

# Conception et ventilation des cellules : deux leviers préventifs

Gérer le risque insectes au stockage passe par la maîtrise de la température des cellules, grâce à la ventilation aux heures froides. Le potentiel de refroidissement, qui varie en fonction des régions et des installations, pourrait se réduire avec le réchauffement climatique. Une conception adaptée des cellules peut aussi constituer un levier préventif.

L'abaissement rapide de la température des grains stockés après moisson est un levier incontournable pour gérer les insectes. Si certains OS utilisent des groupes froids, beaucoup font encore principalement appel à la ventilation, en profitant des heures froides nocturnes. Arvalis a mesuré le potentiel de refroidissement des cellules de stockage en France sur la période 1997-2017, en considérant qu'elles sont refroidies les unes à la suite des autres. Le nombre de cellules ventilables a été calculé pour 373 stations météo, trois paliers de refroidissement successifs (20°C, 12°C et 5°C), quatre débits (4, 8, 12 et 16 m<sup>3</sup> d'air/heure et par m<sup>3</sup> de grains) et une dose spécifique de

reste également assez faible, en particulier pour les silos qui disposent d'un débit spécifique faible. L'automatisation de la ventilation fournit alors une solution pour profiter de toutes les heures de froid disponibles.

## Un outil de diagnostic simple

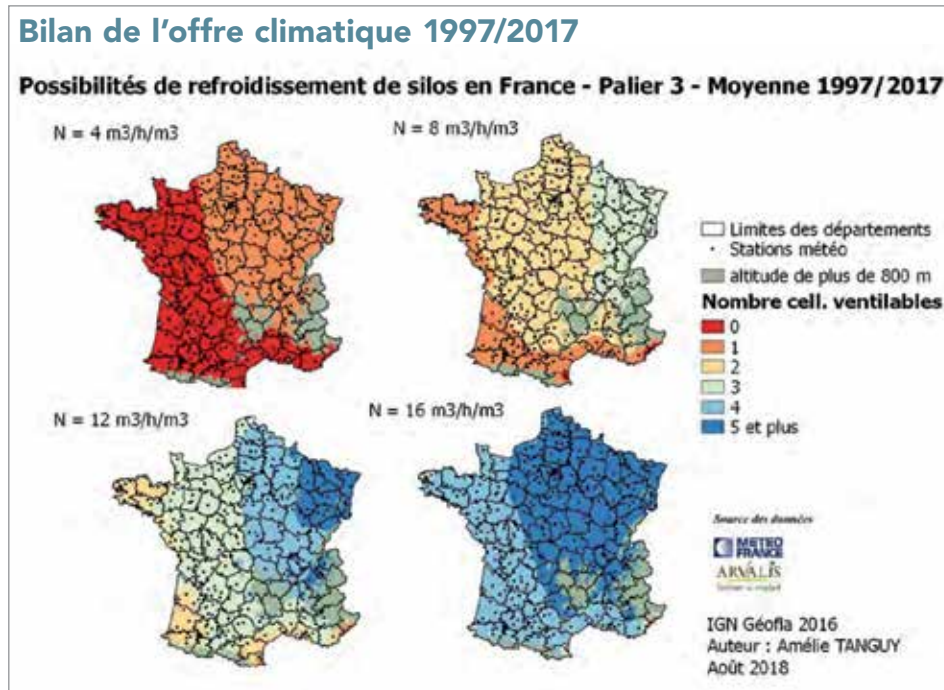
Comme les performances de ventilation se révèlent très variables d'un site à l'autre, Arvalis a conçu un outil d'évaluation, Venti-LIS diagnostic, pour chaque installation, facile à utiliser, ergonomique, accessible gratuitement via internet<sup>(1)</sup>. Connaître la capacité de ventilation en fonction des espèces stockées constitue, en effet, un préalable afin de pouvoir déterminer les actions d'amélioration

à mettre en place. À partir de données d'entrée simples (localisation géographique, espèces stockées, type de stockage, poids spécifiques, dimensions des cellules et des gaines, différents relevés de température...), Venti-LIS évalue la performance de l'installation en comparant le nombre d'heures nécessaires à la réalisation de chaque palier au nombre d'heures de froid disponibles dans la région (moyenne des 20 dernières années ou de l'année passée).

