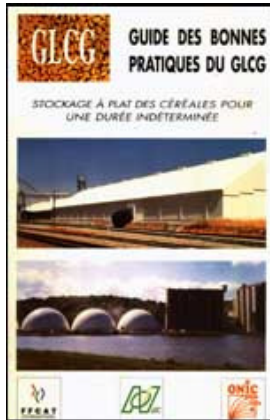


[Home](#) > (From globally distributed organizations, to supercomputers, to a small home server, if it's Linux, we know it).[.ar](#).[cn](#).[de](#).[en](#).[es](#).[fr](#).[id](#).[it](#).[ph](#).[po](#).[ru](#).[sw](#)



Le stockage à plat des céréales pour une durée indéterminée

- GUIDE DES BONNES PRATIQUES DU GLCG
-

[Table des matières](#)

Ont participé à la rédaction de cet ouvrage:

Patrick BAUDOIN (ONIC)
Pierrick BERHAUT (ITCF)
Jean-Robert BOSCO (TECHMO-HYGIENE)
Bernard CAHAGNIER (INRA)
Patrick DUCOM (SPV)
Francis FLEURAT-LESSARD (INRA)

Patrick GARAUD (CIBA-GEIGY)
André GUENIER (SEMABLA SA)
Marie-Pierre LEBLANC (ONIC)
Robert LOCKMAN (SOCIETE LODI)
Jean-Louis POICHOTTE (FFCAT)
Alain ROUSSEaux (CGI)

Coordination:

Patrick DUCOM

Nous remercions les sociétés suivantes pour leur participation financière:

AMBOILE CHIMIE
BIOSYSTEMES FRANCE SARL
COMPAGNIE GENERALE DES INSECTICIDES
SGS QUALITEST
SOCIETE LODI
SICA SILO PORTUAIRE DE ROUEN
TECHMO HYGIENE
TOUT POUR LE GRAIN

Et particulièrement l'OFFICE NATIONAL INTERPROFESSIONNEL DES CÉRÉALES dont le soutien a permis une édition de qualité.

Éditeur: G.L.C.G. - Groupe de Liaison sur la Conservation des Grains

Secrétariat:

Laboratoire O.N.I.C.
rue Chef de Baie - B.P. 2097
17010 LA ROCHELLE Cédex
Tél.: 46-67-55-69

LODI SPÉCIALISTE DE LA PROTECTIONS ET DU TRAITEMENT DES GRAINS STOCKÉS ET DES LOCAUX DE STOCKAGE

DIGRAIN instantané

HOMOLOGATION N° 8100566 100g./l. de DDVP

Traitement des locaux de stockage, moulins, etc.

DIGRAIN instantané est efficace contre les charançons, sylvains, triboliums, alucites, mites, papillons, et sur tous les insectes des céréales et des moulins.

Traitement direct des céréales stockées.

Traiter le grain ...à raison d'une bombe pour 70 quintaux. Il est également possible, avec le

dispositif de diffusion continue de la bombe, de traiter par la ventilation.

Traitement de choc contre les insectes des habitations, cantines, restaurants, magasins, voitures, bateaux, etc.

Efficace contre les cafards, ravets, fourmis, puces, punaises, mouches, moustiques, guêpes, dermestres, scarabée du tapis, etc.

Mode d'emploi - Dose d'emploi.

Chaque bombe **DIGRAIN instantané** contient la dose d'insecticide pour traiter 1000m³. Bien fermer les locaux, placer la bombe en hauteur et enclencher l'aérosol dans la position de diffusion choisie.

PRECAUTIONS.

Cet insecticide est toxique. Tenir hors de la portée des enfants. Avant de traiter fermer les portes et fenêtres. Evacuer les animaux domestiques, les oiseaux, les aquariums et les plantes vertes. Il est recommandé de porter un masque souple spécial DDVP. Laisser agir **DIGRAIN instantané** pendant 2 ou 3 heures avant de bien aérer les pièces traitées. Se laver les mains et le visage avant de prendre toute nourriture. En cas de malaise consulter d'urgence un médecin. Récipient sous pression à ne pas exposer au soleil ni à une température supérieure ... 50 °C. Ne pas percer ou brûler, même après usage, ne pas vaporiser sous une flamme ou un

corps incandescent.

Inflammable

Mode d'emploi du diffuseur.

Chaque bombe **DIGRAIN instantané** est munie d'un diffuseur équipé d'une patte qu'il faut basculer soit en position moyenne pour une diffusion normale, soit à fond pour une diffusion automatique en continu.

LODI 12, rue de Rouen 95450 Le Bord' Haut de Vigny -
Tél.: 1.30 39 28 44 Télex : 607 402 F FAX 1.34 66 10 20

Volume net: 600 ml 800 e "3" EMB.:07324

DIRGRAIN instantané

GAZ INSECTICIDE pour le traitement de choc des locaux de stockage de denrées, des céréales stockées, des habitations, cantines, restaurants, des voitures, bateaux, etc.

[Insectes](#)

INSECTICIDES Gamme DIGRAIN - KOBIOLE ULV 6

FUMIGANTS PHOSTOXIN - QUICKPHOS

MATÉRIELS D'APPLICATIONS

TRAITEMENT DIRECT Nébulisaigrain - Installation complète

TRAITEMENT DES VOLUMES ET DES LOCAUX London fogger - Atomist - Installation fixe des locaux de stockage

AGRO - TECHMO - HYGIÈNE

23, avenue Albert Einstein - ZI du Coudray B.P. 57 - 93151 LE BLANC MESNIL Cédex

Téléphone: (1) 48 67 18 18 - (lignes groupées) Télécopie: (1) 48 67 19 41

NOTRE COMPETENCE A VOTRE SERVICE

CONSEILLE

ETUDIE

CONTROLE

AGIT

FUMIGATION (PH₃ - CH₃Br) DESINSECTISATION DERATISATION

CONTACTEZ NOUS AU (16. 1) 48 67 18 18

Dans les organismes stockeurs, deux types de stockage sont utilisés, parfois conjointement : le stockage vertical en cellules de grande hauteur et le stockage à plat, abrité sous un bâtiment qui occupe une surface au sol importante. Chacune de ces deux options présente ses avantages et ses inconvénients.

La grande hauteur limite la surface au sol du silo, mais nécessite des parois de cellules résistant à des contraintes importantes; elle engendre une pression de ventilation néfaste à un refroidissement correct.

Le stockage à plat est généralement conçu sur une hauteur relativement faible qui limite les contraintes support,es par les parois, ainsi que la pression de ventilation, mais en contrepartie, la hauteur de stockage est très irrégulière, ce qui entraîne une hétérogénéité de passage de l'air de ventilation. Enfin, le stockage à plat est économiquement plus avantageux que le stockage en grande hauteur avec un coût total par tonne jugé 2 fois plus faible . On a généralement recours à ce mode de stockage plus avantageux pour des stockages de longue durée.

Les caractéristiques techniques de ces silos de stockage et les exigences que l'on peut avoir, en termes de conduite de stockage par rapport à une durée de stockage souvent longue,

constituent un problème particulier auquel ce document tente d'apporter des solutions pratiques.

SIEGE

79, rue Ampère - 75017 PARIS

Tél.: (1) 46-22-16-70

Fax: (1) 46-22-23-26

50 ans d'expérience pour une protection adaptée des stocks:

• Fumigation (Magtoxin, Fumi-Cel, Fumi-Strip) • Désinfection • Désodorisation • Désinsectisation • Dératisation

4, allée des informaticiens

1140, rue André-Ampère

13851 AIX en PROVENCE Cédex 3

☎ 42-39-74-76

51, chemin de l'Oustalet

31140 AUCAMVILLE

& : 61-70-22-75

Parc Europe

340, avenue de la Marne

06/11/2011

Le stockage à plat des céréales pour u...

59700 MARCQ en BAROEUL

① 20-45-99-11

ZAC des Meuniers

9 rue Ampère

91520 AGLY

① 60-83-45-25

Z.I. de la Haie des Cognets

4, rue des Couardières

35136 Saint JACQUES de la LANDE

① 99-30-46-56

31, rue Edouard-Nieuport

69008 LYON

① 78-01-07-58

SURVEILLANCE TOUS PRODUITS

poids, qualité, échantillonnage "spécialiste en céréales et oléagineux"

Bureau principal

2 rue Dugay-Trouin

06/11/2011

Le stockage à plat des céréales pour u...

B.P. 1282 - 76000 ROUEN

Téléphone 35 70 00 05

Télex 770 075

Télécopie 35 07 76 79

Prés de chez vous

INTERIEUR:

CACHAN

Tél
(1) 41-24-88-88

METZ

87-30-59-42

STRASBOURG

88-61-84-6

PORTS:

DUNKERQUE

28-63-08-44

DIEPPE

35-84-11-84

ROUEN

35-70-00-05

LE HAVRE

35-22-76-57

CAEN

31-72-87-06

BREST

98-46-44-50

LORIENT

97-87-82-60

MONTOIR

40-90-00-01

LA ROCHELLE	46-42-62-07
BORDEAUX	56-31-77-31
BAYONNE	59-55-66-00
PORT LA NOUVELLE	68-48-05-84
SETE	67-48-81-00
MARSEILLE	91-91-04-90

Table des matières

[Bonnes conditions du grain a l'entreposage](#)

[Caractéristiques du grain en tant que denrée alimentaire a conserver](#)

[Caractéristiques minimales du grain en tant que denrée a conserver en stock a plat \(Diagnostic\)](#)

[Conditions techniques pour le stockage à plat des céréales](#)

[Les bâtiments](#)

[Les équipements](#)

[La conduite du stockage](#)

[Ventilation de refroidissement](#)

[Qu'est-ce que la ventilation de refroidissement ?](#)

[Problèmes spécifiques aux cases a fond plat](#)

[Le traitement des céréales par les insecticides de contact](#)

[Les traitements des locaux](#)

[Le traitement des surfaces](#)

[Le traitement des volumes](#)

[Le traitement direct des grains](#)

[Désinsectisation des grains par fumigation globale ou localisée à l'hydrogène phosphore](#)

[Généralités sur la fumigation](#)

[Flumigation en plein d'un tas de grain](#)

[Fumigation localisée](#)

[Pour en savoir plus](#)

[Liste des auteurs](#)

[Table des matières](#) - [Suivante](#) ➤

[Home](#)"" """"""> (From globally distributed organizations, to supercomputers, to a small home server, if it's Linux, we know it).[ar.cn.de.en.es.fr.id.it.ph.po.ru.sw](#)

Bonnes conditions du grain a l'entreposage

[Caractéristiques du grain en tant que denrée alimentaire a conserver](#)

[Caractéristiques minimales du grain en tant que denrée a conserver en stock a plat \(Diagnostic\)](#)

Bernard CAHAGNIER

Francis FLEURAT-LESSARD

(et moyens de maîtrise des altérations en cours de stockage)

Le grain ne peut se conserver indéfiniment sans perdre ses qualités et la préservation de toutes ses qualités n'est ni éternelle ni gratuite.

Les bonnes pratiques de conservation consistent à maintenir le plus longtemps possible la qualité du produit en agissant sur les divers mécanismes d'altération.

Trois facteurs déterminent l'intensité du processus d'altération au cours de la conservation : la température l'hydratation du grain (teneur en eau) - la durée du stockage.

Ces facteurs conditionnent le développement des microorganismes et des insectes qui sont toujours présents en plus ou moins grande quantité sur le grain ou sur les lieux d'entreposage.

Dans le cas de stockage de tonnages importants de grain, les risques d'altération peuvent être aggravés et les principales conditions requises pour une conservation sans risque, diffèrent sensiblement des critères d'aptitude au stockage d'usage courant.

Dans le cas de stocks horizontaux, la surface en contact avec l'air est importante et l'évolution de l'humidité, ambiante dans les entrepôts peu ou pas aérés peut se transmettre à une plus grande proportion de celle-ci que dans des cellules verticales et de faible section. L'ensemble des précautions supplémentaires à prendre correspond aux conditions requises pour diminuer les risques d'altération dans ce type de structure horizontale, qui sont souvent associées à une conservation à long terme du grain (Par exemple : céréale mise à l'intervention) : la longue durée constitue un facteur de risque supplémentaire.

Caractéristiques du grain en tant que denrée alimentaire à conserver

■ **CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES**

Selon les conditions de qualité, minimale requises pour la vente des céréales dans le cadre de formules contractuelles courantes : "la marchandise doit être livrée en bon conditionnement, exempte de parasites vivants de la marchandise, et sans flair". Lors de la reconnaissance de la marchandise, il appartient à l'acheteur ou à son représentant de s'assurer que celle-ci est saine, loyale et marchande, donc sans odeur anormale et exempte de parasites vivants ou de substances toxiques.

Il y est rajouté à l'attention de l'inspecteur de l'installation de stockage ou de transport: "L'acheteur ou son représentant (l'ONIC dans le cas d'une mise à l'intervention) est également tenu de vérifier l'état de propreté des installations destinées à recevoir la marchandise et des moyens de transport, avant chargement". De plus, il est mentionné que : "la présence de parasites vivants étant un cas de refus de la marchandise, l'acheteur ou son représentant devra, avec les moyens dont il dispose, s'assurer de la non-présence de parasites vivants".

Pour une conservation de longue durée, il est donc nécessaire de respecter un certain nombre de règles constituant des préconisations minimales et de disposer de moyens de contrôle ou de surveillance pour les conditions suivantes :

- **La teneur en eau (= humidité) du grain avant l'entreposage.**
- **La température du grain et du local d'entreposage (celle-ci devant être relevée régulièrement au cours du stockage en différents points du stock ou enregistrée**

automatiquement à intervalles réguliers en des endroits connus du tas de grain).

- **La présence d'insectes à un niveau de densité inférieur au seuil de détection dans un échantillon normalisé (ce qui correspond à une densité moyenne, régulièrement répartie, généralement inférieure à 1 insecte vivant pour 2 kg de grain), sachant que certains points du stock sont susceptibles d'attirer les insectes et d'y favoriser leur multiplication plus intense et plus rapide (zones d'échauffement d'origine microbienne, par exemple).**
- **Il est conseillé aussi de contrôler la teneur en résidus de pesticides dans le grain à l'arrivée.**
- **Il est conseillé de contrôler la charge microbienne à l'entrée de l'entrepôt et, si possible, le type de micromycète présent (norme NF - V 08-022 = ISO 7954).**

Un matériel de prélèvement pouvant être mis en oeuvre manuellement est indispensable pour pouvoir évaluer l'évolution de la qualité initiale au cours de la période de conservation. Pour l'obtention d'un échantillon, on fait référence ... la norme française sur l'échantillonnage manuel (NF - V03 700 (1967) = ISO 950 (1979)), qui devrait être appliquée dans le cas d'un contrôle officiel, mais qui impose une prospection intégrale de toute la profondeur du tas (ce qui est le plus souvent irréalisable).

- **LE GRAIN EST UN ORGANE VÉGÉTAL A MÉTABOLISME TRÈS RALENTI, MAIS QUI PEUT REPRENDRE VIE RAPIDEMENT DANS CERTAINES CONDITIONS**

Il convient, pour des raisons de sécurité du consommateur final et des raisons économiques, d'éviter, pendant les périodes de stockage, toute altération du produit susceptible de

compromettre ses qualités. La bonne conservation du grain résulte d'une optimisation réussie entre différents facteurs, difficiles à concilier entre eux :

- **La durée (impératifs du marketing).**
- **Les coûts (impératifs économique et commercial).**
- **La qualité en fin de stockage (impératifs réglementaires, d'image de marque", et exigences légitimes de l'acheteur).**
- **Les connaissances scientifiques et technologiques (impératifs de recherche et développement).**

Les grains et graines ont un métabolisme extrêmement ralenti. Quand les conditions de teneur en eau et de température deviennent favorables, le rythme vital s'accélère pour aboutir, à l'extrême, à la germination (figures let 3).

