

15 ans de tests de santé sur des semences de céréales biologiques à Agroscope ART

Irene Bänziger, Silvia Zanetti, Thomas Hebeisen, Laurent Graff et Susanne Vogelgsang

Station de recherche Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, 8046 Zurich

Renseignements: Irene Bänziger, e-mail: irene.baenziger@art.admin.ch, tél. +41 44 377 72 27



Figure 1 | Germes infectés par la moisissure des neiges (*Microdochium nivale* et *M. majus*), caractérisée par une couche de spores de teinte orange.

Introduction

En Suisse, le marché des produits biologiques est en phase de croissance. Il en découle que la demande en semences produites selon les directives de la culture biologique augmente aussi. De 2000 à 2010, les surfaces consacrées à la multiplication de semences de céréales biologiques ont passé de 220 à 369 ha, ce qui représentait quelque 5 % des surfaces consacrées à la production de semences de céréales certifiées.

Depuis 2004, l'utilisation de semences produites selon les principes de l'agriculture biologique est ancrée dans «l'Ordonnance sur l'agriculture biologique et la désignation des produits et des denrées alimentaires biologiques». Dans l'UE, la base légale se trouve dans «l'Ordonnance n° 1452/2003 de la Com-

mission européenne». Il en découle que les semences utilisées doivent être produites selon les directives de l'agriculture biologique. Le recours à des semences conventionnelles ne peut être justifié que dans des situations exceptionnelles et il est soumis à autorisation.

En Suisse, les principales maladies d'importance économiques qui peuvent être transmises par les semences sont: la moisissure des neiges (*Microdochium nivale* et *M. majus*), la carie ordinaire (*Tilletia caries*, syn. *T. tritici*), la carie naine (*Tilletia controversa*) et la septoriose (*Septoria nodorum*). Cette dernière a perdu de l'importance au cours des dernières années grâce au développement des variétés de céréales tolérantes. La carie naine se propage aussi par les semences mais elle est principalement présente dans les sols.

Les maladies transmises par les semences créent de sérieux problèmes que l'on rencontre dans le monde entier. Le traitement des semences avec des fongicides synthétiques permet de bien maîtriser les infections. En revanche, les produits pour le traitement des semences qui sont efficaces et dûment homologués pour l'agriculture biologique sont rares. Par conséquent, le contrôle phytosanitaire des semences biologiques est une mesure importante pour identifier les maladies qu'elles peuvent porter et assurer un contrôle de qualité efficace. En Suisse, les seuils de tolérance pour l'utilisation de semences non traitées ont été définis par Winter *et al.* (1997): carie ordinaire et carie naine, 10 spores par graine; moisissure des neiges, 10 %; septoriose, 40 %. Si les examens effectués dans le cadre de la procédure de certification des semences biologiques révèlent des taux d'infection supérieurs, le service de certification d'Agroscope Reckenholz-Tänikon ART déconseille l'utilisation de telles semences sans les traiter préalablement. Dans les pays voisins, les seuils de tolérance diffèrent parfois de ceux de la Suisse. Ainsi, en Bavière (Allemagne) par exemple, les associations écologiques et l'Institut agricole bavarois se sont accordés pour définir un seuil de tolérance de 20 spores par grain pour la carie ordinaire et la carie naine.

En Suisse, les principales maladies d'importance économiques qui peuvent être transmises par les semences sont: la moisissure des neiges (*Microdochium nivale* et *M. majus*), la carie ordinaire (*Tilletia caries*, *syn. T. tritici*), la carie naine (*Tilletia controversa*) et la septoriose (*Septoria nodorum*). Cette dernière a perdu de l'importance au cours des dernières années grâce au développement des variétés de céréales tolérantes. La carie naine se propage par les semences mais elle est principalement présente dans les sols.

