

Charbon de l'orge: sensibilité variétale et alternatives de lutte

Heinz Krebs¹, Andreas Kägi¹, Irene Bänziger¹, Christine Herzog², Thomas Hebeisen², Susanne Vogelgsang¹ et Laure Weisskopf¹

¹Agroscope, Institut des sciences en durabilité agronomique IDU, 8046 Zurich, Suisse

²Agroscope, Institut des sciences en production végétale IPV, 1260 Nyon, Suisse

Renseignements: Laure Weisskopf, e-mail: laure.weisskopf@agroscope.admin.ch



Figure 1 | Epis atteints par le charbon dans l'essai sur l'orge d'automne réalisé en 2014 à Rümlang: au lieu de graines saines, des spores du charbon se développent et sont diffusées par le vent ou lessivées par la pluie, de sorte qu'il ne reste plus finalement que la tige verticale de l'épi. (Photo: Gabriela Brändle, Agroscope)

Jusqu'à ce jour, il n'existe pas de méthode de traitement des semences efficace et pratique pour lutter contre le charbon dans les cultures biologiques. C'est pourquoi Agroscope a testé la sensibilité au charbon de différentes variétés d'orge d'automne ainsi que des méthodes alternatives de traitement des semences. Outre le traitement à l'eau chaude, les applications d'éthanol se sont avérées très prometteuses, bien qu'elles aient réduit la faculté germinative des semences traitées.

Hormis la recherche sur la sélection des céréales à Darzau et au Dottenfelderhof, la sensibilité au charbon n'est pas un critère de sélection, car cette maladie peut être régulée efficacement et sans trop de frais à l'aide de produits de traitement systémiques. Cependant, les semences destinées aux cultures biologiques doivent, conformément aux directives bio (Bio-Suisse 2014), être obtenues sans utilisation de produits de traitement chimiques de synthèse. Du fait de cette règle, ces dernières années, certains lots de cultures de multiplication d'orge n'ont pas été reconnus à cause d'une trop forte infestation par le charbon (> 5 épis cariés par 100 m²).

Les spores de l'agent pathogène du charbon *Ustilago nuda* infectent l'orge au stade de la floraison et le mycélium qui se développe alors survit dans l'embryon des graines jusqu'au semis. Il n'existe à ce jour aucune méthode d'identification du charbon dans les semences qui soit simple à appliquer, de sorte que l'infestation des semences ne peut être constatée qu'à l'épiaison.

Lorsque les semences sont contaminées, les plantes forment des épis cariés au lieu d'épis sains (fig. 1). Les spores du charbon diffusées par le vent gagnent les épis en fleurs des plantes saines et infectent les embryons des nouvelles graines. A l'extérieur, rien n'indique que les graines sont infectées, c'est pourquoi elles ne peuvent pas être éliminées lors du tri des semences.

Il n'existe pas encore de méthode de traitement des semences efficace et pratique pour lutter contre le charbon dans les cultures biologiques. Le produit biologique à base de *Pseudomonas*, Cedomon® (Heinonen 2011) ou le traitement physique à l'air chaud ThermoSeed® (Forsberg 2004) ne permettent pas de maîtriser efficacement la maladie. Le seul traitement efficace et biocompatible pour atteindre le mycélium dans l'embryon de la graine est le traitement à l'eau chaude, bien qu'il ne se soit pas encore bien établi dans la pratique. Pour la multiplication des semences d'orge bio, il est donc urgent de trouver des variétés peu sensibles au charbon, ainsi qu'une