[Figure 1 : Principales causes d'altération du stock en relation avec les conditions de température et d'humidité du grain.](#)

Le grain ne peut se conserver longtemps que si son humidité est basse et située au-dessous du seuil limite d'apparition d'eau libre dite "solvante" qui favorise le développement des moisissures cette limite &"activité de l'eau", symbolisée par le sigle Aw, est aussi appelée "teneur en eau de sauvegarde"; (voir figure 2)

[Figure 2 : Équilibre entre activité de l'eau et teneur en eau du grain. \(Multon, 1982\)](#)

Pour les céréales, la limite d'activité de l'eau, ou seuil de sauvegarde, est à 0,70 (soit 70 % d'humidité relative à l'équilibre). Cela correspond à une teneur en eau des céréales de l'ordre de 14 %. Comme dans la pratique courante du stockage on se place rarement dans ces conditions, lorsque le seuil de sauvegarde de teneur en eau est dépassé, la température doit être la plus basse possible pour pouvoir assurer une conservation de plusieurs mois sans risque important (voir plus loin les données complémentaires sur la ventilation de refroidissement).

▪ PRINCIPAUX FACTEURS D'INSTABILITÉ DE LA QUALITÉ DU GRAIN STOCKÉ

Au-dessous du seuil de teneur en eau de sauvegarde, tout risque de développement des moisissures est annulé. Cependant, il est très rare que l'intégralité de la masse des grains stockés soit à une teneur en eau homogène et le seuil de sauvegarde peut être dépassé en certains points sans que cela ait une influence notable sur la teneur en eau moyenne de l'ensemble du lot de grain conservé.

- Altération des grains par les moisissures**

Du fait de leur siccité, la flore dangereuse ou susceptible d'altérer la qualité des céréales est essentiellement constituée par des moisissures adaptées à des taux d'hydratation assez bas (15-16% de teneur en eau) et appelée communément flore de stockage.

Néanmoins, depuis le moment de leur "initiation" au sein de l'épi jusqu'au passage au mouliné les grains de céréales sont soumis à des contaminations par des microorganismes (bactéries, levures ou moisissures). Si les conditions climatiques dans la période précédant la récolte influent considérablement sur la nature et le nombre de microorganismes portés par le grain, il est clair que les opérations de battage et, éventuellement, le séchage sont à l'origine de mélanges et de contaminations secondaires qui confèrent au grain stock, une "microflore" sensiblement différente de celle du grain au champ.

Les principaux représentants de cette microflore de stockage sont essentiellement des espèces des genres *Aspergillus* et *Penicillium*, accompagnées par des espèces secondaires de *Mucorales* ou des genres *Byssoclamys*, *Scopulariopsis* et *Walleimia*. Toujours très abondantes dans les recoins des silos et entrepôts, ces espèces très sporulantes sont très souvent à l'origine de contaminations secondaires lors de manutentions et de la transformation des grains. Ces moisissures de stockage sont les seules à pouvoir se développer sur des grains à 15 - 16% de teneur en eau (elles sont appelées, de ce fait, xérotolérantes). De plus, certaines d'entre elles peuvent synthétiser des molécules extrêmement toxiques pour l'homme et les animaux : les mycotoxines. Il est clair que c'est ce groupe de moisissures qui intéresse le stockeur de céréales et qui est à l'origine de la très grande majorité des accidents de conservation.

Les moisissures sont une cause directe de l'altération des grains. Des relations de

cause à effet entre la prolifération des moisissures et certains types de dégradation des grains sont bien établies :

- **Le développement d'Aspergillus et Penicillium sur les grains s'accompagne d'une diminution de la faculté germinative.**
- **De même, les odeurs de moisi qui apparaissent dans le grain ou les farines et qui peuvent se retrouver ensuite dans le pain, sont bien dues à l'activité des Penicillium et des Aspergillus.**

Les grains cassés, fissurés ou morts (stabilisés définitivement par la chaleur par exemple), perdent leurs défenses naturelles et sont plus vulnérables aux facteurs d'altération et, en particulier, aux microorganismes.

Il est bien connu par ailleurs que l'acidité extractible de blés stockés augmente en même temps que le nombre de germes fongiques et il a été démontré un rôle prépondérant et quasi-exclusif des moisissures dans ce processus d'acidification.

- **De plus, un développement de moisissures sur des blés destinés à la panification provoque une modification des propriétés rhéologiques des pâtes qui en résultent.**
- **Enfin, toute prolifération de microorganismes se fait au détriment de la matière sèche du grain qui est utilisée pour le métabolisme énergétique des moisissures (en particulier, l'amidon de l'albumen et les lipides du germe). Le métabolisme**

des microorganismes en conditions favorables (de multiplication intense) provoque une perte de matière sèche du grain et, ce qui est plus grave encore, il génère de la chaleur et de la vapeur d'eau, ce qui a pour effet d'entretenir des conditions très favorables au développement d'un processus d'échauffement "spontané" et masque souvent la perte de matière sèche (par l'apport d'eau en compensation).

Tableau 1 : Exemples de mycotoxicooses

Syndrômes prédominants	Mycotoxines incriminées	Moisissures responsable
Hépatotoxicooses	Aflatoxines	<i>Aspergillus flavus</i>
Néphrotoxicoses	Ochratoxines	<i>Aspergillus ochraceus</i>
	Citrinine	<i>Penicillium viridicatum</i>
Neurotoxicoses	Patuline	<i>Aspergillus clavatus</i>
		<i>Penicillium expansum</i>
Gastro-entérotoxicoses	Trichothécènes	<i>Fusarium divers</i>
Hémorragies	Trichothécènes	<i>Fusarium divers</i>
Nécrose cervicale	Fumonisines	<i>Fusarium moniliforme</i>
Cancer de l'oesophage	Fumonisines	<i>Fusarium moniliforme</i>

|| Effet oestrogène || Zéaralénone || *Fusarium graminearum* ||

De plus, dans ces conditions, il peut y avoir un risque non négligeable de production de toxines. En effet, certaines moisissures élaborent des substances toxiques, la plupart du temps cancérigènes : les mycotoxines (tableau 1). Les intoxications sont rares chez l'homme du fait de son alimentation diversifiée et du soin apporté, à la conservation des denrées alimentaires. Mais, dans le cas de stockage de tonnages très importants de céréales pendant des longues durées, des développements ponctuels sont à craindre. Les seuils de toxicité, de ces toxines chez l'homme ou les animaux d'élevage étant très bas, le moindre développement, même localisé, est particulièrement important à détecter.

[Photo 1: *Penicillium implicatum*](#) (conidiophores et spores)

[Photo 2: *Aspergillus amstelodami*](#) (conidiophores et spores)

- **Nuisibilité des insectes et des acariens**

Les insectes ravageurs du grain (charançons, capucins, alucites, *Tribolium*, silvains, etc, ...) se développent encore jusqu'à des teneurs en eau de l'ordre de 10 % dans les céréales, c'est-à-dire que dans tous les cas de stockage, ils vont représenter un risque.

On peut répartir les espèces nuisibles en deux classes à risques différents :

- **Les ravageurs primaires, qui représentent le danger le plus important, car ce sont des espèces exclusivement adaptées au grain, à l'intérieur duquel elles accomplissent la majorité de leur cycle de développement sous "forme cachée", invisible à l'observation directe. Il s'agit des charançons, du capucin des grains et de l'alucite des céréales (tableau 2).**
- **Les ravageurs secondaires qui représentent une grande variété d'espèces différentes, qualifiées d'"opportunistes" et qui prélèvent leur nourriture sur les grains cassés principalement ou les grains déjà creusés par un ravageur primaire. Ils peuvent, bien sûr, se retrouver ailleurs que dans le grain, dans tous les produits dérivés des céréales (farine, semoule, biscuits, etc ...), mais également dans beaucoup d'autres denrées alimentaires (exemple fruits secs, légumes secs, épices, plantes séchées, etc) ... Certaines espèces de ce second groupe ont un régime particulier et elles ne seront présentes que dans les grains moisissus ou dans les zones d'échauffement (*Typhaea stercorea*, *Alphitobius diasperinus*, *Ahasverus advena*, ou les psoques, par exemple).**
- **Les acariens étant principalement attirés par les moisissures dont ils se nourrissent, ils ne représentent qu'un risque parallèle à celui des moisissures et que l'on peut associer à une teneur en eau plus élevée que la normale commerciale (en général supérieure à 15 % dans les céréales). Les acariens sont particulièrement attirés par les substrats riches en lipides et notamment, en ce qui concerne les céréales, par le germe des grains. Une attaque massive d'acariens peut provoquer une diminution importante de la faculté germinative**

alors que la céréale peut conserver un aspect extérieur normal.

La vitesse de multiplication des insectes, comme dans le cas des moisissures, dépend étroitement de deux facteurs:

- **La température du grain et sa teneur en eau.**

L'insecte ne se multiplie pas, au moins de façon perceptible, au-dessous de 12 °C. Lorsque la température de seuil est dépassée, sa vitesse de multiplication double lorsque la température augmente de 5 à 7 degrés (le cycle se déroule 6 fois plus vite à 30 °C qu'à 15 °C).

Lorsque la teneur en eau augmente de 2 points, la vitesse de développement des insectes augmente de 50% et les femelles ont une descendance beaucoup plus nombreuse dans le grain humide que dans le grain sec.

Les principales conséquences de l'attaque des insectes sur la qualité des céréales stockées sont secondaires par rapport à la seule présence d'insectes vivants qui constitue un motif de refus de la marchandise et une réfaction sur le prix, correspondant au moins au coût d'une fumigation, indispensable pour ramener le lot de grain à la norme commerciale requise (non présence d'insectes vivants).

Tableau 2: Echelle de gravité des principaux insectes ravageurs des grains stockés.

Ravageurs Primaires granivores stricts à formes cachées	Espèces opportunistes détritiphages sans formes cachées	Espèces secondaires mycophages, prédateurs et saprophages
Coléoptères :	Coléoptères:	Coléoptères:
• Charançons et du maïs	• Silvain	• Mycétophage des grains
	<i>Oryzaephilus surinamensis</i>	<i>Typhaea stercorea</i>
<i>Sitophilus granarius</i>	• Tribolium roux et sombre:	• Ténébrion des poulaillers:
<i>S. oryzae</i>	<i>Tribolium castaneum</i>	<i>Alphitobius diaperinus</i>
<i>S. zeamais</i>	<i>T. confusum</i>	• Cucujide denté de l'avoine
• Capucin degrains	• petit silvain ou Cryptolestes	<i>Ahasverus advena</i>
<i>Rhizopertha dominica</i>	<i>Cryptolestes spp.</i>	Psocoptères
	• Cadelle	• Psoques:
	<i>Tenebroides mauritanicus</i>	<i>Liposcelis sp.</i>
	• Vrillettes du pain et du tabac	
	<i>Stegobium paniceum</i>	

	<i>Lasioderma serricornis</i>	
Lépidoptères:	Lépidoptères:	Acaris:
• Alucite des céréales	• Pyrale des amandes	• Tyroglyphe de la farine
<i>Sitoroga cerealella</i>	<i>Ephestia cautella</i>	<i>Acarus siro</i>
	• Teigne des semences:	• Tyrophage du colza
	<i>Plodia interpunctella</i>	<i>Tyrophagus putrescentiae</i>
	• Mite de la farine	
	<i>Ephestia kuehniella</i>	

[Photo 3 - *Oryzaephilus surinamensis*](#): le «silvain», ravageur «secondaire», mais le plus fréquent dans les stocks de céréales (cliché INRA).

[Photo 4 - *Sitophilus zeamais*](#): le «charançon du maïs», ravageur «primaire» du maïs stocké, dans le sud de la France (cliché H. de Meirleire).

[Photo 5 - *Sitotroga cerealella*](#): l'«alucite des céréales», lépidoptère à formes cachées, nuisible aux stocks de maïs dans l'ouest et la partie sud de la France (cliché H. de Meirleire).

[Photo 6 - *Tribolium castaneum*](#): le «Tribolium», ravageur «secondaire» des céréales en grain, qui est plus fréquent dans les usines de la meunerie ou de la semoulerie de

blé (cliché INRA).

Néanmoins, au plan qualitatif, une attaque importante d'insectes (plus de 100 insectes par kg de grain par exemple) aura les conséquences suivantes :

- **Une légère diminution de la masse spécifique (masse à l'hectolitre).**
- **Une augmentation de la teneur en impuretés légères.**
- **Une diminution sensible de la faculté germinative si l'espèce nuisible est un lépidoptère (les chenilles mangent de préférence le germe des grains sans toucher à l'endosperme).**
- **Une diminution du taux de gluten dans les farines fabriquées à partir de blé infesté, celui-ci devenant cassant et se désagrégeant plus facilement, avec une tolérance au pétrissage plus faible de la pâte.**
- **La force boulangère de la farine diminue au fur et à mesure que l'infestation augmente, avec principalement une réduction du gonflement.**
- **Une élévation de l'acidité grasse sera constatée, mais l'intensité de la libération d'acides gras sera fonction de l'espèce infestante (les attaques du capucin des grains seront plus néfastes pour ce critère que celles du charançon, par exemple).**
- **Le développement d'odeurs désagréables peut être perçu si l'espèce appartient aux genres *Tribolium* ou *Rhizopertha*.**
- **La qualité nutritionnelle peut baisser légèrement mais pas de façon sensible dans les conditions évoquées (on a observé une diminution du coefficient**

d'efficacité protéique pour le maïs fortement infesté).

- **La présence de micro-particules, provenant soit de l'activité alimentaire des insectes, soit directement de leur développement, peut être à l'origine d'allergie pour les personnels qui manipulent la céréale (les acariens et leurs cadavres sont des allergènes reconnus).**
- **Dans le cas où l'infestation est sous forme cachée dans le grain, la mouture réduit les insectes présents en fines maïs qui se mêlent à la farine et constituent des impuretés d'origine animale. Un niveau réglementaire de ces impuretés est toléré dans les farines (50 fragments pour 50 g de farine) et ne doit pas être dépassé.**
- **Les insectes excrètent de l'acide urique qui n'est pas un constituant normal du grain. Celui-ci peut être dos, pour connaître la probabilité de la contamination du blé qui a servi à fabriquer la farine.**
- **La contamination par les insectes est un élément favorisant la dissémination des micro organismes et les contamination secondaires par les moisissures de stockage. De même, les acariens transportent et disséminent les espèces de moisissures qu'ils consomment.**
- **Le tube digestif des insectes est susceptible d'héberger des germes de bactéries qui ne sont pas tous inoffensifs pour la santé du consommateur.**

Il est donc évident qu'un lot de céréales contaminé par des micro organismes ou infesté par des insectes peut présenter une qualité amoindrie et dont tous les

aspects: hygiénique, sanitaire, nutritionnel et technologique sont atteints, même faiblement.

▪ **LIMITES DU POUVOIR D'ALTÉRATION DES GRAINS PAR LES DIFFÉRENTS FACTEURS ET INSTRUMENTS DE PILOTAGE**

Lorsque teneur en eau et température sont proches des limites commerciales (pour les céréales 15 % d'humidité et 25 °C, par exemple), le métabolisme du grain (qui est aussi une semence en sommeil) "se réveille" et l'activité respiratoire reprend, en parallèle avec la prolifération des moisissures (qui sont présentes, dans n'importe quel type de grain, sous forme de spores).