Cette indication permet de détecter les situations de sous ou de sur-ventilation. Selon les résultats obtenus, Venti-LIS propose des pistes d'amélioration : modification du nombre de cellules ventilées simultanément avec le même ventilateur,

Connaître sa capacité de ventilation en fonction des espèces stockées est un préalable.

1000 m<sup>3</sup> d'air par m<sup>3</sup> de grain au premier palier, 1400 au second et 1800 au troisième. Résultat : plus on avance dans les paliers, puis il est compliqué de refroidir les cellules. Au troisième palier (5°C), un gradient est/ouest se dessine (voir graphique). Les régions les plus favorables au refroidissement sont celles du quart Nord-Est. Le pourtour méditerranéen offre des possibilités limitées, même avec des débits élevés. En Bretagne et dans le Sud-Ouest, le potentiel de refroidissement



changement des dates retenues pour atteindre l'objectif de températures de chaque palier. Venti-LIS diagnostic est adapté au blé, orge, colza, tournesol, maïs, sorgho, soja, pois, féverole, ainsi qu'aux installations de ventilations soufflantes.

### Vers une réduction de l'offre climatique

Pour le siècle à venir, les différents scénarios établis par le Groupement international d'experts sur le climat (Giec) prévoient une augmentation de la température globale de la terre. En vue d'estimer son impact sur le stockage des grains, Arvalis a calculé les offres climatiques et le nombre de cellules ventilables pour onze stations météo, sur la période 2036-2065, à partir des simulations des températures réalisées par le Centre national des recherches météorologiques en 2014, selon deux scénarios climatiques (RCP 45 et RCP 85).

On observe une diminution de l'offre climatique plus ou moins marquée selon les scénarios. Pour le premier palier, la forte baisse de l'offre climatique a peu d'impact sur le nombre de cellules ventilables. En revanche, la réalisation du palier 3 est plus compliquée dans une grande partie de la France, notamment avec un débit spécifique



#### CONCEPTION DES SITES: ANTICIPER POUR STOCKER SANS INSECTICIDES

Regroupant six coopératives dans le Sud-Ouest (60 000 t collectées, 15 sites de stockage), Agribio Union est certifiée bio depuis 1985. En 2002, lors de la construction de trois silos verticaux de 9 000 à 15 000 t, un certain nombre de dispositifs ont été intégrés afin de faciliter la conservation des grains sans insecticides. À cet effet, les cellules en palplanches, qui réduisent les zones de rétention des grains, sont isolées pour limiter l'utilisation des groupes froids aux seules années très chaudes, comme 2018. Elles sont équipées de systèmes de vidange quasi intégrale (fond conique ou système de ventilation de vidange). Les pièces mécaniques à l'intérieur des cellules sont optimisées de sorte à éviter la rétention des grains. Les systèmes de manutention sont pensés pour assurer un maximum de souplesse, afin de réaliser facilement des mises en quarantaine de lots à risque. Le nettoyage des installations est également facilité. Les outils de nettoyage du grain sont surdimensionnés et le système de ventilation a été étudié en vue de fonctionner pour toutes les tailles de cellules et tous types de produits. « Grâce à ces équipements, à une sensibilisation importante des opérateurs et à des contrôles renforcés aux différentes étapes du process, le stockage sans insecticides est réalisable », indique Agribio Union. « Mais l'investissement, de 450 à 500 €/t, est deux fois plus élevé que pour un stockage à plat ».

**NOUVEAU**

# Forcegrain MN

by LODIGROUP



\* pour le traitement des locaux vides de stockage

## POUDRE MINÉRALE POUR LA PROTECTION DES DENRÉES STOCKÉES

### AGIT EN TANT QUE BARRIÈRE PHYSIQUE CONTRE LES INSECTES

**CERTIFIÉ GMP +**  
(AUTORISÉ EN ALIMENTATION ANIMALE)



#### ACTION DE BARRIÈRE PHYSIQUE

**ACTION TRÈS LONGUE DURÉE**  
(LE MINÉRAL CONSTITUANT LE PRODUIT NE SE DÉGRADANT PAS)

#### ACTION PRÉVENTIVE ET CURATIVE



#### TRAITEMENT DU GRAIN

0,8 À 1 % DE DOSAGE SOIT 8 À 10 kg/1 T DE GRAIN



#### TRAITEMENT DE SURFACE

80 g/m<sup>2</sup> SOIT 80 kg/1000 m<sup>2</sup>



#### DISPONIBLE EN

**SAC DE 25KG**  
**BIGBAG DE 500KG (SUR PRÉ-COMMANDE)**

Utiliser les biocides avec précaution. Avant toute utilisation, lire l'étiquette et les informations concernant le produit. Dangereux. Respecter les précautions d'emploi.



