 2-4				test labo en année 1, si R test en année 2	
Maïs	autres maladies				test	
	fusariose et autres maladies	réseau				

* = Multiplication et fourniture de l'inoculum par la SNES

COMMENT EST DECRITE LA RESISTANCE

Si pour toutes les espèces, l'information élémentaire est la notation des symptômes des maladies, des différences importantes existent dans la manière d'utiliser les notations et de publier l'information.

Ainsi, pour les espèces comme les céréales à paille, la pomme de terre, les symptômes observés sont traduits en note de résistance, avec une échelle comparable d'année en année. Pour assurer cette échelle stable, il est indispensable d'avoir dans les essais quelques variétés de référence permettant de caler la traduction symptômes de l'année en note de résistance. Cette traduction (symptôme → note de résistance) est intégrée, pour faciliter le travail des experts, dans la chaîne de calcul du GEVES utilisée pour les céréales à paille, c'est une des conclusions d'un travail commun avec Arvalis Institut du Végétal.

Cette description des variétés est facilement reprise par les obtenteurs, la post-inscription et l'ensemble des prescripteurs. Elle est également intégrée dans les outils d'aide à la décision des stratégies de traitement fongicides.

Cependant, comme les races de pathogènes évoluent dans le temps en fonction des gènes de résistance utilisées, le suivi des résistances est indispensable dans le temps. Dans le cadre des études de post-inscription, Arvalis réactualise les notes des variétés présentes dans les essais.

Pour la betterave, les données publiées, sont les notes de symptômes centrées réduites. Ces données ne sont pas totalement comparables d'une année à l'autre, car on peut poser l'hypothèse qu'en moyenne le niveau de résistance augmente. Cette présentation a toutefois l'avantage de visualiser facilement les différences de comportement entre variétés. L'Institut Technique de la Betterave utilise également ce type de présentation.

Pour le phoma du colza, le sclérotinia et le phomopsis du tournesol, il y a publication de la valeur du bonus, et une transformation du taux d'attaque en indice. Pour l'espèce maïs, il y a publication de la moyenne des observations.

Pour toutes les espèces, cette caractérisation est poursuivie en post-inscription, sur la base de cette première caractérisation, par les instituts techniques pour préciser les notes et les modifier en cas d'évolution des pathogènes.

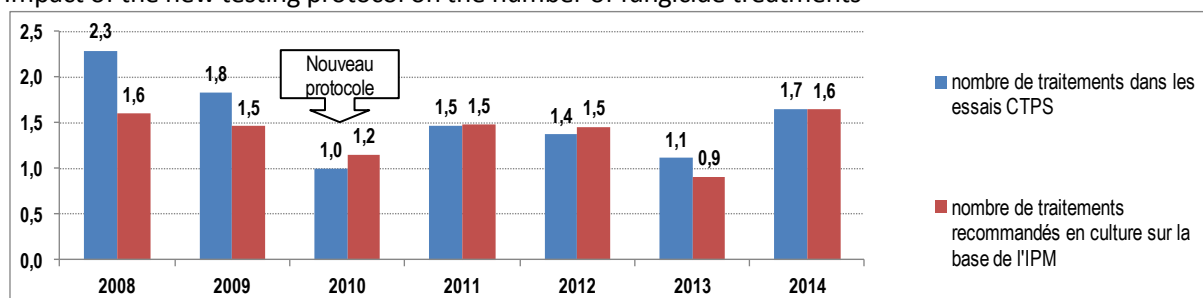
CONDUITE DES ESSAIS POUR L'ÉVALUATION DU RENDEMENT DES VARIÉTÉS.

Les essais d'inscription sont souvent considérés comme des essais conduits de façon intensive, s'affranchissant le plus possible des facteurs limitants pour permettre d'exprimer au mieux le potentiel de rendement des variétés en cours d'étude. Si cela n'a jamais été totalement vrai, cela ne l'est clairement plus depuis le 1^{er} plan Semences et Agriculture Durable (Vialle, 2011) et le passage de la VAT à la VATE, E comme variété adaptée aux différents environnements (milieux pédoclimatiques et systèmes de culture) et réduction des impacts négatifs sur l'environnement.