Ce sont principalement les métabolismes associés des moisissures et des grains qui sont à l'origine de l'échauffement "spontané" des masses de grain entreposées. Les insectes ne sont pratiquement jamais à l'origine de l'échauffement mais ils se comportent en opportunistes et profitent des grains chauds et humides pour atteindre un taux de multiplication maximum. Néanmoins, ils fuient les endroits où la température dépasse 35 °C.

Des zones de condensation d'eau, par exemple sur des parties froides de toiture situées immédiatement au-dessus de la surface du grain (sous l'effet des variations de température entre le jour et la nuit dans les entrepôts peu ou pas aérés au-dessus du tas de grain), peuvent être à l'origine d'un développement de "fermentations" localisées pouvant aller jusqu'à la germination du grain (ces zones sont, par ailleurs, fortement attractives pour les principaux

ravageurs du grain).

La siccité du grain constitue donc le premier facteur limitant l'altération par les moisissures.

Pour ce qui concerne le risque "ravageur", il est beaucoup plus difficile à maîtriser car il faut théoriquement garantir l'absence totale d'insectes vivants (en réalité la "non présence").

La seule présence d'insectes vivants étant un cas de refus, il est nécessaire d'effectuer un traitement du local vide avant tout entreposage, suivie s'il est probable qu'un refroidissement suffisant ne pourra être obtenu par la suite, d'un traitement de protection insecticide préventive du grain, éventuellement assorti d'une surveillance permettant de détecter précocement les colonies en cours de constitution, lorsque la protection insecticide résiduelle n'aura plus d'effet.

Seul l'abaissement de la température au-dessous de 12 °C est susceptible d'empêcher toute multiplication des insectes. Cette mesure sera d'autant plus efficace que le grain sera plus sec, comme l'ont montré des études récentes sur la ventilation de refroidissement. Cette mesure de prévention peut être utilement complétée par une pulvérisation d'insecticide à la surface du tas de grain pour éviter les recontaminations après la remontée de la température dans cette zone.

[Figure 3 : Schéma des zones microclimatiques de risque séparé et combiné des principaux biocontaminants des stocks de céréales](#)

■ RELATION AVEC LES ASPECTS ÉCONOMIQUES

Actuellement, il n'y a pas d'avantage économique à stocker un grain plus sec que la limite contractuelle supérieure tolérée. Il sera plus économique de le refroidir fortement après le chargement de l'entrepôt, en utilisant notamment les basses températures de l'air extérieur en hiver. Le grain étant un bon isolant thermique, la remontée en température sera très lente et la dérive de qualité sera plus facile à maîtriser dans le cas du grain sec et frais.

En l'absence de bonification justifiée pour la siccité qui n'incite pas à stocker du grain plus sec que la norme, (pour limiter les risques il est préconisé que les installations de stockage à plat s'équipent du système de ventilation de refroidissement bien étudié par l'ITCF), les risques d'altération seront d'autant plus grands que le local est moins bien adapté à ce type de stockage (étanchéité, cloisonnement, équipements de surveillance et d'intervention) (voir Conditions techniques pour le stockage à plat des céréales).

Caractéristiques minimales du grain en tant que denrée à conserver en stock à plat (Diagnostic)

A titre indicatif et indépendamment des pratiques commerciales en vigueur, il est préconisé les limites suivantes :

- **TENEUR EN EAU**

< 14 % en moyenne (pour les céréales). Cela correspond à une amplitude de variation comprise en général entre 13 et 15 %, ce qui veut dire que certaines parties du stock qui sont près de la limite supérieure contractuelle pourront quand même se conserver pendant plusieurs mois, si cette valeur moyenne est respectée.

- **IMPURETÉS DIVERSES**

Le taux le plus faible possible est préférable, tout excès d'impuretés étant favorable aux altérations d'origine biologique (micro et macro-organismes).

- **TEMPÉRATURE**

Il est souhaitable de mettre en magasin du grain à la température la plus basse possible. Si le grain est trop chaud pour être conservé sans risque, la présence d'un système de ventilation de refroidissement à l'air ambiant fonctionnel associée à, une thermométrie, permet de piloter l'installation pour abaisser ultérieurement le niveau de température du stock pendant la période de conservation et cette configuration est préconisée.

- **CONTAMINATION INITIALE**

Aucun insecte vivant ne doit être présent au contrôle initial de la qualité du grain avant la

mise en stock. En cas de présence d'insectes vivants, un traitement insecticide s'avère indispensable. La simple présence d'insectes morts doit attirer l'attention car elle indique qu'une infestation antérieure s'est déjà développée dans le grain. Tout traitement insecticide préventif avec des insecticides dits "de contact" a ses limites et aucun traitement ne détruit complètement tous les insectes d'un stock, en particulier s'il s'agit d'espèces à formes cachées, comme les charançons par exemple. En conséquence, la présence d'insectes morts est un indice de risque supplémentaire pour la conservation.

La présence d'un équipement pour le traitement insecticide du grain, compatible avec les techniques de chargement et déchargement de l'entrepôt, est préconisée.

La disponibilité de matériel de désinsectisation des locaux vides avant entreposage est également requise.

En ce qui concerne les micro organismes, il n'existe aucune obligation légale ou seuil de référence à respecter. Néanmoins, on considère qu'un grain a une qualité microbiologique convenable s'il héberge moins de 10 000 germes de la flore de stockage par gramme de grain, dénombrés en appliquant la méthode normalisée des dilutions-ensemencements (NF V08 201 et V08 301). Pour ce qui concerne les indices biochimiques de contamination microbiologique, on utilisera la mesure de la teneur en ergostérol (méthode normalisée NF V18 112) qui donne également une bonne idée de l'histoire microbiologique du lot (avant le contrôle). D'après les résultats d'études récentes, on considère que la qualité microbiologique est bonne tant que l'on ne dépasse pas un certain seuil de teneur en ergostérol, ce seuil étant différent avec

chaque type de céréale (tableau 3).

Quand l'analyse révèle des teneurs en ergostérol égales ou légèrement supérieures à ces seuils, il convient d'effectuer des analyses complémentaires afin de vérifier si les genres et espèces fongiques présentes sont susceptibles de produire des mycotoxines. Lorsque la teneur en ergostérol dépasse le seuil supérieur de 10 à 30 µg/g, le doute n'est plus permis et on considère que le produit a été fortement contaminé par les moisissures.

Dans le cas où la teneur en ergostérol indique une contamination, outre la vérification de cette contamination par la méthode classique avec, si possible, identification des espèces fongiques présentes, il convient de passer à la recherche des mycotoxines. La recherche des mycotoxines ne se justifie pas tant que les seuils de teneur en ergostérol ou du nombre de germes n'atteignent pas la limite supérieure. Au-dessous des seuils, il ne peut y avoir de toxines dangereuses formées en cours de stockage.

Tableau 3 : Valeur des seuils de teneur en ergostérol significatifs pour la qualité microbiologique pour les principales céréales.

Matières premières	Seuils d'ergostérol µg/g	
	Qualité correcte <	Qualité douteuse >
Maïs	3	8

Blé dur	8	12
Blé tendre	8	12
Farine	5	10
Son	15	25
Seigle	8	12
Orge	9	14
Avoine	9	14

[Table des matières - Suivante](#)➤

[Table des matières](#) - ◀ [Précédente](#) - [Suivante](#) ➤

[Home](#)"" """"> (From globally distributed organizations, to supercomputers, to a small home server, if it's Linux, we know it).[ar.cn.de.en.es.fr.id.it.ph.po.ru.sw](#)

Conditions techniques pour le stockage à plat des céréales

[Les bâtiments](#)

[Les équipements](#)

[La conduite du stockage](#)

Patrick BAUDOIN
Marie-Pierre LEBLANC

Lors du stockage de longue durée, la qualité des céréales au moment de la mise en stockage, a une influence très importante sur l'évolution de sa conservation, mais il convient de vérifier que les locaux peuvent assurer une protection durable de la marchandise.

Certaines caractéristiques techniques de ces locaux seront vérifiées, en tenant compte des exigences de la conservation.

Les manutentions délicates à mettre en oeuvre, soit pour l'entrée des marchandises, pour leur traitement ou pour leur sortie sont l'un des inconvénients de ces "magasins à plat" ou silos horizontaux. Il importe donc que ces bâtiments soient conçus et équipés en conséquence.

La conduite du stockage respectera des règles de bon sens afin d'éviter tout problème pouvant être lié au type de stockage.

Les bâtiments

Il est recommandé pour stocker des céréales d'utiliser des bâtiments ayant été conçus ou

adaptés à cet usage conformément à la norme P 22-630 ; en effet des règles de génie civil sont à respecter eu égard aux pressions et frottements créés par les masses de grain. Outre les éléments de génie civil complexes à prendre en considération lors de la construction, les bâtiments doivent être en accord avec l'arrêté du 11 Août 1983, fixant les règles techniques auxquelles doivent satisfaire les silos et installations de stockage de grains dégageant des produits inflammables ; cependant certaines prescriptions de cet arrêt, pourront être moins contraignantes dans le cas de silos à axe horizontal.

Il serait souhaitable que ces constructions soient appréciées techniquement par une Commission consultative constituée d'experts.

Cette Commission sans rôle administratif pourrait donner conseil sur des aménagements à apporter en vue du maintien de la qualité des grains stockés.

▪ L'ÉTANCHÉITÉ DU BÂTIMENT

Le stockage à plat se fait dans des silos horizontaux généralement construits en béton ou en tôles soudées ou boulonnées. Les parois en tôle peuvent être protégées intérieurement par des éléments en béton.

Il est nécessaire dans ce type de construction, et d'autant plus pour des durées de conservation qui peuvent être longues, de vérifier l'étanchéité à l'eau. Il doit en avoir été tenu compte lors de la construction, mais compte tenu du travail des matériaux, c'est un point qu'il

faut surveiller dans le temps.

Quoi qu'il arrive, il existe dans ce type de bâtiments, des points délicats ; ce sont les joints de tôle, les joints de toiture, pour lesquels l'étanchéité peut être améliorée et les éléments métalliques qui sont généralement des points froids à la source de condensations dès qu'il y a un écart important de température entre le grain et l'air extérieur. L'ensemble de ces points doit faire l'objet d'une surveillance particulière.

Dans tous les cas, et sans rentrer dans le détail technique de la construction, il faut que le silo où seront entreposés des grains ait un sol en bon état ne permettant pas les remontées d'eau par le sol et si possible recouvert de béton.

Le sol doit être le plus régulier possible afin de permettre un enlèvement de la marchandise aussi facile que possible.

L'état de surface du parement intérieur ne doit comporter ni trous ni infractuosités dans lesquelles les matières ensilées pourraient être retenues.

Généralement ce type de construction n'est pas étanche à l'air, si on envisage d'avoir recours pendant la durée du stockage à un traitement qui nécessite l'étanchéité du local il sera prudent de la prévoir avant remplissage du magasin.

■ CLOISONNEMENT

La hauteur du magasin doit être importante pour permettre les manutentions de grain et une bonne aération.

Les silos horizontaux sont des bâtiments de grand volume. Afin de permettre une bonne conservation, il est préférable de fractionner le lot de céréales, ce qui permet de réduire les risques et de prendre des mesures limitées de préservation.

Il est conseillé de réaliser un plan des silos afin d'y faire figurer les cases et d'y noter précisément les caractéristiques des lots placés dans chaque case.

■ PRÉCAUTIONS CONTRE LES POUSSIÈRES

Les installations seront conçues de manière à réduire le nombre de pigées à poussières (enchevêtrement de tuyauteries, ...).

Les locaux où travaillent le personnel, s'ils existent, seront si possible extérieurs aux capacités de stockage. Les connexions entre ces différentes parties seront réduites.

Les toitures de ces bâtiments sont, par conception, de structure légère ce qui offre le moins de résistance possible en cas d'explosion.

Les équipements

Ces magasins doivent disposer d'installations techniques permettant la réception et l'enlèvement des grains à une cadence satisfaisante.

Ils doivent surtout disposer de matériels permettant le maintien de la qualité des céréales stockées.

- **UN MATÉRIEL DE DÉSINSECTISATION APPROPRIÉ**

Les matériels et techniques sont présentés p. 25.

- **UN SYSTÈME DE VENTILATION**

Ce matériel doit être en adéquation avec la capacité du local et doit répondre aux exigences techniques présentées dans le chapitre traitant de la ventilation.

Le ventilateur sera correctement dimensionné, et l'installation des gaines de ventilation sera réalisée en fonction du site et de la hauteur du tas.

- **DES MOYENS DE CONTRÔLE DE LA TEMPÉRATURE**

La thermométrie est un complément indispensable à la bonne conduite de la ventilation et du stockage.

Avec ce matériel, le responsable du silo est en mesure de connaître l'état thermique du grain stock, et de prendre la décision, le cas échéant, de le refroidir.

Sonde thermométrique

Différents types de matériels sont possibles:

- **La silothermométrie fixe constituée de sondes fixées dans les superstructures du silo. Ces sondes supportent des efforts verticaux très importants lors de la vidange des cellules, leurs points de fixation doivent être largement dimensionnés, ce qui les rend généralement incompatibles avec les cases à fond plat dont les charpentes ne sont pas prévues pour supporter de telles charges.**
- **Un thermomètre mobile électrique peut largement suffire dans ce type de silos, d'autant plus que la partie supérieure du tas de grain y est en principe accessible. Elle consiste en un boîtier de mesure recevant les informations d'une sonde. Celle-ci enfoncée dans la partie supérieure du tas sur une profondeur de 1 m. à 1,5 m., permet de l'arrêt du refroidissement.**
- **A défaut, un thermomètre à mercure peut également être utilisé moyennant l'installation de tubes plastiques rigides permettant la descente aisée des thermomètres dans la profondeur du grain.**

Un tel ensemble bien conçu et bien utilisé doit permettre à l'exploitant de détecter avec l'aide de la ventilation la présence d'un point chaud et de conserver le grain dans des conditions

tout à fait acceptables.

Quel que soit le matériel retenu, il importe de l'utiliser fréquemment.

- **MATÉRIELS D'ÉCHANTILLONNAGE**

Afin d'assurer le maintien de la qualité du lot stocké il est nécessaire d'effectuer des prélèvements de façon régulière dans le temps, soit sur l'ensemble du tas, soit dans les zones de risques particuliers en vue de l'analyse des caractéristiques qui auront été considérées comme indispensables pour le suivi de la qualité.

Il peut s'agir de matériels de prélèvement manuel permettant la prise d'échantillon en surface ou en profondeur (sonde), ou des matériels pneumatiques, dans ce cas toutes les précautions par rapport à l'utilisation de matériels électriques devront être prises.

- **MOYENS DE CONTRÔLE DES CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES**

Le respect d'un certain nombre de caractéristiques physiques est essentiel pour la bonne conservation du lot.

Il importe que l'organisme soit équipé de matériels permettant les mesures de températures, les mesures d'humidité, la détection de la présence d'insectes (tamis) et la détermination des impuretés qui constitueront un handicap en cours de conservation.

Ces mesures seront effectuées, soit in situ soit sur des échantillons représentatifs ou non du lot en fonction de l'élément recherché.

- **LA MISE EN PLACE D'UN EXTRACTEUR**

Ce matériel facilite l'extraction de l'air sortant du tas, ce qui a pour effet de limiter la condensation sur les surfaces métalliques lorsque l'écart de température entre le grain et l'air extérieur est important.

- **SYSTÈME D'ASPIRATION DE POUSSIÈRES FIXE OU MOBILE**

Cet équipement serait souhaitable en vue d'un nettoyage régulier des locaux.

