



Utilisation de PROCropTMS et de SilicoSec[®] en traitement insecticide des locaux de stockage vides : quelle efficacité en attendre ?

• Sommaire

- Utilisation de PROCropTMS et de SilicoSec[®] en traitement insecticide des locaux de stockage vides : quelle efficacité en attendre ?
- Désinsectiser un silo par le froid, dans quelles conditions est-ce possible ?

• Inscrivez-vous - **Rappel**

Si vous souhaitez recevoir cette lettre technique, merci de bien vouloir vous inscrire à l'aide du formulaire prévu :

<http://enquete.arvalis-fr.com>

Actualités Pôle Stockage

Arrivée de Marine CABACOS



Marine CABACOS a rejoint ARVALIS le 12 mars dans l'équipe "stockage et conservation des grains" à Boigneville. Elle a en charge les projets relatifs à la lutte intégrée contre les ravageurs des grains et remplace à ce poste Nicolas BAREIL. Marine est diplômée d'AgroSup Dijon.

La lutte contre les insectes des grains durant le stockage repose en partie sur la préparation des locaux (nettoyage et traitement) pour éviter la contamination ultérieure des grains (Leblanc et al. 2013). Or, les solutions disponibles en traitement des locaux se raréfient, en particulier pour le stockage des grains bio suite à l'interdiction depuis septembre 2017 de l'utilisation du butoxyde de pipéronyle, un synergisant des pyréthres naturels, par le Comité national de l'Agriculture Biologique. Par conséquent, la recherche de solutions alternatives de lutte, aussi bien préventives que curatives, est indispensable.

Parmi ces solutions alternatives, deux nouveaux produits sont disponibles en France : SilicoSec[®], un insecticide homologué à base de terre de diatomée fabriqué par BIOFA AG et distribué par Kreglinger, et PROCropTMS, une solution prophylactique à base de bicarbonate de soude classée ni phytosanitaire ni biocide et distribuée par Néodis (Figure 1). Un essai s'est déroulé en 2017 à la Plateforme Métiers du Grain d'ARVALIS afin de comparer l'efficacité de ces deux poudres inertes sur le charançon des grains (*Sitophilus granarius*) et sur le capucin des grains (*Rhyzopertha dominica*). Elles ont été appliquées en traitement des locaux vides, dans des conditions les plus proches possibles de celles rencontrées chez les organismes stockeurs.



Figure 1 : Utilisation de PROCropTMS en lutte contre les charançons des grains

Mise en place et déroulement de l'essai :

Pour cette expérimentation, trois placettes supportant des boîtes de Petri, comprenant ou non de la nourriture (blé tendre), ont été disposées sur les cônes de ventilation de chaque

cellule de stockage (Figure 2). Deux de ces cellules, d'une capacité de 40t, n'ont reçu aucun traitement. Deux cellules de 50t ont été traitées avec 2000 g de PROCropTMS (recommandation du fournisseur) et deux

