



Un bon nettoyage doit permettre d'enlever un maximum d'impuretés tout en respectant les contrats.

Stockage des grains

Bien choisir son matériel de nettoyage

Les agriculteurs sont de plus en plus sollicités pour une utilisation de leur capacité de stockage en complément de celle de leur organisme stockeur. La mise en place du règlement sanitaire les rend responsables de la qualité sanitaire de leur production. Le nettoyage des grains peut réduire la contamination en mycotoxines et peut être une solution pour limiter le risque de dépassement des normes.

Qu'il soit stocké à la ferme ou en organisme stockeur, le grain est nettoyé pour plusieurs raisons. La première est **économique**. Les contrats commerciaux sont établis en fonction de critères technologiques et qualitatifs. S'il n'a pas été réalisé à la mise en cellule, le nettoyage est cependant conseillé pour assurer la conformité des lots aux termes du contrat (agrèage). De la même façon, la réglementation fixe des seuils maxima d'impuretés dans les lots destinés à l'intervention (*tableau 1*). Le taux en impuretés diverses doit être également le plus faible possible durant la phase de stockage. Leur présence trop importante limite l'efficacité de la ventilation, entraînant

▶ Quel que soit le matériel choisi, avoir plusieurs grilles interchangeable permet de s'adapter à chaque espèce.

des dépenses d'électricité inutiles.

La seconde raison est **d'ordre sanitaire**. Un grain nettoyé, qu'il soit destiné à l'alimentation humaine ou animale, apparaît comme un gage de sécurité aux yeux des transformateurs et consommateurs. Les lots produits par l'agriculteur doivent répondre aux exigences qualitatives fixées par la législation européenne, qui s'est renforcée récemment (*Perspectives Agricoles n°332, mars 2007*). Il apparaît au travers d'essais

menés par ARVALIS-Institut du végétal que le nettoyage des grains contaminés par les mycotoxines conduit à une diminution de leur concentration.

Rappelons également qu'un bon réglage de la moissonneuse-batteuse assure dès la récolte des lots contenant moins d'impuretés, et donc plus faciles à nettoyer.

Quatre grands types de matériels

Le choix du matériel de nettoyage est complexe, d'autant que les mêmes dénominations ne recouvrent pas strictement les mêmes fonctions chez les différents fabricants. Selon les espèces, les grains ont des caractéristiques différentes de longueur, de largeur, d'épais-

Conditions de nettoyage minimales à l'intervention (du 1/11/2006 au 31/05/2007 (tab. 1))

	Blé dur	Blé tendre	Orge	Maïs	Sorgho
Teneur maximale en humidité (%)	14,5	14,5	14,5	13,5	13,5
Pourcentage maximal d'éléments qui ne sont pas des céréales de base de qualité irréprochable (%), dont au maximum :	12	12	12	12	12
1. Grains brisés (%)	6	5	5	5	5
2. Impuretés constituées par des grains (autres que celles visées au point 3) (%)	5	7	12	5	5
3. Grains mouchetés et/ou fusariés (%)	5	-	-	-	-
4. Grains germés (%)	4	4	6	6	6
5. Impuretés diverses (%)	3	3	3	3	3

Contaminants : les lots offerts à l'intervention doivent respecter les seuils maximaux en vigueur pour l'ensemble des contaminants, y compris pour les mycotoxines dont les seuils fixés pour l'alimentation humaine s'appliquent au blé tendre, ainsi qu'au blé dur et ceux fixés pour l'alimentation animale aux autres céréales.

Nicolas Couraud
n.couraud@arvalisinstitutduvegetal.fr
Gilbert Niquet
g.niquet@arvalisinstitutduvegetal.fr
André Le Bras
a.lebras@arvalisinstitutduvegetal.fr

ARVALIS – Institut du végétal

d'après le mémoire de Thomas Gaujard

Préconisations de choix de grilles pour répondre aux critères de l'intervention.

