



# La fumigation des grains, une désinsectisation sans résidus

Traiter le grain stocké par la phosphine, voilà une technique sous-utilisée en France, où elle est méconnue, au contraire de nombreux autres pays.

YANN CIESLA\*, PATRICK DUCOM\*\*, MAUD MATHIE\*\*\* ET VALÉRIE DUCOM\*\*\*\*

**L**es grains stockés sont depuis toujours sujets à attaque par quelques espèces d'insectes spécialisés. L'infestation peut avoir lieu tout au long du transport du grain, via des silos ou gaines de ventilation mal nettoyés. Parmi les méthodes de traitement, la fumigation est peu employée.



Photo : P. Ducom

< Silos de maïs pop-corn de la société Natais, tous fumigeables.

## Pourquoi parler fumigation Désinsectiser, une nécessité

La conservation des céréales en silo n'est jamais à l'abri des attaques d'insectes. Lors d'une infestation, la lutte est nécessaire pour sécuriser la qualité sanitaire des grains destinés à la fabrication d'aliments pour l'homme ou l'animal. Tout organisme stockeur (OS) doit pouvoir fournir des lots de grain exempts d'insectes vivants quelle que soit la durée de stockage.

Mais les méthodes de protection actuelles des grains stockés contre les ravageurs ne suffisent pas toujours pour assurer l'absence d'insectes dans les lots mis en marché.

De plus, les pressions sur les résidus d'insecticides « de contact » et l'influence du réchauffement du climat sur la réussite d'une bonne ventilation de refroidissement sont plutôt favorables à une troisième méthode :

la fumigation à la phosphine (PH<sub>3</sub>). Cette technique de désinsectisation sans transilage commence à se développer en France.

### Insecticides dits « de contact » et ventilation, oui, mais...

La lutte contre les insectes des grains stockés peut être réalisée par des méthodes préventives (ventilation de refroidissement, censée prévenir la multiplication des insectes au cours de la période de stockage), ou curatives (traitements avec des insecticides de contact à résidus persistants). Ces derniers traitements sont autorisés pour éliminer les infestations déclarées ou « probables » des lots de grains stockés à long terme. Ces deux techniques, très utilisées dans les OS en France, présentent des inconvénients ou des insuffisances.

Depuis plus de soixante ans, les OS utilisent des insecticides de contact rémanents pour désinsectiser les grains stockés. Ces produits liquides sont autorisés depuis plus longtemps que la fumigation et soumis à moins de contraintes réglementaires. Les techniques d'application de plus en plus automatisées ont permis leur utilisation quasi généralisée. De plus, la possibilité d'utiliser le dichlorvos (DDVP<sup>(1)</sup>) jusqu'au 6 décembre 2008) comme traitement curatif en bout de chaîne permettait d'assurer l'absence d'insectes vivants à la vente.

Mais ces insecticides de contact peuvent laisser sur les grains des résidus qui restent dans les produits transformés. La réglementation oblige à rester en dessous des limites maximales de résidus (LMR) dans les grains.

### La fumigation : identité et action

La fumigation, elle, est réalisée à l'aide de phosphine (PH<sub>3</sub>). Il s'agit d'une molécule inorganique dont 30 000 à 500 000 tonnes par an sont produites naturellement dans le monde en milieux anaérobies.

La technique permet de stopper le développement d'insectes rapidement et de réaliser

## RÉSUMÉ

♦ **CONTEXTE** - La protection des grains contre les insectes de stockage se complique du fait :

- d'une part, du réchauffement climatique (qui gêne la ventilation de refroidissement et augmente la pression des ravageurs) ;
- d'autre part, de difficultés à utiliser des traitements insecticides (interdiction du DDVP, durcissement des exigences sur les résidus des autres insecticides neurotoxiques rémanents restant autorisés). Ce contexte pourrait favoriser la fumigation à

la phosphine (PH<sub>3</sub>), peu répandue en France au contraire de nombreux autres pays.

