

Lignes directrices pour le séchage des balles rondes

Septembre 2015

Sommaire

Pré-séchage et pressage	2
Les balles doivent pouvoir être ventilées	2
Données de planification	3
Conception des dispositifs de séchage des balles rondes	4
Le choix des ventilateurs	5
Réchauffement et déshumidification de l'air de séchage	6
Fonctionnement des installations	6
Problèmes et coûts	7
Quelques règles pour un séchage réussi des balles	7
Impressum	8



Photo: Martin Holpp, Agroscope.

Séchage de balles rondes Inventari.

Auteurs

Gotthard Wirleitner, Seekirchen (A)
et Ueli Wyss, Agroscope

Les balles pressées sont plus difficiles à sécher que le foin en vrac. Cette difficulté vient en particulier de la densité du fourrage pressé – globalement plus élevée –, mais aussi du fait que la densité n'est pas homogène à l'intérieur des balles ni entre les balles d'un même lot. Le fourrage frais devrait d'abord être séché au sol afin de l'amener à une teneur minimale en matière sèche (MS) de 70 % (éventuellement 65 % pour les installations très performantes). Sinon, il est presque impossible d'obtenir une circulation régulière de l'air et la consommation d'énergie augmente considérablement. A cause du risque d'échauffement spontané et de formation de moisissures, le séchage ne devrait si possible pas demander plus de 40 à 60 heures pour atteindre le teneur en matière sèche

requis pour la conservation, soit 87 à 88 %. Cette courte durée de séchage souhaitée ne peut généralement être obtenue que par réchauffement ou déshumidification de l'air de séchage. Du fourrage très humide et très dense peut exiger une durée de séchage nettement plus longue ! Il est particulièrement important d'effectuer un contrôle et éventuellement une post-ventilation des balles.

Pré-séchage et pressage

L'essentiel du séchage doit se faire sur la parcelle. C'est pourquoi le fourrage – notamment lors de la première coupe – doit être retourné au moins trois fois au sol avec la faneuse rotative à toupies (pirouette) en diminuant progressivement le régime et en ménageant de plus en plus le fourrage. Il est recommandé de croiser les passages dans le sens de la longueur et dans celui de la largeur. A la fin, pour retourner le fourrage tout en le ménageant, les toupies doivent avoir un angle d'inclinaison plutôt plat. Généralement, la coupe a lieu le premier jour, le pressage le lendemain ou le surlendemain.

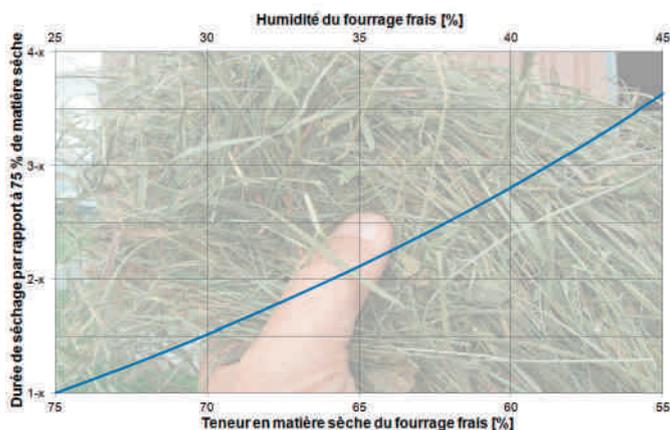


Fig. 1: 10% d'humidité en plus dans le fourrage doublent la durée du séchage! Le facteur dans le diagramme indique la durée de séchage attendue pour un fourrage frais avec une teneur en matière sèche de 75%.



Fig. 2: Double andain.

