

Stockage à la ferme

En cellules ou en case, assurer la qualité

En facilitant la gestion technique (éviter les files d'attente au silo) et économique (alloter, vendre au moment le plus opportun) de la récolte, le stockage à la ferme se développe. Le mode de stockage, en cellule ou à plat, dépend des choix d'investissement du producteur. Dans tous les cas, la ventilation est une obligation. Nettoyage et automatisation sont des "plus" appréciables.

En France, le stockage des grains à la ferme est pratiqué depuis longtemps et connaît un surcroît d'intérêt depuis une quinzaine d'années. Il se positionne de plus en plus dans un partenariat sous forme contractuelle entre les producteurs et les organismes stockeurs.

D'un côté, le stockage à la ferme assure à l'agriculteur une plus grande souplesse dans l'organisation de son travail. Par ailleurs, l'allotement en fonction des caractéristiques qualitatives des lots est plus facile à la ferme que dans les grandes cellules de l'organisme stockeur. Il est par ailleurs de plus en plus de-

mandé par les filières. Enfin, les agriculteurs disposent désormais de matériels et de méthodes de travail performants pour assurer une bonne conservation. Les conseils prodigués sont de mieux en mieux appliqués.

En contrepartie, avec la montée en puissance des exigences de qualité à tous les niveaux des filières, les agriculteurs qui ont fait le choix de stocker leurs céréales n'ont plus le droit à l'erreur. Se fait jour l'exigence d'un meilleur suivi, d'une meilleure qualité, d'une meilleure traçabilité du travail et d'une utilisation plus précise du matériel.

Il est possible d'envisager le stockage de deux façons différentes.

• **Stockage en cellules :**

- cellule cylindrique en tôle ondulée ;
- cellule carrée ou rectangulaire en tôle pliée ou type palplanche (ondes Oméga).

• **Stockage en cases :**

- cloisons mobiles en béton ou métalliques en tôle plane ;
- cloisons fixes en parpaings, en bois ou en béton banché.

Dans les lignes qui suivent, nous allons considérer que les deux types de stockage sont réalisés à l'abri d'un bâtiment existant.



(© ARVALIS - Institut du végétal)

Pierrick Berhaut
p.berhaut@arvalisinstitutduvegetal.fr

André Le Bras
a.lebras@arvalisinstitutduvegetal.fr

Gibert Niquet
g.niquet@arvalisinstitutduvegetal.fr

ARVALIS – Institut du végétal

Stockage en cellules : les rondes ont la préférence

Le choix entre cellules rondes et cellules carrées (ou rectangulaires) est basé sur le prix et la place occupée. Si elles sont d'un coût moins élevé, les cellules rondes occupent une surface au sol plus importante de 25 % pour une même capacité à hauteur identique.

La plupart des stockages fermiers en cellules sont réalisés avec des cellules rondes, peut-être par habitude, mais surtout parce que le coût au quintal logé est plus faible qu'avec des cellules carrées et le gain de place au sol que présente ces dernières n'est pas déterminant.

On retrouve à la ferme tout ou partie des matériels de manutention utilisés en organismes stockeurs, selon l'importance du stockage.

Le couple vis sous tube ou en auge-élevateurs est très fréquent. Néanmoins, il faut garder à l'esprit que les vis ont tendance à briser les gros grains tels que les pois ou les féveroles et ce, d'autant plus, qu'ils sont secs.

Certaines installations fermières de grande capacité, ou d'autres dont le propriétaire a eu l'opportunité d'investir dans du matériel d'occasion, sont équipées de transporteurs à chaîne, voire de bandes transporteuses. Leurs inconvénients principaux, qui sont le bruit pour les premières et un dégagement de poussière pour les secondes, sont compensés par une moindre consommation électrique et un transport plus doux de tous les grains.

Dans certains cas, on rencontre aussi des vis obliques de grande longueur qui, équipées d'une trémie, assurent le remplissage direct des cel-

lules, évitant ainsi la création d'une fosse de réception. C'est ce type d'installation qui présente à l'heure actuelle le meilleur rapport qualité-prix.