♦ **ÉTAT DES LIEUX** - Les cinq freins au développement de cette technique en France ont été identifiés par une enquête réalisée en 2012 dans le cadre du projet Casdar Ecoprotect Grain. La réussite de la fumigation impose des exigences techniques : étanchéité des silos, qualification du personnel, mesure des concentrations en gaz. Il existe aussi des exigences

réglementaires : déclaration des traitements, agrément de l'entreprise les réalisant. Les deux atouts majeurs de la technique : son efficacité contre tous les stades des insectes moyennant le respect de certaines conditions, ainsi que l'absence de tout résidu chimique, ce qui intéresse les acheteurs.

♦ **MOTS-CLÉS** - Qualité sanitaire des grains, sécurité alimentaire, céréales, insectes de stockage, fumigation, phosphine, PH<sub>3</sub>, insecticides, résidus.

(1) DDVP : décision de la commission du 6 juin 2007 avec effet au plus tard le 6 décembre 2008.

(2) Projet financé par le ministère en charge de l'Agriculture entre 2010 et 2013 ([www.quasaprove.org/moodle/course/view.php?id=76](http://www.quasaprove.org/moodle/course/view.php?id=76)).



une désinsectisation de tous les stades de l'insecte, y compris les formes cachées, sous réserve de respecter la durée d'exposition au gaz qui dépend de la température.

Une fumigation plus courte tuera les insectes adultes mais laissera quelques œufs ou nymphes en vie. Ce n'est pas un problème si le grain est ensuite transformé rapidement – ce qui était le cas auparavant avec les traitements d'agréage réalisés à l'aide du DDVP. La méconnaissance de la fumigation entraîne souvent une méfiance des stockeurs. Partout ailleurs, tant dans les grands pays producteurs de céréales que dans ceux en voie de développement, l'insecticide des grains le plus utilisé est la phosphine. Pourquoi est-elle si peu employée en France ?

## La fumigation à la phosphine : un procédé sous-estimé

### État des lieux en France : cinq freins

Une enquête réalisée en 2012 dans le cadre du projet Ecoprotectgrain<sup>(2)</sup> auprès de 85 OS a permis d'identifier cinq freins principaux à l'utilisation de la fumigation.

- Le manque d'étanchéité des silos. En fait, cette nécessité qui éloigne beaucoup de stockeurs de cette technique est beaucoup moins grave qu'il n'y paraît. La cellule à étanchéité parfaite n'existe pas (du moins en France) et n'est pas une condition *sine qua non* pour traiter son grain. En effet, il n'est pas nécessaire d'avoir une cellule « hôpital » (unique cellule bien étanche, dédiée à la fumigation sur un site de stockage) : la plupart du temps, il est possible d'adapter ses silos, sans grands investissements, pour démarrer ses premières fumigations.
- La peur du gaz toxique est ancrée. Le passage à l'acte montre que la technique est peu risquée. En effet, le gaz est très diffusant. Il n'a pas de toxicité chronique pour l'organisme et se dilue très rapidement dans l'atmosphère. De plus, il existe des moyens de protection et de détection efficaces et fiables pour les opérateurs.



2



3

Photos : P. Ducom

< 2. Ventilateur permettant la recirculation du gaz dans le silo.

^ 3. Comprimés de phosphure d'aluminium de 3 grammes générant 1 gramme de PH<sub>3</sub>.

• Le coût de la fumigation : il est de l'ordre de 0,10 €/tonne de grain traité.

• Le manque de personnel qualifié : la certification de l'opérateur est obligatoire. La formation suscite une réflexion générale sur les diverses approches de la lutte contre les insectes et permet d'appréhender la technique en manipulant sur le terrain. Ouverte à tous, fumigateurs novices ou expérimentés, elle aide à lever les appréhensions liées à la méconnaissance de cette technique.

• La durée d'immobilisation de la marchandise sous gaz : elle va de trois à vingt et un jours selon la température et l'insecte visé.

### Mode d'action de la phosphine

La phosphine agit sur la respiration cellulaire de l'insecte (alors que les insecticides de contact s'attaquent au système nerveux). L'intoxication de l'insecte intervient plus ou moins rapidement, au rythme de sa respiration qui dépend de son stade et de la température du grain. La durée d'intoxication nécessaire à l'efficacité varie de quelques heures à quelques jours.