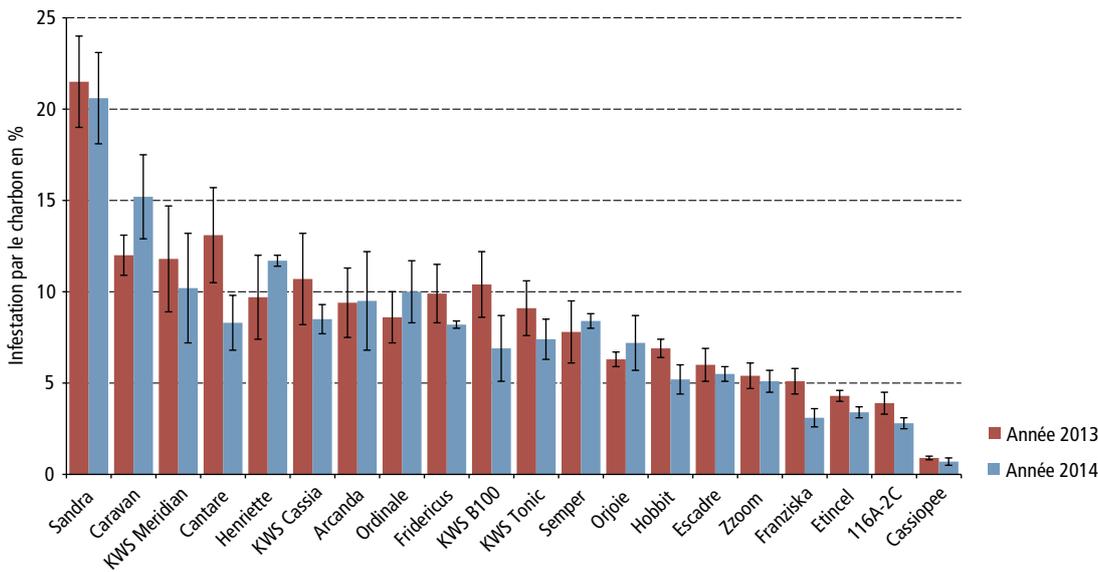


Figure 2 | Charbon dans l'orge d'automne: essai sur la sensibilité des variétés en 2013 et 2014. Infestation par le charbon: moyenne de trois répétitions avec écart-type.

méthode pratique de traitement des semences, permettant de contrôler efficacement l'infestation des semences.

Cet article présente les résultats d'un essai sur la sensibilité des variétés et sur différentes approches évaluées pour maîtriser le charbon en traitant les semences.

Examen variétal

En 2011, 20 variétés, qui étaient testées parallèlement dans l'examen variétal, ont été semées en petites parcelles (7 m²) entre deux lignes des variétés Ulla et Express, toutes deux atteintes de charbon. Toutes les variétés étaient donc soumises aux mêmes conditions d'infection pendant la floraison. La semence préparée à partir de ces 20 variétés testées a ensuite été semée en automne 2012 lors d'un essai avec trois répétitions sur petites parcelles, avec une variante de semences non traitées et une variante de semences traitées avec 40 ml/kg de Lebermooser®. L'infestation de charbon par parcelle a été déterminée en été 2013 après l'épiaison.

L'essai sur la sensibilité des variétés a été réitéré à l'automne 2013 et l'infestation par le charbon a été contrôlée en mai 2014.

Essais avec différentes méthodes de traitement

Le produit Lebermooser® est un extrait éthanolique de mousse (70 % EtOH) qui agit contre le charbon de l'orge (Jahn 2010). Dans un autre essai sur petites parcelles avec

la variété Ulla atteinte de charbon, l'efficacité du traitement au Lebermooser® (40 ml/kg) a été comparée avec un traitement à base d'éthanol à 70 % (40 ml/kg) et un traitement à l'eau chaude (2 h à 45 °C). Les traitements au Lebermooser® et à l'éthanol ont été testés en deux variantes: la première consistait à emballer les semences traitées immédiatement après l'application et à les sceller, et la deuxième à laisser les semences traitées à l'air libre pendant une heure avant de les ensacher.

L'année suivante (automne 2013), un essai a été mis en place sur une petite parcelle avec la variété Ulla. Il s'agissait de tester l'efficacité de deux traitements à l'éthanol faiblement dosé (20 resp. 30 ml/kg) et de deux traitements à l'éthanol et à l'air chaud; (1 ou 2 jours à 65 °C) – ceci en comparaison avec un traitement à la vapeur d'eau (2 min. à 65 °C) et un traitement à la vapeur d'éthanol (2 min. à 65 °C également) ainsi qu'un traitement à l'eau chaude (2 h à 45 °C). Il s'agissait enfin de déterminer la tolérance des semences à ces traitements. Dans les deux variantes à l'éthanol et à l'air chaud, les semences étaient exposées à l'air enrichi d'éthanol.