**LODI S.A.S.**  
Parc d'Activités des Quatre Routes  
35390 GRAND FOUGERAY  
Tél: +33 (0)2 99 08 48 59  
www.lodi-group.fr

## Focus

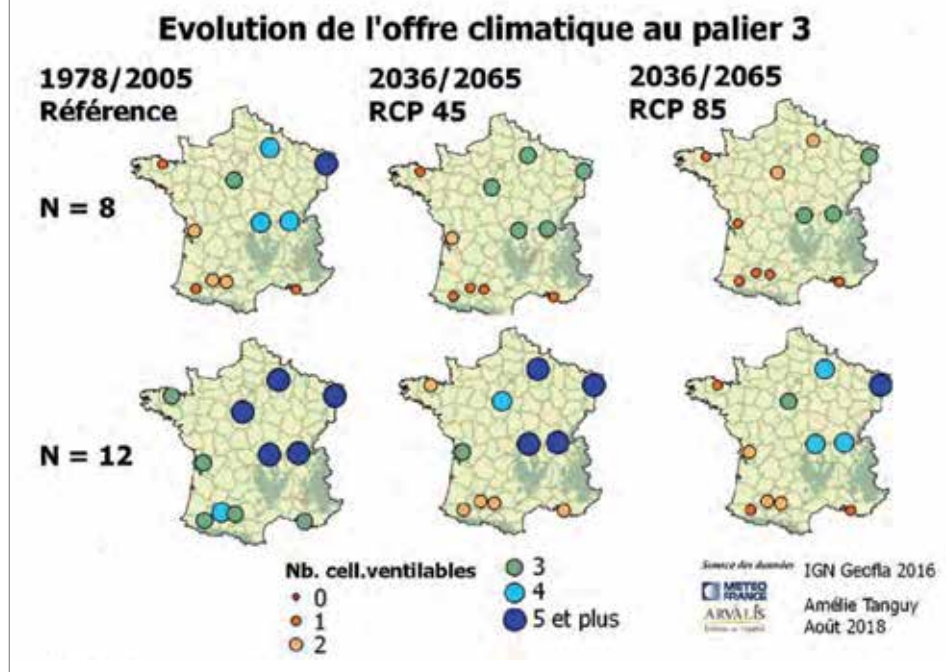
de 8 m<sup>3</sup>/h/m<sup>3</sup> de grains (voir graphique). En moyenne, il n'existe pas de situation critique où aucune cellule ne pourrait être entièrement refroidie.

## Des incertitudes

Le réchauffement climatique diminue donc le potentiel de refroidissement et a fortiori élève le risque insectes. Une solution consisterait à augmenter le débit pour réduire la durée de refroidissement nécessaire. Rehausser la température objectif du troisième palier (8°C, au lieu de 5°C) permettrait également d'augmenter l'offre climatique de 50%. « Nous avons cependant des incertitudes concernant l'ampleur de ce changement climatique et la variabilité inter-annuelle de l'offre climatique », souligne Amélie Tanguy d'Arvalis. Que se passerait-il en cas d'année exceptionnelle? « Nous ne sommes pas à l'abri d'une impossibilité de refroidir les stockages, en particulier dans le Sud et l'Ouest ».

Pour aller plus loin dans l'étude de l'impact du réchauffement climatique, il serait intéressant de savoir à quelles dates les paliers sont atteints et de voir si le changement climatique influe ce paramètre. Celui-ci a une incidence importante sur

## Impact du changement climatique sur le refroidissement des stockages de grain



le risque d'infestation des volumes stockés, notamment pour les paliers 1 et 2 qui sont à une température supérieure ou égale à 12°C, à laquelle les insectes peuvent se reproduire.