Ainsi, depuis 2010, la protection fongicide des essais betterave à sucre, est pilotée par des règles de décision. Sur la base d'observations faites sur une variété ayant un bon niveau de résistance à chaque maladie (une ou plusieurs variétés sont utilisées), avec un déclenchement du traitement uniquement quand les seuils sont atteints et l'interdiction de traitements tardifs, un délai avant récolte de 45 jours est imposé (Masson, 2012).

Ce pilotage a permis de diminuer la protection des essais qui est maintenant proche et souvent inférieure au niveau de protection recommandée par l'ITB

Figure 1 : Impact du nouveau protocole de conduite des essais betterave sur le nombre de fongicides
Impact of the new testing protocol on the number of fungicide treatments



Cette moindre protection se traduit par des attaques de maladies, en particulier en fin de cycle, qui permettent d'enrichir les notations faites sur les observatoires maladies. Ces attaques ne sont cependant pas suffisantes pour limiter de façon notable le rendement même pour des variétés les plus sensibles aux maladies. Il est possible de supposer que les obtenteurs ne déposent plus de variétés très sensibles dans la crainte de voir leur production chuter dans ces situations de protection fongicide qui n'est plus systématique.

Pour le colza, seuls les traitements fongicides visant le sclérotinia sont autorisés.

En pomme de terre, les essais VATE sont menés en protection fongicide totale, le traitement anti mildiou étant préventif et non curatif.

En maïs, il n'y a pas de traitement fongicide en végétation.

Tous les essais pour les blés tendre à l'exception des 4 essais orientés efficacité de l'azote comprennent une conduite traitée fongicide et une conduite non traitée fongicide. L'IFT fongicide des essais traités est en moyenne proche des pratiques agricoles. Pour cette espèce, où la tolérance aux maladies est prise en compte dans les essais non traités, il ne serait pas contestable que la protection soit plus élevée que la pratique agricole calée sur la variété présente dans la parcelle et permette de ne pas avoir de maladies sur l'ensemble des variétés testées, de précocités et de profils maladies très différents.

COMMENT EST PRISE EN COMPTE LA RESISTANCE AUX MALADIES DANS LES DECISIONS D'INSCRIPTION

La résistance variétale vis-à-vis des maladies est prise en compte de différentes façons dans les décisions d'inscription.

Le refus des variétés ayant une forte sensibilité à la maladie.

Le refus des variétés très sensibles est utilisé pour le phoma du colza, le phomopsis du tournesol, et le sclérotinia du capitule du tournesol. Les décisions se prennent sur la base d'un test statistique de comparaison à des témoins de sensibilité. La règle de refus vient d'être durcie pour le colza, car le seuil précédent permettait l'inscription de variétés trop sensibles.

Le plus souvent, il est tenu compte du niveau de résistance dans les calculs d'index intégrant l'ensemble des caractéristiques, et ce même pour les maladies ayant déjà peu fait l'objet de refus si très sensibles. La résistance aux maladies est prise en compte dans le seuil de rendement exigé pour la variété. En présence d'une résistance que les experts souhaitent prendre en compte, le seuil de rendement est abaissé par l'attribution d'un bonus. A l'opposé, dans le cas d'une forte sensibilité variétale, il est relevé par l'attribution d'un malus. Là aussi le mode d'attribution dépend des espèces.

Pour les céréales à paille, c'est à partir des notes de résistance que sont attribués les bonus/malus.

Par exemple, pour le blé tendre d'hiver, il y a attribution d'un malus aux fortes sensibilités pour toutes les maladies décrites, un bonus pour les plus résistantes à la septoriose tritici, au piétin-verse et aux fusarioses ainsi qu'aux résistances aux mosaïques (il n'y a pas de bonus aux résistances aux rouilles ou à l'oidium, car ces très bons niveaux de résistance sont souvent permis par des gènes majeurs rapidement contournés). La tolérance aux maladies mesurée à partir de l'écart de rendement entre la conduite traitée et non traitée est également considérée (bonus pour les variétés tolérantes et malus pour les plus sensibles).

Si le solde de bonus/malus peut, en théorie, varier de -7 à +5, en pratique sur ces 5 dernières années d'inscription pour les variétés déposées en zone Nord, ce sont 0,45 bonus qui sont attribués par variété, la gamme de variation allant de -2 à +3.

