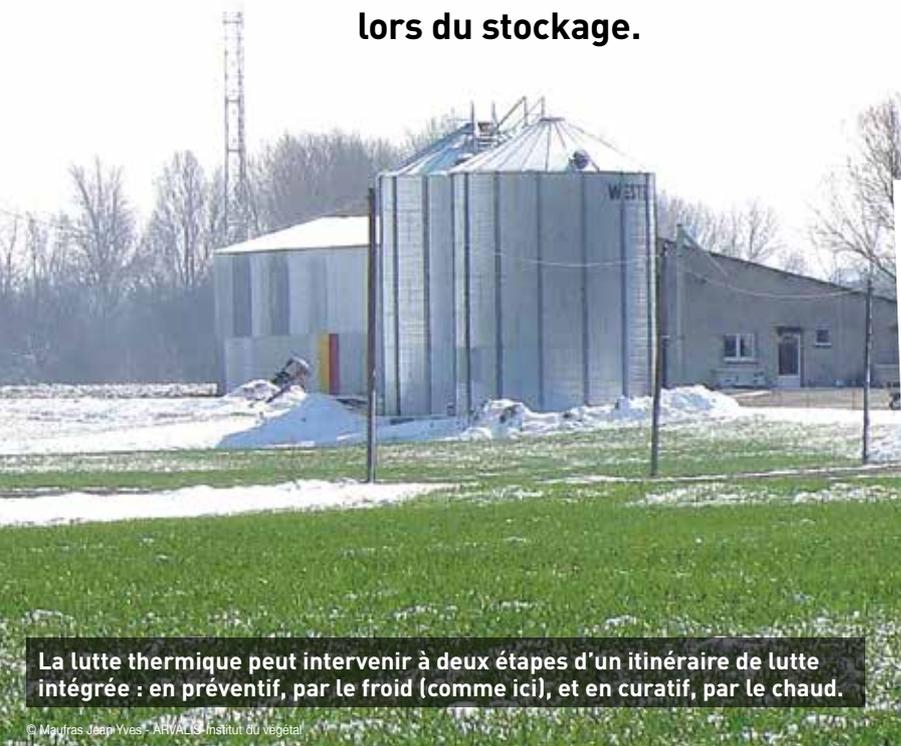


## LA LUTTE THERMIQUE

# CHAUDS-FROIDS

## pour les insectes

Arvalis a évalué l'impact des basses et des hautes températures sur la mortalité des insectes qui s'attaquent aux grains lors du stockage.



La lutte thermique peut intervenir à deux étapes d'un itinéraire de lutte intégrée : en préventif, par le froid (comme ici), et en curatif, par le chaud.

© Mauffras Jean Yves - ARVALIS Institut du végétal



© Campo Nicole - ARVALIS Institut du végétal

Les insectes ravageurs des grains ne régulent pas leur température corporelle et sont donc dépendants de la température du milieu dans lequel ils vivent. De ce fait, la température constitue un excellent mode de gestion de leurs populations. L'utilisation du froid comme du chaud connaît d'ores et déjà des applications pratiques dans les filières céréalières (ventilation, désinsectisation des bâtiments).

Trois plages de températures caractérisent les insectes : une plage de températures optimales, correspondant aux températures les plus favorables au développement et à la reproduction des insectes, une plage de températures sub-optimales, dans laquelle les insectes cessent de se reproduire (voire de se mouvoir), et une plage de températures létales, entraînant la mort des individus dans un temps plus ou moins long.

### Le froid, une solution préventive efficace mais délicate à mettre en œuvre

Dans un premier temps, l'abaissement de la température allonge la durée des cycles de reproduction des insectes qui passe de 3-4 semaines, lorsque le grain est à la température de récolte (aux alentours de 30° C), à plus de deux mois lorsqu'il est refroidi à 20° C. Cela suffit à éviter les proliférations jusqu'au moment où la température extérieure est suffisamment basse pour débiter le palier 2 visant 12° C. À cette dernière température, devenu léthargique, plus aucun insecte du stockage n'est alors en mesure de se reproduire. La mortalité chez certaines espèces débute à partir de 5° C (palier 3). L'effet insecticide du froid dépend de la température du grain, de la durée d'exposition au froid et du stade de développement de l'insecte (tableau 1). Quand la durée d'exposition