Les infections de moisissure des neiges diminuent la faculté germinative des semences de céréales, en particulier par basse température; le taux de levée est faible et, par conséquent, le peuplement de la céréale est lacunaire. Avec la carie ordinaire et la carie naine, des agrégats de spores toxiques et à l'odeur fétide se développent en prenant la place du grain. Ces deux agents pathogènes possèdent un énorme potentiel de dissémination. Au cours du battage, les spores contaminent les grains sains puis, après le semis, les plantules sont infectées à leur tour. De surcroît, toute la chaîne est contaminée, de la moissonneuse-batteuse au silo. En ce qui concerne la carie ordinaire, c'est non seulement le taux d'infection des semences (l'inoculum) mais aussi les conditions météorologiques durant la phase de germination des graines qui jouent un rôle important. Des conditions sèches ainsi que des températures entre 5 et

Résumé

Les investigations au cours de 15 ans de contrôle des semences de céréales produites dans les conditions de l'agriculture biologique ont mis en évidence toute la pertinence des tests de santé qui ont été effectués. La pression des maladies varie en fonction des conditions météorologiques de l'année. Cependant, l'intensité des infections de carie ordinaire et de carie naine (*Tilletia caries* et *T. controversa*) a augmenté graduellement au cours des dernières années. Sur épeautre, c'était surtout la carie ordinaire qui est en augmentation, tandis que sur blé, c'était surtout la carie naine. La variété d'épeautre «Oberkulmer Rotkorn» semble être particulièrement sensible à la carie ordinaire. Comme cette maladie peut se propager très rapidement à partir de semences infectées, il est important que la semence destinée à la multiplication soit au départ saine. Au cours des hivers avec couverture de neige persistante (2008/2009), la carie naine pouvait aussi se développer en zones de basse altitude. La moisissure des neiges a posé des problèmes en particulier sur seigle; fréquemment, plus de la moitié des échantillons examinés ont dépassé le seuil de tolérance. Pour la production biologique, des produits de traitement des semences homologués, efficaces existent que contre la carie ordinaire du blé et de l'épeautre. Leur effet contre la moisissure des neiges (*Microdochium nivale* et *M. majus*) et la carie naine n'est que partiel ou insuffisant.

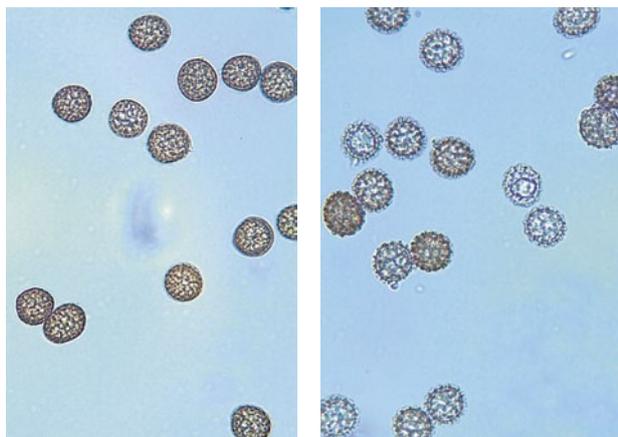


Figure 2 | Spores de *Tilletia caries* (à gauche) et de *T. controversa* (à droite) avec un agrandissement de 400 fois.

10 °C après le semis constituent des conditions d'infection idéales. Les infections de carie naine, quant à elles, proviennent principalement du sol; les germes de la céréale sont particulièrement exposés lorsque les températures se situent entre 0 et 5 °C. La septoriose atteint tout particulièrement les coléoptiles et les racines des plantules dont elle affecte la vigueur et perturbe la croissance, ce qui se traduit aussi par un peuplement lacunaire. Dans la procédure de certification, tous les échantillons de semences biologiques sont soumis à un contrôle de pureté et de faculté germinative. Ces paramètres doivent satisfaire les exigences de l'Ordonnance sur les semences du Département fédéral de l'économie (DFE). Les seuils de tolérance indiqués plus haut sont en fait des recommandations. Cependant, les membres de la commission technique «Grandes cultures» de «Bio Suisse» (Le Bourgeon) les ont reprises. Les responsables des organisations de producteurs de semences sont chargés de leur mise en pratique.

En culture biologique, on constate une recrudescence du charbon nu de l'orge (*Ustilago nuda*). Un contrôle lors de la visite de culture est possible car les épis infectés sont bien visibles à ce moment; ce n'est en revanche pas le cas pour les maladies fongiques du genre *Tilletia*. L'identification du charbon nu sur la semence est difficile; le mycélium du champignon se trouve dans l'embryon et son isolation est laborieuse.

Matériel et méthodes

Identification de *Microdochium nivale* et *M. majus*:

Le taux d'infection des semences de blé, de triticale et de seigle par les champignons de la moisissure des neiges est déterminé en même temps que la faculté germinative mais en recourant à un test de germination modifié (Winter *et al.* 1997).