Avec un taux de matière sèche de 70%, plus aucune eau ne s'écoule en tordant les tiges. Selon une règle empirique, la durée de séchage double à chaque fois que la teneur en matière sèche diminue de 10% (Fig. 1). Les balles rondes doivent être pressées à partir d'andains doubles aérés, légèrement espacés en appliquant une faible pression et en ayant une vitesse de progression rapide (Fig. 2). Les secteurs avec andains humides, comme en lisière de forêt, devraient être ramassés au début du pressage, parce qu'ils peuvent sécher plus facilement au centre des balles. Les balles d'un même lot de séchage devraient si possible avoir le même taux d'humidité et le ramassage devrait toujours s'effectuer avant le coucher du soleil. Pour les lots de fourrage où le risque de brisures est élevé (fourrages riches en feuilles) et à fortes teneurs en MS (75% et plus), il peut être utile d'attendre que le fourrage se réhumidifie légèrement afin de limiter les pertes par brisures lors du pressage. En effet, le pressage peut entraîner des pertes allant jusqu'à 2,5% des particules fines. Il est recommandé d'utiliser les presses à courroies ou les presses à chaînes et barrettes plutôt que les presses à rouleaux.

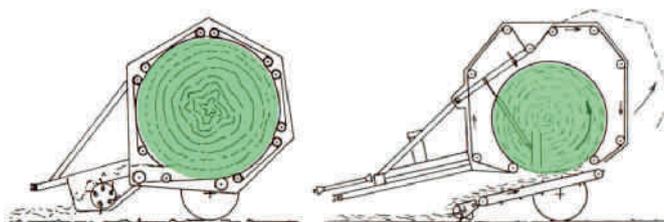


Fig. 3: Systèmes de presses à balles rondes (à gauche, presse avec chambre fixe; à droite avec chambre variable).

Les balles doivent pouvoir être ventilées

Les balles rondes de grand diamètre ayant une densité de pressage basse et homogène séchent nettement mieux que celles de petit diamètre, à haute densité qui présentent une zone dure en périphérie. Un tel résultat est plus facile à obtenir avec des presses à chambre variable (Fig. 3). Par principe, la pression de serrage devrait être réglée à bas niveau; elle peut varier entre 60 et 90 bars selon le fabricant. Si besoin, un accumulateur de pression

Diamètre [m]	Matière sèche [kg]	Poids des balles [kg] pour une teneur en matière sèche de					Balles par ha
		87 %	80 %	75 %	70 %	65 %	
1,2	176	203	221	235	252	271	12
1,3	207	238	259	276	296	319	11
1,4	240	276	300	320	343	369	9
1,5	276	317	345	368	394	424	8
1,6	314	361	392	418	448	483	7
1,7	354	407	443	472	506	545	6
1,8	397	456	496	529	567	611	5

Tabl. 1: Nombre et poids des balles pour une densité de 130 kg/m³ avec un rendement en foin de 2500 kg/ha, soit de 2175 kg MS/ha (87% MS).

peut être activé ou désactivé. La densité des balles fraîches devrait se situer en dessous de 190 à 200 kg/m³ et ne pas dépasser de beaucoup 130kg de matière sèche par m³. Dans le cas de balles aptes au stockage, cela correspond à une densité d'environ 150kg de foin/m³.

Le tableau 1 permet d'estimer le nombre de balles par ha. Le poids des balles est un indice de leur densité et de leur aptitude à la ventilation. Les données indiquées dans ce document se réfèrent notamment à l'herbe de prairie. Le trèfle pur est considéré comme difficile à ventiler; la luzerne est plus facile à sécher grâce à sa forte proportion de tiges. Dans les balles à ventiler, il devrait être possible d'enfoncer la main, les doigts écartés, tout au moins sur la face avant.

Le diamètre des balles devrait être compris entre 1,2 et 1,8m, sachant que les très petites balles sont tout aussi défavorables que les balles d'un diamètre supérieur à 1,8m. Les balles très grandes et très aérées sont peu stables. Le mieux est de les presser avec une presse à courroies. L'utilisation de presses à couteaux facilite l'ouverture des balles lors de l'affouragement. En principe, les balles devraient être retournées une fois pendant le séchage. La partie la plus critique est souvent la partie extérieure supérieure des balles (Fig. 14).