Attention aux pressions sur les parois

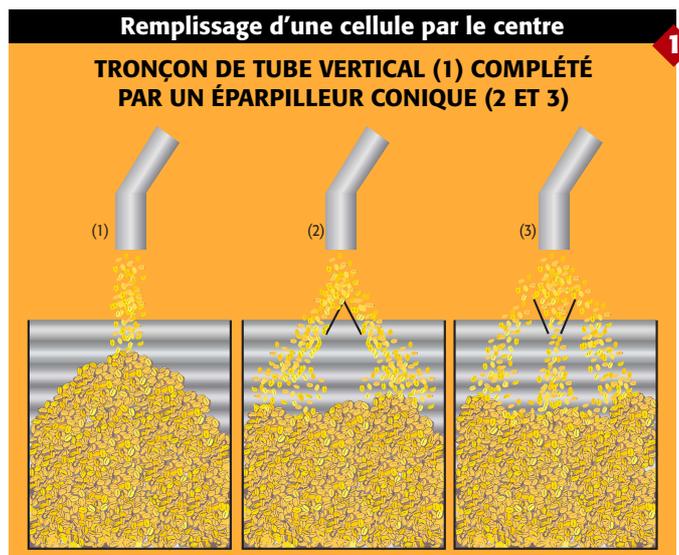
Le grain exerce des poussées latérales qui se répercutent sur les parois de la cellule.

Dans les cas extrêmes, les tôles peuvent se déchirer, entraînant l'écroulement de la structure. Le phénomène est accentué avec les pois, surtout avec les anciennes cellules dont les viroles inférieures n'étaient pas plus épaisses que celles constituant le reste du fût. Il l'est aussi sous l'effet du remplissage qui, souvent, est réalisé par une tuyauterie oblique qui entraîne le grain vers la paroi. Il convient donc de mettre en place un tronçon de tube vertical à l'extrémité du tube de remplissage afin de ramener le flux de grain vers le centre de la cellule (figure 1). Complété par un éparpilleur conique, l'ensemble limite dans la zone de chute la surépaisseur de grain, son tassement ainsi que l'accumulation de poussières fines.

Nettoyer le grain avant stockage

Le nettoyage des grains avant la mise en cellule ne constitue pas encore une pratique courante. Pourtant, l'utilisation d'un nettoyeur à grain avant la mise en cellule de celui-ci apporte au moins deux améliorations sensibles.

Elle empêche qu'au cours du remplissage, les déchets végétaux légers se placent à la



périphérie et les brisures au centre. Elle améliore donc l'efficacité de la ventilation puisque le passage de l'air entre les grains s'effectue de façon plus homogène.

Elle diminue aussi le risque de développement de moisissures, surtout lorsque le grain est récolté à une humidité supérieure à 15 %. La pratique du nettoyage du grain avant le stockage réduit aussi son empoûssièremement de 60 % et diminue de façon substantielle la teneur en moisissures champêtres et, par là même, la teneur éventuelle en mycotoxines.

Il existe des matériels adap-

tés aux installations de stockage à la ferme : l'appareil à turbine, efficace essentiellement sur les déchets légers, les nettoyeurs-séparateurs à grilles planes et les nettoyeurs-calibreurs à tambour rotatif (fig. 2) capables d'extraire aussi bien les petites que les grosses impuretés.

Adapter le ventilateur à l'espèce stockée

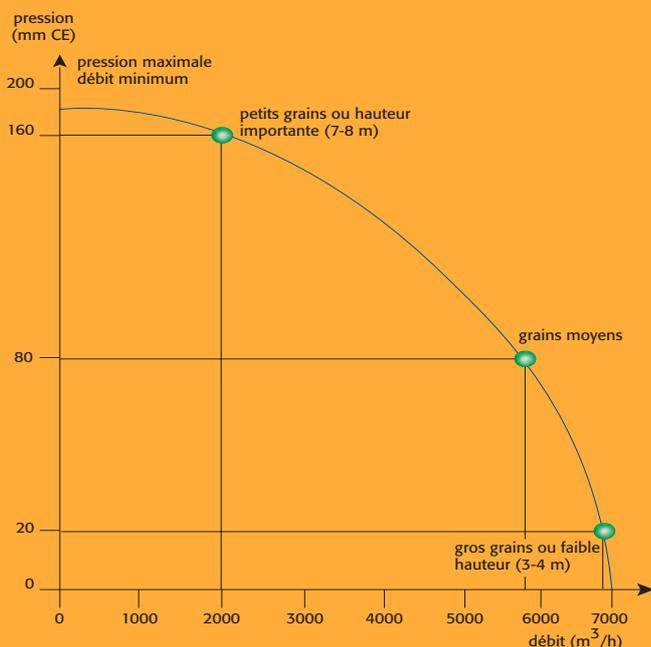
La ventilation est indispensable à tout stockage. Pour être efficace, il faut que le ventilateur soit bien adapté à son environnement et bien utilisé.