A cet effet, on dépose 200 grains sur un papier filtre humide, ensuite on les fait incuber, d'abord 5 jours à 10 °C à l'obscurité, puis 3 jours à 20 °C à la lumière. Une infection par la moisissure des neiges se signale par une déformation des germes, des brunissures sur les racines ou l'absence totale de germination avec, autour du grain, une tache blanc-rose typique révélant la présence du mycélium de ce champignon.

Identification de *Tilletia caries* et *T. controversa*:

Le taux d'infection des semences de blé, d'épeautre et de triticale par les spores de carie ordinaire et de carie naine est déterminé par une méthode de filtration décrite par Kietreiber (1984) et agréée par l'ISTA (International Seed Testing Association).

250 graines (pour l'épeautre: 50 graines non décortiquées) sont trempées dans une solution de dihydrogénéphosphate de sodium (0,2 %) qui est ensuite filtrée à

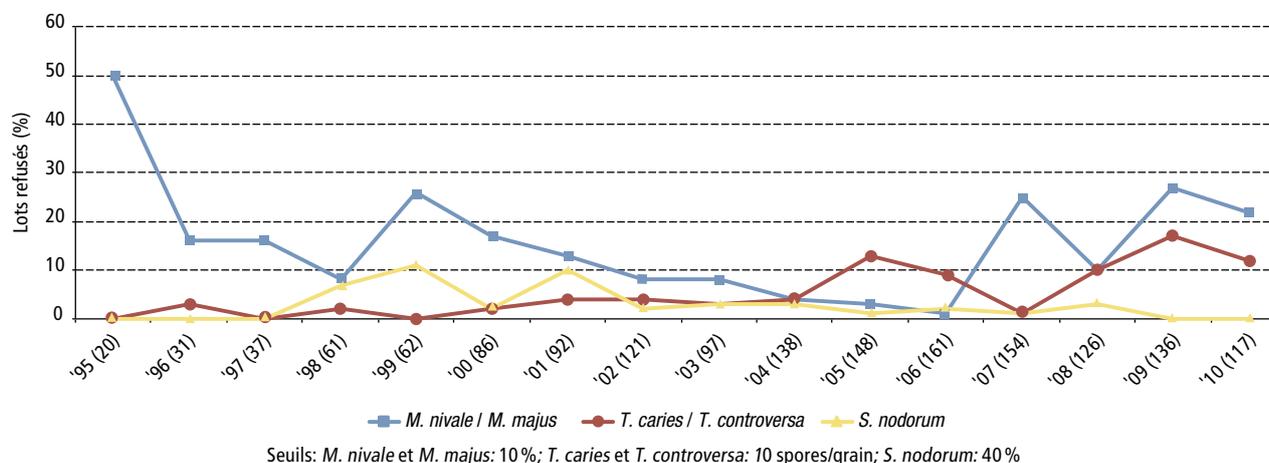


Figure 3 | Pourcentage de lots refusés sur la base des échantillons dépassant les seuils de tolérance, pour les différentes maladies, au cours des années 1995 à 2010. Le nombre total des échantillons figure entre parenthèses.

travers un filtre (Millipore™) à 5 mm. Le nombre de spores de carie par grain est déterminé sous le microscope à un agrandissement de 100 fois. Depuis 2009, on fait une distinction entre les spores de la carie ordinaire et ceux de la carie naine en recourant à un agrandissement de 400 fois. La surface des spores de la carie naine présente une structure réticulée nettement plus marquée et aux formes plus allongées que celles des spores de la carie ordinaire (fig. 2).

Identification de *Septoria nodorum*:

La proportion de grains de blé et de triticale infectés par la septoriose est déterminée à l'aide du test par fluorescence décrit par Kietreiber (1981) et agréé par l'ISTA.

On dépose les semences sur un papier filtre à triple couche; ensuite on les met en germination pendant 3 jours à 18 °C, puis 4 heures à -20 °C (pour tuer le germe), et finalement on les soumet à 4 jours d'incubation à 28 °C (pour stimuler le développement du champignon). Toutes les phases du test se déroulent dans l'obscurité. Le champignon produit une toxine qui peut être mise en évidence par fluorescence sous une source de lumière jaune soufre à une longueur d'onde de 366 nm.