Fig. 4: Groupeur de balles.

Données de planification

Pour planifier un séchage de balles rondes, il faut généralement tenir compte des bâtiments disponibles. Il est important de prévoir un dispositif mécanique simple pour le rangement et la reprise des balles (Fig. 4 et 6). La figure 5 présente les différentes dispositions possibles pour les rangées de balles. La figure 7 montre schématiquement le principe d'un séchage de balles à bas et d'une aspiration en sous-toiture avec déshumidification de l'air.

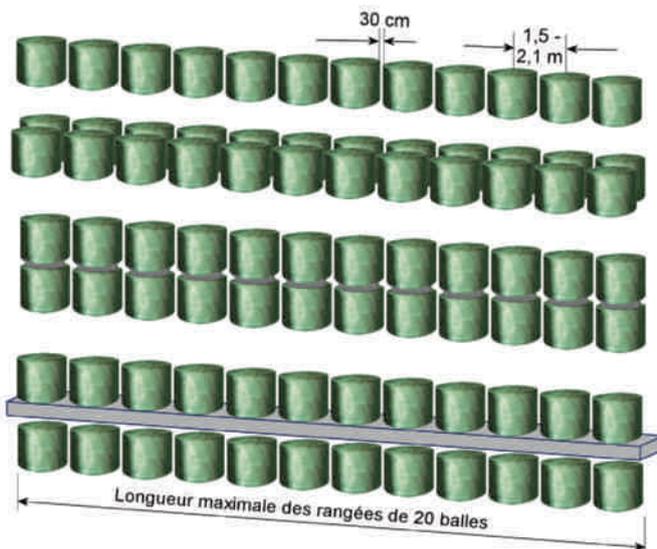


Fig. 5: Disposition des rangs de balles (de haut en bas: sur une rangée ; sur plusieurs rangées côte à côte; sur plusieurs rangées les unes sur les autres avec anneau intermédiaire de répartition d'air; sur plusieurs rangées les unes sur les autres avec canal de distribution d'air).



Fig. 6: Mise en place de balles sur deux rangées avec canal de distribution de l'air au sol et une troisième rangée de balles au-dessus à l'aide d'un chargeur frontal et d'une pince de préhension.

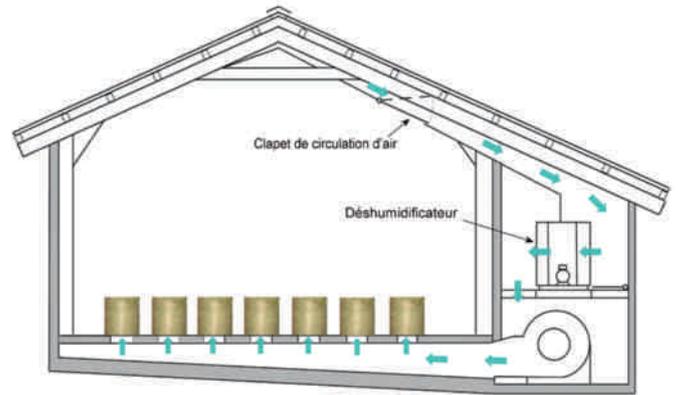


Fig. 7: Schéma d'une installation de séchage de balles rondes dotée d'une ventilation par le bas et d'une aspiration en sous-toiture avec déshumidification de l'air.



Fig. 8: À gauche, installation sur deux rangées avec canal en béton et bâche coulissante sur la façade extérieure du bâtiment; à droite, installation avec canal en tôle fixe et anneaux intermédiaires de répartition d'air.

En général, les rangées de balles ne doivent pas dépasser 20 balles. Il est recommandé d'éviter plus de trois rangées juxtaposées. Les balles devraient être distantes de 30 cm les unes par rapport aux autres, ce qui donne une grille d'écartement typique de 1,50 à 2,10 m. Deux rangées de balles côte à côte ou l'une sur l'autre peuvent encore être gérées par un chargeur frontal et un tracteur. L'idéal est d'équiper le chargeur d'une pince permettant de retourner les balles. Un palettiseur ou des grues mobiles conviennent également. Pour le séchage, il serait mieux de couvrir la partie supérieure ouverte des balles d'un couvercle, mais c'est une opération qui implique souvent un surcroît de travail.