Dans tous les procédés utilisés pour les essais sur le terrain, la faculté germinative des semences a été déterminée. Pour ce faire, 200 graines ont été placées entre du papier filtre humide et d'abord refroidies à 10 °C pendant cinq jours dans l'obscurité, puis incubées pendant trois jours à 20 °C avec une alternance jour/nuit de 8h/16h. Ensuite, le nombre de graines germées a été compté. ➤

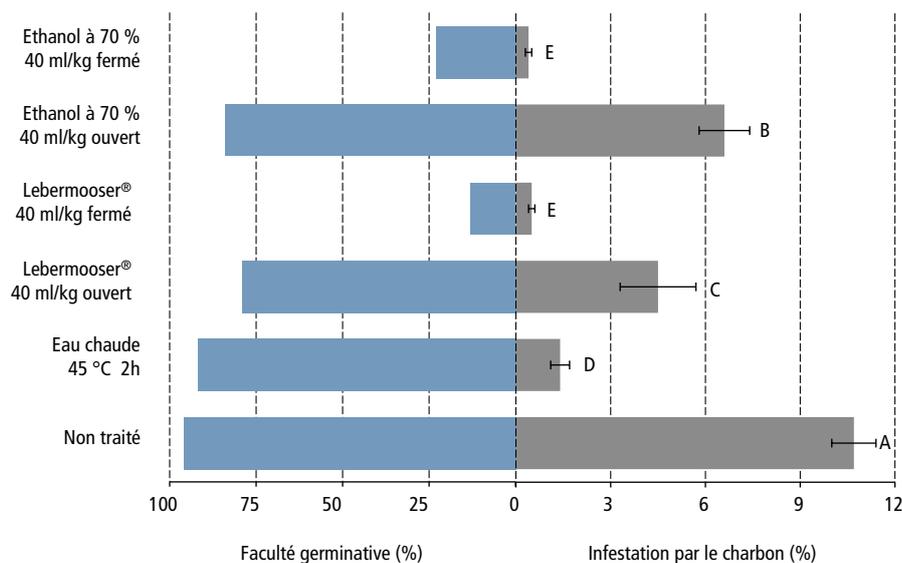


Figure 3 | Traitements contre le charbon en 2013 dans l'orge d'automne Ulla. Infestation par le charbon: moyennes de quatre répétitions avec écart-type (des lettres différentes indiquent des différences significatives entre les procédés, test Duncan, $P < 0,05$), faculté germinative: moyenne de 200 graines analysées.

Variété Cassiopee, infestation minimale

Lors des essais variétaux avec l'orge d'automne, les deux années d'essais ont donné en moyenne de nettes différences entre les espèces en ce qui concerne la sensibilité au charbon (fig. 2). La variété Cassiopee était la moins touchée, avec 0,8 %, tandis que la variété Sandra était de loin la plus infestée, avec 21,0 %. Le traitement avec Lebermooser® a permis de réduire l'infestation par le charbon de plus de 90 % pour toutes les variétés. Cepen-

dant, avec un dosage de 40 ml de Lebermooser® par kg, la faculté germinative de toutes les variétés a baissé en moyenne de 97 à 72 %.

L'éthanol inhibe le charbon – et la faculté germinative

D'autres essais sur le charbon, effectués en 2013 avec la variété Ulla et qui comprenaient un témoin d'éthanol, ont clairement montré que le très bon résultat contre le charbon obtenu avec Lebermooser® n'était pas dû

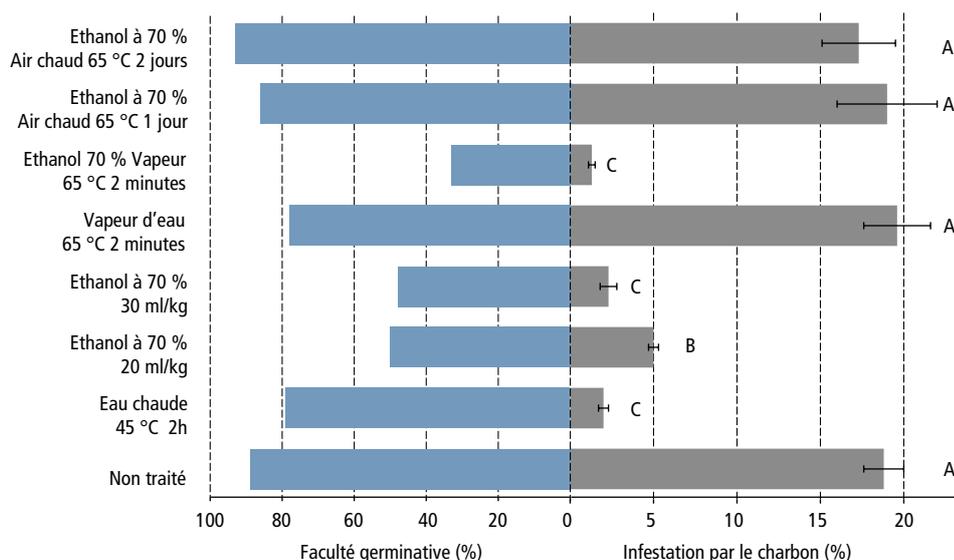


Figure 4 | Traitements contre le charbon en 2014 dans l'orge d'automne Ulla. Infestation par le charbon: moyennes de quatre répétitions avec écart-type (des lettres différentes indiquent des différences significatives entre les procédés, test Duncan, $P < 0,05$), faculté germinative: moyenne de 200 graines analysées.