Les ventilateurs sont



Le colza : 5 fois plus difficile à ventiler

EXEMPLE DE COURBE DE FONCTIONNEMENT D'UN VENTILATEUR



conçus pour déplacer un débit d'air (exprimé en m³ par heure) et exercer un certain effort indispensable pour que l'air puisse traverser le grain. Cet effort se manifeste sous la forme d'une pression (exprimée en mm de Colonne d'Eau ou mmCE) dont l'importance dépend de divers facteurs tels que la hauteur du tas de grain, la grosseur

des grains, leur empoussièrément...

Lorsque la cellule est vide, le ventilateur fournit son débit maximum car aucune résistance ne s'oppose au passage de l'air, la pression est nulle. Avec du blé, elle est multipliée par huit pour un doublement de la hauteur de stockage. Enfin, pour une hauteur de 4 m, elle est cinq

fois plus importante pour du colza que pour du blé.

Le ventilateur doit donc être compatible avec les espèces stockées ainsi qu'avec la hauteur de stockage (figure 3).

Une étude particulière doit être réalisée pour chaque installation afin de définir le bon ventilateur.

À titre d'exemple, les ventilateurs centrifuges très étroits ne peuvent en général pas fournir un débit d'air suffisant alors qu'ils sont capables de monter en pression. À l'inverse, par manque de pression, les ventilateurs hélicoïdes ne peuvent pas pousser l'air sous plus de 3 m de hauteur de grain alors qu'ils peuvent fournir un débit très important.

Pour chaque stockage de grains, on trouve toujours le bon modèle de ventilateur dans les divers catalogues des fournisseurs. Encore faut-il ensuite éviter de le brider par un système de répartition d'air mal conçu !

Pas de bonne ventilation sans bonne répartition de l'air

En sortie de ventilateur, l'air est réparti dans la base du tas de grain grâce à un réseau de ventilation, un cône de ventilation, un fond conique ou un faux-fond. La qualité de la répartition de l'air dans le grain est très importante car elle assure l'homogénéité du refroidissement.

L'idéal est le faux-fond perforé mais son coût élevé lui fait préférer les gaines.

Les modèles fermiers de gaines actuellement les plus courants sont en forme de "demi-lune" avec des perforations rondes ou allongées. Les caniveaux sont recouverts de lames ou de plaques métalliques dont les perforations sont aussi rondes ou allongées. Les gaines, aussi bien que les caniveaux, sont assemblées en réseau plus ou moins dense, relié au ventilateur par un tron-

çon généralement circulaire et non pourvu de perforations (figure 4). Les autres montages cités (cône, fond conique, faux-fond) occupent tout ou partie du fond de la cellule et sont reliés directement au ventilateur.

Le choix entre ces divers systèmes de répartition se fait en fonction du type de stockage concerné.

Une installation de stockage réunissant plusieurs cellules et équipée d'une manutention, telle que celle évoquée précédemment, permet de mettre en place un boisseau d'expédition. Sa présence et son utilisation sont d'autant plus nécessaires que le débit général de la manutention est faible. Avec un tel ensemble, il est possible d'effectuer à la ferme des chargements de camions en moins d'un quart d'heure, ce qui évite de pénaliser la logistique de l'organisme stockeur, ou pire, de perdre des contrats.

Une analyse précise des besoins

Schématiquement, deux situations peuvent se présenter : soit l'agriculteur a déjà une installation de stockage, soit il n'en a pas. Dans le premier cas, il souhaite l'améliorer ou l'agrandir. Dans le deuxième cas, le contexte technico-économique actuel l'incite à réfléchir sur l'opportunité d'investir.

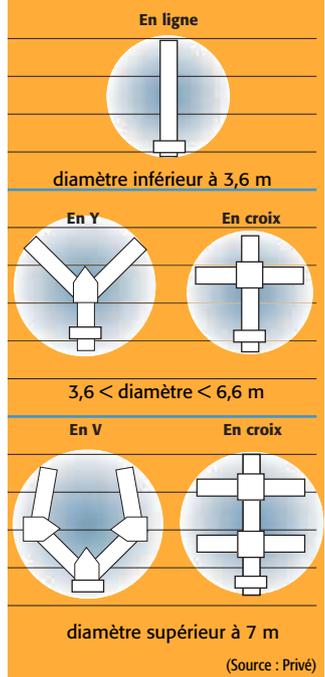
Dans les deux cas, il convient de se poser un certain nombre de questions :

- quelle est la quantité totale de grain à stocker ?
- quel est le nombre d'espèces et de variétés ?
- quelle est la place disponible pour le stockage ?
- y a-t-il déjà un bâtiment existant ?
- quelle est la nature du sol et du sous-sol ?
- quels sont les facteurs limitants de l'installation existante ?
- quel est le budget disponible ?
- quel est le cahier des charges qualitatif ?