Exemple d'un nettoyeur séparateur (mm) (tab. 2a)

Espèce	Tamis supérieur	Tamis inférieur
blé tendre	Ø 6	ob 2 x 20
orge	ob 4,5 x 20	ob 2,5 x 20
maïs	Ø 10	Ø 4,5
pois	Ø 10	Ø 4,5
colza	Ø 2,75	Ø 1,25
tournesol	Ø 8	Ø 4

Ø : trous ronds (diamètre) - Ob : trous oblongs

Exemple d'un nettoyeur calibreur à 3 grilles (mm) (tab. 2b)

Espèce	Grille de criblage	Grille d'émottage (n°1)	Grille d'émottage (n°2)
blé tendre	Ø 4	Ø 8	Ø 7
orge	Ø 3,5	Ø 9	Ø 8
maïs	Ø 5,5	Ø 16	Ø 14
pois	Ø 4	Ø 11	Ø 10
colza*	Ø 4,5	Ø 4	Ø 3
tournesol	Ø 4	Ø 14	Ø 11

* toutes les grilles en émottage. L'aspiration assure l'essentiel du nettoyage.

Quel que soit le matériel choisi, avoir plusieurs grilles interchangeables permet de s'adapter à chaque espèce.

seur, de volume, de poids et de densité. À chacune est associée une technologie de nettoyage et un type d'appareils. Il existe, sur le marché français, quatre grands types d'appareils : les pré-nettoyeurs, les émotteurs, les nettoyeurs séparateurs et les nettoyeurs calibreurs.

Les **pré-nettoyeurs** n'ont pas vocation à effectuer un nettoyage poussé. Ils se déclinent principalement en pré-nettoyeurs par ventilation ou aspiration et en pré-nettoyeurs à turbine. Ils permettent d'éliminer une partie des impuretés et coproduits légers par le passage d'un flux d'air à travers un rideau de grain qui doit être le plus régulier possible. Une variante de ces appareils sont les boîtes de dépoussiérages ou boîtes à cascades qui ne font que dépoussiérer le lot.

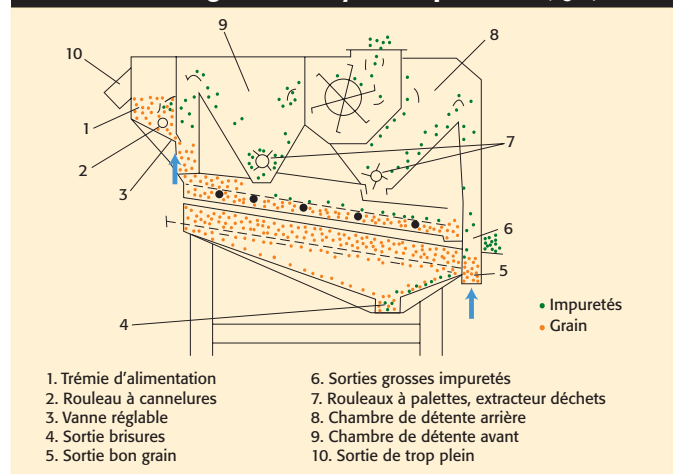
Comme les pré-nettoyeurs, les **émotteurs** à tamis plan ou à tambours sont utilisés pour réaliser un nettoyage modéré du grain. Le grain s'écoule de la trémie par un volet réglable, traverse les mailles d'un tamis plan ou rotatif qui retient et élimine les gros déchets (raffles, spathes, terre...). Les

grains entrant sur les tamis plans ou sortant du tambour sont ensuite soumis à une aspiration qui permet une seconde sélection, éliminant les éléments fins et légers qui sont évacués par une vis.

Ces appareils sont généralement utilisés pour le pré-nettoyage du grain humide avant séchage (maïs et tournesol surtout), car ils améliorent l'efficacité du séchoir en évitant son encrassement.

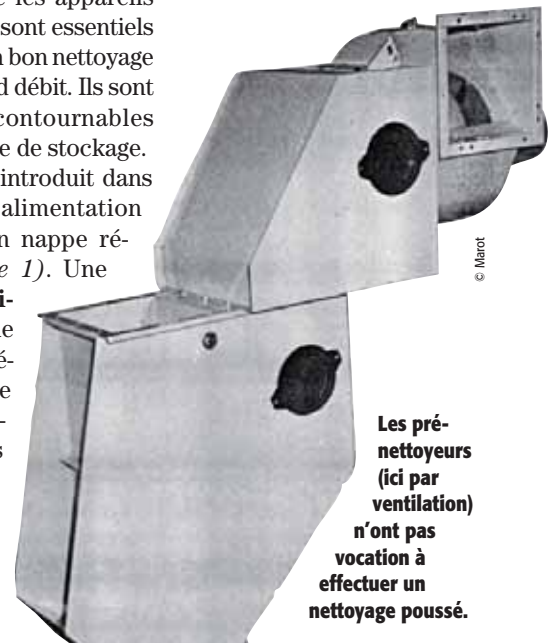
Les **nettoyeurs séparateurs** éliminent une plus