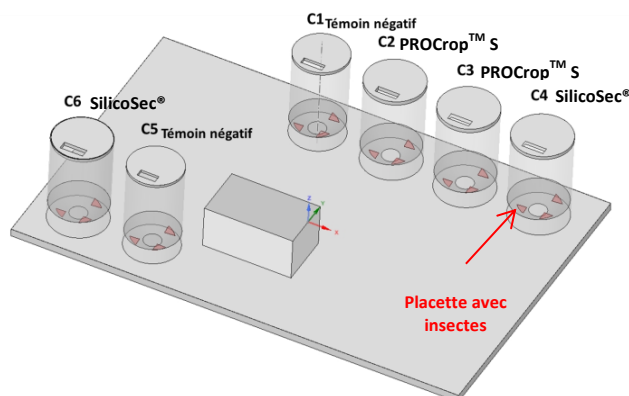
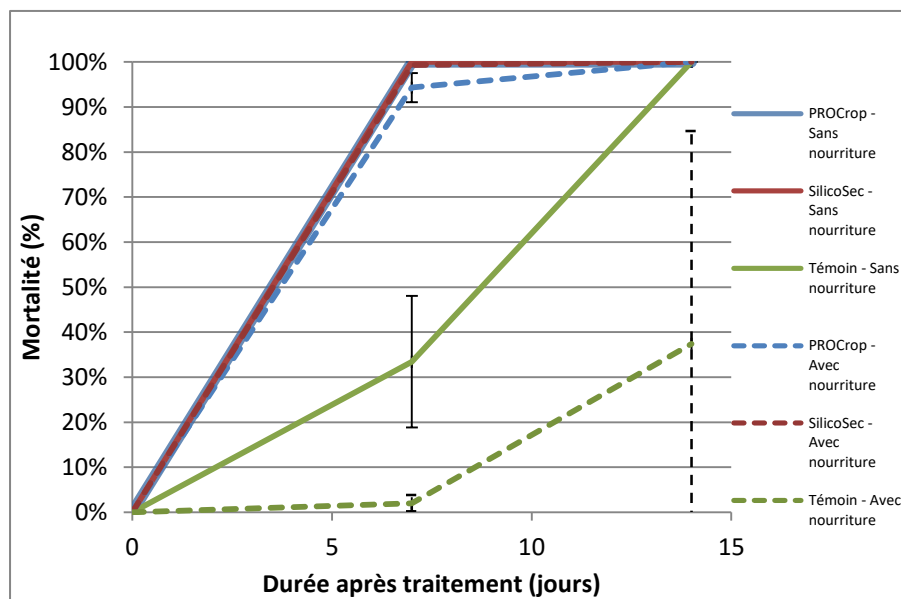


Figure 2 : Dispositif expérimental utilisé pour tester l'efficacité des deux produits

autres cellules de 50t avec 1080,2 g, soit 10g/m² (dose homologuée), de SilicoSec®. Le traitement des cellules avec ces poudres a été effectué par tamisage devant l'ouïe d'aspiration du ventilateur. Les insectes destinés aux cellules non traitées ou traitées au SilicoSec® ont été déposés dans les boîtes de Petri la veille de l'application alors que ceux destinés aux cellules traitées au PROCrop™S y ont été placés seulement 4h après, afin de tester l'effet barrière du PROCrop™S. Ils ont été exposés à une température moyenne de 16°C et une hygrométrie moyenne de 61,7 % durant l'essai. La mortalité des insectes dans chaque cellule était déterminée tous les 7 jours jusqu'à élimination complète des populations traitées. Les rendements d'application de chacune des deux poudres ont également été évalués en mesurant la masse de produit retrouvée dans des boîtes de Petri disposées à mi-hauteur et en bas des cellules traitées.

Les traitements entraînent une mortalité totale au bout de 14 jours

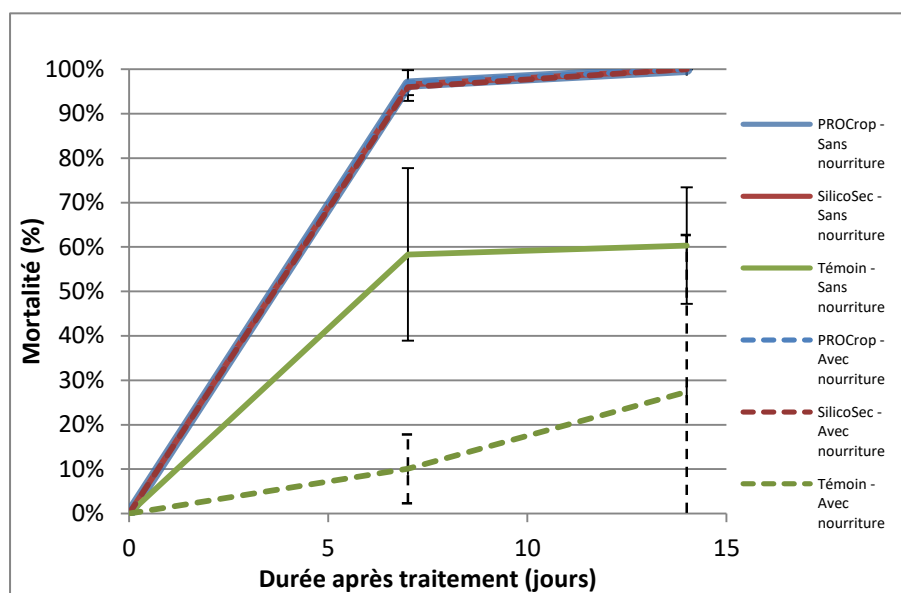
- **Efficacité sur le charançon des grains**