C'est uniquement après avoir répondu à ces questions que l'on peut se décider sur un type et une configuration de stockage bien précis.

Disposition des gaines adaptée au diamètre

EXEMPLES DE RÉSEAU DE VENTILATION POUR LES CELLULES À FOND PLAT



(Source : Privé)

Pas de gaines classiques pour les fonds coniques

Pour les cellules à fond conique, la mise en place de gaines "classiques" de ventilation est déconseillée, au moins à l'intérieur du cône, car le risque d'arrachement lors de la vidange est trop important. Plusieurs solutions sont envisageables :

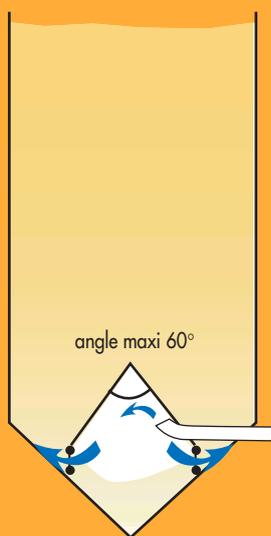
- caniveaux disposés suivant la pente du cône. Dans cette configuration, les gaines sont à exclure car elles ne supporteraient pas les efforts d'arrachement dus à la vidange gravitaire.

de façon à ce que les filets d'air n'arrivent pas en direction de la masse de grain, ceci afin d'éviter l'obturation du cône.

- colonne de ventilation : elle peut être disposée soit à la verticale (même montage que dans les cases à fond plat), soit inclinée le long de la génératrice du cône.
- matériel constitué de deux cylindres perforés et concentriques constituant un manchon (figure 6).

5 Gérer le risque d'arrachement de la vidange

"CHAPEAU CHINOIS" SOUTENU PAR DES ÉTAIS



- gaines posées en croix sur des barres métalliques type IPN, maintenues par des étais. Elles doivent être fermées à leur extrémité et en dessous afin d'éviter leur obturation par le grain. Les IPN ainsi que les étais doivent pouvoir supporter la charge de grain et les efforts verticaux engendrés par la vidange.

- "chapeau chinois" maintenu par des étais (figure 5). Des modèles existent chez les constructeurs. Si l'agriculteur les réalise lui-même, il lui faut choisir une tôle d'au moins 2 mm d'épaisseur ainsi que des étais suffisamment solides pour supporter la charge de grain et les efforts verticaux engendrés par la vidange. L'angle au sommet doit être au maximum de 60 degrés. Enfin, l'extrémité de la tuyauterie d'arrivée de l'air de ventilation doit être disposée

6 MANCHON PERFORÉ POSÉ SUR LE CÔNE



(© AGRICONULT)

- fond conique perforé : reprenant le principe du faux-fond, de par sa forme, il facilite la vidange intégrale de la cellule. Il peut être mis en place simultanément au montage d'une cellule ou être adapté a posteriori à une cellule existante afin de bénéficier de la vidange complète par gravité.

Stockage en cases : attention à la sécurité

Selon le mode d'utilisation d'un bâtiment destiné au stockage à plat, trois types de parois sont envisageables :

- parois mobiles, métalliques ou en béton, afin de réaliser des cases et/ou renforcer les murs d'une ancienne grange ;
- parois démontables en bois renforcées par des montants métalliques ;
- parois fixes en parpaings ou en béton afin de cloisonner de façon définitive un bâtiment existant ou neuf.