Remarque : Tout matériel électrique ou mécanique utilisé dans ce type de local doit être conforme à la législation en vigueur

La conduite du stockage

- **LE NETTOYAGE DES LOCAUX**

Les silos horizontaux comportent par construction des angles auxquels il faut être particulièrement vigilant lors de la vidange.

Le nettoyage est une étape qu'il faut mener avec grand soin afin d'éliminer des grains qui seraient infestés ou qui pourraient devenir un foyer de développement de moisissures. Après évacuation des produits stockés, les bâtiments seront débarrassés des poussières, toutes mesures seront alors prises pour éviter la mise en suspension des poussières dans l'air (le balai ne peut s'utiliser qu'après humidification du sol).

Afin de parfaire le nettoyage il est préconisé un traitement à vide des locaux et des matériels de manutention avec un insecticide approprié. (voir Le traitement des céréales p. 25).

▪ **VÉRIFICATION DES CARACTÉRISTIQUES DU LOT**

Le respect d'un certain nombre de caractéristiques est essentiel, principalement:

- **Teneur en eau inférieure ... 15%.**
- **Une température la moins élevée possible.**
- **Teneur en impuretés faible.**
- **L'absence d'insectes vivants.**

En effet, si ces caractéristiques sont observées la qualité en cours de stockage n'en sera que mieux préservée.

Il incombe au réceptionnaire de l'organisme qui devra assurer le stockage, de contrôler le lot de grains sur l'ensemble de ces points, afin d'établir un diagnostic et de prendre les mesures

correctives nécessaires.

▪ **LA MISE EN PLACE DU LOT**

Eviter :

- **l'émission de poussières,**
- **le niveau de bruit,**
- **le développement d'odeurs.**

Les opérations de transfert de grain seront réalisées en limitant la hauteur de chute. Dans la mesure du possible, les bâtiments seront suffisamment aérés, de manière à éviter la création d'une trop grande concentration de poussière. (Arrêté du 11 août 1983 - J.O. du 13 décembre 1983).

Les lots seront individualisés au moyen d'éléments en béton.

Les céréales seront stockées sur une hauteur adaptée aux caractéristiques des ventilateurs installés. Il est fortement recommandé, malgré les difficultés de manutention, d'aplanir la surface du tas ; en effet la ventilation d'un tas à hauteur variable sera plus difficile à gérer et risque d'être inefficace. (voir ventilation de refroidissement, p. 19).

Il est nécessaire de maintenir un espace minimum de deux mètres entre le haut du tas et la

toiture pour permettre le passage d'un homme devant effectuer des prélèvements ou des contrôles.

Il est préférable de ne pas rapporter un supplément de charge dans un magasin déjà partiellement rempli, en ajoutant du "nouveau" grain sur de l'"ancien", sans dégager le stock déjà en place dans l'entrepôt. Les risques de "croûtage" de l'interface entre les deux livraisons est possible et peut constituer une difficulté imprévue pour l'écoulement de l'air de ventilation à travers la masse de grain ce qui peut générer un foyer d'échauffement et de développement de ravageurs en profondeur, sans réel moyen d'intervention pour limiter la d,gradation, si elle se produit à cet endroit.

Il est également recommandé d'éviter de mélanger du grain humide, même en faible quantité, avec du grain sec. En effet, avant que ne se produise l'homogénéité attendue de la teneur en eau, le grain humide peut être le siège d'une intense prolifération microbienne qui peut se révéler, à terme, préjudiciable à la qualité microbiologique moyenne de l'ensemble du lot. Le grain très humide sera recouvert de moisissures avant que sa teneur en eau n'arrive à l'équilibre avec celle du grain sec.

▪ LE CARNET DE BORD

Il est recommandé de mettre en place un document sur lequel seront reportés tous les éléments permettant de connaître l'histoire du lot dans ce silo ; il s'agira en fait d'un compte-rendu de stockage comprenant :

- **Les relevés de températures moyennes, ou en points précis,**
- **Les relevés d'interventions phytosanitaires,**
- **Les relevés de conséquences d'intempéries, etc...**
- **Les caractéristiques qualitatives du lot et leurs évolutions,**
- **Toutes autres observations utiles au suivi du lot.**

La pratique régulière de mesures de la température et le prélèvement d'échantillons de grain en des endroits plus exposés aux risques d'altération, pour y contrôler la présence d'insectes et les risques fongiques, sont recommandés pour détecter les anomalies en cours de conservation, aux endroits où la probabilité de les rencontrer est beaucoup plus importante (en aucun cas ces prélèvements ne doivent être considérés comme représentatifs de l'état du stock servent simplement à prévenir des problèmes à régler avant que leur gravité ne devienne flagrante. C'est un moyen de "pilotage des risques").

La tenue à jour d'un cahier des contrôles, pour chaque partie du stock individualisable, est nécessaire pour assurer la gestion du risque à partir des exigences minimales sur la "condition" du grain à l'arrivée dans l'entrepôt.

Il peut être utilisé ensuite en cours de stockage en tant que "carnet de bord" où peuvent être notées au jour le jour, les observations réalisées et les interventions majeures effectuées sur le stock pour éviter les gaspillages par répétition injustifiée ou inutile d'opérations destinées à la maîtrise des facteurs d'altération.

[Tas de grain arasé](#)

[Table des matières](#) - [«Précédente](#) - [Suivante»](#)

[Table des matières](#) - [«Précédente](#) - [Suivante»](#)

[Home](#)"" """"""> (From globally distributed organizations, to supercomputers, to a small home server, if it's Linux, we know it).[ar.cn.de.en.es.fr.id.it.ph.po.ru.sw](#)

Ventilation de refroidissement

[Qu'est-ce que la ventilation de refroidissement ?](#)

[Problèmes spécifiques aux cases a fond plat](#)

Pierrick BERHAUT

Jean-Louis POICHOTTE

La hauteur variable du tas de grain constitue un handicap à une bonne ventilation. En effet, il n'est pas rare de constater une variation de hauteur du simple au triple entre les parois et le sommet du tas. Cependant, ce mode de stockage présente de l'intérêt, puisque pour une faible hauteur de paroi le volume de grain stocké est pratiquement doublé par rapport à un

stockage arrêté au ras des parois (figure 1).

L'inconvénient majeur se situe à la maîtrise de la ventilation de refroidissement. En effet, les gaines de ventilation étant recouvertes d'une hauteur variable de grain, l'air a tendance à traverser, et donc à mieux refroidir les zones du tas les moins hautes et à éviter les autres et en particulier le sommet du tas.

Plusieurs solutions existent pour pallier à ce défaut. Elles sont toutes suffisamment efficaces pour être considérées comme satisfaisantes, mais il est nécessaire de faire précéder leur mise en oeuvre par une étude.

[Figure 1 : Différentes possibilités de stockage à plat](#)

Qu'est-ce que la ventilation de refroidissement ?

Les grains récoltés sont trop chauds pour être stockés dans des conditions sanitaires suffisantes. Il faut donc baisser artificiellement leur température au moins en-dessous de 15 °C, car en tas, ils ne se refroidissent pas naturellement. Les essais réalisés conjointement par l'ITCF, la FFCAT et l'INRA ont montré que l'on obtient un arrêt complet de la multiplication des insectes dès que la température du grain est ramenée en-dessous de 12 °C, ce qui permet de limiter l'usage des insecticides. Il est ainsi possible de livrer des grains exempts de résidus

pesticides. A ces basses températures, les risques de développement de moisissures et de freintes sont insignifiants dans la mesure où la teneur en eau du grain reste dans les limites normales de mise à l'intervention.

Le refroidissement est la seule technique qui permet de limiter l'ensemble de ces dégradations. Pour refroidir le grain, on utilise un ensemble constitué d'un ventilateur et de gaines qui ont pour but de répartir l'air dans la masse de grain.

Encore faut-il pour être efficace, que l'installation soit bien conçue et bien utilisée.

■ CONCEPTION DE L'INSTALLATION

Quelques définitions relatives à la ventilation de refroidissement :

- Dose de ventilation: quantité d'air nécessaire pour refroidir complètement un lot de grain (m^3).**
- Débit de ventilation : quantité d'air insufflé par le ventilateur dans l'unité de temps (m^3/h ou m^3/s).**
- Dose spécifique : quantité d'air nécessaire pour refroidir complètement $1 m^3$ de grain. Il faut en général $1000 m^3$ d'air par m^3 de grain.**
- Débit spécifique : quantité d'air insufflé par le ventilateur dans $1 m^3$ de grain dans l'unité**

de temps. Il faut en général de 5 à 20 m³ d'air par heure et par m³ de grain.

- **Durée de refroidissement: elle découle des 2 définitions précédentes: $t = \text{dose spécifique} / \text{débit spécifique}$ (en heures)**

Le point de départ d'une étude est le choix du débit spécifique. Afin de limiter la puissance du ventilateur, pour les grands volumes de grain (grandes hauteurs et grandes surfaces au sol), on limite ce débit spécifique par zone ventilée simultanément à une valeur de 5 m³/h/m³ de grain. Pour connaître le débit correspondant, il suffit de multiplier cette valeur par le volume de grain à ventiler.

[Figure 2 : Courbes caractéristiques débit-pression d'un ventilateur](#)

Dès que le ventilateur tourne, il doit vaincre une contrepression. Celle-ci est en fait la somme de plusieurs contrepressions engendrées d'une part par le grain, d'autre part par tout le système de ventilation que sont les gaines, les caniveaux, les galeries et les perforations. Pour des raisons à la fois économiques et mécaniques, il faut que cette pression soit la plus faible possible.

[Figure 3 : Tige de repérage des grains](#)

Si on ne peut pas envisager d'intervenir sur la part qui revient au grain, il est possible de réduire celle provenant du matériel de ventilation. Tout se loue sur la vitesse de l'air. En effet, une faible vitesse limite l'importance des frottements et donc de la contre-pressions. Pour

cela, la section de passage de l'air ne doit pas être trop faible. Ceci est valable pour les gaines, les caniveaux et les canalisations diverses, mais encore plus pour les perforations dont le nombre, la forme et les dimensions varient considérablement d'un modèle à l'autre. Les essais réalisés récemment par l'ITCF et la FFCAT ont montré que, pour un même débit, les contre-pressions ou pertes de charge peuvent varier de 1 à 300. Dans les cases à fond plat, il est aussi impératif de prévoir le type de manutention de reprise qui sera mis en place. De ce choix, dépend en grande partie le choix des gaines. Posées sur le sol, elles sont amovibles et ne nécessitent pas de génie civil particulier. Mais les risques sont grands de les endommager lors de la reprise si celle-ci est réalisée avec un appareil à godet, à moins qu'elles ne soient signalées par des tiges métalliques comme indiqué sur la figure 3 (une tige tous les 3 mètres suffit). Cette tige métallique enfoncée dans un trou percé dans le sol permet aussi d'éviter le déplacement des gaines lors du remplissage.

Les caniveaux sont inscrits dans la dalle lors de son coulage et sont recouverts de lames métalliques ajourées. La disposition des perforations, leur forme et leur nombre sont très variables d'un constructeur à l'autre, ceci explique les écarts de pertes de charge importants qui peuvent aller de 1 à 10.

Enfin, l'écartement entre gaines ou entre caniveaux doit être déterminé en fonction du type de manutention de reprise, mais aussi en fonction de considérations faisant intervenir la préservation de la qualité du grain. En effet, au cours de la ventilation de refroidissement, il se crée dans le fond du tas, des zones triangulaires plus lentement refroidies (figure 4) parce que l'air y circule peu, donc présentant des risques de dégradation de la qualité. Pour tenir compte

de ces considérations, l'écartement entre gaines ou caniveaux ne devrait pas, théoriquement, être supérieur à 3 m. tout au moins pour des hauteurs de grain n'excédant pas une dizaine de mètres, mais pour des raisons pratiques de coût et surtout de largeur de travail du matériel utilisé pour la reprise, cette distance peut atteindre 6 m. Cela a pour conséquence d'augmenter la durée de ventilation pour refroidir le grain situé entre les gaines.

Figure 4: Zones moins bien ventilées d'un tas de grains

■ UTILISATION DE L'INSTALLATION

Dès la récolte, il est possible de refroidir les grains vers 18 °C et ainsi se rapprocher de bonnes conditions de conservation. Le développement de moisissures et le départ en germination sont ainsi ralentis. Il ne faut pas s'arrêter là. En automne, dès que la température extérieure baisse, il convient de pratiquer une deuxième ventilation afin d'amener la température du grain vers 10-12 °C avant le 1er novembre, date à laquelle le prix du courant électrique devient plus élevé. A ce niveau, le développement des insectes et des moisissures est arrêté. Si l'on désire conserver ses grains au delà de l'été suivant, le refroidissement doit être poursuivi l'hiver pour les stabiliser vers 5 °C ou moins. Cela permet de conserver la masse de grain suffisamment froide pour aborder la période de remontée des températures extérieures du printemps et de tuer les insectes, si l'on maintient ce niveau de température au moins trois mois.

A titre d'exemple (figure 5) : Chaque ventilation est mise en route par thermostat réglé pour

que la température de l'air soufflé dans le grain soit inférieure à 18 °C à la récolte, puis inférieure à 11 - 12 °C pour la suivante et enfin en dessous de 5 °C pour la dernière, si le grain doit être conservé très longtemps. Il faut donc tenir compte du réchauffage de l'air provoqué par la compression du ventilateur. En aucun cas, il ne doit être tenu compte de l'humidité relative de l'air.

Cette procédure est envisageable telle quelle en France ainsi que dans l'ensemble des zones tempérées.

En effet, (figure 6), la différence entre les minima journaliers d'Orléans et de Toulouse n'excède pas 3 °C, de plus, pendant les 6 à 8 heures les plus fraîches d'une journée, la température se situe à une valeur proche du minimum (+ 2 °C).

[Figure 5 : Evolution de la température du grain à l'intérieur d'un tas au cours d'une année de stockage. \(mesure centre et parois\).](#)

[Figure 6 :Températures minimales moyennes d'Orléans et de Toulouse](#)

Problèmes spécifiques aux cases a fond plat

- **LES GAINES**

Les cases à fond plat constituent des ensembles généralement de grande dimension de plusieurs dizaines de mètres de longueur (parfois supérieure à 100 mètres) et dont la largeur peut atteindre 50 mètres. Le tas étant rarement aplani, sa forme rappelle assez souvent celle du bâtiment qui le protège (figure 1).

Les gaines (ou les caniveaux) peuvent être disposées de deux façons : soit perpendiculairement à l'axe du bâtiment (figures 7 et 8) soit suivant l'axe du bâtiment (figure 9).

Dans les deux cas, le fait d'avoir un tas de grain à hauteur variable entraîne des perturbations importantes dans le comportement du système de ventilation : l'air tendant à traverser les parties du tas les moins hautes, celles-ci sont bien refroidies alors que les sommets le sont moins bien ou même pas du tout.

Des solutions existent pour remédier à ce problème. Elles dépendent du type de stockage à plat retenu.

Cas des gaines de ventilation positionnées perpendiculairement à l'axe de la case

Elles permettent le cloisonnement du bâtiment suivant sa longueur. Le ventilateur est situé en pignon et alimente chaque gaine de ventilation par une galerie enterrée ou une gaine latérale extérieure. Chaque gaine de ventilation peut donc être équipée d'une trappe d'obturation accessible.