exclusivement, mais en grande partie, à l'éthanol contenu dans le produit (fig. 3).

La tolérance limitée à l'éthanol était également manifeste. Si par exemple, les semences étaient fermées hermétiquement immédiatement après le traitement au Lebermooser® ou à l'éthanol, leur faculté germinative était drastiquement diminuée. Il est intéressant de remarquer que pour les deux variantes de traitement «ouvertes», l'efficacité du Lebermooser® était significativement plus élevée que celle de l'éthanol. Cela s'explique sans doute par l'effet fongicide des composants de mousse, qui ne s'évaporent pas comme l'éthanol.

Ethanol efficace uniquement à hautes concentrations

Etant donné la tolérance limitée des semences à l'éthanol, durant l'année d'essai 2014, le dosage a été réduit à 30 resp. 20 ml/kg. Les dosages plus bas d'éthanol ont effectivement été mieux tolérés (fig. 4). Le traitement à l'éthanol en dosage de 20 ml/kg était cependant moins efficace contre le charbon que le traitement en dosage de 30 ml/kg. Ce dernier dosage de 30 ml/kg d'éthanol a permis d'obtenir un résultat comparable au traitement à l'eau chaude.

S'il est efficace, le traitement à la vapeur d'éthanol à 65 °C pendant 2 minutes perturbe cependant la faculté germinative. Au contraire, les procédés à base d'air chaud étaient mieux tolérés mais n'étaient pas efficaces contre le charbon, peut-être parce que l'air chaud enrichi en éthanol ne pénètre pas jusqu'à l'embryon infecté.

Conclusions

A l'exception des procédés à air chaud, les applications à l'éthanol étaient efficaces jusqu'à 86 % contre le charbon de l'orge. Ces résultats confirment ceux d'une étude réalisée dans le cadre d'un projet de recherche allemand, qui montre que les traitements à base d'éthanol ou leurs combinaisons avec des extraits végétaux ont un effet protecteur contre le charbon (Koch 2012).

L'effet positif de l'éthanol est cependant limité par la tolérance des semences. Au contraire, le traitement à l'eau chaude est très efficace et bien toléré par les semences. Tant que cette méthode efficace ne se sera pas imposée en pratique, les procédés basés sur l'éthanol resteront une solution possible pour contrôler l'infestation des semences par le charbon. La faculté germinative plus basse lors de la multiplication des semences peut être compensée en augmentant la quantité de semis.

Etant donné les degrés d'efficacité inférieurs des traitements alternatifs par rapport au traitement chimique (70 % au lieu de 95 %), la question de la sensibilité des variétés au charbon est d'autant plus cruciale. Les recommandations de variétés, notamment pour les cultures d'orge biologique, doivent donc considérer une sensibilité plus faible au charbon comme un élément important. ■

Bibliographie

- Bio Suisse, 2014. Cahier des charges pour la production, la transformation et le commerce des produits Bourgeon, p. 48.
- Forsberg G., 2004. Control of Cereal Seed-borne Diseases by Hot Humid Air Seed Treatment. PhD thesis. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, 49 p.
- Heinonen U., 2011. Cereals / Control of leaf diseases. Comparison of seed treatment fungicides on the market in Finland in spring barley. Herbicides, fungicides and insecticides. MTT Agrifood Research Finland, Jokioinen, p. 4.
- Jahn M., 2010. Saatgutbehandlung im ökologischen Landbau. Julius-Kühn-Institut, Kleinmachnow.
- Koch E., 2012. Optimierung von Saatgutbehandlungsmitteln mit Wirkung gegen Flugbrand an Gerste und Weizen (*Ustilago nuda*, *U. tritici*) unter Nutzung verbesserter Verfahren zum Nachweis der Erreger. Julius Kühn Institut 2012, p. 38