Penser au béton banché

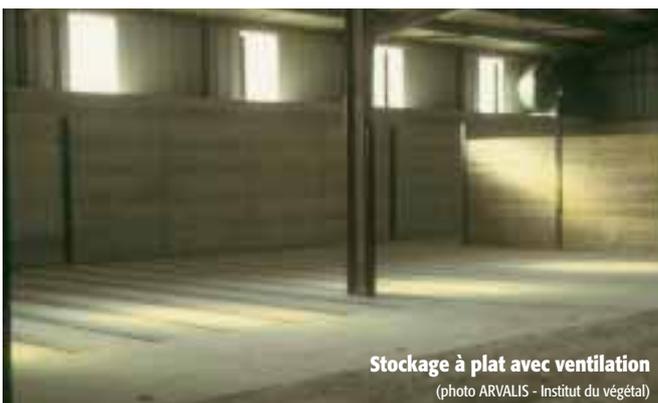
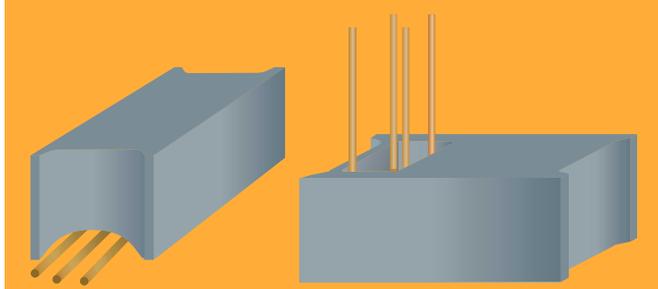
Pour les parois fixes, qu'elles soient réalisées en parpaings, en béton ou en bois, il convient d'apporter le

plus grand soin à leur construction afin qu'elles puissent résister à la poussée horizontale que le grain exerce dessus. C'est ainsi que les parpaings du modèle standard (20 cm de large) doivent être complétés par des blocs à bancher destinés à renforcer la solidité du mur. Pour cela, ils sont munis de perforations verticales ou horizontales destinées à laisser passer les éléments de l'armature métallique (figure 7).

Si le mur est réalisé en béton armé, la pratique du béton banché apporte un surplus de solidité. Celui-ci est coulé entre deux plaques métalliques ou "banches".

7 Le béton banché : plus de solidité

BLOCS À BANCHER POUR ARMATURE MÉTALLIQUE



Stockage à plat avec ventilation (photo ARVALIS - Institut du végétal)

Enfin, les parois démontables en bois doivent être accompagnées par des montants métalliques du type IPN fortement ancrés dans le sol.

Lorsque l'agriculteur réalise lui-même les parois, en cas de doute quant à leur résistance à la poussée du grain, il est indispensable de contacter les Chambres d'Agriculture locales : certains conseillers sont spécialisés dans ce genre de problèmes.

Un sol de bonne qualité et propre

Dès la réalisation de la dalle, il faut penser à limiter le plus possible la production de poussière et d'éclats de ciment. Elle est due en grande partie aux chocs et au frottement du godet sur le sol. Pour éviter ces poussières ou éclats, il convient soit d'incorporer de la poudre de silice dans la dernière couche de béton lors de la réalisation du sol, puis de talocher à l'aide d'un "hélicoptère", soit d'étaler au rouleau une peinture à base de résine contenant du quartz. Le béton réalisé dans ces conditions est extrêmement dur, parfaitement lisse et, de plus, est considéré comme alimentaire.

Dans un stockage à plat, le poste manutention peut se limiter à l'utilisation d'un godet ou choleur. Le chargement est alors réalisé directement par la benne, avec une éventuelle utilisation du godet pour remonter le haut du tas de grain. La vidange est réalisée à l'aide du godet qui charge directement la benne.

On peut aussi assurer le remplissage à l'aide d'une vis équipée d'une trémie. La trémie est alimentée soit directement par la remorque, soit par l'intermédiaire d'un godet qui reprend le grain déversé sur le sol. La vis peut être remplacée par une "sauterelle" dont le fonctionnement est plus doux et qui est donc mieux adaptée aux prototypes. L'utilisation d'une suceuse à grain apporte de la

Caniveau : surface dégagée après vidange... CANIVEAU EN BÉTON RECOUVERT DE LAMES DE VENTILATION



...comme avec des colonnes TUBE DE VENTILATION VERTICAL



souplesse aux opérations de manutention. Entraînée par la prise de force d'un tracteur ou par un moteur électrique, elle présente l'avantage de rendre accessible la quasi-totalité des espaces utilisés pour le stockage, évitant ainsi, comme cela se rencontre parfois, la succession de plusieurs vis entre le tas de grain et la remorque.

Enfin, on trouve aussi des

stockages à plat équipés pour le remplissage des mêmes éléments de manutention que les stockages en cellules : élévateur, vis en auge ou transporteur à chaîne.