[Figure 7 : Principe de diaphragme](#)

[Figure 8 : Alimentation latérale](#)

Lorsque la hauteur du tas varie suivant l'axe des gaines, on peut envisager (dans la mesure où l'entrée d'air se situe sous la zone la plus haute) :

Les diaphragmes : plaques métalliques percées d'un trou calibré obstruant partiellement les gaines de ventilation. Le calcul à effectuer porte sur le diamètre du trou et sur le positionnement de la plaque suivant la longueur de la gaine. Le montage tend à forcer le passage de l'air de ventilation sous la partie la plus haute du tas de grain. Dans le calcul, il faut tenir compte non seulement de la différence de pression entre la zone la plus haute et la zone la plus basse, mais aussi du débit d'air qui devra être plus faible dans la partie basse pour obtenir un débit spécifique identique entre les deux zones.

La position du ou des diaphragmes sera variable ; elle dépendra du type de produit stocké : colza, blé, maïs, et sera déterminée par un spécialiste.

La variation régulière de la profondeur du caniveau. Ce principe ne permet pas de réguler le volume d'air pulsé au travers du grain ; la pression de l'air dans le caniveau étant pratiquement constante entre ses deux extrémités.

La variation brutale de section des gaines de ventilation. Ce principe s'apparente au

diaphragme quant à son efficacité. Mais, contrairement à ce dernier qui peut être déplaçable, ce système est inamovible, surtout s'il est mis en oeuvre dans un caniveau. De plus, le calcul de la perte de charge occasionnée sera très difficile.

L'adjonction de gaines de faible longueur réparties entre les gaines standard. Le mode de fonctionnement d'un tel ensemble consiste à travailler en 2 temps : d'abord faire fonctionner le ventilateur dans toutes les petites gaines, les autres étant fermées, puis relier le ventilateur aux gaines standard, les petites étant elles-mêmes fermées. Avec cette disposition, il faut que la surface ventilée avec les petites gaines soit suffisante, de manière que le point de fonctionnement du ventilateur reste dans la zone de fonctionnement normal et ne soit pas dans la zone de pompage (partie gauche de la courbe - figure 2).

Les volets obturateurs s'apparentent au système précédent. Lorsqu'ils sont fermés, ils transforment les gaines standard en gaines de petite longueur Il suffit de faire fonctionner le ventilateur d'abord lorsque les volets sont fermés pour refroidir la partie la plus haute du tas de grain, puis de recommencer l'opération avec les volets ouverts.

La figure 8 représente des gaines alimentées depuis l'extérieur du bâtiment suivant leur longueur. La hauteur de grain augmente puis diminue dans des proportions importantes, ce qui a pour conséquences un passage préférentiel de l'air par les deux zones les plus basses et un refroidissement très difficile de la zone centrale. Ici aussi, il existe quelques moyens d'amélioration. Ils sont de la compétence des spécialistes.

Cas des gaines de ventilation positionnées suivant l'axe longitudinal de la case

Elles sont moins nombreuses mais plus longues. Elles sont généralement reliées individuellement à un seul ventilateur fixe ou déplaçable, mais il arrive aussi qu'un même ventilateur travaille sur plusieurs gaines simultanément. Ici, le cloisonnement n'est pas facilement réalisable.

Lorsque la hauteur du tas varie perpendiculairement à l'axe des gaines (figure 9), pour conserver le même débit spécifique, quelle que soit la hauteur, le volume d'air circulant dans les gaines doit être différent de l'une à l'autre.

[Figure 9 : Graines positionnées suivant l'axe longitudinal de la case](#)

Pour conserver une même vitesse raisonnable dans chacune d'entre elles, il est plus économique de mettre en place des gaines de différentes sections (figure 9.1) ou, si l'on met en place un modèle unique de gaine, il faut en augmenter le nombre vers le centre (figure 9.2), donc en réduire l'écartement. Mais dans ce cas, on est vite limité par la largeur du matériel de reprise.

Si le même ventilateur souffle simultanément dans plusieurs gaines, la pression sera identique dans chacune d'elles et le débit diffusé sera beaucoup plus élevé dans les gaines ventilant les hauteurs les plus faibles de grain. La zone la plus chargée sera très longue à refroidir (rapport de durée de 1 à 15 pour un rapport de hauteur de 1 à 4).

Il est possible d'y remédier, en mettant soit des dispositifs de régulation sur chaque gaine (diaphragme par exemple), ou de placer sur chaque gaine des ventilateurs dont les caractéristiques seront adaptées au volume et à la hauteur de grain.

Dans certains silos, on peut constater la présence d'un seul ventilateur mobile, raccordé successivement à chacune des gaines. Il faut impérativement obturer les extrémités des gaines non raccordées au ventilateur sous peine de créer un circuit d'air préférentiel entre la gaine ventilée et ses voisines, sinon l'air ne refroidit pas le grain.

Tous les systèmes décrits ci-dessus existent et fonctionnent. Il reste à l'exploitant qui en dispose, de les utiliser correctement afin de réaliser le refroidissement du grain dans les meilleures conditions possibles. Le souci est double : préserver le potentiel qualité du grain, minimiser la consommation énergétique.

■ LE REFROIDISSEMENT CURATIF

Dès sa mise en stockage, le grain doit être refroidi par une ventilation de refroidissement bien conçue et bien conduite. Mais, il peut arriver que dans des installations défectueuses, mal conçues où par défaut de surveillance le grain soit le siège d'un échauffement. Cet échauffement peut être localisé et avoir diverses origines : lot trop humide non détecté à l'entrée, infiltration d'eau par la toiture et refroidissement incomplet.

[Figure 10 : Etat normal : Cellule dont il faut terminer le refroidissement](#)

Pour détecter un point chaud, il faut avoir recours à la thermométrie et au ventilateur : mettre celui-ci en route pendant 10 à 15 minutes à une période de la journée où la température de l'air est basse et suivre l'évolution de la température lue sur les différentes sondes, ou par des mesures localisées à environ 1 mètre de la surface du tas. Si au moins une des températures observées s'élève de plusieurs degrés, et plus particulièrement celles situées dans la partie supérieure du tas, il est probable qu'une zone chaude, ou insuffisamment refroidie soit située en-dessous.

Pour y remédier, mettre en route le ventilateur dès qu'il sera possible d'envoyer dans le tas de grain de l'air dont la température est proche de la température du grain la plus faible. Pour cela ouvrir, sous la zone où est situé le point chaud et autour de celle-ci le nombre de gaines nécessaires pour que le ventilateur travaille au delà de sa zone de pompage.

Dans le cas d'une introduction d'eau, la seule solution consiste à colmater les brèches, et si le volume de grain atteint est important et très réhumidifié, il est indispensable d'en prévoir l'évacuation ; opération qui pourra nécessiter l'utilisation d'une suceuse, avec toutes les mesures de sécurité qui s'imposent pour la protection de l'opérateur (harnais relié à un point fixe, surveillance).

[Figure 11 : Etat anormal : Présence d'un point chaud. Il y a peut être eu ventilation pendant une période trop chaude.](#)

TECHNIQUES ENVIRONNEMENT CONSULTANTS

LABORATOIRE T. E. C.

INDEPENDANCE / COMPÉENCE / CONFIDENTIALITE

Le Laboratoire T.E.C., créé en 1986, est le spécialiste français de l'étude des insectes et acariens et des moyens de limitation de leurs nuisances. Prestations proposées aux acteurs de la filière agro-alimentaire:

ÉTUDES EN LABORATOIRES:

- **Détermination des espèces incriminées.**
- **Résistance des emballages des denrées manufacturées à la pénétration par les insectes.**
- **Essais biologiques d'efficacité des moyens de lutte insecticides et acaricides essais en petite ou semi-grandeur pour études préliminaires ou homologation par le Ministère de l'Agriculture : agrément B.P.E. en cours.**

CONSEILS - EXPERTISES:

- **Expertise G.E.E.P.P. / A.N.P.P. sur la procédure «qualité sanitaire» d'un site de production ou de stockage.**
- **Expertise amiable sur litiges commerciaux liés à la qualité sanitaire des denrées.**
- **Expertise sur un problème ponctuel d'infestation par un nuisible (connaissance de la cible, adéquation de la lutte).**

- **Veille technologique sur les nouveaux produits ou procédés de lutte contre les nuisibles.**

7 bis RUE du PONT DE L'AVEUGLE - 64600 ANGLET a TÉL. 59 52 08 49 FAX 59 63 35 75

Pièges à phéromones

Denrées stockées

Cultures

Forêts

[Figure 1: Insectes](#)

[Figure 2: Insectes](#)

BIOSYSTÈMES FRANCE S.A.R.L.

Parc d'Activités des Bellevues - ERAGNY

Technosite - Rue du Gros-Murger

B.P. 227

95614 CERGY-PONTOISE CEDEX FRANCE

Téléphone : (1) 34.48.99.26

Télécopie :(1) 34.48.99.27

[Table des matières](#) - [« Précédente](#) - [Suivante »](#)

[Table des matières](#) - [« Précédente](#) - [Suivante »](#)

[Home](#)"" """"> (From globally distributed organizations, to supercomputers, to a small home server, if it's Linux, we know it).[.ar.cn.de.en.es.fr.id.it.ph.po.ru.sw](#)

Le traitement des céréales par les insecticides de contact

[Les traitements des locaux](#)

[Le traitement des surfaces](#)

[Le traitement des volumes](#)

[Le traitement direct des grains](#)

Patrick GARAUD

Robert LOCKMAN

Alain ROUSSEAU

La protection des denrées stockées et des locaux de stockage contre les insectes à l'aide d'insecticides de contact constitue une technique très ancienne puisque de tout temps on a utilisé des adjuvants divers tels que cendres, herbes sèches...

Les insecticides de contact agissent par leurs résidus qui résultent de leur incorporation dans la denrée ou du dépôt sur les murs des locaux.

Sur grain, leur efficacité, est dans la plupart des cas, longue car il est suffisamment sec pour ne pas induire des réactions d'hydrolyse très fortes et la lumière n'intervient qu'en surface. La persistance d'action peut donc aller jusqu'à 6-12 mois.

Le traitement des locaux présente deux aspects : le traitement des espaces libres, dit «traitement des volumes» qui ne concerne que les insectes touchés directement par les gouttelettes des produits mis en œuvre ; le traitement des surfaces, quant à lui, utilise au mieux les insecticides de contact puisque l'ensemble des insectes va passer à un moment ou à un autre sur la surface traitée avec l'insecticide.

Les traitements des locaux

Dans tous les cas, il est nécessaire de nettoyer l'intérieur des locaux, qui auront été préalablement désinsectisés, et leurs abords, ainsi que tous les matériels de manutention.

Il est absolument nécessaire d'éliminer les déchets, après avoir exterminé les insectes au moyen d'un insecticide.

Un simple balayage ou un nettoyage superficiel n'est pas suffisant. Il est souhaitable d'utiliser des moyens industriels adaptés selon le cas, tels que nettoyeur à haute pression, aspirateur à poussière, etc...

Le traitement à l'aide d'un insecticide approprié est impératif, y compris dans les locaux neufs, n'ayant jamais reçu de céréales. Le traitement des surfaces est nécessaire même si ultérieurement le refroidissement du grain peut être obtenu (voir Ventilation de refroidissement p. 19) il est aussi utile que le traitement direct des grains.

Le traitement des surfaces

Par surface, il faut entendre, non seulement les surfaces entrant en contact avec le grain, sois, murs, mais aussi tous les supports à proximité pouvant receler des foyers d'infestation.

Ce traitement doit se faire par pulvérisation avec un insecticide à persistance d'activité, homologué à cet effet.

Il faut respecter les préconisations données par le fabricant ; celles-ci prennent en compte la capacité d'absorption des supports et obligent le plus souvent à moduler les doses et le taux de dilution, pour les produits concentrés à diluer.

- **LES MATÉRIELS DE TRAITEMENTS DES SURFACES SONT ESSENTIELLEMENT DES PULVÉRISATEURS**
 - Pulvérisateur agricole classique.
 - Pompe à dos.
 - Pulvérisateur à pression préalable.

- **LES PRODUITS DE TRAITEMENT DES SURFACES**

Les insecticides appliqués sont des concentrés émulsionnables ou à défaut des prêts à l'emploi (dans ce cas il faut vérifier la qualité des joints du matériel d'application) à persistance d'action, contenant les matières actives suivantes:

- Chlorpyrifos méthyl.
- Pirimiphos méthyl.
- Deltaméthrine.
- Malathion.

Seules ou associées avec un insecticide de choc comme le dichlorvos.

Le traitement des volumes

L'objectif de ce type de traitement est de diminuer la population d'insectes adultes et des larves présentes.

Il constitue un complément au traitement des surfaces, qui permet d'atteindre les parties très hautes ou masquées, qui ne peuvent être traitées par une pulvérisation.

Ce mode de traitement est recommandé pour des locaux ayant déjà reçu des céréales.

Son efficacité sera d'autant plus grande que le local aura la capacité à retenir l'insecticide dans son atmosphère, pendant une durée suffisante pour agir, le temps de contact nécessaire pouvant varier de 1 à 6 heures selon la finesse du brouillard et la température.

▪ LE MATÉRIEL POUR LE TRAITEMENT DES VOLUMES

- **Les thermonébulisateurs**

Ces appareils transforment les produits insecticides en particules ultra-fines de 0.3 à 1 micron par injection sur l'échappement d'un moteur à explosion.

Malgré une bonne diffusion, ce système a le défaut de brûler une partie des matières actives et d'être d'un entretien délicat.

- **Les atomiseurs à froid, à moteur électrique ou thermique**

Dans ce cas, les matières actives ne sont pas altérées mais les particules sont plus grosses (entre 9 et 30 microns).

Les appareils à turbocompresseurs permettent d'atteindre des hauteurs beaucoup plus importantes (30 mètres).

Photo 1 : Appareil turbocompresseur

▪ LES PRODUITS DE TRAITEMENT DES VOLUMES

Dans ce cas, il est recherché un effet de choc avec les matières actives suivantes :

- **Pyréthrines à effet "choc".**
- **Dichlorvos, seules ou associées avec des matières actives à persistance d'action.**

Dans tous les cas, il faudra vérifier que les produits sont homologués pour ces usages.

Le traitement direct des grains

▪ PRINCIPES GÉNÉRAUX

Même si les mesures précédentes ont été parfaitement observées, le traitement direct des

grains est nécessaire, si le grain ne peut être refroidi (voir ventilation de refroidissement P. 19).

Dans un stockage à plat, il est techniquement impossible, une fois la marchandise stockée, de la reprendre pour effectuer un traitement rationnel et économique. Pour ces raisons, il est impératif de traiter de la façon suivante :

Le traitement doit être effectué préventivement dès le premier grain et sur la totalité des céréales entrant dans le silo, avec des matériels et des produits adaptés.

▪ **LES MÉTHODES DE TRAITEMENT**

- **La pulvérisation**

Les grandes quantités de liquide à mettre en œuvre (mélange concentré émulsionnable avec eau) restreignent son utilisation.

Toutefois cette méthode est recommandée pour traiter sur les tapis ou en bout de vis.

Les matériels de pulvérisation comprennent:

- **Une cuve de mélange eau + produit.**
- **Une pompe réglable.**

- **Un circuit de pulvérisation.**
- **Une buse de pulvérisation.**

En général, les quantités de liquide à appliquer sont de l'ordre de 100 l. sur 100 tonnes.

Les produits recommandés sont des insecticides à longue persistance d'action contenant les matières actives suivantes :

- **Chlorpyrifos méthyl.**
- **Deltaméthrine.**
- **Pirimiphos méthyl.**

Pour une rémanence souhaitée de durée moyenne, on peut utiliser le malathion.

- **La nébulisation**

Méthode pratiquement exclusive en France.

Ce procédé consiste à enrober le grain en mouvement d'un brouillard extrêmement fin, assurant une répartition homogène de l'insecticide.