# LE BLÉ DUR, UNE CULTURE RENTABLE ET D'AVENIR

## RGT ANVERGUR

**ANVERGUR est la variété numéro 1 des blés durs : rendement et qualité. Elle se distingue par un bon niveau de protéines.**

## RGT VOILUR

**RGT VOILUR est la référence face aux maladies, résistance verse et moucheture. Elle est reconnue pour un haut niveau de protéines.**

**Cultiver ANVERGUR et RGT VOILUR, c'est la sécurité du rendement.**

**RAGT Semences est numéro 1 en blé dur.**

**LES VARIÉTÉS GAGNANTES SONT CHEZ RAGT SEMENCES !**

## MORTALITÉ LIÉE AU FROID : le gel est souvent nécessaire pour désinsectiser dans un délai raisonnable

DURÉE D'EXPOSITION (en jours)	0°C		5°C		10°C	
	Adultes	Juvéniles	Adultes	Juvéniles	Adultes	Juvéniles
Charançon des grains	91	59	294	166	383	360
Petit silvain plat (syn. Cucujide roux)	163	91	276	167	355	281
Silvain	91	28	205	42	342	91
Capucin des grains	71	42	101	83	271	146
Charançon du riz	15	27	59	80	272	315
Tribolium roux	22	23	42	42	101	101
Tribolium brun	28	28	41	41	61	60

Durée < 3 mois    Durée = 3 mois    Durée > 3 mois

**Tableau 1 : Durées d'exposition nécessaires pour obtenir une mortalité supérieure à 95 %, avec un risque d'erreur de 5 %. Valeurs obtenues en utilisant un modèle mathématique d'espérance de survie.**

effective est plus courte que les valeurs préconisées, la mortalité des populations est partielle, et la prolifération reprend avec les individus survivants dès que la température du grain remonte au-dessus de 12°C.

Utiliser le froid pour tuer les insectes est toutefois malaisé car il est difficile, voire impossible, de garantir que l'ensemble de la masse du grain restera au niveau de température nécessaire. En effet, les dessus de tas ainsi que les grains en contact avec les parois se réchauffent localement ; ils suivent l'évolution des températures extérieures beaucoup plus rapidement que le cœur de la masse de grain, créant ainsi des zones de refuge pour les insectes survivants.

L'office canadien des grains préconise une température d'entreposage de -5°C pendant une durée de douze semaines pour obtenir un effet insecticide total.

## La chaleur, un moyen de lutte curatif en protection intégrée

L'objectif est de créer un choc thermique par une brusque élévation de la température des grains, car les insectes ne survivent pas plus de quelques minutes à une température supérieure à 60°C. Dans certains pays développés comme en France, cette technique a été utilisée dans des installations dédiées sur lit fluidisé<sup>(1)</sup>. Dans les pays chauds, en zones rurales, la solarisation des grains repose sur le même principe : l'étalement en couche mince de

petits lots de grains laissés exposés au soleil sous une bâche permet de tuer les insectes des lots.

Ce principe de désinsectisation peut être mis en œuvre dans un séchoir. Les facteurs influençant l'efficacité de ce traitement sont multiples. Parmi les espèces rencontrées en France, le capucin (*Rhyzoperta dominica*) ainsi que le petit silvain plat (ou cucujide roux, *Cryptolestes ferrugineus*) sont plus tolérantes à la chaleur. À l'inverse, le silvain (*Oryzaephilus surinamensis*) et le tribolium brun (*Tribolium confusum*) sont les moins résistantes. Le charançon du riz (*Sitophilus oryzae*), l'espèce la plus fréquemment rencontrée en France, présente une sensibilité à la chaleur intermédiaire.

Le niveau de la température ainsi que la durée d'exposition sont également des facteurs déterminants. Les durées d'expositions pour obtenir la mortalité se comptent en jours à 45°C, en heures à 50°C, en minutes à 55°C et en secondes à 60°C. De plus, la vitesse à laquelle la température de traitement est atteinte influence la tolérance des insectes à la chaleur. Si la température monte lentement, les insectes peuvent s'y acclimater en produisant des protéines spécifiques qui les protègent de la chaleur, et la mortalité est atteinte moins rapidement.

## Désinsectisation réussie et qualité du blé préservée à l'aide d'un séchoir colonne

Arvalis a mis en place une série d'essais afin de caractériser l'importance de ces facteurs et de mesurer l'impact d'un tel traitement obtenu avec un séchoir sur les qualités technologiques du blé tendre.