Fig. 9: Dispositif à deux rangées avec canal souterrain à base de bois. En haut, on aperçoit les couvercles des balles, en bas, l'isolation thermique du canal souterrain.

Conception des dispositifs de séchage des balles rondes

Les balles rondes sont généralement ventilées depuis une face ou depuis les deux. En cas de ventilation par le haut et par le bas, il faut surveiller les pertes d'air sur la face supérieure, alors que sur la face inférieure, c'est le poids de la balle elle-même qui les réduit.

Contrairement à la ventilation par le haut ou par le bas, un procédé suédois ventile les balles rondes par le centre. Un tube perforé est introduit dans les balles dans le sens de la longueur (Fig. 11, à gauche). Bien que cette variante permette une circulation de l'air plus régulière et que la pression requise soit moindre, elle s'est peu imposée dans la pratique du fait des vitesses de l'air élevées dans la conduite



Fig. 10: À gauche, ventilation par le bas sur une rangée avec canal en tôle; à droite, ventilation combinée par le haut et par le bas sur une rangée.



Fig. 11: À gauche, séchage avec conduite centrale; à droite, installation compacte avec quatre anneaux intermédiaires.



Fig. 12: À gauche, ventilation avec tuyaux souples et cercles intermédiaires; à droite, canal en tôle combiné avec des tuyaux souples.



Fig. 13: À gauche, dispositif sur deux rangées avec canal en bois et partie supérieure articulée pouvant être utilisée pour le séchage, alimenté avec du bois déchiqueté; à droite, séchage sur remorque.

centrale et du travail nécessaire pour perforer et réunir plusieurs balles.

La plupart des systèmes de séchage des balles rondes consistent à envoyer l'air de séchage par des bouches d'air percées dans le sol et cerclées d'une couronne de tôle ou d'anneaux intermédiaires mobiles en tôle (Fig. 8, 9, 10 11). A titre d'alternative ou de complément aux canaux de distribution d'air en béton, bois ou tôle, il existe des tuyaux souples en polyamide reliés à des anneaux intermédiaires, notamment dans les installations de plus petite taille et dans des bâtiments polyvalents.

Les anneaux intermédiaires permettent la ventilation de deux rangées de balles l'une sur l'autre (Fig. 12). Les balles du dessous doivent être posées sur une claie en bois. Le diamètre des tuyaux d'alimentation des anneaux devrait être d'au moins 30 cm. Pour les petites installations, il existe aussi des modules avec quatre anneaux intermédiaires côte à côte et ventilateur intégré (Fig. 11, à droite). Des solutions particulières sont illustrées à la figure 13.

En cas de ventilation uniquement par le bas, il est problématique de poser deux balles directement l'une sur l'autre. On peut envisager cette solution uniquement lorsque la balle du dessous est déjà partiellement sèche. Dans les installations avec des tuyaux souples, il est possible de débrancher les anneaux intermédiaires pour sécher un plus petit nombre de balles.

Par contre, dans les installations munies de canaux de distribution d'air fixes, les emplacements pour balles qui ne sont pas utilisés (sur lesquels se trouvent généralement des balles déjà sèches) doivent être fermés.



Fig. 14: À gauche, zone problématique en cas de ventilation par le bas (en rouge); à droite, emplacement pour balle avec croisillon et cerclage de tôle.