Pour le colza et le tournesol, le bonus est attribué en fonction d'une comparaison à des témoins de résistance, avec l'utilisation d'un indicateur statistique. La valeur du bonus est une variable continue qui varie de [-1.5, +1.5] pour les 2 maladies (Sclérotinia et Phomopsis) dans le cas du tournesol et de [0, +1.5] pour le phoma du colza.

Pour la pomme de terre c'est la note elle-même, avec un coefficient de pondération qui est intégrée dans le calcul de l'index de notation qui servira de base à la décision (tableau 3).

Il est intéressant de présenter deux récentes initiatives. Il ne s'agit pas de bonifier une résistance isolée mais une combinaison de résistances à plusieurs maladies qui assure de façon plus certaine une réduction des traitements fongicides. Ainsi des notes environnementales ont construites en pomme de terre ; l'une permet de bonifier les variétés présentant la double résistance aux 2 nématodes à kystes, l'autre associe le mildiou du feuillage et celui du tubercule. La section Betteraves a proposé qu'une variété ayant un niveau de résistance équivalent au témoin résistant maladie (appelé témoin IPM) pour 2 maladies foliaires, bénéficie d'un bonus de 1 point pour le rendement. Ce bonus est monté à 2 si la variété a un niveau de résistance significativement meilleur que le témoin IPM pour 2 maladies.

DISCUSSION : QUEL EST L'ENJEU DE LA TOLERANCE AUX MALADIES POUR L'INSCRIPTION ?

Nous avons décrit les maladies étudiées, la conduite des essais des réseaux, la façon dont le niveau de résistance aux maladies est pris en compte dans la décision d'inscription. Nous cherchons maintenant à quantifier l'enjeu effectif des résistances aux maladies dans les décisions d'inscription.

LES REGLES D'INSCRIPTION.

Le résumé des règles d'inscription présenté au tableau 3 permet d'illustrer les différents types d'approche. Les variétés de maïs et de betterave doivent avoir des caractéristiques franchissant différents seuils, les variétés de blé tendre et de pomme de terre sont inscrites sur la base d'un index, les variétés de tournesol et de colza combinent les deux.

Tableau 3 : Résumé des règles utilisées pour l'inscription
Summary of the rules used for registration

Maïs	Rendement pondéré par la précocité de la variété ne doit pas être inférieur aux témoins + 2 q (seuil α de 30%) Et l'indice de tenue de tige ne doit pas être inférieure à celle des témoins (seuil α de 30%)				
Betteraves (Rhizomanie)	Rendement en sucre ≥ 100 % témoins (seuil diminué si bonus maladie) Et teneur en sucre ≥ 97 % témoins Et Qualité industrielle : SM/POL ≤ 106 % témoins				
Pomme de terre	points rendement	les points qualité			les points maladies = Total général
	rdt en % des témoins x 0,25 +	Forme du tubercule :	x 0,5	+ Mildiou du feuillage :	x 1,5 > 72
		Yeux :	x 0,25	Mildiou du tubercule :	x 1
		Aspect de la peau :	x 0,25	Gale commune :	x 1
		Qualité gustative :	x 2	Sensibilité au virus Y :	x 1
		Degré de noircissement après	x 2	Sens. au virus de l'Enroulement	x 0,5
		Texture et homogénéité de la chair :	x 2	Autres parasites :	x 1
		Coloration à la friture :	x 1		
		Résistance à l'égermage :	x 1		
		Aptitude à la conservation	x 1		
		Teneur en matière sèche :	x 1		
		Défauts notables :	x 1		
Blé tendre	Moyenne des rendements des essais Traités et des essais Non Traités Fongicides (% témoins) > Seuil technologique (80 pour les blés améliorants, de 102 pour les BPS à 109 pour les BAU impanifiable) - Somme des bonus/malus maladies, protéines et PS, froid et verse				
Colza (variétés 00)	Cot. Finale = Rendement Grains + Bonus/Malus Huile + Bonus/Malus Protéines + Cotation Phoma $\geq 103\%$ Et Teneur en glucosinolates ≤ 18 μ moles/g Et Teneur en huile $\geq 40\%$ Et Teneur en acide érucique $\leq 2\%$ Et Indice d'attaque au Phoma inférieur au seuil éliminatoire				
Tournesol	Cot. Finale = Rendement huilier + bonus/malus Sclerotinia sur capitule + bonus/malus Phomopsis sur tige > 103 Et Rendement grains > 100% des témoins Et Indices d'attaques au Sclerotinia et au Phomopsis inférieurs aux seuils éliminatoires				

QUANTIFICATION DE L'ENJEU DES RESISTANCES AUX MALADIES.