La faisabilité avec un séchoir industriel a été prouvée sur la plateforme Métiers du grain. Deux lots



**En cas d'infestation avérée, le chauffage des grains à l'aide d'un séchoir constitue une lutte curative alternative très efficace mais relativement onéreuse.**

# 12°C

au-dessous de cette température, la prolifération des insectes cesse, faute de reproduction.



**METAREX® DUO**



**ANTI-LIMACES DOUBLE ACTIF**  
**EFFICACITÉ NOUVELLE GÉNÉRATION**

*2 modes d'actions simultanés  
et complémentaires*

*Encore moins  
de matières actives*



*Plus rapide  
d'action*

*Largeur de travail  
inégalable*

Brevet 15.51785 et Brevet 15.51774

FABRIQUÉ EN  
FRANCE

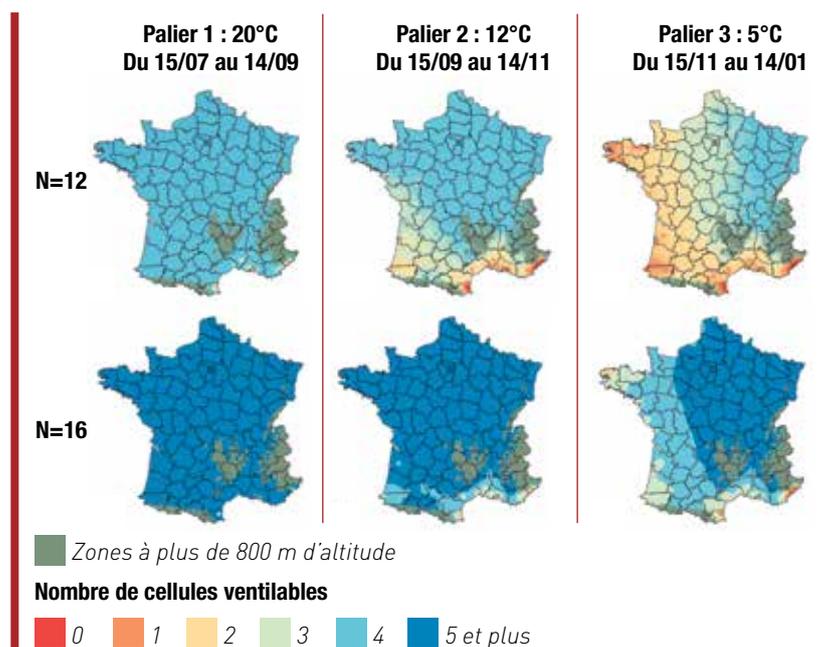
DE SANGOSSE



METAREX® DUO - AMM n°2190173 - Phosphate ferrique IPmax 16.2 g/kg, Méthaldéhyde 10 g/kg. - P102 Tenir hors de portée des enfants, P273 Ne pas manger, boire ou fumer en manipulant ce produit, P273 Eviter le rejet dans l'environnement, P291 Recueillir le produit répandu, P501 Éliminer le contenu du récipient conformément à la réglementation locale/nationale, E01401 Respecter les instructions d'utilisation pour éviter les risques pour la santé humaine et l'environnement, SP1 Ne pas polluer l'eau avec le produit ou son emballage, SP6 - Pour protéger les oiseaux/les mammifères sauvages, récupérer tout produit accidentellement répandu - Marque déposée, autorisation de mise sur le marché et fabrication : DE SANGOSSE - Pour les usages autorisés, doses, conditions et restrictions d'emploi ; se référer à l'étiquette du produit et respecter strictement les préconisations. Avant toute utilisation, assurez-vous que celle-ci est indispensable. Privilégiez chaque fois que possible les méthodes alternatives et les produits présentant le risque le plus faible pour la santé humaine et animale et pour l'environnement, conformément aux principes de la protection intégrée. Consultez <http://agriculture.gouv.fr/ecophyto> DE SANGOSSE SAS au capital de 9 829 225 Euros - 300 163 896 RCS Agen - n° TVA intracommunautaire FR 57 300 163 896 DE SANGOSSE - Bagnol - 47480 PONT DU CASSE - Agrément n° A001561 pour la distribution de produits phytopharmaceutiques à usage professionnel. Avril 2019 - Actualisé et remplace toute version précédente. Versions actualisées des fiches produits disponible sur [www.ciblage-anti-limaces.fr](http://www.ciblage-anti-limaces.fr). Résultats affichés en comparaison à METAREX IND  
Crédit photo : Gettyimages / Création : 