Les paramètres clés de la fumigation sont : étanchéité, concentration en gaz, température du grain, durée du traitement et nature de l'insecte. Certaines espèces sont plus sensibles que d'autres.

### Comment ça marche ?

La phosphine est un fumigant. C'est un gaz et non un fumigène ou une fumée (aérosol de particules insecticides solides en suspension de quelques microns qui ne pénètrent pas dans le grain).

Constitué de molécules mille fois plus petites qu'un aérosol, ce gaz s'homogénéise dans tout le volume de grains qui lui est offert et va pénétrer chaque grain pour éliminer les formes cachées qui s'y trouvent.

### Les atouts

Les intérêts d'utiliser la phosphine plutôt que les insecticides de contact sont multiples.

- Il n'est pas nécessaire de déplacer le grain à traiter : cellule verticale ou stockage à plat, la fumigation s'adapte au stockage, sans coût de transilage ni de casse de grains.
- Il n'y a pas de résidus de phosphine à l'issue du dégazage. Attention : de ce fait, si le grain n'est pas stocké en conditions convenables, il est à nouveau vulnérable à la réinfestation d'insectes. Un traitement avec des insecticides de contact entraîne dans le stock traité une rémanence des insecticides allant jusqu'à plusieurs mois. Cependant, ces résidus d'insecticides deviennent de plus en plus indésirables durant le processus de transformation en aval...



**Sitona AgroExpert**

**Yann CIESLA**

Conseil - Audits

Etudes personnalisées sur site

yann.ciesla@gmail.com

Tél. +33 (0)6 72 70 70 64

www.sitona-agroexpert.com

**Expertise post-récolte – Fumigation – Entomologie – Expérimentation**



## Témoignage de Christian Rocca, responsable d'un organisme stockeur

### Depuis combien de temps réalisez-vous des fumigations en interne, et pourquoi vous êtes-vous formés ?

Au départ, nous avons fait intervenir une société prestataire de services pour régler un problème d'infestation d'insectes dans une cellule verticale. Satisfaits du résultat et après avoir observé le prestataire, nous nous sommes dit : pour quoi pas nous ? Nous avons suivi la formation en 2009. Notre intérêt était de pouvoir être réactifs en cas de nécessité et d'être capables d'intervenir le plus rapidement possible.

### Aujourd'hui, réalisez-vous des fumigations régulièrement ?

Au départ, deux personnes ont suivi le stage pour obtenir la certification. Aujourd'hui, nous sommes dix personnes certifiées dans le groupe.

Une fois la petite appréhension du premier chantier passée, nous nous sommes pris au jeu. Nous avons commencé par fumiger quelques boisseaux

de 200 tonnes. Les premières années, nous nous déplaçons sur tous les sites du groupe. Puis l'intérêt de la technique nous a entraînés à former plusieurs personnes sur d'autres sites pour être opérationnels sur l'ensemble de nos stockages. Sur la récolte 2014, nous avons fumigé environ 16 000 t de grains pour une capacité de stockage de 100 000 t.

### Pourquoi cette appréhension ?

Au départ, c'est un peu comme quand on vient d'obtenir le permis de conduire, on a toujours peur de mal faire, d'avoir oublié quelque chose. Le fait d'avoir été formés à deux au départ nous a bien aidés. Maintenant, nous avons modifié quelques éléments de nos silos pour perdre le moins de temps possible lors de la mise sous gaz.

### Quels sont les avantages ?

Finalement, les avantages sont assez nombreux. L'efficacité et surtout le coût des traitements sont très intéressants : ils sont



Photo : P. Ducom

^ Christian Rocca (en troisième position), des silos Val de Gascogne, à Sainte-Christie (Gers), entouré de son équipe de fumigateurs, Francis Despax, Mathieu Reinaudo et Mathieu Saint-Martin.

près de quatre fois moins chers que les insecticides classiques (coût produit). Et puis nous pouvons aussi réaliser des fumigations à la demande du client. Nous avons une ligne sans résidus qui nous évite de « polluer » nos cellules en fumigeant le grain provenant de stockages à la ferme.