Le comportement vis-à-vis des maladies n'entre pas dans la décision d'inscription pour l'espèce maïs. Cependant, le réseau, non traité, permet de faire des observations sur la sensibilité aux maladies qui sont publiées. Les différences variétales vis-à-vis des maladies sont intéressantes pour adapter le choix variétal aux risques maladies de la parcelle. En post-inscription, Arvalis Institut du Végétal publie un classement des variétés vis-à-vis de *Fusarium graminearum* sur épis et de l'helminthosporiose, les obtenteurs communiquent sur le charbon, l'état sanitaire des épis, l'helminthosporiose.

Pour les espèces colza et tournesol, les variétés les plus sensibles sont éliminées et il y a prise en compte de la résistance dans la décision d'inscription par l'attribution des bonus/malus. Pour le colza, l'inscription d'une variété sur 8, environ, est permise grâce au bonus phoma.

Pour la betterave, le comportement vis-à-vis des maladies du sol est déterminant. Le catalogue betterave comprend 5 rubriques, (i) variétés résistantes à la rhizomanie (catégorie principale), (ii) variétés résistantes à la rhizomanie et tolérantes au nématode à kyste, (iii) variétés résistantes à la rhizomanie et à *Aphanomyces*, (iv) variétés résistantes à la rhizomanie et au rhizoctone brun, (v) variétés résistantes à la rhizomanie et permettant de limiter la multiplication du nématode à kyste. Les maladies foliaires sont décrites sur la base d'essais spécifiques sans contamination artificielle, les variétés les plus résistantes pourront bénéficier de bonus à partir des inscriptions 2017. La protection fongicide des essais rendement, calée sur des variétés ayant un bon niveau de résistance aux 4 maladies foliaires, permet de limiter le dépôt de variétés candidates très sensibles.

LE CAS DU BLE TENDRE.

Le blé tendre est un cas à part, car la référence rendement utilisée est la moyenne des rendements exprimés en % témoins obtenus dans des essais traités et des rendements des essais non traités fongicides.

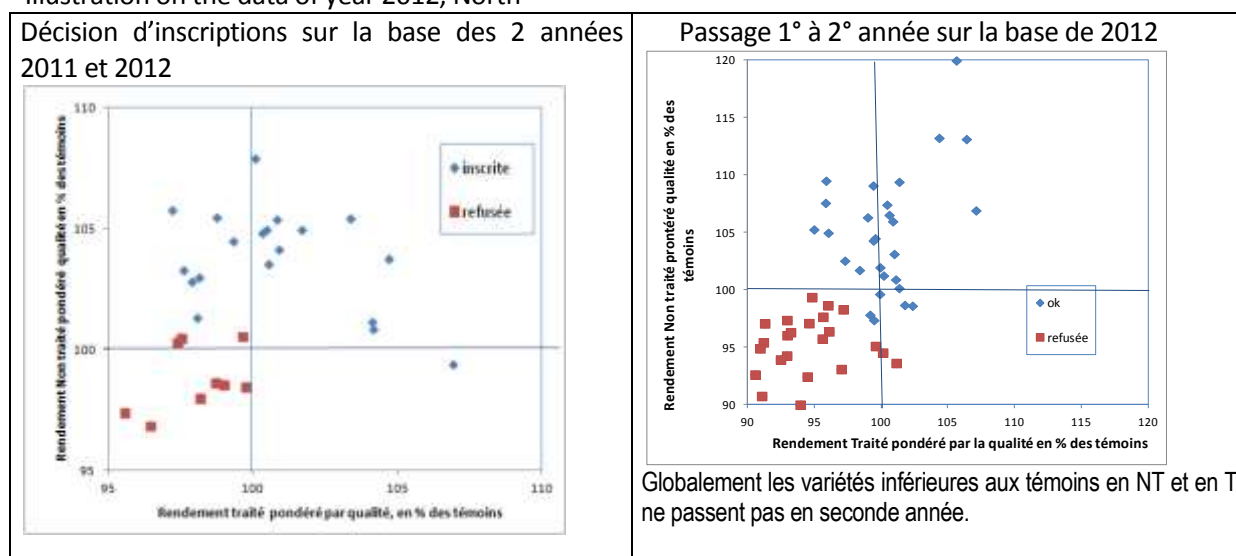
Ce rendement des essais non traités ne traduit pas que de la tolérance aux maladies, il est aussi défini par le potentiel de rendement de la variété (rendement traité). Les années où il n'y a pas de maladies, le 'rendement non traité' et 'rendement traité' sont très proches, à l'opposé, les années à fortes attaques, le rendement 'non traité' exprimera beaucoup plus de tolérance aux maladies. L'impact de la tolérance aux maladies dans le rendement non traité est donc très dépendant des années.