Résultats et discussion

De 1995 à 2010, plus de 1500 échantillons de semences biologiques ont été analysés. La première année, il n'y en avait que 20, mais à partir de 2002, ce nombre a atteint 120 à 160 par année. La majorité des échantillons concernait le blé. Au cours des dernières années, le nombre d'échantillons de blé a diminué en faveur de l'épeautre. Depuis 2005, l'épeautre constituait un tiers des lots, alors que le seigle et le triticale ne représentaient que moins de 10% chacun.

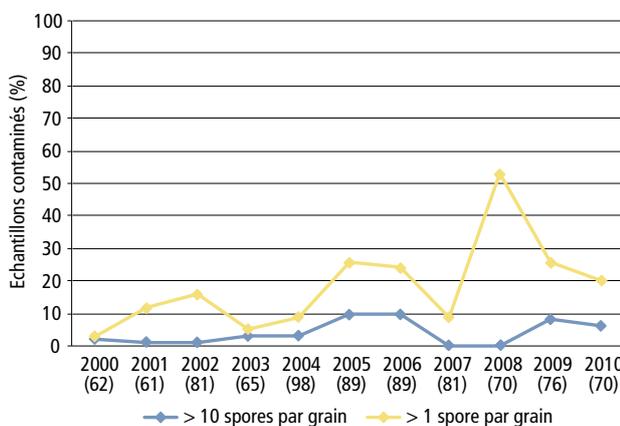


Figure 4a | Evolution des infections par *Tilletia caries* et *T. controversa* sur blé de 2000 à 2010. Le nombre total d'échantillons figure entre parenthèses.

Etat sanitaire des échantillons reçus

La proportion d'échantillons sains a varié fortement en fonction des conditions climatiques des années concernées. Au cours des années 1996 à 1998, 2002 à 2004 ainsi que 2006, au moins 80 % des lots contrôlés, toutes espèces confondues, se situaient en dessous des seuils de tolérance et pouvaient donc être considérés comme «sains» et aptes à être semés sans traitement préalable. Au cours des années 1995, 1999, 2007, 2009 et 2010, un quart des échantillons présentaient un taux de contamination par *Microdochium nivale* et *M. majus* trop élevé; les lots concernés ne pouvaient donc pas être semés sans avoir été traités. Les contaminations par *Tilletia* spp. ont augmenté depuis 2005, passant d'une moyenne de 3 % à un taux situé entre 9 et 17 %; l'année 2007 a fait exception avec 1 % seulement. La proportion de lots refusés à cause leur contamination par *Septoria nodorum* a été plus élevée seulement au cours des années 1998, 1999 et 2001 (7 à 11 %) alors qu'elle était insignifiante toutes les autres années (fig. 3).

Augmentation des contaminations du blé et de l'épeautre par la carie ordinaire et par la carie naine depuis 2005

L'augmentation des infections par *Tilletia* spp. (intensité et fréquence) a été frappante. Pour mettre en évidence la présence de cette maladie et la fréquence des infections, on a pris en compte tous les échantillons porteurs de plus d'une spore par graine (fig. 4). Rügger *et al.* (1998) ont déjà signalé qu'il y avait lieu de bien suivre l'évolution de la carie ordinaire et de la carie naine sur les semences produites en conditions biologiques. En effet, même si l'agent pathogène est présent en très faibles quantités, sa dissémination peut être élevée si l'on ne contrôle pas l'état sanitaire des

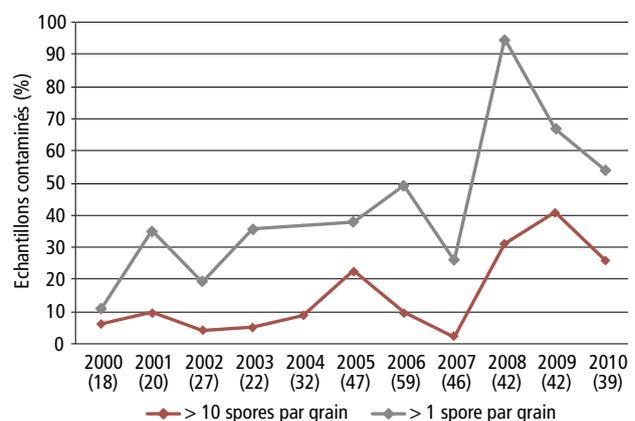


Figure 4b | Evolution des infections par *Tilletia caries* et *T. controversa* sur épeautre de 2000 à 2010. Le nombre total d'échantillons figure entre parenthèses.