En cas de ventilation par le bas avec canal fixe, les balles sont posées sur un orifice pourvu d'un cerclage en tôle d'environ 14 cm de haut, afin d'obtenir un contact à l'air suffisant et éviter que la face inférieure de la balle ne repose sur le béton (Fig. 14, à droite). Pour les balles plus grandes (à partir d'un diamètre de 1,3 m), il faut prévoir des croisillons ou, à parti d'un diamètre de 1,5 m, des entretoises, de façon à stabiliser la partie inférieure de la balle. La hauteur de ces dispositifs ne devrait pas dépasser la moitié de la hauteur du cerclage. Il est recommandé de couvrir la face supérieure des balles, notamment de celles dont le centre est mou. Le couvercle devrait être pourvu d'un cerclage en tôle, semblable à celui de l'orifice scellé ou de l'anneau intermédiaire; le cas échéant, il faut lester le couvercle. Le diamètre du cerclage en tôle ou de l'anneau intermédiaire est primordial pour la circulation de l'air dans les balles. Le rapport le plus approprié est de 1:0,74–0,76 entre le diamètre de la balle et celui du cer-

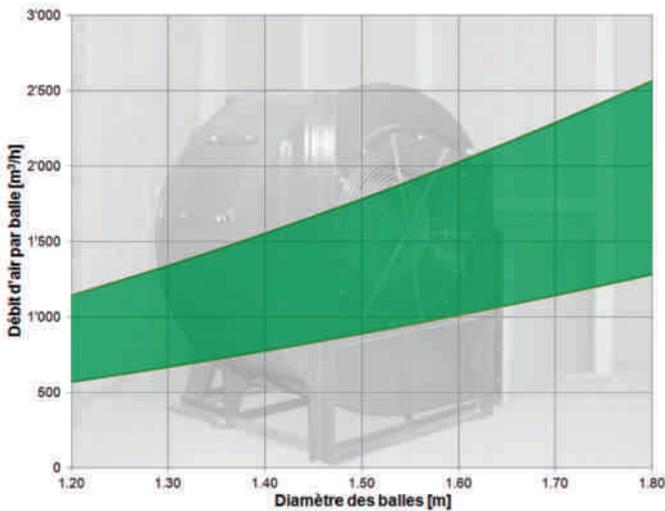


Fig. 15: Débit d'air recommandé (plage en vert) suivant le diamètre des balles.

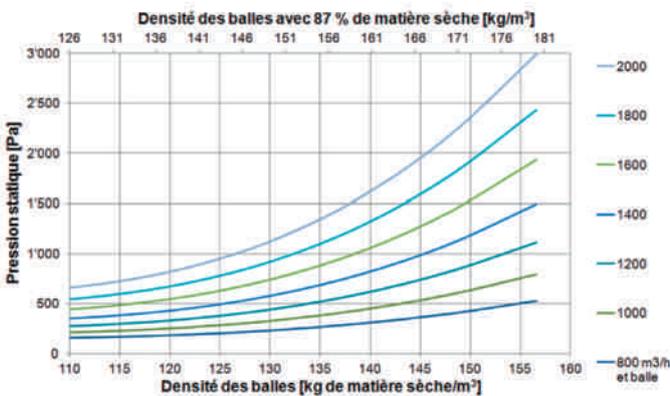


Fig. 16: Pression nécessaire pour une balle de foin de 1,5 m de diamètre.

clage en tôle ou un diamètre de balle inférieur à 45 cm. Des emplacements de petit diamètre conviennent pour le fourrage à longues tiges, les emplacements plus grands pour le fourrage riche en feuilles.

Les dispositifs équipés de canaux de distribution d'air fixes se sont avérés les plus performants. Les canaux de distribution d'air se rétrécissant de manière conique en dessous de l'emplacement des balles permettent une répartition idéale de la pression. Un diamètre de canal constant convient toutefois lorsque la vitesse de l'air à l'entrée du canal est inférieure à 8–10 m/s. Lorsque les vitesses de l'air sont supérieures (p. ex. dans les canaux en tôle), les barres de freinage ou les tôles perforées peuvent apporter une compensation de pression.

Il est conseillé de prévoir une isolation thermique du canal de distribution, éventuellement de l'ensemble du bâtiment. Les installations de séchage par déshumidification doivent être séparées à l'intérieur des grands bâtiments ou vers l'extérieur (p. ex avec une bâche coulissante, figure 8 à gauche). Des plaques en polystyrène rigide de 30 mm d'épaisseur suffisent déjà à isoler les canaux de distribution fixes.