L'ensemble des traitements appliqués, à l'exception du témoin avec nourriture, ont conduit à une mortalité totale des charançons des grains adultes au bout de 14 jours après exposition (Figure 3). Une efficacité insecticide équivalente est obtenue dès 7 jours après traitement, lorsque les charançons sont présents dans des locaux nettoyés ou non (respectivement sans accès ou avec accès à de la nourriture), que ce soit avec PROCrop™S ou SilicoSec®.

Figure 3 : Evolution de la mortalité du charançon des grains (mortalité moyenne ± écart type) ayant accès ou non à de la nourriture lors de traitements des locaux avec des poudres inertes

- **Efficacité sur le capucin des grains**



Tous les traitements testés, à l'exception des deux témoins, ont permis d'éliminer totalement les populations de capucins des grains adultes, 14 jours après exposition (Figure 4). Sur les capucins des grains également, les poudres PROCrop™S et SilicoSec® présentent une efficacité insecticide équivalente dès la première semaine, que les locaux soient nettoyés ou non.

Figure 4 : Evolution de la mortalité du capucin des grains (mortalité moyenne ± écart type) ayant accès ou non à de la nourriture lors de traitements des locaux avec des poudres inertes

- Rendements d'application des deux poudres

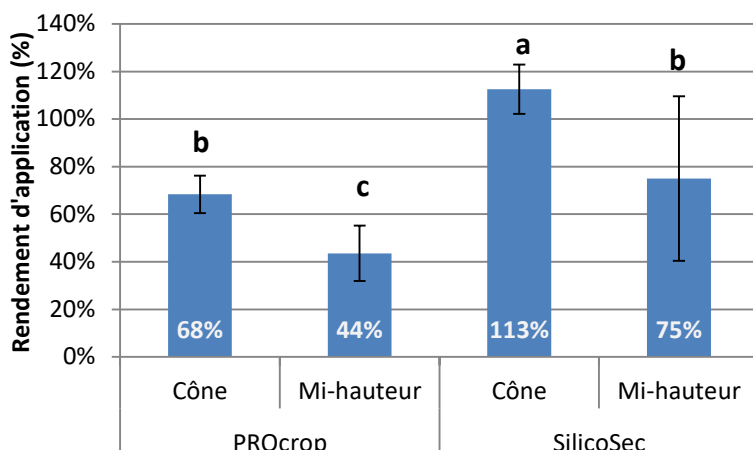


Figure 5 : Rendement d'application du SilicoSec® et du PRO-Crop™S sur le cône et à mi-hauteur de la cellule (rendement moyen ± écart-type)

Concernant les rendements d'application des deux poudres, l'essai a montré que celui de SilicoSec® est significativement supérieur (+ 31 % à mi-hauteur et + 45 % en bas de la cellule) à celui de PROCrop™S (Figure 5). De plus, ces rendements sont meilleurs au niveau du cône de la cellule qu'à mi-hauteur de la cellule, quel que soit le produit utilisé.

Des résultats qui confirment l'intérêt d'un traitement des locaux vides avec PROCrop™S ou SilicoSec®

Les mortalités obtenues avec SilicoSec® lors de cet essai sont cohérentes avec celles rapportées par d'autres auteurs dans la littérature. Concernant le charançon des grains, Cook et al. (2004) ont observé en laboratoire (à 15°C et 80 % d'humidité relative) une mortalité de 96 % au bout de 2 semaines d'exposition, avec une dose de SilicoSec® de 10g/m² également. Un second test avec la même dose de SilicoSec® a été effectué sur le terrain, sur un site de stockage de 120t en cellules sous abri, en conditions d'infestation contrôlée (utilisation de récipients pour empêcher la fuite des insectes). Les cellules ayant été préalablement nettoyées, le test a montré une mortalité totale des charançons des grains au bout de 3 semaines l'été (températures comprises entre 14,4°C et 19,3°C). Dans notre essai, nous pouvons noter qu'après 14 jours l'ensemble des charançons privés de nourriture sont tués, même sans traitement avec une poudre inerte.