Tableau 1 | Infections par *Microdochium nivale* et *M. majus* ainsi que par *Tilletia caries* et *T. controversa* (moyennes / médianes) de différentes variétés de blé au cours des années 2008 à 2010

Variété de blé	Nombre d'échantillons	<i>M. nivale</i> / <i>M. majus</i> (%)	<i>Tilletia</i> spp. (spores par grain)
Fiorina	19	16,4 / 13,0	0,7 / 0,2
Ludwig	11	9,6 / 8,0	0,2 / 0,0
Runal	21	12,0 / 10,0	5,6 / 0,8*
Scaro	17	6,0 / 3,0	1,1 / 0,4
Siala	37	9,9 / 8,5	17,7 / 0,7*
Titlis	36	6,8 / 7,0	0,7 / 0,2
Wiwa	44	7,6 / 7,0	1,3 / 0,2

*Principalement *T. controversa*.

lots quant à la présence de spores et ne prend pas des mesures adéquates. Il est aussi très important que la multiplication des semences soit réalisée à partir de lots sains. Au cours de la visite de culture, il est parfois très difficile d'identifier les épis de blé ou d'épeautre malades parmi les sains, selon la variété et son stade de développement. L'augmentation des cas d'infection sur épeautre concernait principalement la carie ordinaire, tandis que sur blé c'était plutôt la carie naine (fig. 5).

En Allemagne et en Autriche, on a relevé les observations suivantes: «La carie ordinaire ainsi que la carie naine du blé sont actuellement les maladies des semences les plus importantes en production écologique, avec une tendance à l'augmentation» (traduction d'une citation extraite de la 11^e Journée scientifique sur l'agriculture écologique, Giessen, 2011).

«Au cours de ces dernières années, la fréquence des infections par la carie ordinaire et par la carie naine qui ont été annoncées a de nouveau augmenté. Ce constat vaut tant pour l'agriculture écologique que pour l'agriculture traditionnelle. Les infections recensées ont été particulièrement sévères en 2004 pour ce qui est de la carie ordinaire et en 2006 pour la carie naine» (traduction d'une citation extraite de la 58^e Journée de l'Association des sélectionneurs de semences et des commerçants en semences d'Autriche, 2007).

La carie naine du blé est aussi présente dans les zones plus basses

En général, la carie naine n'est présente que dans les zones élevées, à des altitudes supérieures à 600 m où les sols sont plus froids, étant donné que les spores germent

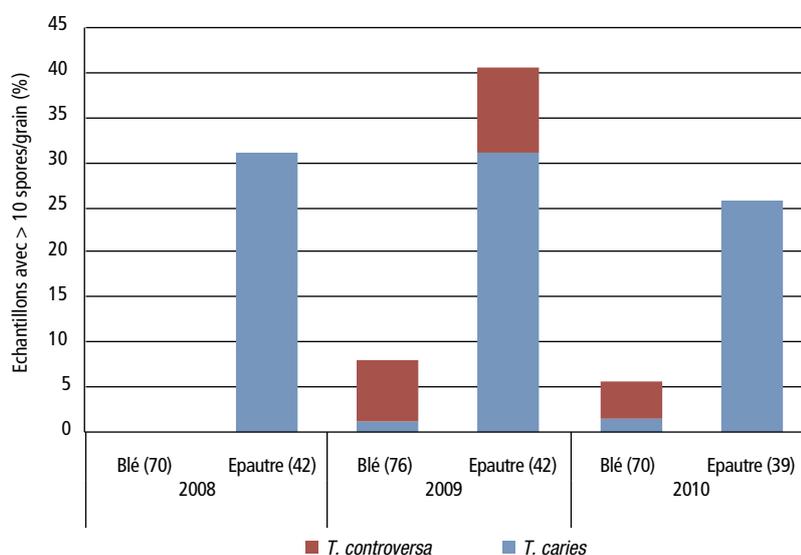


Figure 5 | Proportion de *Tilletia caries* et *Tilletia controversa* sur blé et épeautre de 2008 à 2010. Nombre d'échantillons indiqué entre parenthèses.