### Quelles sont les contraintes liées à la technique ? Quels conseils donneriez-vous aux futurs fumigateurs ?

En termes de contraintes, je dirais que les déclarations de fumigation à envoyer trois jours à l'avance à la Draaf pourraient être simplifiées<sup>(1)</sup>.

Quant au conseil, il suffit de bien s'équiper à la base pour réaliser ensuite des fumigations de « routine ». Cela évite de passer trop de temps à étancher les cellules.

(1) Fumiger nécessite de déclarer le chantier à la Draaf par e-mail ou par fax trois jours ouvrés avant la mise sous gaz.

• La fumigation stoppe le développement des insectes. C'est le seul moyen utilisable aujourd'hui au silo qui tue tous les stades de développement, formes cachées comprises.

### Pour réaliser un bon chantier Cadre réglementaire et formation

La phosphine n'est pas commercialisée sous forme gazeuse (cylindre sous pression).

Ce sont des générateurs de PH<sub>3</sub>, à base de phosphore d'aluminium ou de magnésium, qui possèdent une autorisation de mise sur le marché (AMM). Ils réagissent avec l'humidité de l'air pour produire la phosphine par hydrolyse. Plusieurs types de générateurs existent sur le marché. Ils sont sous forme de comprimés, sachets, plaquettes, etc. et ont des vitesses d'hydrolyse plus ou moins

importantes. Ces formulations s'adaptent en fonction du volume à fumiger et de leur facilité à être appliquées.

La phosphine étant toxique, son emploi est strictement réglementé et régi par l'arrêté du 4 août 1986 relatif aux conditions générales d'emploi de certains fumigants en agriculture (J. O. du 22 août 1986). Il y a deux principes fondamentaux :

## Cérès Innovation

### Le nouveau partenaire des Organismes Stockeurs



- Répondre aux nouvelles exigences du marché
- Lutter efficacement contre les insectes
- Valoriser vos céréales, oléagineux et protéagineux sur le marché national et sur la scène internationale

- ⇒ Accompagnement des équipes « terrain » dans la mise en place d'une nouvelle politique de désinsectisation
- ⇒ Audits, formations, suivi de l'efficacité et de la sécurité des chantiers de fumigation en interne
- ⇒ Création de filières spécifiques en collaboration entre les services commercialisation et exploitation



- l'applicateur doit être certifié, sa présence est obligatoire pour l'application et le dégazage ;
- l'entreprise doit être agréée, point de passage obligatoire pour acheter le fumigant.

L'agrément est délivré par la Draaf une fois l'entreprise équipée du matériel nécessaire pour fumiger en toute sécurité (protection respiratoire, détecteurs de PH<sub>3</sub>...). Les stages de certification des opérateurs en fumigation sont réalisés à Bordeaux (voir « Pour en savoir plus »). Les chantiers de fumigation peuvent être contrôlés par des agents des Draaf – Service régional de l'alimentation (SRAL) – qui veillent au respect des consignes de sécurité.

### Sur le terrain, s'adapter selon le type de stockage

En France, les constructeurs sont censés savoir réaliser des structures de stockage de céréales étanches aux gaz, mais le font rarement et n'y sont pas habitués, contrairement à l'Australie où les silos sont conçus de façon très étanche pour fumiger et maintenir le grain sous gaz durant des mois.

Rendre une cellule étanche est possible. Cela exige la pose de bâches, rubans adhésifs et silicone par les fumigateurs. Ainsi, l'investissement dans une cellule étanche lors de la construction est vite rentabilisé par rapport au coût de main-d'œuvre nécessaire pour rendre le système étanche lors de chaque chantier de fumigation.

Pour la fumigation en cellules verticales, les formulations en sachets sont placées généralement en haut de cellule. Un système de recirculation est mis en place pour homogénéiser le gaz si le rapport hauteur de la cellule sur diamètre est supérieur à 2,5. Ainsi, une cellule de 20 m de haut et de diamètre inférieur à 8 m devra être équipée de recirculation. Celle-ci se fait à l'aide d'un petit ventilateur centrifuge de faible puissance ( $\approx 1$  kW) relié à des gaines de diamètre 100 mm dont une extrémité pompe le mélange gazeux en haut de cellule et le refoule en bas.