**PRODUITS POUR LES PROFESSIONNELS : UTILISEZ LES PRODUITS PHYTOPHARMACEUTIQUES AVEC PRÉCAUTION.  
AVANT TOUTE UTILISATION, LISEZ L'ÉTIQUETTE ET LES INFORMATIONS CONCERNANT LE PRODUIT.**

## LUTTE PRÉVENTIVE PAR LE FROID : atteindre 5°C est plus difficile sur la façade océanique



**Figure 1 : Potentiel de refroidissement moyen en France entre 1997 et 2017, mesuré en nombre de cellules ventilables, pour deux valeurs du débit spécifique N, pour trois paliers de refroidissement.** Les débits spécifiques retenus, exprimés en  $m^3/h$  par  $m^3$  de grain, sont représentatifs de ceux observés en stockage fermier. Sources des données : Arvalis, Météo France, IGN Geofla 2016.

de sept tonnes de blé artificiellement infesté par des charançons et des capucins ont été passés au séchoir colonne, le premier pendant 120 minutes avec de l'air à 80°C, le second pendant 100 min avec de l'air à 90°C. Ces lots ont ensuite été

refroidis en cellule par un système de ventilation classique. Dans les deux cas, la désinsectisation a été complète : aucun adulte n'a survécu, et aucune forme juvénile n'a émergé après 42 jours d'incubation en conditions de développement optimales. Un contrôle des caractéristiques technologiques (temps de chute de Hagberg, poids spécifique, force boulangère et rapport P/L à l'alvéographe) a été réalisé avant et après traitement. Ces analyses n'ont révélé aucun impact significatif des traitements appliqués au grain sur sa qualité technologique. La teneur en eau a diminué de 2,3 à 3 points. Utiliser ainsi un séchoir est efficace mais coûteux : plus de 10 € la tonne. Toutefois le coût du traitement à 90°C pendant 100 minutes est inférieur de 2,2 €/t. Cette technique est néanmoins intéressante dans des filières spécifiques à forte valeur ajoutée ou en cas de traitements chimiques inefficaces. En revanche, elle ne peut pas être mise en œuvre sur des orges de brasserie ni sur aucune semence car le pouvoir germinatif n'y résiste pas.

« **Le refroidissement des grains** constitue une méthode de lutte préventive essentielle à un stockage de qualité dans la durée. »

## DES CONDITIONS MÉTÉO PLUTÔT FAVORABLES AU REFOUILLISSEMENT DES GRAINS

Le potentiel de refroidissement est le nombre de cellules de stockage qu'on peut refroidir successivement à l'aide d'un ventilateur (figure 1). Il est calculé à partir de l'offre climatique (nombre d'heures où la température est inférieure ou égale à l'objectif), du débit spécifique\* et de la dose spécifique\*\*. Ce dernier paramètre varie entre 1000 et 1800  $m^3$  d'air par  $m^3$  de grain. Les situations où aucune cellule n'est ventilable sont rarissimes (un point à l'extrême sud de la France). Les deux premiers paliers sont, en moyenne, réalisés assez facilement. Dans les régions où l'offre climatique est la plus faible, un débit spécifique élevé améliore le potentiel de refroidissement. C'est le troisième palier qui limite le nombre de cellules ventilables, en particulier dans les régions au climat océanique, caractérisées par la douceur de leurs hivers.

(\* ) Le débit spécifique est le débit du ventilateur divisé par le volume de grain refroidi.

(\*\* ) La dose spécifique est le nombre de  $m^3$  d'air nécessaires pour refroidir un  $m^3$  de grain.

L'efficacité sur bruches n'a pour l'instant pas été encore testée mais pourrait présenter un double intérêt : une récolte plus précoce à une teneur en eau de 17-18 % limiterait le risque de splitage, et la désinsectisation

par la chaleur serait efficace avant que la bruche n'émerge de la graine, limitant de facto le nombre de grains perforés.

(1) Cette technique de séchage consiste à faire circuler le grain sur une couche d'air chaud sous pression (ou lit fluidisé).

Jean-Yves Moreau - jy.moreau@arvalis.fr  
Amélie Tanguy - a.tanguy@arvalis.fr  
ARVALIS - Institut du végétal



**Le petit silvain plat (ci-dessus) résiste mieux au chaud et au froid, tandis que le charançon du riz est sensible au froid et relativement sensible à la chaleur.**