Tableau 2 | Infections par *Microdochium nivale* et *M. majus* (moyennes / médianes) de différentes variétés de seigle et de triticale au cours des années 2008 à 2010

Céréale	Variété	Nombre d'échantillons	<i>M. nivale</i> / <i>M. majus</i> (%)
Seigle	Matador	8	24,1 / 20,0
Seigle	Recrut	7	13,1 / 10,0
Triticale	Bedretto	14	11,9 / 11,0
Triticale	Triamant	5	11,4 / 10,0

à des températures situées entre 0 et 5 °C. En 2009, on a aussi observé des infections de carie naine dans des zones plus basses, notamment à Fehrltorf (530 m), Oberembrach (600 m), Brütten (610 m) et Schaffhouse (600 m). Ce phénomène était probablement lié à des chutes de neige plus abondantes et couvrant le sol plus longtemps dans ces régions au cours de l'hiver 2008/2009 (Source: MeteoSuisse).

Différences variétales apparentes parmi les céréales analysées

Moisissure des neiges:

Au cours des trois dernières années, on a constaté des différences d'intensité d'infection par la moisissure des neiges selon les variétés de blé (tabl. 1). «Fiorina» a été la variété la plus atteinte (16 %) tandis que «Scaro» et «Titlis» l'étaient moins (6 % et 7 %). Le seigle et le triticale sont généralement plus sensibles à la moisissure des neiges que le blé. La variété de seigle «Matador» a été fortement infectée, avec un taux de 24 % en moyenne; la variété «Recrut» l'a été moins avec 13 %. Les variétés de triticale «Bedretto» et «Triamant» ont montré des taux d'infection semblables (12 % et 11 %; tabl. 2). Sur épeautre, la présence de moisissure des neiges sur les semences a été insignifiante.

Carie ordinaire et carie naine:

Sur l'épeautre, c'était surtout la variété «Oberkulmer Rotkorn» qui s'est révélée la plus infectée au cours des trois dernières années, avec en moyenne 132 spores par

grain (tabl. 3). Les variétés «Ostro» (17 spores par grain), «Titan» (20 spores par grain) et «Tauro» (4 spores par grain) ont subi des infections moins fortes et moins fréquentes. Sur le blé, la variété «Siala» a été la plus atteinte par les deux espèces de carie, avec 18 spores par grain en moyenne des trois dernières années (tabl. 1). Les variétés «Fiorina», «Ludwig», «Scaro», «Titlis» et «Wiwa» ont toutes présenté un taux de contamination inférieur à deux spores par grain en moyenne.

Le seigle et le triticale ont rarement été contaminés, et si tel était le cas, le taux restait faible.

Dans la statistique du contrôle des infections par la carie ordinaire et par la carie naine, on a constaté que la valeur médiane s'écartait parfois beaucoup de la valeur moyenne. Ceci est symptomatique d'une variabilité des contaminations beaucoup plus forte que celle des contaminations par la moisissure des neiges. De nombreux lots étaient peu infectés, mais quelques-uns étaient fortement contaminés, contribuant à faire grimper la moyenne (tabl. 1 à 3).

D'anciens essais variétaux (Bänziger *et al.* 2003) ont mis en évidence des différences de sensibilité à la carie ordinaire significatives. Pour tester la sensibilité des variétés actuelles, il faudrait réaliser des essais précis en petites parcelles.

Efficacité du traitement des semences au Cerall®, admis en culture biologique

Les produits pour le traitement des semences Cerall® et Cedomon® (à base de bactéries *Pseudomonas chlorora* - >

Tableau 3 | Infections par *Microdochium nivale* et *M. majus* ainsi que *Tilletia caries* et *T. controversa* (moyennes/médianes) de différentes variétés d'épeautre au cours des années 2008 à 2010

Variété	Nombre d'échantillons	<i>M. nivale</i> / <i>M. majus</i> (%)	<i>Tilletia</i> spp. (spores par grain)
Alkor	9	< 2,0	3,3 / 2,0
Oberkulmer Rotkorn	30	< 2,0	131,9 / 18,5
Ostro	50	< 2,0	17,4 / 2,9
Samir	3	< 2,0	0,7 / 0,0
Tauro	11	< 2,0	4,2 / 0,0
Titan	14	< 2,0	19,6 / 0,2