Comme l'inscription est prise sur la base de 2 années de résultats, une partie de cet effet annuel pourrait être annulé si les 2 années sont différentes. Mais ceci n'est pas toujours le cas, les variétés jugées à l'automne 2011 ont été étudiées 2 années avec une faible pression maladie. De plus une sélection importante est faite entre la 1^o et la 2^o année, seulement 35 variétés passent en 2^o année pour la zone. Les variétés sensibles à la rouille jaune n'ont pu franchir cette étape en 2014. La décision finale prise à l'issue de la 2^o année est moins sélective.

Il est important de souligner que comme la comparaison se fait par rapport à des témoins. Ceux-ci sont des variétés largement cultivées en France qui ne sont pas toujours parmi les plus résistantes à toutes les maladies et peuvent donc être affectée par des maladies, les rendements non traité des variétés candidates, exprimées en % des témoins peuvent être assez élevés en particulier les années avec des maladies.

Globalement, ces modalités d'inscription ; dont les principes ont été définis dans les années 1985-1987 sous la conduite de Gérard Doussinault, intégrant le rendement non traité auquel s'ajoutent les bonus/malus pour les fortes sensibilités et la tolérance, ont maintenu l'importance de la résistance aux maladies pour l'inscription au catalogue et ce bien avant le plan Ecophyto.

Figure 2 : Illustration sur les données de l'année 2012, série Nord France
Illustration on the data of year 2012, North



LE CAS DE LA POMME DE TERRE.

Une variété de pomme de terre de consommation est proposée à l'inscription si sa cotation finale est supérieure à un seuil. Ces dernières années, avant le nouveau règlement technique qui sera utilisé à partir des inscriptions de l'automne 2016, les calculs se faisaient en suivant les coefficients donnés au tableau précédent.

Une première approche, pour évaluer l'enjeu du comportement vis-à-vis des maladies est de regarder la part des notes de maladies dans la cotation finale des variétés. Ceci a été calculé pour l'ensemble des variétés de pomme de terre de consommation à échéance (à la fin des années d'études), pour les 6 derniers cycles d'inscription soit un total de 57 variétés arrivant à échéance. En moyenne, les notes maladies contribuent pour 21% du score total, derrière la qualité (47%) et le rendement (32%).

Faut-il en conclure que la résistance aux maladies compte pour 21% dans les décisions d'inscription ?

Non, l'enjeu des maladies est plus élevé. Pour l'apprécier, il est possible de regarder les différences entre les variétés inscrites et celles qui sont refusées. Les 7 variétés refusées perdent plus de points sur les maladies que sur le rendement, elles voient également la part des notes maladies dans la note globale diminuer. Un autre indicateur est le calcul des corrélations existant entre les scores rendement, qualité et maladies et la cotation finale. Ici encore, c'est le score qualité qui est le plus explicatif du score final, $r^2 = 45\%$, 38% pour les maladies et seulement 14% pour le rendement.

La qualité est le premier critère considéré pour les décisions d'inscription en pomme de terre de consommation. Même s'il est plus difficile de classer l'importance relative entre rendement et comportement vis-à-vis de maladies dans la décision d'inscription, le comportement vis-à-vis des maladies apparaît comme plus déterminant, ce qui sera conforté par les nouveaux points accordés pour la valeur environnementale basée sur les résistances aux mildioux et aux nématodes pour mieux prendre en compte les résistances permettant de limiter le nombre de traitements.