Le choix des ventilateurs

Pour sécher rapidement des balles, il est nécessaire de choisir des ventilateurs stables aux variations de pression. Les installations à plusieurs rangées sont souvent alimen-

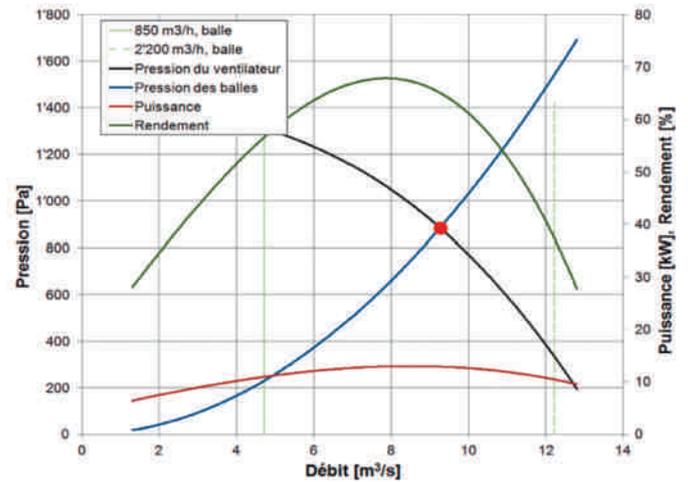


Fig. 17: Courbes caractéristiques des ventilateurs avec point de fonctionnement (en rouge) pour 20 balles (densité de 135 kg de MS/m³) pour une puissance de moteur d'environ 11 kW.



Fig. 18: À gauche, installation compacte avec déshumidificateur; à droite, four à air chaud.

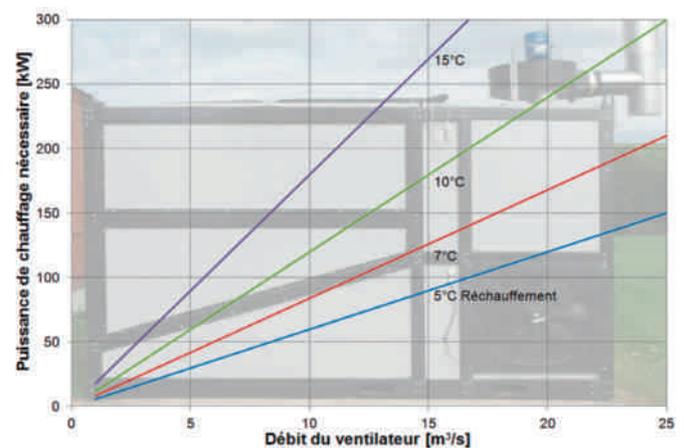


Fig. 19: Puissance de chauffage et réchauffement de l'air de séchage.

tées par un ou plusieurs ventilateurs. De cette façon, il est aussi possible d'alimenter partiellement l'installation. Pour 1 m² de face de balle, le débit d'air devrait être compris entre 0,14 et 0,28 m³/s. Suivant le diamètre des balles, il faut compter grossièrement entre 850 et 2300 m³/h par balle (Fig. 15). En cas de réchauffement ou de déshumidification de l'air de séchage, il est bon de choisir un débit d'air inférieur.

La puissance nécessaire du ventilateur se situe autour de 0,5 (0,3 à 0,7) kW par balle. La pression statique fluctue considérablement entre 650 et plus de 1600 Pa suivant la densité de la balle, le débit d'air par balle et le type de fourrage pressé (Fig. 16). Il est recommandé d'opter pour

des ventilateurs radiaux à aspiration unilatérale et pression stable (Fig. 17).