Marie Ganne

(1) <https://www.arvalis-infos.fr/venti-lis-diagnostic-@/view-300-arvoad.html>

## GESTION DES INSECTES DES CÉRÉALES STOCKÉES

## Des alternatives aux insecticides chimiques

Poudres minérales, huiles essentielles, thermo-désinsectisation, atmosphère modifiée constituent des alternatives aux insecticides chimiques, déjà utilisables ou à venir. En raison de leur coût, voire de leurs contraintes de mise en œuvre, elles s'adressent pour l'heure à des petits lots, des productions à haute valeur ajoutée ou, ponctuellement, à des cellules posant problème.

**S**ans action chimique sur les insectes, les poudres minérales offrent un nouveau levier pour la protection intégrée des grains stockés, avec des solutions commerciales spécifiques apparues sur le marché ces trois dernières années: SilicoSec distribué en France par Kreglinger, PROCrop S de Solvay, distribué par Néodis, et Force

Grain MN de Lodi Group. En conventionnel, SilicoSec et Force Grain MN sont autorisés à la fois pour le traitement préventif des locaux vides et pour le traitement des grains. PROCrop S l'est seulement pour les locaux vides (voir tableau). En agriculture biologique, les trois spécialités sont autorisées pour le traitement des locaux et seule SilicoSec l'est pour le traitement des grains.

« Dans le cas des contrats "zéro insecticides", il faut bien s'assurer auprès du client qu'il autorise ces poudres inertes », conseille Marine Cabacos d'Arvalis.

## Mort par dessiccation ou famine

SilicoSec est constituée à 100 % de terre de diatomées, qui sont des dépôts fossiles de squelettes de micro-algues,



## Poudres inertes : usages et doses

	Traitement préventif des locaux vides	Traitement préventif des grains	Traitement curatif des grains
<b>SilicoSec</b> (dose homologuée)	10 g/m <sup>2</sup>	1 kg/t	2 kg/t
<b>ProCrop S</b> (dose recommandée)	20 g/m <sup>2</sup>		
<b>Force Grain MN</b> (dose recommandée)	80 g/m <sup>2</sup>	7 à 10 kg/t (pas autorisé en bio)	10 kg/t (pas autorisé en bio)

Source : Arvalis

composés de silice naturelle. Elle est la seule solution de biocontrôle à base de terre de diatomées homologuée en France pour le stockage des grains. Abrasive pour la cuticule et les articulations, elle cause la mort de l'insecte par dessiccation. PROCrop S (95 % de bicarbonate de sodium) et Force Grain MN (à base de zéolithes) affament les insectes en constituant une barrière physique autour du grain.

Testée par Arvalis dans des locaux infestés à 10 g/m<sup>2</sup> (à 16°C et 62 % de HR), SilicoSec procure une efficacité totale au bout de deux semaines sur le charançon des grains et le capucin des grains. PROCrop S, testée en traitement

de cellules de 50 t avec 18,5 g/m<sup>2</sup> avant introduction des insectes, offre le même niveau d'efficacité. De son côté, Force Grain MN à 10 g/kg de blé en conditions contrôlées entraîne une mortalité quasi totale des charançons du riz en trois semaines d'exposition (à 26°C et 70 % de HR). Un résultat comparable à la littérature, qui lui attribue aussi une efficacité de 100 % contre *T. castaneum* et de 78 % contre le capucin des grains. Force Grain MN réduit aussi de 61 % l'émergence des formes juvéniles.

## En préventif

D'après la bibliographie, les terres de diatomées appliquées en préventif

sur grains peuvent conduire à des taux de mortalité compris entre 87 et 100 % au bout de deux semaines, selon les espèces (capucin des grains, charançon du riz, *T. confusum*, *C. ferrugineus*). De plus, l'émergence des formes cachées du capucin des grains et du charançon du riz est significativement réduite. Ce traitement préventif serait efficace jusqu'à 270 jours dans certaines conditions. L'application peut être réalisée sur la totalité du lot de grains ou seulement sur une couche superficielle : au moins 50 cm pour le capucin des grains, le charançon du riz et *T. castaneum*, et au moins un mètre pour *C. ferrugineus* et 1,5 m pour le silvain.