La présence d'un nettoyeur à grain n'est possible que dans les cas, assez rares, de stockage à plat comportant quelques éléments de manutention fixe, par exemple des installations

mixtes regroupant cellules et cases. Ce matériel apporte les mêmes avantages que dans un stockage en cellules.

Même à plat, il faut ventiler

Le fait de stocker le grain en cases à fond plat sous des hauteurs ne dépassant généralement pas 4 m n'exonère en aucun cas l'agriculteur de la ventilation de son stock. Tant que les grains restent chauds, ils peuvent se dégrader et attirer les insectes. Comme pour les cellules, le ventilateur doit être adapté à l'installation, principalement au volume de grain à refroidir, car ici, l'influence de la hauteur de stockage et de la grosseur des grains est faible.

Quel que soit le type de manutention, l'efficacité du refroidissement dépend de la forme du dessus du tas de grain. Un tas de hauteur sensiblement constante, aplani dès son remplissage rend le refroidissement plus homogène et limite les risques de dégradation de la qualité du grain, mais cela réduit la capacité de stockage. À l'inverse, un dessus de tas pentu est synonyme de capacité de stockage maximale, mais présente l'inconvénient de limiter fortement le passage de l'air de ventilation dans la partie du tas la plus haute. Les risques d'échauffement et de développement d'insectes y sont accrus.

Dans tous les cas, l'agriculteur doit bien choisir et bien utiliser son matériel de ventilation.

Privilégier les caniveaux

- Les gaines de ventilation sont peu recommandées car elles sont difficilement compatibles avec l'utilisation du matériel roulant de manutention en raison de l'écartement important qu'il faut laisser entre elles. De plus, le risque d'écrasement des gaines est grand et cela coûte très cher.
- Dans le domaine du matériel à poste fixe, les caniveaux

sont donc à privilégier. Contrairement aux gaines, il est possible de les positionner au bon écartement. Pour cela, ils doivent impérativement être prévus au moment de la mise en place de la dalle de béton. Sinon, cela coûte cher en découpage de cette dernière. Ils présentent l'avantage de laisser une surface dégagée après l'évacuation du grain (figure 8). Il est impératif de choisir des modèles résistant au passage des roues du matériel de manutention. Par contre, ils peuvent s'encrasser au niveau des perforations, notamment avec le colza. Il faut donc impérativement les nettoyer régulièrement. Leur

profondeur doit être comprise entre 20 et 40 cm.

- Les colonnes de ventilation verticales dégagent aussi intégralement le sol à la fin du stockage. À la base, elles sont constituées d'un tube métallique perforé sur une hauteur de 90 cm environ. Cette embase est prolongée par un tube de diamètre plus petit en tôle pleine dont la longueur est adaptée à la hauteur du tas de grain. C'est ainsi qu'il existe deux modèles correspondant à des hauteurs de grain, soit comprises entre 3 et 6 m (figure 9), soit supérieures à 6 m. Les diamètres sont respectivement de 250 et 300 mm pour la partie perforée, de 150 et

200 mm pour le tube en tôle pleine.

Dans les cases, ces colonnes sont prévues pour être mises en place au fur et à mesure de la constitution du tas de grain. À chacun des deux modèles correspond un groupe moto-ventilateur dont la puissance est respectivement de 1,1 et 2,2 kW. Disposés à la demande à l'extrémité supérieure du tube visible au-dessus du grain, les ventilateurs fonctionnent par aspiration, ce qui implique une surveillance de l'évolution de la température du grain en cours de refroidissement, non pas au-dessus du tas, mais à la base de la colonne, à proximité

de sa partie perforée, ce qui est moins facile.

Il existe des modèles plus petits, destinés à être enfoncés dans la masse de grain. Ils doivent être utilisés uniquement à la suite de la détection d'un point chaud, en traitement curatif local.

- Les gaines mobiles à enfoncer à la base du tas de grains constituent aussi une solution dégageant complètement l'espace après la vidange. Elles sont constituées par un ensemble d'éléments perforés en plastique de 2 m emboîtés

Améliorer une installation existante

Dans un stockage en cellules, l'adjonction d'une fosse de réception et, comme cela a été évoqué plus haut, celle d'un boisseau de chargement, assurent une utilisation rationnelle du site avec, en particulier, une durée de chargement acceptable par les transporteurs. Une fosse nouvelle, accessible uniquement en marche arrière, constitue un signe de préservation de la qualité sanitaire des grains. Si elle est située en extérieur, elle doit impérativement être couverte afin d'éviter les entrées d'eau. Le remplacement d'un ventilateur hélicoïde par un ventilateur centrifuge contribue généralement à obtenir un refroidissement correct et rapide du grain.