De la même façon, l'efficacité insecticide du SilicoSec® sur le capucin des grains a été étudiée en laboratoire par Ziaee et Khashaveh (2007) mais à une dose de 5g/m², à 27°C et 55 % d'humidité relative. Afin de simuler le déplacement des insectes dans des zones refuges non traitées, les capucins étaient maintenus 1 jour sur une surface traitée puis déplacés sur des surfaces non traitées avec ou sans céréales à disposition. Ainsi, après une semaine dans la situation « locaux non nettoyés », c'est-à-dire avec nourriture à disposition, 93,3 % des capucins ont été tués, alors que 100 %

des capucins privés de nourriture ont été tués dans la situation « locaux nettoyés ».

En revanche, aucune étude de l'effet insecticide de PROCrop™S n'a encore été publiée pour appuyer l'effet direct de cette poudre constaté sur les insectes utilisés dans cet essai, et non pas uniquement l'effet barrière initialement prévu. En effet les mortalités moyennes obtenues ne sont pas significativement différentes entre les modalités PRO-Crop™S avec et sans nourriture, pour les charançons des grains aussi bien que pour les capucins. En effet, si le produit n'avait qu'un effet barrière, on aurait pu s'attendre à voir une mortalité comparable avec celle observée sur les témoins sans accès à la nourriture. Or, la mortalité observée avec PROCrop™S est bien supérieure aux témoins et les deux modalités PROCrop™S, avec ou sans nourriture, sont équivalentes.

Comment expliquer la différence de rendement d'application entre les deux produits ?

Quel que soit le produit choisi, la quantité de poudre déposée évolue de façon décroissante avec l'augmentation de la hauteur au sein de la cellule. Ce constat semble cohérent puisque l'application consiste à mettre en suspension la poudre via le système de ventilation de la cellule.

Des fuites de produits durant leur application ont entraîné la formation d'un brouillard de particules en suspension dans la plateforme (Figure 6). Il est donc indispensable de porter des équipements de protec-



Figure 6 : Pertes de produits observées lors de l'application

tion individuelle. Si ces pertes de poudre ont peu affecté le rendement d'application du SilicoSec®, celui du PROCrop™S est fortement diminué. Ceci peut s'expliquer par une densité 4 fois plus grande du PRO-Crop™S que du SilicoSec®. Par conséquent, pour un même volume de poudre échappée, une masse 4 fois plus importante de PROCrop™S est perdue.

A retenir pour l'utilisation de ces poudres :

SilicoSec® et PROCrop™S, utilisés en traitement des locaux vides, sont tout aussi efficaces pour lutter contre les charançons des grains et les capucins des grains, que les locaux soient nettoyés ou non dans le cadre de cet essai, malgré un meilleur rendement d'application du SilicoSec®. Il est intéressant de remarquer que, dans le cas du charançon, la réalisation d'un nettoyage poussé, supprimant l'accès à la nourriture des insectes, entraîne également une mortalité de 100 % des charançons à 14 jours.

Références bibliographiques :

Cook, D.A., Collins, D.A., Collins, L.E., 2004. Efficacy of diatomaceous earths, applied as structural treatments, against stored product insects and mites. HGCA Proj. Rep.

Leblanc M.P., Fuzeau B., Fleurat-Lessard F., 2013. Influence of grain storage practices or kind of structure and pesticide use on insect presence in wheat bulks after long-term storage: a multidimensional analysis. 9th Conference IOBC/WPRS on Integrated Protection of Stored Products, Bordeaux, France, 01-04 July 2013, IOBC/WPRS Bulletin (N° special 2014).