Les terres de diatomées n'auraient pas d'impact négatif sur la qualité boulangère du blé tendre, sur celle des pâtes ou sur les propriétés de l'orge brassicole. Néanmoins, elles provoquent une coloration blanchâtre des grains et une baisse significative du poids spécifique. Autres inconvénients, le traitement des grains nécessite des quantités importantes de poudre (jusqu'à 2 kg/t de grain pour SilicoSec, 7 à 10 kg/t pour Force Grain MN), est difficile à mettre en œuvre, sans compter le coût (7 à 13 €/t).



**CONSERVER LES SEMENCES EN SACS  
SOUS ATMOSPHERE CONTROLEE**  
C'est simple, venez tester :  
05 53 02 85 00





Abrasif pour la cuticule et les articulations, SilicoSec, à base de terre de diatomées, cause la mort de l'insecte par dessiccation.

## L'INFO EN +

### CHALEUR ET CO<sub>2</sub>

Des solutions physiques peuvent être utilisées, en conventionnel et en bio, pour éliminer les insectes présents sur les grains mais également à l'intérieur. La thermo-désinsectisation (séchoir à plus de 50-55°C pendant 2 à 3 heures) fonctionne bien. Elle est cependant énergivore et est proscrite dans la production de semences. Autre technique : l'atmosphère modifiée. « Les céréales sont stockées en big bag d'une tonne environ (big bag Nox) », explique Marine Cabacos d'Arvalis. « À l'aide d'un aspirateur, un vide partiel est réalisé avant d'injecter du CO<sub>2</sub>. Un air à plus de 40 % de CO<sub>2</sub> entraîne la mort des adultes en 48 heures. En raison de son coût, cette technique est plutôt réservée au bio, mais elle pourrait traiter une cellule de céréales conventionnelles posant problème, par exemple. » Cetec propose, par ailleurs, une ensacheuse pour conditionner les semences en sacs étanches de 5 à 25 kg tout en faisant le vide, avec ou sans injection de gaz neutre (azote, CO<sub>2</sub>).

« Sauf à devoir traiter une cellule en particulier qui pose problème, les OS préfèrent les utiliser en traitement des locaux ».

### Huiles essentielles à l'étude

Les huiles essentielles (HE) pourraient peut-être constituer une autre alternative aux insecticides chimiques. Ce sont des produits naturels extraits de nombreuses plantes aromatiques, et constitués principalement de dé-

rivés terpéniques et phénoliques. Elles présentent une activité insecticide et fongicide plus ou moins élevée selon leur composition. De nombreuses études ont montré in vitro leur efficacité, ou celle de leurs composés pris séparément, envers différents ravageurs des grains. Ainsi l'eugénol, un des composés des HE qui peut être synthétisé, assure à faible dose (0,1 à 100 µg/250 g de grains) 100 % de mortalité du charançon du riz au bout de trois jours. *T. castaneum* est plus résistant avec 12 % de mortalité au bout

de 24 heures, contre 85 % pour le charançon du riz.

### Maîtriser leur libération

Cependant en raison de leur forte volatilité, l'action des huiles essentielles est limitée dans le temps. Des travaux sont en cours pour contrôler leur libération, notamment en les formulant sous forme de granulés issus de co-produits d'origine végétale. Les granulés peuvent ensuite être séparés des grains en fin de stockage. « La libération des HE est alors plus lente », précise Pascale Chalier de l'Université de Montpellier\*, qui travaille sur le sujet. Des essais ont été réalisés avec Arvalis sur blé tendre (1 kg) infesté de charançons du riz et de capucins des grains. Au bout de 14 jours, une efficacité de 80 à 90 % peut être obtenue sur capucins avec certaines HE à certaines doses. Le charançon est plus résistant avec 60 % d'efficacité au maximum.

La persistance au-delà des 14 jours des HE ainsi formulées va être testée. « Il est certainement possible d'augmenter le taux de mortalité en modifiant la taille et/ou la forme des granulés, en utilisant d'autres HE ou en travaillant avec les composés majoritaires. Des résultats

## Les OS préfèrent utiliser les poudres minérales en traitement des locaux.

sur l'efficacité de ces granulés en mini-celules devraient être obtenus au courant du premier semestre 2020. Des tests sont également en cours pour vérifier si les résidus des composés d'HE dans la farine sont inférieurs aux LMR quand elles existent ».

**Marie Ganne**

\* Unité mixte de recherche Ingénierie des agropolymères et technologies émergentes