Sur les stocks à plat, la technique est plus difficile à réaliser. Dans ce cas, si une infestation apparaît, la solution est soit de recourir à un prestataire (qui a l'expérience du bâchage), soit, si l'on est agréé, de la réaliser soi-même mais au prix d'un travail de préparation et d'une technicité importants.

### Exigences impératives

Tout comme on ne conçoit pas de chambre froide sans thermométrie, mesurer les concentrations en gaz est la clé de la réussite de la fumigation. À la différence des

insecticides de contact, le gaz exige une étanchéité minimale : s'il y a trop de fuites, sa concentration chute en dessous du seuil minimum efficace (200 ppm) et il faut recharger en générateurs. Si la concentration en gaz n'est pas suivie, la fumigation ne sera pas efficace sur tous les stades si la durée d'exposition au gaz n'a pas été suffisante.

À bannir : la notion de cellule hôpital. Cette vieille notion était liée à la fumigation au bromure de méthyle dont la durée d'exposition au gaz était de 24 heures quelle que soit la température, à laquelle il fallait ajouter 24 heures de ventilation. Avec la phosphine, pour laquelle la durée de fumigation va de 3 à 21 jours, cela n'a aucun sens.

### Prestataires ou travail en interne ?

En France, plusieurs sociétés sont agréées pour réaliser des fumigations à la phosphine. Elles ont bien souvent l'expérience des différentes conditions de stockage rencontrées sur le terrain. Leur intervention est souvent un gain de temps pour le stockeur et une facilité... Mais elle a un coût. C'est pourquoi de plus en plus d'OS font certifier du personnel en interne afin de répondre à leur besoin en fumigation sur leurs propres sites de stockage. Aujourd'hui, plusieurs dizaines d'OS ont du personnel formé à cette technique de désinsectisation par fumigation.

Certains stockeurs utilisant la phosphine n'appliquent aucun insecticide rémanent pour traiter leurs grains. C'est le cas par exemple de la société Natais, dans le Gers, leader européen de la production de maïs pop-corn (voir photo p. 24). Elle désinsectise 32 000 tonnes de maïs par an à la phosphine. Il n'y a aucun résidu d'insecticide de stockage pour le consommateur.

### POUR EN SAVOIR PLUS

**AUTEURS** : \*Y. CIESLA, Sitona AgroExpert.

\*\*P. DUCOM, CaptSystèmes.

\*\*\*M. MATHIE, TechniGrain.

\*\*\*\*V. DUCOM, Cérès Innovation SAS.

**CONTACTS** : yann.ciesla@gmail.com  
ducom.patrick@captssystemes.com  
maud.mathie@technigrain.com  
vducom@ceresinnovation.fr

Bordeaux Sciences Agro - Service formation continue. Infos et inscriptions à la formation de certification des opérateurs en fumigation. 05 57 35 07 27. formco@agro-bordeaux.fr

**LIEN UTILE** : [www.quasaprove.org/moodle/course/view.php?id=76](http://www.quasaprove.org/moodle/course/view.php?id=76)



**REMERCIEMENTS** à toute l'équipe de Val de Gascogne-Sainte-Christie pour leur disponibilité pendant l'interview : Francis Despax, Mathieu Reinaldo, Christian Rocca et Mathieu Saint-Martin.

Ce document a été réalisé sous l'égide du RMT Quasaprove, coanimé par l'Acta et l'Inra ([www.quasaprove.org](http://www.quasaprove.org)), avec la contribution financière du Casdar.

# PhosCapt® MP

## La fumigation sous contrôle

contact@phoscapt.com  
+33 (0)6 11 08 55 98

[www.phoscapt.com](http://www.phoscapt.com)



- **Domaine de mesure :**  
0 à 3000 ppm
- **Automatique et autonome,**  
gain de main-d'œuvre
- **9 lignes de mesure**  
jusqu'à 200m
- **Enregistrement des données et envoi d'email,**  
traçabilité des fumigations
- **Connectivité :**  
USB et Ethernet  
(Option : Wifi, 3G, Satellite...)

MESURE AUTOMATIQUE MULTIPOINTS DES  
HAUTES CONCENTRATIONS EN PHOSPHINE



CAPTSYSTÈMES