Ziaee, M., Khashaveh, A., 2007. Effect of five diatomaceous earth formulations against *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae), *Oryzaephilus surinamensis* (Coleoptera: Silvanidae) and *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrychidae). *Insect Sci.* 14, 359–365.

Marine CABACOS

m.cabacos@arvalis.fr



ARVALIS organise un colloque sur la lutte intégrée contre les insectes des grains stockés. Ce colloque sera l'occasion de faire le point sur les dernières connaissances permettant de mettre en œuvre une protection intégrée des grains stockés, à faible niveau d'utilisation de produits phytosanitaires.



Figure 7 : ventilateur dans un silo

Désinsectiser un silo par le froid, dans quelles conditions est-ce possible ?

La prévention et la maîtrise des infestations des grains par des insectes ravageurs au stockage sont essentiellement basées sur le refroidissement des grains *via* la ventilation, qu'elle soit réalisée par air ambiant (dans la majorité des cas) ou air réfrigéré. Les cycles de développement des insectes, et *a fortiori* les dynamiques de développement des populations, sont en effet largement dépendants de la température du milieu, les insectes n'étant pas capables de réguler leur température corporelle. En dessous d'une certaine température (qui dépend de chaque espèce), les insectes vont cesser de se reproduire mais leur métabolisme est capable de s'adapter au froid, en produisant des substances antigel, ce qui permet leur survie à plus ou moins longue échéance. Or, il est parfois admis que si des températures basses sont maintenues longtemps, le froid a alors un effet insecti-

cide, permettant la disparition des individus présents dans le grain. Lasseran et al. (1991) montraient ainsi que maintenir le grain pendant 3 mois à 5°C permettait une désinsectisation du silo, la ventilation pouvant être considérée alors comme une technique de lutte physique à effet insecticide et non seulement comme une méthode prophylactique. Or, la survie des insectes au froid dépend de nombreux paramètres, parmi lesquels la température d'exposition, la durée d'exposition au froid, l'espèce, le stade de développement de l'individu, l'humidité relative du milieu mais aussi l'acclimatation des individus.

L'exposition au froid : lutte curative ou méthode préventive ?

A l'heure où les opérateurs sont à la recherche de solutions alternatives pour lutter contre les insectes des grains, il nous a semblé utile de reconsidérer la place du froid dans la protection intégrée des grains stockés. Pour ce faire, nous avons repris l'ensemble des données issues de la littérature sur ce sujet¹, et les avons traitées à l'aide d'une méthode statistique rarement utilisée dans le domaine de la conservation des grains : les analyses de survie. Ces modèles, couramment employés en médecine, permettent de prédire la durée avant la survenue d'un événement. Dans notre cas, l'événement considéré est la désinsectisation du silo, c'est-à-dire la mortalité de plus de 95 % des individus. Il est important de noter que nous ne nous intéressons pas dans ce travail à la mortalité de l'individu mais bien de la population. Les modèles construits et évalués ont donc pour objet de prédire la durée d'exposition au froid nécessaire pour atteindre 95 % de mortalité des individus présents dans un stock de grains.

Les différentes variables étudiées étaient :

1. l'espèce : nous avons retenu des données concernant le charançon du grain (*Sitophilus granarius*), le charançon du riz (*Sitophilus oryzae*), le capucin des grains (*Rhyzoperta dominica*), le silvain (*Oryzaephilus surinamensis*), le petit silvain (*Cryptolestes ferrugineus*), et les deux triboliums (*Tribolium castaneum* et *Tribolium confusum*).
2. les températures d'exposition, allant de 0°C à 13°C.
3. l'acclimation des individus : les individus sont considérés comme acclimatés lorsque la température la plus faible est atteinte de manière progressive. Cette situation représente des situations de terrain. Dans le cas contraire, ils sont considérés comme « non acclimatés ».
4. Le stade de développement, en retenant deux stades : adulte ou immature.