Matériel de nettoyage utilisant la granulométrie et la densité du grain : nettoyeurs séparateurs (fig. 1)



grande part d'impuretés et coproduits que les appareils précédents. Ils sont essentiels pour réaliser un bon nettoyage du grain à grand débit. Ils sont quasiment incontournables dans une chaîne de stockage.

Le grain est introduit dans une trémie d'alimentation et distribué en nappe régulière (figure 1). Une **première aspiration** entraîne les impuretés légères dans une chambre de détente où elles sont évacuées par une vis ou goulotte. Les grains tombent sur un



Les pré-nettoyeurs (ici par ventilation) n'ont pas vocation à effectuer un nettoyage poussé.

Avantages et inconvénients des quatre types de matériels (tab. 3)

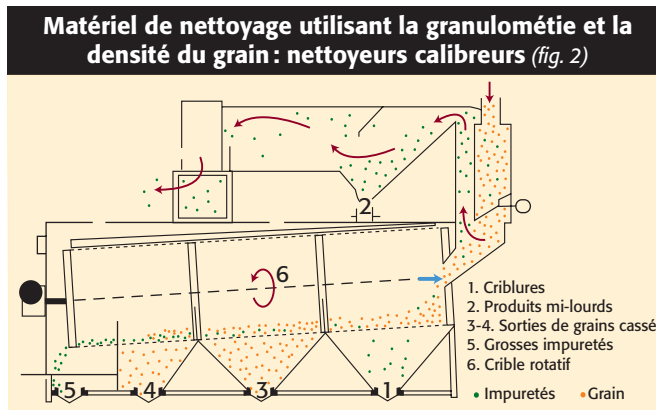
Type de matériel	Avantages	Inconvénients	Limites	Observation
Pré-nettoyeurs	Bon débit, faible encombrement.	Nettoyage incomplet.	Uniquement sur grains secs	Efficacité non testée sur mycotoxines.
Emotteurs/épureurs	Bon débit, robuste, améliore l'efficacité du séchoir.	Nettoyage incomplet, nécessite un système d'alimentation et d'évacuation du grain, d'où un surcoût.		Nettoyer régulièrement les cribles, graisser les paliers et dépoussiérer le moteur.
Nettoyeurs séparateurs	Nettoyage complet et efficace. Modulable, peut être utilisé en émottage seulement. Polyvalent.	Vibrations importantes. Comme pour les émotteurs, nécessite un système d'alimentation et d'évacuation. Colmatage des grilles. Montage/démontage pas toujours facile.	Débit limité Uniquement sur grains secs	Nécessite un jeu de grilles important. Selon modèle, 2 à 4 grilles par appareil. Double aspiration : un plus pour décontaminer un lot.
Nettoyeurs calibreurs	Souplesse d'utilisation et polyvalence. Bons débits. Décolmatage facilité par les rouleaux.	Encombrement dans la chaîne de manutention. Encombrement au sol des grilles. Montage et démontage des grilles parfois difficile.		Pas de vibrations contrairement au nettoyeur séparateur, mais simple aspiration.

Liste non exhaustive de matériels proposés par les principaux constructeurs (tab. 4)

Type d'appareil	Marque	Modèle	Débit en t/h	Prix en euros
Boîte de dépeussierage	MAROT	BD 600	60	3000
	DENIS	boîte à cascade DENIS	50	1500 à 3000
Pré-nettoyeur par aspiration	DENIS	nettoyeur circulaire NC 150 à NC 500	15 à 50	2800 à 6400
	KONGSKILDE	KF 40	40	5000
	MAROT	A350	40	4200
Emoteur pré-nettoyeur-épurateur	DURAND	émoteur épurateur EME2 1517	100	16300
		émoteur rotatif EMRE 817	100	16000
	MAROT	pré-nettoyeur-émoteur PN 601-1002	35 à 60	
	FAO	EPURATEUR BCZ 30-50	30 à 50	3760 à 3870
Nettoyeur séparateur	DENIS	D 102/NSD 1004	10 à 50	11500 à 14000
	SDE	PETKUS GIGANT K532	10	15000
	DURAND	NS CERES/NS ATLAS 3	30 à 50	18500 à 20700
	WESTRUP	AS 1000-1500	25 à 40	15000 à 19000
	SJC	SNST50	50	17500
Nettoyeur calibreur rotatif	DENIS	NR 203 à NR 304	10 à 70	12100 à 21200
	MAROT	EAC 53/153/354	10/20/30	5960 à 12170
	FAO	NES 702/NEC 803	30 à 50	10020 à 11750