Réchauffement et déshumidification de l'air de séchage

Un réchauffement ou une déshumidification de l'air de séchage augmente considérablement la performance du séchage des balles. Dans la mesure du possible, il est recommandé d'utiliser la chaleur du toit. De plus, et ce notamment pour les périodes de mauvais temps, il est avantageux de planifier un réchauffement de l'air de séchage par un échangeur thermique, des fours à air chaud ou encore un déshumidificateur. La plupart des prescriptions de protection contre les incendies exige le respect d'une distance minimale de 5 m entre les fours à air chaud et les bâtiments (Fig. 18).

Les fours sont alimentés par des bûches, du bois déchiqueté ou des granulés de bois. Le prix des chauffages à air chaud alimentés par du bois déchiqueté est à peu près du même ordre que celui du déshumidificateur. Selon la règle empirique suivante, il faut compter, pour un débit d'air de 10 m³/s, 12,5 kW de puissance thermique pour obtenir un réchauffement de 1 °C. Il est recommandé de prévoir une puissance thermique de 3 kW au moins par balle (Fig. 19). Les déshumidificateurs ont besoin d'une puissance électrique plus élevée. Leur consommation énergétique spécifique par kilo d'eau asséchée est cependant plus faible, mais la conversion financière de cette économie doit être relativisée lorsque du bois de chauffage bon marché est disponible. Dans le cas du séchage des balles rondes par



Fig. 22: À gauche, vérification du niveau de séchage à l'aide d'un pic en acier rond; à droite, vérification d'un thermomètre à piquer dans la balle.

déshumidification de l'air, il faut prévoir une ventilation en circuit fermé. La puissance du compresseur du déshumidificateur devrait être environ deux fois plus élevée que la puissance du ventilateur.

Fonctionnement des installations

Pour éviter un échauffement spontané, les balles humides doivent être ventilées rapidement. Des marquages circulaires autour du cerclage en tôle aident à bien centrer les balles. Il est important de surveiller constamment la température des balles. Elle ne devrait pas dépasser 40 °C à l'intérieur! À partir de 70 °C, le risque d'incendie est élevé! Une forte pression statique après le ventilateur peut être le signe que l'aération n'est pas suffisante et qu'il y a risque d'échauffement spontané. Des pressions extrêmes (p.ex. plus de 140 mm de colonne d'eau = 1400 Pa) limitent le débit d'air et rallongent la durée du séchage. Le contrôle de la pression (Fig. 20) est particulièrement important sur les vieux ventilateurs qui ont moins de pression de réserve. Une résistance inhabituellement haute à l'ouverture d'une porte de chambre de ventilateur donnant vers l'extérieur peut également indiquer une surcharge de l'installation. Il est possible d'éviter les condensations superficielles en cas de fonctionnement à l'air frais par des ouvertures d'évacuation suffisantes et, dans le cas d'un déshumidificateur, par un canal de retour d'air de même qu'une isolation efficaces. Pour ce dernier, il est particulièrement important de prévoir une isolation des canaux et parois ainsi qu'une séparation du reste du bâtiment ou vers l'extérieur (p.ex. par une bâche coulissante, Fig. 8, à gauche). Lorsque la teneur en matière sèche est inférieure à 75 % notamment, il est recommandé de retourner les balles qui ne sont ventilées que d'un côté afin de raccourcir la durée de séchage. La couverture de la face supérieure des balles accélère également le séchage, surtout lorsqu'elles sont molles au centre (Fig. 21).

Le plus simple pour déterminer la fin du séchage est de planter un long pic en acier rond à différents endroits dans les balles (Fig. 22). Les parties humides sont dures et sont reconnaissables à leur forte résistance à la pénétration. L'humidité de l'air évacué permet également d'estimer grossièrement l'humidité du foin. Une humidité relative de l'air sortant, inférieure à 50 % lorsqu'on réenclenche le ventilateur après un arrêt de quelques heures, signifie que la teneur en matière sèche du foin est de l'ordre de 85 %. Même sans commandes temporisées, il est possible d'automatiser partiellement le fonctionnement en relevant la température, l'humidité relative de l'air de séchage et éventuellement de l'air évacué. Cependant, ces mesures ne



Fig. 20: Mesure de la pression avec un tube en PVC. Une extrémité du tube passe dans le canal de la balle, la différence de niveau d'eau indique la pression en mm de colonne d'eau (1 mm de colonne d'eau = env. 10 Pa).