Les modèles retenus présentent un taux de « faux positifs » - c'est-à-dire de situations où l'on prédit une désinsectisation du silo (mortalité >95 %) alors que ce n'est pas le cas, inférieur à 5 %.

Une exposition à 5°C pendant trois mois n'a pas d'effet insecticide sur les principaux ravageurs des grains

Les durées d'exposition au froid nécessaires pour désinsectiser un silo, dans le cas d'insectes acclimatés, figurent en Tableau 1. Pour obtenir une désinsectisation du silo, il faut atteindre une mortalité supérieure à 95 % pour toutes les formes (adultes et immatures).

Espèce	0°		5°C		10°C	
	Adulte	Immature	Adulte	Immature	Adulte	Immature
Charançon du grain (<i>S. granarius</i>)	91	59	294	166	383	360
Charançon du riz (<i>S. oryzae</i>)	15	27	59	80	272	315
Capucin des grains (<i>R. dominica</i>)	71	42	101	83	271	146
Silvain (<i>O. surinamensis</i>)	91	28	205	42	342	91
Petit silvain plat (<i>C. ferrugineus</i>)	163	91	276	167	355	281
Tribolium roux (<i>T. castaneum</i>)	22	23	42	42	101	101
Tribolium sombre (<i>T. confusum</i>)	28	28	41	41	61	60

Tableau 1: Durée d'exposition nécessaire (en jours) pour désinsectiser un silo pour des insectes acclimatés en fonction de l'espèce, du stade et de la température d'exposition

¹ Près de 250 données issues de publication ont été sélectionnées et traitées.

Ces résultats montrent, qu'à l'exception des triboliums, une exposition de moins de trois mois à 5°C ne suffit pas à désinsectiser un silo. Pour les espèces majoritairement présentes dans les blés tendres en France (Leblanc et al., 2013), il faut en effet prévoir une exposition minimale de 80 jours pour le charançon du riz, 294 pour le charançon du grain, 205 jours pour le silvain, 276 jours pour le petit silvain plat et 101 jours pour le capucin. Pour atteindre un effet insecticide du froid en moins de trois mois, il faudrait exposer les grains à une température de 0°C jusqu'à 163 jours pour les petits silvains plats (adultes). Les durées nécessaires pour obtenir un réel effet insecticide du froid sont plus courtes lorsque l'on a affaire à des insectes non acclimatés. Mais cela supposerait de baisser la température brutalement de 25°C à 5°C voire 0°C si l'on souhaite une durée d'exposition nécessaire inférieure à 2 mois, ce qui n'est pas envisageable dans des conditions réelles...

La ventilation des grains : une méthode prophylactique

Ces résultats, qui peut-être viennent bousculer certaines idées antérieures, ont l'intérêt d'exploiter la quasi-totalité des données disponibles sur le sujet. S'ils remettent en cause l'effet insecticide du froid dans les conditions habituelles de ventilation, ils ne remettent pas en cause l'utilité de la ventilation pour maîtriser les populations d'insectes et empêcher les infestations. Simplet, **dans la construction d'un itinéraire de lutte intégrée contre les insectes, ces travaux positionnent clairement la ventilation, à air ambiant ou à air réfrigéré, comme des méthodes de lutte prophylactique** qui vont prévenir les infestations plutôt que les guérir. Autrement dit, les préconisations ne changent pas, mais **la vigilance doit demeurer de mise au printemps, lorsque les grains se réchauffent, même si le stock a été exposé à une durée de froid importante (<10°C pendant au moins 3 mois).**

Katell CRÉPON

k.crepon@arvalis.fr

Références bibliographiques :

Lasseran J.C., Fleurat-Lessard F., 1991. Aeration of grain with ambient or artificially cooled air : a technique to control weevils in temperate climates, in Proceedings of the 5th International Working Conference on Stored-Product Protection. Pp. 1221-1231.

Leblanc M.P., Fuzeau B., Fleurat-Lessard F., 2014. Influence of grain storage practices or kind of structure and pesticide use on insect presence in wheat bulks after a long-term storage : a multi-dimensional analysis, in : IOBC-WPRS Bulletin vol. 98, pp. 403-420.