premier tamis (grille d'émottage) qui retient les grosses impuretés et, ensuite, tombent sur un second tamis qui ne laisse passer que les fines impuretés et les grains cassés (criblage). L'avancement et le secouage du grain sont déterminés par les vibrations horizontales et verticales d'un moteur vibrant. Les vibrations sont d'autant plus efficaces que l'inclinaison des tamis avoisine les 12°. À la sortie, une **deuxième aspiration** récupère les derniers coproduits et impuretés légères.

Le choix des perforations de tamis s'effectue en fonction du grain à nettoyer. Avec des grains ronds (maïs, pois...), il est conseillé d'utiliser un tamis supérieur à trous ronds et un tamis inférieur à trous longs.



Avec des grains allongés (blé, orge...), les tamis seront à trous oblongs. Il ne s'agit là que d'orientations générales et il est indispensable d'avoir un choix de grilles important pour adapter les réglages en

fonction de l'espèce travaillée et de la finesse du nettoyage désirée (tableau 2 a).

Le fonctionnement des **nettoyeurs calibreurs** est assez similaire et leur intérêt est identique. Le grain traverse une succession en ligne de cribles rotatifs à perforations différentes (figure 2). Ils peuvent aussi bien effectuer un émottage (succession de grilles d'émottage) qu'un criblage (succession de grilles de criblages) (tableau 2 b). **Seule l'aspiration d'entrée** est d'usage sur ce type d'appareil.

Sur les nettoyeurs séparateurs et calibreurs, il est possible de régler :

- le débit du grain : plus il est important, plus le nettoyage est succinct.
- les aspirations à l'entrée et la sortie du grain : un réglage

correct doit provoquer l'envoie de quelques bons grains.

- l'amplitude et la fréquence des oscillations des tamis.

- la vitesse et la pente du tambour sur certains modèles : la pente est à régler en fonction de l'humidité des grains. La vitesse est fonction du degré de nettoyage fixé.

Pour vendre son grain, l'agriculteur doit à la fois connaître son débouché et les exigences de celui-ci. Il est donc indispensable de tenir à jour un cahier avec les différentes actions en culture et au stockage, pour garantir une traçabilité totale. Rappelons que le grain nettoyé permet une meilleure ventilation et par la même occasion une meilleure conservation. Le choix d'un ou plusieurs appareils doit être très réfléchi et doit permettre de nettoyer l'ensemble des céréales cultivées sur l'exploitation (tableaux 3 et 4). Tous les appareils ne sont pas bons à tout faire ! En cas de problèmes sanitaires dus aux mycotoxines, il faut apporter une attention particulière à la qualité du nettoyage. Bien sûr, nettoyer les céréales est un travail supplémentaire, technique et exigeant dont le coût est estimé en moyenne à 1,74 €/t, mais il devient une étape incontournable pour accéder au marché. ■

Que faire en cas de lot contaminé en mycotoxines ?

Il est nécessaire de réaliser un nettoyage poussé du lot. Pour cela, il est préférable d'utiliser soit un nettoyeur séparateur soit un nettoyeur calibreur. Il est recommandé de « forcer » un peu sur l'aspiration, même si cela provoque un peu de perte de bons grains. Ce renforcement de l'aspiration permettra d'éliminer tous les déchets légers, plus particulièrement les grains malades, chétifs ou fusariés responsables de la contamination, et les poussières porteuses d'une grande part de la contamination.

Les nettoyeurs calibreurs sont indispensables dans la chaîne de stockage pour diminuer la teneur en mycotoxines des lots contaminés et améliorer l'efficacité de la ventilation.