Tableau 4 | Produits homologués pour le traitement des semences de céréales bio

Produit	Dose / 100 kg de semences			Efficacité contre des maladies transmises par les semences		
	Blé	Seigle et triticale	Epeautre	Carie ordinaire	Moisissure des neiges	<i>Septoria nodorum</i>
Cerall	1000 ml	1000 ml	1500 ml	+	effet partiel	effet partiel
Cedomon	–	–	1000 ml	+	–	–
Tillecur	1,3 kg*	–	–	+	–	–

*A incorporer dans 5–6 litres d'eau.

phis) sont homologués pour la culture biologique depuis 2007. Cedomon® a été développé pour des espèces de céréales non décortiquées, contre l'helminthosporiose (*Drechslera teres*) et la maladie des stries (*Drechslera gramineum*) de l'orge ainsi que contre la carie ordinaire de l'épeautre. Cerall® est efficace contre la carie ordinaire du blé et de l'épeautre et il montre un effet partiel contre les infections de moisissure des neiges sur les semences de blé, de seigle et de triticale ainsi que contre les infections de septoriose sur les semences de blé (tabl. 4). Nos essais effectués sur 65 échantillons de céréales présentant différents taux de contamination ont montré qu'un traitement avec Cerall® augmentait la faculté germinative des semences de 78 à 88 % et réduisait le taux de contamination par la moisissure des neiges de 20 à 9 %. Ainsi, les semences atteignaient le taux de germination requis et ne dépassaient pas le seuil de tolérance pour les infections par la moisissure des neiges, ce qui permettait de les considérer comme appropriées pour le semis.

Conclusions

- A peu près une année sur deux, la proportion des lots de semences de céréales bio reconnus sains dépassait 80 %. Mais il y a aussi eu des années où la proportion des lots pouvant être recommandés pour des semis sans traitement préalable n'atteignait que 60 à 70 %.
- L'augmentation du nombre d'échantillons présentant un taux d'infection par la carie ordinaire et la carie naine élevé requiert une attention particulière. Il est absolument indispensable de suivre l'évolution de la maladie par un test de santé annuel.
- Pour éviter une dissémination accrue de ces maladies, la préconisation «semences non appropriées à une utilisation sans traitement préalable» prend ici toute son importance. Si la pression de ces maladies devait encore augmenter, il y aurait lieu de revoir les seuils de tolérance qui sont admis aujourd'hui.
- Différencier la carie ordinaire de la carie naine a tout son sens puisque les contaminations par cette dernière proviennent essentiellement de sols infectés.
- Contre la carie naine, l'utilisation de semences saines n'est pas une mesure suffisante car les spores de ce champignon peuvent survivre jusqu'à dix ans dans le sol. Pour cette raison, il ne faudrait pas cultiver de céréales d'automne durant plusieurs années sur les sols infectés, seulement des céréales de printemps ou de l'orge, ces espèces n'étant pas atteintes par la carie naine.
- Lorsque l'hiver est particulièrement froid, avec de longues couvertures de neige, la carie naine peut aussi sévir dans les zones plus basses.
- La résistance aux caries devrait être intégrée aux objectifs de sélection des variétés de céréales bio. Dans d'anciens essais de blé et d'épeautre, on a observé des différences de sensibilité entre les variétés face à la carie ordinaire et à la carie naine; cependant, ce n'était pas encore une vraie résistance. Toutefois, la variété «Butaro», un blé d'automne réputé résistant issu de la sélection du Dottenfelderhof, en Allemagne, est actuellement testée dans les essais variétaux des stations de recherche d'Agroscope.
- Les agriculteurs disposent de trois produits pour le traitement des semences admis pour la culture biologique. Cerall® (formulation aqueuse à base de bactéries) est efficace contre la carie ordinaire du blé et partiellement contre la moisissure des neiges. Cedomon® (formulation huileuse à base de bactéries) est homologué pour combattre la carie ordinaire de l'épeautre. Tillecur® (farine de moutarde jaune) peut être utilisé contre la carie ordinaire du blé.
- Il n'existe actuellement aucun produit de traitement des semences qui soit biologiquement actif contre la carie naine. Cerall® et Cedomon® peuvent être utilisés dans les grandes installations de traitement des semences, mais ce n'est pas possible avec Tillecur®.
- Un inconvénient des deux produits à base de bactéries est leur durée de conservation limitée, quelques jours sans réfrigération, quelques semaines s'ils sont réfrigérés. Cependant, les semences traitées avec l'un ou l'autre de ces deux produits peuvent être stockées jusqu'à 18 mois. ■