Tableau 4 : Quantification de l'enjeu de la résistance aux maladies dans les décisions d'inscription des variétés de pomme de terre

Quantifying the issue of disease resistance in the registration decisions of potato varieties

	toutes	Part de la note totale inscrites	refusées	cotation variétés refusées -cotation variétés inscrites	corrélation au score total
Rendement	32%	32%	34%	-2,5	14%
Qualités	47%	47%	48%	-4,7	45%
Maladies	21%	21%	18,5%	-4,4	38%

QUELLES CONCLUSIONS?

La résistance des variétés vis-à-vis des maladies est prise en compte dans les décisions d'inscription, son importance est variable selon les espèces, élevée pour les pommes de terre et le blé à faible pour le maïs.

Il est toutefois difficile de quantifier cette importance relative de la résistance aux maladies vis-à-vis des autres caractéristiques variétales (rendement, précocité, qualités, résistance à la verse, au froid,...). De plus l'analyse à partir des données des « inscriptibles » n'est pas suffisante ; ce n'est pas le nombre de variétés refusées à cause d'un défaut sur une maladie qui permet de juger du « poids » dans la réglementation de cette maladie car les obtenteurs, connaissant le règlement d'inscription, n'ont pas déposé les variétés sensibles pour qui l'inscription étaient très incertaine. Une autre façon d'essayer de quantifier l'enjeu de la résistance aux maladies pourrait être de regarder les progrès génétiques accomplis ces dernières années. Par exemple, pour la fusariose du blé les notes moyennes de résistances des variétés inscrites ont progressé de 4.3 en 2008 à 5.1 en 2014 (Cadot, 2014).

La réglementation catalogue est évolutive et vise à faire profiter le marché des avancées réalisées dans l'orientation de la sélection vers une agriculture durable.

Des indicateurs de la durabilité et de stabilité de la résistance sont actuellement recherchés, de nouvelles méthodes de phénotypage sont actuellement développées tout comme l'utilisation des marqueurs moléculaires. Un certain nombre d'offices européens, homologues du GEVES, souhaitent renforcer la coopération et l'harmonisation sur la résistance aux bioagresseurs, en optimisant les convergences et les complémentarités entre pays. Dans ce cadre Le GEVES, animateur du groupe, a réalisé en 2015 une enquête sur les tests de résistance utilisés dans le cadre de la VATE au niveau UE.

Il est également important de rappeler que la réglementation accompagne le possible. Ainsi, elle ne peut prendre en compte de l'intérêt d'une résistance qu'à partir du moment où elle existe dans le matériel en fin de sélection. Par exemple, même si le sclérotinia est une maladie importante du colza, le règlement d'inscription n'en tient pas compte car il n'y a pas encore de variété résistante disponible.

La description du comportement des variétés vis-à-vis des maladies au moment de leur mise sur le marché, est un bon outil pour une utilisation du levier génétique dans l'objectif de réduire l'utilisation des produits phytosanitaires.

BIBLIOGRAPHIE

Cadot V. and Maigniel J.-P. 2013- Testing varieties at GEVES for resistance to Fusarium head blight on cereals: A way to improve genetic progress in the French Catalogue and to reduce the use of pesticides. *12th European Fusarium Seminar, 12-16 May, Bordeaux (France)*, p. 99.

Cadot V. 2015. Questionnaire synthesis on bioagressors EU-VCU Experts Seminar, COBORU-SDOO Pawlowice, Poland July 1st - 3rd, 2015

Doussinault G. 1993 . Valoriser les résistances et les tolérances varietales. *Perspectives Agricoles* (180), 7-10.

Masson F. 2012. Évolution du dispositif d'inscription des variétés au catalogue français vers la VATE : valeur agronomique, technologique et environnementale. AFPP – 10e Conférence Internationale sur les maladies des plantes. 3, 4, 5 décembre 2012. Tours.

Vialle P., 2011. Rapport Semences et agriculture durable. http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/110525-RC-rapport_SAD-version_restituee.pdf. France. 177p

Le site du GEVES <http://www.geves.fr>