Enfin, l'adjonction de raccords entre les capteurs de température disposés dans la partie supérieure du tas de grain et le boîtier de lecture contribue à limiter les déplacements dans cette zone.

Dans un stockage à plat, il faut vérifier l'écartement des caniveaux et, s'il est supérieur à la moitié de la hauteur de grain, ne stocker que du grain bien sec. Toute case à fond plat doit être équipée de quatre parois afin d'obtenir un dessus de tas le plus régulier possible. Toutefois, la présence d'une

quatrième paroi entrave la circulation du matériel mobile de manutention. Pour résoudre cette difficulté, la mise en place d'une paroi d'entrée mobile est indispensable. Cette dernière peut être constituée soit d'éléments amovibles en béton ou en métal, soit de poutres disposées horizontalement. Maintenus à leurs extrémités par des poteaux métalliques IPN, elles sont séparées les unes des autres par des entretoises en bois. Par mesure de sécurité, les portées ne doivent pas excéder 3 m. Ce type de paroi doit impérativement être doublé par une bâche plastique afin d'éviter toute fuite d'air de ventilation.

Si le béton du sol tend à s'effriter sous l'effet de chocs occasionnés par l'utilisation d'un godet, on peut y remédier par l'application d'une peinture à base de résine contenant du quartz. Par ailleurs, après quelques années d'exploitation, quelques fissures peuvent apparaître. Avec elles, le développement d'insectes peut s'intensifier sous l'effet de l'accumulation de fins débris végétaux et des remontées d'eau souterraine peuvent se manifester. Il faut donc les éliminer : pour cela, commencer par agrandir la fissure afin d'y mettre un produit hydrofuge puis, si

nécessaire, étendre comme dans le cas précédent une peinture à base de résine contenant du quartz sur la surface du sol.

Avec un écartement de 1 à 2 m, plusieurs caniveaux équipent généralement les cases à fond plat. Afin d'utiliser le ventilateur dans les meilleures conditions, il est recommandé de le faire fonctionner sur plusieurs caniveaux à la fois.

L'amélioration que l'on peut constater se situe au niveau de la durée totale de refroidissement, plus courte que si l'on ventile un seul caniveau à la fois. Ce montage nécessite la mise en place d'une gaine, ou galerie principale, reliant chacun des caniveaux au ventilateur. Des trappes disposées à l'entrée de chaque caniveau permettent d'envoyer l'air dans les caniveaux d'une seule case ou dans plusieurs cases à la fois, à la condition que ces cases soient chargées de la même espèce sous la même hauteur.

Dans tous les types de stockage, la mise en place et l'utilisation d'un thermostat pour piloter le ventilateur assure une meilleure prise en compte des conditions climatiques et donne la possibilité de refroidir le grain au bon moment. En particulier, elle permet de



Gaine principale de ventilation

(photo ARVALIS - Institut du végétal)

ne faire fonctionner le ventilateur que lorsque la température ambiante est suffisamment basse par rapport à celle du grain dans les conditions suivantes : réglage du thermostat sur 20°C à la récolte, sur 10°C à l'automne et sur 5°C en hiver. Le refroidissement est ainsi réalisé essentiellement au cours des périodes les moins chaudes, en particulier la nuit ; le ventilateur n'est pas mis en route trop tôt le soir alors que l'air ambiant est encore trop chaud, ni arrêté trop tôt le matin alors que l'air ambiant est encore suffisamment frais. Pour limiter le niveau sonore émis par le ventilateur, en particulier durant la nuit, on peut adapter un silencieux sur l'ouïe d'aspiration. On peut aussi constituer une paroi mobile en paille ou en bois. Si l'installation est fixe, un mur en parpaings creux ou un abri constituent des solutions tout à fait satisfaisantes. Enfin, le suivi régulier de la température du grain assure à la fois un pilotage plus précis du refroidissement et une traçabilité du travail réalisé.

Surface dégagée après stockage

GAINÉ MOBILE À ENFONCER À LA BASE DU TAS DE GRAIN



et tenus entre eux par un câble intérieur (figure 10). D'un diamètre de 280 mm, ils sont prolongés à une extrémité par un embout en forme d'étrave et à l'autre par un élément plein de 2 m destiné à éviter le passage de l'air en bordure du tas. Une pièce de poussée assure la jonction entre les tubes et le tracteur lors des manœuvres de mise en place. Ces dernières nécessitent un tracteur d'au moins 100 CV et la présence d'un espace dégagé et bétonné d'une dizaine de mètres devant le tas de grain. Le ventilateur doit être déplacé à chaque changement de place de la gaine.