La nébulisation se fait avec des insecticides formulés "prêts à l'emploi".

Les formulations sont "éclatées", dispersées en particules de 2 à 20 microns (selon la pression d'air et les débits demandés) grâce à leur injection simultanée, avec de l'air comprimé, dans le corps de buses spécialement conçues.

Dans la pratique, il convient de s'assurer du respect de ces conditions d'emploi en fonction du matériel de manutention existant.

■ LES POINTS DE TRAITEMENT

- **Élévateur**

C'est le matériel de manutention le mieux adapté à la nébulisation. Le traitement s'effectue, soit en pied, soit en tête d'élévateur : dans tous les cas, à un point d'éclatement du grain, dans un endroit bien clos, tel que boîte de chute, à un point où le flux de grain est «éclaté».

[Photo 2 : Traitement insecticide dans la chute de grain au "pied" d'un élévateur : principe de fonctionnement.](#)

- **Vis**

Le traitement doit s'effectuer à la goulotte que l'on équipera d'un caisson pour confiner au maximum le point de traitement.

- **Sauterelle**

C'est le moyen de manutention le plus souvent utilisé. On s'appliquera à effectuer un traitement homogène, soit en bas (s'il y a de la place au niveau de la chute de la trémie dans la sauterelle) ou mieux en haut en bout de tapis (en respectant les mêmes règles que pour la vis).

Nota: Dans le cas d'un mauvais confinement du point de traitement, il est possible de diminuer, voire de supprimer l'air comprimé pour grossir les gouttelettes, afin de diminuer les pertes de produit.

Avec ces deux dernières manutentions, il est important de corriger les pertes de produit par l'augmentation de la close appliquée, de façon à se rapprocher au plus près de la dose efficace préconisée par le fabricant, sans la dépasser.

[Photo 3 : Traitement insecticide à la chute d'un transporteur à bande](#)

Très important : Il est impératif que les premières bennes de camion passent par le point de traitement, afin d'éviter les sources d'infestations d'autant plus graves qu'elles sont difficilement accessibles et situées à la partie inférieure du tas.

- **LES MATÉRIELS DE TRAITEMENT**

Il est indispensable d'utiliser un matériel spécialement conçu pour la nébulisation comportant :

[Photo 4 : Débitmètre réglable pour le dosage des insecticides appliqués sur le grain.](#)

- **Un système de réglage de débit insecticide.**
- **Un ensemble de nébulisation.**
- **Un système de réglage de la pression d'air comprimé.**

Il existe différents types de matériels de nébulisation.

- **Les matériels à siphonnage**

L'ensemble est conçu de telle sorte que l'air comprimé injecté crée une dépression qui aspire le produit lequel s'écoule ensuite par siphonnage, d'où la nécessité de placer le bidon de produit insecticide à un niveau plus haut que le point de traitement.

Dans ce type d'appareil, un débitmètre à flotteur (ou à bille) régule la dose d'insecticide.

[Photo 5 : Détail de la buse à air comprimé pour la nébulisation d'insecticides sur le grain](#)

- **Les matériels à pression**

L'ensemble de nébulisation est conçu différemment et l'air comprimé ne crée pas de dépression.

Le produit insecticide est poussé en général au moyen d'une pompe.

Le réglage du débit s'effectue:

- **Soit au niveau de la pompe lorsqu'il s'agit d'une pompe doseuse.**
- **Soit avec une vanne en réglage couple à un débitmètre, lorsqu'il s'agit d'une pompe classique.**

Pour tous les types de matériels, il faut respecter les modes d'emploi et indications d'installation indiqués par chaque fabricant.

- **LES PRODUITS**

Compte tenu d'une part, de la durée de conservation, et d'autre part de la difficulté de prémanutentionner les céréales en cours de stockage, il est impératif d'utiliser des insecticides rémaments. Les matières actives répondant à ces caractéristiques, autorisées à la vente en France, sont les suivantes :

- **Chlorpyriphos méthyl.**

- **Deltaméthrine.**
- **Pirimiphos méthyl.**

Dans certains cas on peut utiliser une matière active à persistance d'activité plus courte, comme le malathion.

Ces matières actives rentrent dans la composition de spécialités commerciales. Il est recommandé de se conformer aux préconisations des fabricants pour leur bonne utilisation.

▪ **CONCLUSION**

Pour finaliser le traitement, il convient de traiter de façon périodique le dessus du tas, ainsi que les parties non protégées par une pulvérisation de produit insecticide rémanent.

Nota: Attention aux surdosages provoquant une augmentation des résidus d'insecticides pouvant dépasser la norme de tolérance et rendre le grain impropre à toute consommation et faire l'objet d'une procédure judiciaire par le Service des Fraudes.

Ceci doit être accompagné par un contrôle régulier de la présence d'insectes dans la céréale stockée.

Enfin, pour une bonne réussite de ces traitements, il est très important que les personnes soient formées au traitement, au suivi, au contrôle et à l'observation des précautions d'emploi

inhérentes à l'application de ce type de produits. Celles-ci sont préconisées par les fabricants.

[Table des matières](#) - [«Précédente](#) - [Suivante»](#)

[Table des matières](#) - [«Précédente](#) - [Suivante»](#)

[Home](#)"" """"""> (From globally distributed organizations, to supercomputers, to a small home server, if it's Linux, we know it).[ar.cn.de.en.es.fr.id.it.ph.po.ru.sw](#)

Désinsectisation des grains par fumigation globale ou localisée à l'hydrogène phosphore

[Généralités sur la fumigation](#)

[Flumigation en plein d'un tas de grain](#)

[Fumigation localisée](#)

Patrick DUCOM

Jean-Robert BOSCO

André GUENIER

Définition de la fumigation : Désinsectisation par mise en oeuvre d'un gaz toxique.

Un grain stocké est un foyer idéal pour les nuisibles. Il y a abondance de nourriture et des conditions favorables à leur développement. Ils ne sont pas dérangés, normalement, par leurs prédateurs. Il n'est pas surprenant de constater que quelques insectes, étant passés inaperçus au moment du remplissage, se développent par milliers en quelques mois.

Bien qu'il soit souhaitable que les zones de stockage soient propres, cela ne peut constituer une garantie contre l'infestation. Les pesticides sont susceptibles de résoudre le problème de la lutte curative totale contre les déprédateurs des grains stockés.

Lors d'une infestation d'un stock à plat, il est difficile de déplacer les grains pour leur appliquer des insecticides de contact, pour des raisons économiques et de structure. La méthode la plus efficace et la plus économique est la fumigation. En effet, seul un gaz (fumigant) peut atteindre les nuisibles dans leurs refuges les plus inaccessibles. Les insectes peuvent être détruits avec certitudes à tous leurs stades de développement (œufs, larves, nymphes, imago).

La fumigation concerne normalement l'ensemble du stock, mais parfois si on découvre une infestation très localisée, on peut essayer de ne traiter que la partie contaminée. Dans tous les cas, une inspection régulière du tas est nécessaire pour contrôler la durée d'efficacité dans le temps.

Généralités sur la fumigation

■ POURQUOI FUMIGER ?

Il existe de nombreuses voles alternatives pour contrôler les ravageurs. Pourquoi la fumigation doit-elle être utilisée en lieu et place des autres techniques dans certaines situations?

Les raisons en sont les suivantes :

- **La fumigation est la méthode la plus rapide et la plus complète pour arrêter immédiatement une infestation.**
- **Les fumigants tuent tous les insectes que les pulvérisations avec des insecticides de contact ne peuvent atteindre en raison du non contact direct avec les parasites (profondeur des stocks de grains, formes cachées, etc ...)**
- **Dans des cas spécifiques, il est moins onéreux d'utiliser un fumigant que de répéter des applications d'insecticides.**
- **Les fumigants sont utilisés quand les acheteurs exigent "une tolérance zéro insecte vivant".**

■ QUELQUES DÉFINITIONS

Un fumigant est un produit qui, à une température et une pression donnée, se trouve sous une forme gazeuse, à une concentration suffisante pour exercer une action létale sur un ravageur donné. Cette définition implique qu'un fumigant agit en tant que gaz au strict sens du terme. Contrairement aux brouillards, pulvérisations, aérosols, les fumigants agissent en molécules indépendantes qui pénètrent à l'intérieur du matériau fumigé.

Un insecticide comme le Dichlorvos a une pression de vapeur importante pour un insecticide de contacté mais très faible comparée à un gaz (0,0 1 mm de Hg contre 760 mm Hg pour 1 gaz).

Le phosphore d'hydrogène (PH₃) est plus facile d'emploi que le bromure de méthyle. C'est le fumigant le plus utilisé dans le monde. Mais cette facilité est la cause même de résistances apparues partout dans le monde par suite de mauvaises conditions d'emploi, principalement une mauvaise étanchéité ou un temps d'exposition au gaz trop court.

■ CRITÈRES DE CHOIX DU FUMIGANT

Tableau 1 : Critère de choix d'un fumigant

	PH 3 Phosphore d'hydrogène	CH 3 Br Bromure de méthyle
Résidus	Absence de résidu	Résidus d'ions bromures, sans signification toxicologique

Mise en œuvre	Facile	Complicquée
Température minimum	10° à 15°	5
Sécurité	Liée aux gaz	Liée aux gaz
Pénétration	Très importante	Importante
Efficacité (sous forme libre ou cachée)	Excellente	Excellente
Durée d'action	Peut être longue : 5 à 15 jours	Courte : 24 heures
Concentrations	1 à 2 g/m ³	15 à 45 g/m ³

■ INTÉRÊT ET LIMITES DES GAZ DANS LA DÉSINSECTISATION DES GRAINS

• Intérêt

L'intérêt des gaz est lié à leur pouvoir remarquable de diffusion. Ils diffusent à travers la masse des grains, que ceux-ci soient en vrac ou en sacs, et permettent un traitement efficace en place. Ils pénètrent à l'intérieur des grains ce qui permet de tuer les formes cachées vivant à l'intérieur de ceux-ci. Ils exercent leurs effets uniquement pendant la période d'exposition, ne laissant aucun ou peu de résidus en fonction de la nature du gaz. Ils peuvent être utilisés dans des situations très variées. On peut atteindre très exactement la dose biologiquement létale en s'assurant par

des mesures de concentration en gaz que celles-ci sont suffisantes pendant le temps d'exposition nécessaire (on parle alors de produit concentration temps ou CT).

- **Limites**

Les gaz sont très toxiques pour l'homme et nécessitent des mesures de sécurité particulières.

L'efficacité ne peut être atteinte qu'à partir d'une certaine température, variable selon les gaz.

Les enceintes doivent être suffisamment étanches.

Il n'y a pas de rémanence. Le traitement par les gaz est essentiellement curatif. Il permet une éradication totale. A la fin du gazage, il faut prévoir un traitement insecticide de contact pour la protection de la surface.

- **CADRE RÉGLEMENTAIRE D'UTILISATION DES FUMIGANTS SUR GRAIN**

L'arrêté du 4 août 1986, J.O. du 22 août, relatif aux conditions d'emploi de certains fumigants en agriculture et dispositions particulières visant le bromure de méthyle, le phosphore d'hydrogène et l'acide cyanidrique, constitue la charte de la fumigation en France.

Le décret 88-448 du 26 avril 1988, J.O. du 27/04/88, relatif à la protection des travailleurs

exposés aux gaz destinés aux opérations de fumigation, précise certaines conditions de sécurité.

■ PROCÉDURES

Pour des questions de sécurité et d'efficacité particulières aux gaz, il est nécessaire de respecter des procédures. On trouvera ci-dessous un cadre général de procédure :

- **Objectif de la fumigation : élimination d'une infestation par les insectes ou par les rongeurs**
- **Choix du type de fumigation pour le traitement d'un stock à plat :**
 - **globale**
 - **ponctuelle**
- **Détermination de temps prévu**
- **Détermination du dosage**
- **Sélection de la nature du générateur de gaz : pilules, comprimés, sachets, blankets**
- **Contrôle de l'état de l'endroit où doit s'effectuer la fumigation -sécurité- normes requises par les arrêtés.**
- **Calcul du volume du stock et la quantité de fumigant nécessaire**
- **Intégration des paramètres suivants:**

- **température**
 - **humidité**
-
- **Formalités administratives auprès des autorités compétentes.**
 - **Informations des personnes présentes autour de la zone de fumigation.**
 - **Opération d'étanchement du volume à fumiger.**
 - **Mise sous gaz par application du fumigant suivant le plan prévu**
 - **Mise en place des panneaux de signalisation sur tout le pourtour de l'endroit fumigé et condamnation des accès**
 - **Contrôle des concentrations en gaz pendant l'exposition au gaz**
 - **Calcul du CT**
 - **Aération de la structure.**

Flumigation en plein d'un tas de grain

Une étude de faisabilité de l'opération doit être faite au préalable par un spécialiste.

L'hydrogène phosphoré est un gaz qui permet de tuer dans la masse toutes les formes d'insectes vivant dans un tas de grain sans en modifier la qualité. La fumigation globale d'un stock est réalisée sur la totalité du grain indépendamment de l'importance de l'infestation visible ou décelée.

L'étanchéité est assurée par des films plastiques convenablement jointés. Ces films assurent l'étanchéité de façon temporaire.

■ NATURE DES FILMS

Les bâches sont utilisées pour réaliser l'étanchéité au gaz. Il faut réaliser un compromis entre les exigences techniques et le coût. Le film idéal : étanche, léger, résistant et bon marché n'existe pas.

Il faut prendre en considération les dimensions du film largeur qui peut varier de 2 m. à 12 m.. Une petite largeur se manipule bien mais augmente le nombre de raccords pouvant être source de fuites.

En pratique, il est utilisé des films en polyéthylène de 6 m. de largeur, 150 µm d'épaisseur, qui peuvent couvrir 300 m². Le polyéthylène donne des résultats satisfaisants mais bien inférieurs aux films dits "barrières", parfaitement étanches aux gaz. Ces films "barrières" ont un coût nettement plus élevé.

■ CHOIX DE LA FORMULATION

La formulation sera choisie en fonction de la température ambiante, de l'humidité du grain et de la durée de la fumigation et de l'importance du stock à fumiger.

Tableau 2 : Principales caractéristiques des générateurs de PH₃

	PHOSPHURE D'ALUMINIUM				PHOSPHURE DE MAGNÉSIUM			
	Pilules	Comprimés	Sachets	Guirlandes de sachets	Plaquettes	Guirlandes de plaquettes	Pilules	Comprimés
Stockage de faible capacité	X	X	X		X			
Stockage de grande capacité		X		X		X		
Durée courte	X				X		X	
Durée longue			X	X				
Hygrométrie faible, température basse,	X						X	X

Etanchéité imparfaite			X	X				
Temps de réaction (en h) à 75 % humidité relative	24	48	96	96	48	48	16	24
Poids de l'unité	0,6 g	3 g	34g	3,400 kg	117 g	2,34 g	0,6 g	3 g
PH3 pouvant être généré	0,2 g	1 g	11 g	1,133 kg	33 g	660 g	0,2 g	1 g

■ RÉALISATION DE L'ÉTANCHÉITÉ

Quelle que soit la configuration du tas de grain, il faut s'assurer de l'étanchéité de la structure suivant les cas, que ce soient celle des parois latérales ou de la surface du tas.

Le bâchage du tas se fait au moment du traitement, immédiatement avant ou après. L'étanchement latéral ou du sol doit être prévu avant le remplissage.

- Etanchement latéral des tas de grain

Le sol doit être de bonne qualité pour une résistance mécanique suffisante. Il devra être inspecté avant l'emmagasinement du grain pour y détecter les éventuelles imperfections. Les trous et fissures seront réparés.