Riassunto**15 anni di controlli sanitari su sementi cerealicole biologiche presso Agroscope ART**

Le ricerche condotte negli ultimi quindici anni sulle sementi cerealicole biologiche indicano l'importanza del controllo delle loro patologie. La pressione esercitata dalle malattie è legata a oscillazioni annuali, influenzate dalle condizioni meteorologiche. Tuttavia, negli ultimi anni, gli attacchi di carie e carie nana del frumento (*Tilletia caries* / *T. controversa*) sono aumentati. Si sono riscontrati soprattutto più casi di carie del frumento nella spelta e di carie nana nel frumento. La varietà di spelta «Oberkulmer Rotkorn» sembra particolarmente sensibile alla carie del frumento. È importante ricorrere a sementi sane, poiché questa patologia si propaga molto rapidamente mediante le sementi contaminate. Durante gli inverni molto innevati e con manto nevoso persistente (2008/2009), la carie nana del frumento è apparsa anche in pianura. I problemi con il mal del piede dei cereali si sono manifestati soprattutto nella segale: più della metà dei campioni di sementi analizzate si trovava oltre il valore di soglia. Dei prodotti fitosanitari efficaci e omologati per l'agricoltura biologica esistono solamente per il trattamento delle sementi contro la carie del frumento che attacca frumento e spelta. Tuttavia, essi riscontrano solo una parziale o insufficiente efficacia contro il mal del piede dei cereali (*Microdochium nivale* / *M. majus*) e contro la carie nana del frumento.

Bibliographie

- Bänziger I., Forrer H.-R., Schachermayr G., Frei P. & Gindrat D., 2003. Stinkbrandanfälligkeit in- und ausländischer Weizensorten, *Agrarforschung* 10, 328–333.
- Gengenbach H., 2011. 11e Journée scientifique sur l'agriculture écologique à Giessen, 15–18 mars 2011: dossier complémentaire pour les workshops organisés sur la base de dialogues, 14–21.
- Kietreiber M., 1981. Filterpapier-Fluoreszenztest für die Feststellung von *Septoria nodorum* in *Triticum aestivum* unter Berücksichtigung des in Keimruhe befindlichen Saatgutes. *Seed Science and Technology* 9, 717–723.
- Kietreiber M., 1984. Wheat: dwarf bunt, bunt (stinking smut), smooth-spored bunt (stinking smut). In: ISTA Handbook on Seed Health Testing, ISTA, Zurich, Working sheet No 53, 1–4.

Summary**Fifteen years of organic cereal seed health analyses at Agroscope ART**

Investigations on organically produced cereal seed over the past 15 years have shown the importance of the control of seed-borne diseases. Although disease pressure depends on annual fluctuations caused by the weather, infestation with common and dwarf bunt (*Tilletia caries*/*T. controversa*) has increased in the last few years, with the former primarily occurring on spelt and the latter on wheat. On spelt, the cultivar «Oberkulmer Rotkorn» seems to be particularly susceptible to common bunt. Since the disease can spread very quickly through contaminated seed, it is important to use non-infested starter seed. In winters with abundant snow fall and persistent snow cover (2008/2009), dwarf bunt also occurred in lower altitudes. Problems with snow mould occurred primarily on rye, with over half of the examined seed samples frequently exceeding the threshold value. Effective seed dressings registered for organic farming are only available against common bunt on wheat and spelt; they are only partially or insufficiently effective against snow mould (*Microdochium nivale*/*M. majus*) and dwarf bunt.

Key words: seed borne disease, soil born disease, seed health testing, bunt, snow mould, glume blotch, threshold value, organic cereal seed.

- Killermann B., Voit B. & Büttner P., 2007. Brandkrankheiten bei Weizen – Erfahrungen und Ergebnisse aus der Saatgutuntersuchung. 58° Journée de l'Association des sélectionneurs de semences et des commerçants en semences d'Autriche à Gumpenstein, 20–22 novembre 2007, 41–44.
- Rügger A., Winter W. & Bänziger I., 1998. Gesundheitsdienst im Dienste der Biosaatgutproduktion. *Agrarforschung* 5, 121–124.
- Winter W., Bänziger I., Krebs H., Rügger A., Frei P. & Gindrat D., 1997. Beizung nach Schadschwellen. Ergebnisse mit Sommerweizen. *Agrarforschung* 4, annexe séparée en couleur.