Initialement prévues pour être enfoncées dans un tas de grain en place, moyennement quelques aménagements, ces gaines peuvent être utilisées en semi-mobile : mises en place au fur et à mesure de la constitution du tas de grains, elles peuvent être reliées au ventilateur par l'intermédiaire d'une gaine principale. Elles ne peuvent être retirées qu'au moment de la vidange.

Un écartement inférieur à la moitié de la hauteur

Quel que soit le modèle choisi, il faut veiller à ce que l'écartement entre les rangées de gaines ou de caniveaux soit en relation avec la hauteur du tas de grains.

• Dans le cas des gaines et des caniveaux, quel qu'en soit le modèle, leur écartement doit être compris entre la moitié et le tiers de la hauteur du stockage afin de limiter la pro-

portion de zones mal ventilées par rapport au volume total de grain (figure 11). En dernier ressort, il s'agit d'un choix technico-économique car le risque de dégradation du grain est lié essentiellement à son humidité et à l'importance de cet écartement.

Un grain très chaud, mais sec risque moins de se dégrader au cours du stockage qu'un grain moyennement chaud, mais dont l'humidité atteint, voire dépasse 15 %.

Pour des hauteurs de grain de 3 à 4 m comme on en trouve fréquemment à la ferme, seuls les caniveaux donnent la possibilité de réaliser un écartement compris entre le tiers et la moitié de la hauteur du tas de grain soit 1 à 2 m. Pour cette raison, l'utilisation des gaines de ventilation est incompatible avec la manutention du grain, lorsqu'elle est réalisée à l'aide d'un godet. En effet, il faut au minimum 3 m entre gaines pour éviter de les écraser.

• Avec les colonnes de ventilation verticales, pour les mêmes raisons, les mêmes précautions doivent être prises vis-à-vis de l'écartement des tubes verticaux. Ici, l'écartement minimum entre les tubes correspond à l'espace nécessaire pour passer avec le godet utilisé pour la reprise soit 3 à 4 m. Si l'espace est plus important, s'assurer au moins que le grain est bien sec.

Cellules ou cases à fond plat : les plus et les moins

D'un point de vue technique, on voit que les cellules donnent la possibilité de réaliser un stockage de qualité avec le matériel existant sur le marché : nettoyeur à grain, boisseau d'expédition, fosse de réception sont tout à fait envisageables et complètement avantageusement l'installation de stockage pour la rendre compatible avec les exigences de qualité demandée par les acheteurs.

Une automatisation complète du site peut être envisagée dans la mesure où existe un boisseau d'expédition.

Le suivi de la température peut être effectué au niveau du sol au moyen d'une installation de mesure fixe équipée d'un boîtier de lecture accessible au pied des cellules.

Par contre, l'achat du matériel de stockage est systématique, que ce soit du neuf ou de l'occasion.

Le stockage à plat apparaît plus rustique. Si l'agriculteur possède de bonnes compétences en maçonnerie, il peut réaliser lui-même une bonne partie de son installation, à moins qu'il ne se tourne vers un maçon professionnel.

Ce type de stockage rend difficile, voire impossible le nettoyage du grain et peut interdire à l'agriculteur toute expédition par camion en raison de durées de chargement trop longues.

Au remplissage comme à la vidange, une présence humaine est indispensable, notamment pour la reprise du grain au moyen d'un godet de grande capacité.

Moyennant certaines précautions, en particulier un nettoyage complet des locaux avant la moisson, les cases donnent la possibilité de stocker du matériel en dehors des périodes de présence du grain.

Quelle que soit la solution retenue, le stockage à la ferme donne à l'agriculteur la possibilité de livrer sa récolte au moment qui lui semble le plus opportun, il lui évite de grossir les files d'attente au silo pendant la période de moisson. Grâce à la facilité d'allotement, il lui donne aussi la possibilité de trouver des débouchés s'appliquant à des petits lots. En contrepartie, il est impératif de rester vigilant vis-à-vis de la qualité.

Bien répartir les caniveaux, c'est bien répartir l'air

RÉPARTITION ENTRE ZONES BIEN ET MOINS BIEN VENTILÉES PAR DES CANIVEAUX