Photo 1 : Étanchement latéral d'un tas de grain

- **Fumigation prévue à l'avance**

Le stockage de blé d'intervention est prévu pour une durée souvent indéterminée mais généralement longue. Dans ces conditions, il doit être envisagé qu'une fumigation pourra à un moment ou à un autre être à réaliser.

L'étanchement des parois latérales de la structure améliore les conditions de réalisation de la fumigation le moment venu. Il faut prévoir, avant le remplissage, une bâche dont la largeur sera calculée ainsi : hauteur du tas + repli au sol de 2 à 3 m+ repli sur le tas de 2 à 3 m.

Au moment du remplissage, la bâche aura été disposée sur les côtés : l'étanchéité au sol sera alors assurée par le poids du grain. Les bords libres seront rabattus sur le grain au moment où il y aura une fumigation à faire.

Si la paroi est en béton lisse de bonne qualité, sans fissure, l'étanchéité est

considérée comme suffisante. S'il existe des fissures, des crevasses ou des espaces réduits entre les plaques de béton (jonction des éléments préfabriqués par exemple), l'étanchement direct doit être recherché par un rebouchage minutieux des interstices.

- **Fumigation non prévue à l'avance**

Lorsque le sol n'est pas bétonné, ni recouvert d'une bâche avant le chargement du grain, et/ou dans le cas de bâtiment ayant des côtés non étanches et innaccessibles, la fumigation est impossible si les dispositions prévues avant le remplissage n'ont pas été prises.

- **Etanchement de la surface du tas**

Il est effectué au moment de la fumigation. Il doit cesser aussitôt le gazage terminé afin de limiter les problèmes de condensation d'eau sous la bâche.

- **Cas de parois latérales naturellement étanches**

Il s'agit de parois en tôles boulonnées avec joint d'étanchéité, ou soudées, ou en béton monobloc étanche sans fissure. Les bâches sont ajustées directement sur la paroi par collage.

- **Cas de raccordement avec des bâches latérales**

La jonction des bâches supérieures avec la bâche latérale doit se faire par collage adapté avec la nature de la bâche ou par pliage des deux bâches l'une dans l'autre et maintenues par des pinces.

- **Bâchage jusqu'au sol**

Le bâchage doit englober les parois latérales constituées par des éléments béton qui n'ont pas été recouverts intérieurement par une bâche plastique. L'étanchement se réalise à partir du sol extérieur aux éléments du support.

L'étanchéité se fait de préférence au mieux par collage ou au moins par la pression d'un cordon continu de sable de 20 cm de largeur environ, sur 10 cm de hauteur côté tas, soit environ 30 litres de sable au mètre.

L'utilisation de chaînes, de tuyaux d'eau du type "pompiers" (diamètre de 80 mm), de poutrelles de bois, etc.... est déconseillée à cause des risques importants de fuites que cette pratique comporte.

- **INSTALLATION DE LIGNES DE MESURES DES CONCENTRATIONS**

Un certain nombre de conduits de mesures (tuyaux en plastique étanche au PH3 et de faible

section par exemple, diamètre intérieur 4 ou 6 mm.) seront implantés pour suivre l'évolution des concentrations de gaz pendant la durée de la fumigation. Chaque "piquage" est constitué de deux conduits de mesure. Un en position haute (près de la surface), l'autre en position basse (à quelques mètres sous la surface du grain). Dans la mesure du possible les tuyaux devront être rassemblés en un lieu permettant des mesures sans danger.

La répartition des points de mesure est réalisée équitablement sur l'ensemble de la masse de grain. Les 2 piquages haut et bas correspondent à un volume de grains de 1000 m³ à 2000 m³.

▪ **CONDUITE DE LA FUMIGATION**

- **Aspects réglementaires**

Toute fumigation est régie par l'arrêt, du 4 août 1986 (J.O. du 22 août 1986).

Il est donc essentiel de disposer de quatre conditions indispensables :

- 1. Etre en possession de l'agrément annuel prévu par l'arrêté et délivré par le Service Régional de la Protection des Végétaux du lieu de la société.**
- 2. L'opérateur doit être titulaire du certificat de qualification technique en cours de validité.**
- 3. Une déclaration de traitement doit être faite trois jours à l'avance auprès du Service Régional de la Protection des Végétaux du lieu de fumigation.**

4. Disposer du matériel de protection respiratoire et de détection des basses concentrations en gaz.

- **Mise sous gaz (introduction de la formulation)**

Le gaz est généré au moyen d'un phosphore métallique.

C'est un problème important auquel il faut réfléchir avant l'achat des matériels et fournitures pour la fumigation. En effet, on est en présence de deux contraintes contradictoires : la sécurité du personnel et la bonne répartition du générateur de gaz.

Le facteur le plus important à prendre en compte est l'importance de la surface du tas à traiter.

Si la surface est importante, il faut répartir le générateur de gaz sur l'ensemble de celle-ci. Plusieurs facteurs interviennent et combinent leurs effets :

[Matériel de protection et de détection](#)

[Matériel de protection et de détection](#)

- **La nature de la formulation de générateur de gaz qui détermine le temps de dégagement au-delà duquel il y a danger : nature chimique (le phosphore de**

magnésium réagit plus vite que celui d'aluminium) et nature de présentation (une pilule réagit plus vite qu'un comprimé, lui-même plus vite qu'un sachet). Plus la formulation est réactive, plus le temps de dégagement dangereux sera court. Les valeurs extrêmes sont de quelques minutes à 3-4 heures.

- **Les conditions de température et d'humidité : celles du grain, mais aussi celles ambiantes sont à prendre en compte. Plus elles sont élevées, plus la réaction sera rapide, et inversement.**
- **Le temps prévisible de l'étanchement : il dépend de la grandeur du tas, des difficultés particulières pouvant exister, piliers par exemple, et du nombre de travailleurs affectés à la tâche.**
- **La nature de la bâche, indépendamment des caractéristiques propres d'étanchéité, est un point important : peut-on, ou non, marcher sur la bâche sans la trouser? Généralement, à partir d'une épaisseur de 150 μm , cela est possible.**

Si la surface est faible, on peut se contenter de placer le générateur de gaz sur les bords du tas ou dans d'autres endroits facilement accessibles. La limite à ne pas dépasser dépend de la capacité de diffusion du phosphore d'hydrogène ; on peut admettre comme règle de ne pas obliger le phosphore d'hydrogène à aller à plus de 5 à 8 m., ce qui revient à prévoir des points de gazage espacés au maximum de 10 à 16 m. en tous sens. Dans ces conditions, le travail est simple puisqu'on peut effectuer le bâchage et mettre le produit juste avant l'étanchement final.

En pratique, le facteur prépondérant est, dans des conditions prévisibles de température et humidité, pour une formulation donnée, le temps d'étanchement. S'il est inférieur au temps de dégagement dangereux, l'introduction du gaz pourra se faire avant l'étanchement sans marcher sur la bâche et de la manière désirée : soit dépôt en surface, soit à la canne-sonde. Cette dernière façon de procéder permet d'ailleurs de retarder sensiblement le moment de dégagement dangereux.

Si le temps d'étanchement est grand, il faudra alors prévoir une bâche sur laquelle on pourra marcher et l'étanchement sera achevé avant le gazage. La bâche sera ensuite trouée par la canne-sonde ou découpée pour l'introduction par dépôt en surface, puis rebouchée par du ruban adhésif.

En cas de gazage d'un tas à l'extérieur avec des sachets, ceux-ci doivent impérativement être introduits dans la masse de grain. En effet, dans le cas contraire, l'exposition au soleil risque de faire monter la température du générateur de phosphore d'hydrogène et du phosphore d'hydrogène lui-même à des valeurs telles que la réaction d'hydrolyse risque de s'emballer et le phosphore d'hydrogène de brûler.

- **Pendant la fumigation**

Des contrôles périodiques de vérification d'étanchéité sont d'autant plus nécessaires qu'il s'agit d'un système improvisé. Les mesures de concentration en gaz doivent être

faites chaque jour.

En cas de baisse importante de la teneur en phosphore, avant la recharge, vérifier une fois de plus l'étanchéité du système.

- **Dégazage**

Le départ du gaz libre se fait par enlèvement de la bâche.

Pour des questions de sécurité, il est bon de commencer, muni du masque à gaz, par soulever la bâche en certains points pour faire chuter les grandes concentrations. Le reste du débâchage présente alors peu de danger mais il doit malgré tout, se faire avec le masque.

La fin du débâchage peut se faire naturellement, ou être accéléré en mettant en marche le circuit de ventilation qui existe le plus souvent.

La libre disposition du grain peut être donnée quand dans aucun point, on ne relève plus de concentration supérieure à 0,14 mg/m³ (0,1 ppm).

Fumigation localisée

Lorsque dans un tas important, on découvre une infestation très localisée, la question qui se pose est de savoir ce qui doit être désinsectisé, la totalité du tas ou simplement le lieu contaminé.

■ LES ÉLÉMENTS DE DÉCISION

• Reconnaissance de l'infestation

Dans tous les cas, une inspection entomologique soignée et détaillée du tas est nécessaire pour cartographier l'infestation. En l'état actuel des choses, cette inspection consiste à prélever de place en place du grain en surface de façon manuelle, et avec une canne sonde en profondeur et à tamiser l'échantillon ainsi constitué. Si on ne trouve pas de formes libres vivantes, on peut penser qu'il n'y a pas d'insecte. En effet, le tas étant en régime de croisière, toute infestation comporte l'ensemble des stades, à savoir œufs, larves, nymphes et adultes.

Si la cartographie révèle une surface infestée très délimitée, alors un traitement en localisé peut être tenté.

Pourquoi un seul point infesté ? On peut émettre trois hypothèses :

- 1. Arrivée d'insectes extérieurs, par pigeons interposés par exemple.**
- 2. Manifestation visible d'une contamination ancienne longue à s'établir.**

Dans la première hypothèse, le traitement en localisé constitue une solution correcte si la partie insecticide est bien jouée, dans l'autre cas, on peut penser que d'autres points pourront survenir, mais on peut difficilement faire la différence.

3. Conséquences de gouttières en toiture : point de chauffe (température et humidité, idéales pour favoriser la vitesse de développement d'insectes existants ou les attirer).

- **Fumigation ou insecticide de contact ?**

La question se pose de savoir quel est le meilleur moyen de venir à bout de l'infestation.

Le gaz, par nature, va rapidement s'échapper par diffusion et surtout par convection. A priori, il ne paraît pas une bonne solution puisqu'il faut que les insectes respirent le gaz suffisamment longtemps pour être tués.

L'insecticide de contact peut sembler être une solution meilleure puisqu'il a une action relativement rapide, voire rapide si on utilise du DDVP et il a une certaine rémanence. Le problème va être la répartition homogène du produit dans le tas. Ceci est quasiment impossible à réaliser en pratique.

En conclusion, s'il n'existe pas de bonne technique, le gazage grâce à la bonne

pénétration constitue le moins mauvais moyen.

Pour une bonne diffusion du gaz, il est souhaitable de retirer les parties de grains colmatées par l'activité biologique des ravageurs et des micro-organismes.

▪ **RÉALISATION DU TRAITEMENT**

Il faut compter 10 à 15 jours.

Tableau 3 : Temps de gazage nécessaire pour tuer tous les stades d'insectes en fonction de la température.

Température du grain	Durée (jour)
10° à 15°	20
15° à 20°	15
20° à 25°	10
25° à 30°	7
> 30°	5

• **Traitement insecticide du tas**

Avant toute chose, il convient d'éviter le plus possible l'éparpillement des insectes.

C'est pourquoi l'application d'un insecticide rémanent sur l'ensemble de la surface du tas préalablement à toute action constitue une mesure de sauvegarde.

- **Choix du gaz**

Il est très limité : bromure de méthyle ou phosphine. Le bromure de méthyle présente deux inconvénients : la quantité de gaz est introduite dans le grain en une seule fois ce qui va entraîner sa disparition rapidement. Par ailleurs il ne pénètre pas dans les points humides et chauds.

Malheureusement, ces infestations ont toujours ces caractéristiques. Le PH₃, par contre, n'a pas ces inconvénients et c'est lui qui est utilisé. Dans les magasins à plat seul le PH₃ peut être utilisé pour des raisons techniques et chimiques.

- **Bases théoriques de la procédure à utiliser**

L'idée est d'étendre un film plastique étanche au gaz sur une surface beaucoup plus grande que la surface infestée. Le générateur de gaz est introduit en dessous.

Un phénomène essentiel va dicter la façon de procéder le gaz va exploiter tout le volume disponible par diffusion et donc tendre à disparaître dans l'atmosphère. Ce phénomène est naturellement assez rapide et il est considérablement amplifié par les courants de convection, et plus particulièrement par l'effet cheminée. Celui-ci

consiste en de très forts courants de gaz verticaux, les uns descendants, les autres montants dus aux variations externes de la température.

Il en résulte que le gaz ne peut pas être présent de façon statique, mais seulement de façon dynamique. En d'autres termes, il ne peut y avoir de concentration en gaz significative que tant que la production de gaz est en cours. A la fin de la réaction de formation du PH₃, les concentrations en gaz tombent très vite à zéro.

[Pilules et blankets](#)

[Pilules et blankets](#)

- **Choix de la formulation**

En pratique et pour simplifier, on peut dire que le temps effectif d'exposition au gaz correspond au temps de génération du PH₃. Or, les temps de gazage nécessaires, pour l'espèce la plus résistante au PH₃ et la plus fréquente, le charançon du blé, sont assez longs et présentés dans le tableau 1.

Or, les temps d'hydrolyse pour les différentes formulations dépendent de la taille du générateur (tableau 2) :

Le rapprochement des deux tableaux montre que seuls les sachets permettent dans

certains cas d'être suffisamment proches de ce qui est désiré, sauf cas de convections trop fortes. Par contre, les autres formulations sont beaucoup trop rapides.

L'association de pilules en profondeur dans le stock et de sachets en surface peut être intéressante.

- **Réalisation pratique du traitement**

- **Bâchage du tas**

La taille de la surface bâchée doit être très supérieure à celle infestée : cinq fois au minimum. En effet, plus la surface bâchée est grande, plus le volume exploité par le gaz sera grand et la disparition par diffusion/convection lente.

La durée du bâchage doit être assez longue pour que tant qu'il y a du gaz on essaie de le retenir, mais pas trop longue car en général, il y a condensation sous le film et donc apparition de moisissures et risque de germination. En pratique, un bon bâchage dure environ 24 h. de plus que le temps d'hydrolyse, soit 4 à 5 jours.

- **La deuxième fumigation**

Cette fumigation, dans la meilleure des hypothèses, ne tuera jamais les formes très résistantes, les œufs et les nymphes des charançons.

**On peut cependant espérer éteindre la population de la façon suivante :-
Une première fumigation est réalisée. Au mieux, elle va tuer les adultes et les stades larvaires. Or, les stades oeufs vont passer au stade larvaire et le stade nymphe au stade adulte donc des stades de beaucoup plus grande sensibilité.**

- **Une deuxième fumigation identique à la première est donc réalisée au moment où les nymphes résistantes passent au stade adulte, sensible. Il faut essayer de faire en sorte que ce deuxième gazage tue les adultes très vite après leur sortie, sinon ils vont avoir le temps de pondre des œufs, résistants, et tout est à recommencer.**

Deux "mauvaises" fumigations peuvent, si elles sont bien programmées, permettre une éradication complète des insectes.

- **Après la (les) fumigation (s)**

On doit protéger la surface du grain par une application insecticide généralisée, à renouveler périodiquement car la surface du tas est sujette à la poussière et la lumière, ce qui diminue la persistance d'action du produit.

■ CONCLUSION

Ce type de traitement ne peut réussir qu'à deux conditions :

- **La première, dont on n'est pas maître: si l'infestation latente existe ailleurs, le traitement en localisé n'aura pas servi à grand chose.**
- **La deuxième est qu'il faut absolument réussir et que ceci, techniquement est impossible si on ne répète pas l'opération.**

Enfin , il faut donc, et qui plus est, en cas d'une infestation localisée, effectuer des relevés de température le plus fréquemment possible afin de détecter et surveiller les éventuelles réapparitions.

[Echantillons centralisée](#)

TOUT POUR LE GRAIN

89260 PERCENEIGE

RC Sens 706 380 215

Tél. 86 88 98 00 - Fax 86 88 90 20

[Table des matières](#) - [Précédente](#) - [Suivante](#)

[Table des matières](#) - [«Précédente](#) - [Suivante»](#)

[Home](#)"" """"> (From globally distributed organizations, to supercomputers, to a small home server, if it's Linux, we know it).[ar.cn.de.en.es.fr.id.it.ph.po.ru.sw](#)

Pour en savoir plus

OUVRAGES À CONSULTER:

- **LA CONSERVATION DES CÉRÉALES EN FRANCE.**
Collection «Les A.T.P. de l'INRA» n° 1 - INRA éditions, Versailles, 1984 - 172 p.
- **CONSERVATION ET STOCKAGE DES GRAINS, GRAINES ET PRODUITS DÉRIVÉS.**
Multon J.L., 1982 - Lavoisier édit., collection Tec & Doc, 2 vol., 1160 p.
- **CONSERVATION DES GRAINS RÉCOLTÉS HUMIDES.**
Multon J.L. & Guilbot A., 1967 - Annales de technologie agricole, n° hors série, INRA éditions, Versailles 764 p.
- **LES INDUSTRIES DE PREMIÈRE TRANSFORMATION DE CÉRÉALES.**
Godon B. & Willm C., 1991. Lavoisier édit., collection Tec & Doc, 1 vol. - 680 p.
- **GUIDE PRATIQUE D'ANALYSES DANS LES INDUSTRIES DES CÉRÉALES.**
Godon B. & Loisel W., 1984. Lavoisier édit., collection Tec & Doc, 1 vol. - 686 p.
- **LES INSECTES ET LES ACARIENS DES CÉRÉALES STOCKÉES.**

- AFNOR, ITCF édit., collection Normes et Techniques, ITCF Boigneville dépositaire, 238 p.**
- **CONTRÔLE DE LA QUALITÉ DES PRODUITS ALIMENTAIRES : CONSERVATION ET STOCKAGE DES GRAINS**
AFNOR, 1990. Recueil de normes françaises, AFNOR/DGCCRF Paris, 232 p.
 - **CÉRÉALES ET PRODUITS CÉRÉALIERS.**
AFNOR, 1991. Recueil de normes françaises. AFNOR édit., Paris, 360 p.
 - **LA FUMIGATION EN TANT QUE TRAITEMENT INSECTICIDE.**
Monro H.A.U., 1970. FAO - étude agricole n° 79, FAO éd. Rome (dépositaire Librairie Pédone, rue Soufflot, Paris V).
 - **LES INSECTES DES CÉRÉALES ENTREPOSÉES ET LEUR SENSIBILITÉ AUX INSECTICIDES.**
Champ B.R. & Dyte C.E., 1976. FAO éd. Rome (dépositaire Librairie Pédone, rue Soufflot, Paris V).
 - **LES COLÉOPTÈRES DES DENRÉES ENTREPOSÉES DANS LES RÉGIONS CHAUDES.**
Delobel A. & Tran M., 1993. ORSTOM éditions - Paris, 430 p.
 - **LA DÉSINSECTISATION DES CÉRÉALES STOCKÉES.**
Bulletin Technique d'Information, Ministère de l'Agriculture édit. Paris - N° 349, 1980. 356 p.
 - **PROTECTION DES STOCKS: DÉTECTION ET TRAITEMENT DE L'INFESTATION PAR LES INSECTES.**
GLCG, 1988. C.R. Journée technique 1988 (disponible au secrétariat du GLCG) 84 p.
 - **MICRO-ORGANISMES ET QUALITÉ DES GRAINS ET GRAINES.**
GLCG, 1992. C.R. Journée technique 1992 (disponible au secrétariat du GLCG) 82 p.

- **LES PROGRES DANS LA PRÉSERVATION DES STOCKS DE GRAINS ET DE GRAINES.**
GLCG, 1994. C.R. Journée technique 1994 (disponible au secrétariat du GLCG) 92 p.
- **FILIÈRE BLÉ, FARINE, BISCUITS : BILAN DUNE EXPÉRIENCE PILOTE POUR L'AMÉLIORATION DE LA SITUATION SANITAIRE**
GLCG, 1988. Journée technique spécifique octobre 1988 (disponible au secrétariat du GLCG) résumés, 20 p.
- **LA MAÎTRISE DU STOCKAGE, ÉCONOMIE ET QUALITÉ.**
ITCF, 1994. C.R. Journées nationales sur le stockage des grains ITCF/FFCAT/INAC, mars 1994. Paris et Toulouse. ITCF éditions - 76 p.
- **TECHNIQUES D'ANALYSE ET DE CONTRÔLE DANS LES INDUSTRIES AGRO-ALIMENTAIRES. VOL. 3**
Bourgeois C.M. & Leveau J.Y., 1980. Le contrôle micro biologique. Lavoisier édit. collection Tec & Doc, 352 p.

ARTICLES DANS DES PÉRIODIQUES:

- **DÉVELOPPEMENT DES MOISISURES SUR LES GRAINES EN FONCTION DE DIVERSES CARACTÉRISTIQUES DU SUBSTRAT ET DE LA POPULATION FONGIQUE.**
Poisson J. & Cahagnier B., 1979. Tech. Ind. Cérééal., 169, 3-8.
- **MICROFLORE DES CÉRÉALES ET DU MANIOC.**
Poisson J. et coll., 1980. Perspectives Agricoles, 41, 40-55.
- **LA MICROFLORE DES GRAINS DE MAÏS HUMIDES COMPOSITION ET ÉVOLUTION EN FONCTION DE DIVERS MODE DE STOCKAGE.**

Cahagnier b. & Poisson J., 1973. Revue de mycologie, 38, 23-43.

- **INFLUENCE DES TRANSPORTS PNEUMATIQUES EN COMPRESSION SUR LA QUALITÉ MICROBIOLOGIQUE DES FARINES DE BLÉ.**

Richard-Molard D. & Poisson J., 1975. Tech. Ind. Cérééal., 149, 3 p.

- **HYGIENE ALIMENTAIRE.**

J.O. de la R.F, 5^e édit., Fév. 1988. Textes généraux.

- **L'ANALYSE MICROBIOLOGIQUE DE MATIÈRES PREMIÈRES POUR L'ALIMENTATION ANIMALE ET SON INTERPRÉTATION. POSSIBILITÉ D'ÉTABLISSEMENT DE NORMES.**

Herry M.P. et Coll., 1987. Microbiol. Alim. Nutr., 5, 21-43.

- **L'ANALYSE MICROBIOLOGIQUE DES MATIÈRES PREMIÈRES DE L'ALIMENTATION ANIMALE.**

Lafond-Grellety, J., 1973. Ind. Alim. Ani., 5, 17-31.

- **ÈVOLUTION DE LA TENEUR EN ERGOSTÉROL DES GRAINS AU COURS DE LA CONSERVATION, UNE POSSIBILITÉ D'ÉVALUATION QUANTITATIVE ET RAPIDE DE LEUR MYCOFLORE.**

Cahagnier B., Richard-Molard D. & Poisson J., 1983. Sciences des Aliments, 3, 219-244.

- **LA DÉTECTION DES INSECTES ET DES ACARIENS DANS LES GRAINS, LES DÉRIVÉS ET DANS LES USINES ET ENTREPÔTS.**

Fleurat-Lessard F., 1988. Industries des céréales, 54, 22-28.

- **ALTÉRATIONS DUES AUX INSECTES ET DÉPRÉDATEURS PRÉVENTION.**

Fleurat-Lessard F., 1980. Aliscope, 90, 18-24.

- **INFLUENCE DE L'HUMIDITÉ SUR LE DÉVELOPPEMENT DES POPULATIONS D'ACARIENS DANS LES STOCKS D'OLÉAGINEUX ET DE CÉRÉALES.**

- Fleurat-Lessard F., 1976. Bulletin OEPP, 6, 391-398.**
- **LES ACARIENS DES STOCKS DE GRAINES DE COLZA.**
Fleurat-Lessard F., 1973. Informations techniques, CETIOM 31, 29-44.
 - **LES ACARIENS DES STOCKS D'OLÉAGINEUX ET DE CÉRÉALES. RÉPARTITION, MORPHOLOGIE, BIOLOGIE ET RELATIONS AVEC LE MILIEU.**
Fleurat-Lessard F., 1976. Bull. Techn. d'Information, Ministère de l'Agriculture, 310 , 321-337.
 - **INSECTES RAVAGEURS DES CÉRÉALES STOCKÉES.**
Fleurat-Lessard F., 1984. Cultivar, 170, 190-193.
 - **LA VENTILATION DES GRAINS.**
ITCF, 1981. Perspectives agricoles, n° 1, Déc. 73.
 - **VENTILATION DES GRAINS.**
ITCF, 1981. Perspectives agricoles, n° spécial, Mars 81.
 - **LA VENTILATION DES GRAINS.**
ITCF, 1983, Guide pratique. Perspectives agricoles, Juillet 83, ITCF éditions.
 - **ÉTUDE SUR LA VENTILATION.**
CNEEMA (CEMAGREF). N° 239.
 - **LES TECHNIQUES RAPIDES DE CONTRÔLE MICROBIOLOGIQUE EN IAA.**
Caralp P. & Leveau J.Y., 1988. Industries alimentaires et agricoles, Juin 88, 443-447.
-

[Table des matières](#) - [◀ Précédente](#) - [Suivante ▶](#)

[Table des matières](#) - [◀ Précédente](#)

[Home](#)"" """"""> (From globally distributed organizations, to supercomputers, to a small home server, if it's Linux, we know it).[ar.cn.de.en.es.fr.id.it.ph.po.ru.sw](#)

Liste des auteurs

BONNES CONDITIONS DU GRAIN A L'ENTREPOSAGE.

Bernard CAHAGNIER

Institut National de la Recherche Agronomique Laboratoire de Microbiologie et Technologie Céréalière

B.P. 162744316 NANTES Cédex 03

Tél. 40 67 50 00 FAX 40 67 50 06

M. Francis FLEURAT-LESSARD

Institut National de la Recherche Agronomique Laboratoire des Insectes des Denrées Stockées

B.P. 8133883 VILLENAVE D'ORNON

Tél. 56 84 32 90 Fax 56 84 32 89

CONDITIONS TECHNIQUES POUR LE STOCKAGE DES CEREALES A PLAT.

Patrick BAUDOIN

O. N. I. C.22 Boulevard Pierre 1^{er}

33081 BORDEAUX

Tél. : 56 52 65 57 Fax 56 44 34 00

Mme Marie-Pierre LEBLANC

Laboratoire O.N.I.C.

rue Chef de Baie - B.P. 209717010 LA ROCHELLE Cédex

Tél. : 46 42 85 85 Fax 46 42 41 89

VENTILATION DE REFROIDISSEMENT.

Pierrick BERHAUT

I.T.C.F. - Service Qualité Agro-Industrielle

Halle Technologique - Boigneville

91720 MAISSE

Tél. : 1-64 99 22 41 Fax 1-64 99 33 30

M. Jean-Louis POICHOTTE

F.F.C.A.T - Service Technique

11, rue des Halles

75039 PARIS Cédex 01

Tél. : 1-42 33 50 97 Fax 1- 40 26 64 64

LE TRAITEMENT DES CEREALES PAR LES INSECTICIDES DE CONTACT.

Patrick GARAUD

CIBA-GEIGY

2-4 rue Lionel Terray

B.P. 30892506 RUEIL MALMAISON Cédex

Tél. 1-47 52 32 26 Fax 1-47 52 34 50

M. Robert LOCKMAN

SOCIETE LODI

12 bis rue de Rouen

95450 VIGNY

Tél. 1-30 39 28 44 Fax 1-34 66 10 20

M. Alain ROUSSEaux

C. G. I.

9 rue Louis Armand - Z.I. l'Epluches

95 3 10 ST OUEN L'AUMONE

Tél. 1-34 64 11 73 Fax 1-30 37 15 90

**DESINSECTISATION DES GRAINS PAR FUMIGATION EN PLEIN ET EN LOCALISE PAR FUMIGATION
A L'HYDROGENE PHOSPHORE.**

Patrick DUCOM

Laboratoire National de la Protection des Végétaux Unité d'Études des Denrées

Stockées Chemin d'Artigues

33152 CENON

Tél. 56 32 62 20 Fax 56 86 51 50

M. Jean-Robert BOSCOQ

TECHMO - HYGIENE

2-3 rue Albert Einstein

Z.I. de Coudray - B.P. 5793151 LE BLANC MESNIL Cédex

Tél. : 1-48 67 18 18 Fax 1-48 67 19 33

M. André GUENIER

SEMABLA S.A.

Port de Blaye

B.P. 15

33390 BLAYE

Tél. : 57 42 03 07 Fax 57 42 39 18

TERMINAL CEREALIER ROUEN-LE HAVRE S.P.R./U.C.A.S.P.O.R.

6, Chaussée Hermann du Pasquier - BP 400

76057 LE HAVRE Cédex

Téléphone : 35-26-70-10

Télécopie: 35-26-66-64

Télex: 190-845

Presqu'île Elie

76100 ROUEN

Téléphone : 35-72-69-04

Télécopie: 35-72-30-54

Télex: 770-893

SILOS PORTUAIRES D'UNE CAPACITÉ TOTALE DE 300 000 T.

CADENCES DE CHARGEMENT: 2 800 T/H théoriques

+ 2 fois 1 200 T/H - ROUEN

+ 2 fois 600 T/H - LE HAVRE

CONDITIONNEUR SÉCHOIR DE 3 000 POINTS

CALIBREUR D'ORGE TRAITEMENT DE DÉSINSECTISATION

LABORATOIRE RECOMMANDÉ PAR L'O.N.I.C.

Adhérent du B.I.P.E.A. pour les analyses des céréales.

**TIRANT D'EAU À ROUEN : 10 MÈTRES
TIRANT D'EAU AU HAVRE : 12 MÈTRES,
affectés au chargement des navires.**

***UNE EQUIPE DYNAMIQUE A VOTRE SERVICE
EXPORTATIONS - IMPORTATIONS - TRANSIT - MANUTENTION STOCKAGE - LABORATOIRE***

Pirigrain

le traitement de confiance!

- **Plus de 30 ans d'expérience**
- **Un savoir-faire, des matériels et des formulations spécifiques éprouvés.**
- **Une équipe de conseillers techniques et un atelier de SAV expérimentés.**

COMPAGNIE GÉNÉRALE DES INSECTICIDES

B.P. 12

95311 CERGY PONTOISE CEDEX

Tél. (1) 34 64 1173

Fax (1) 30 37 15 90

Télex 606240

N° 1 DU TRAITEMENT INSECTICIDE DES GRAINS STOCKÉS

06/11/2011

Le stockage à plat des céréales pour u...

Dépôt légal

1^{er} trimestre 96

[Table des matières](#) - [◀ Précédente](#)