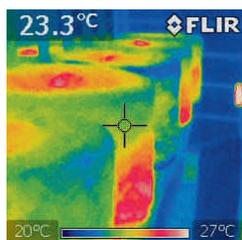
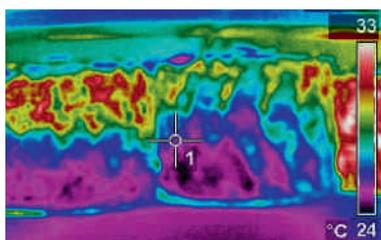


Fig. 21: À gauche, image infrarouge de balles rondes qui viennent juste d'être tournées: sur la balle de droite, les structures d'enroulement de la presse sont bien reconnaissables. À droite, rangée de balles avec évolution irrégulière du séchage: les zones bleues et violettes sont encore humides.

remplacent pas totalement le contrôle par un opérateur. Après séchage à l'air chaud ou déshumidification, il est conseillé de poursuivre la ventilation avec de l'air froid. La température et l'humidité de l'air recyclé doivent être contrôlées pendant plusieurs jours après une brève remise en marche du ventilateur, même sur les balles qui ont l'air d'être sèches à l'extérieur.

Problèmes et coûts

Le problème majeur du séchage de balles est le manque de place à disposition et l'infrastructure de séchage. Il est souvent nécessaire de procéder à un stockage intermédiaire des balles humides, avec le risque d'avoir un échauffement spontané, de voir la balle prendre une couleur brune au centre et le fourrage perdre en qualité. Le pressage des balles pour obtenir une densité réduite et homogène constitue également un défi. Les balles d'un même lot dont la densité ou l'humidité ne sont pas homogènes influence négativement le résultat du séchage. Enfin, le travail nécessaire pour retourner les balles humides lorsque le séchage ne se fait que d'un côté est également un inconvénient. Il faut envisager un pré-séchage au champ un peu plus long par rapport à un séchage en vrac en grange.

La figure 23 indique les coûts typiques (selon des données autrichiennes) de différents systèmes de séchage pour une teneur en matière sèche du fourrage de 70 % pour 1000 kg de foin en balles. Dans ces calculs, il a été admis que la durée de ventilation provenant de la sous-toiture représentait 35 % du temps de séchage total, celle de la déshumidification 50 % du temps et celle des fours à air chaud 40 %. Comme le volume des petites balles ne représente qu'un tiers par rapport aux balles d'un diamètre de 1,8m, on a renoncé à convertir les résultats en coûts par balle. Dans le calcul des coûts totaux, y compris les coûts de réparation et les coûts de rémunération du capital, le taux d'utilisation annuel de l'installation joue un rôle essentiel. De nombreuses exploitations qui séchent des balles avec succès augmentent leur taux d'utilisation en pratiquant le séchage pour des tiers.

Les coûts variables dépendent du prix des différentes énergies. Ici, on a pris comme base un tarif de l'électricité de 0,16 €/kWh et un prix de l'énergie de 0,04 €/kWh pour le bois déchiqueté. Les coûts variables plus faibles pour la ventilation à froid ne sont valables que si les conditions météorologiques permettent le séchage. Lorsque le mauvais temps perdure, la durée de séchage peut s'allonger considérablement en cas de ventilation à froid et entraîner des coûts variables nettement plus hauts. C'est pourquoi pour le séchage des balles, il est recommandé de prévoir un réchauffement ou une déshumidification de l'air afin de pallier aux périodes de mauvais temps et de garantir le résultat du séchage. Même si les coûts indiqués en euros ne peuvent pas être convertis avec un rapport de 1:1 en francs suisses, ils donnent une indication sur les différences entre les systèmes de séchage.

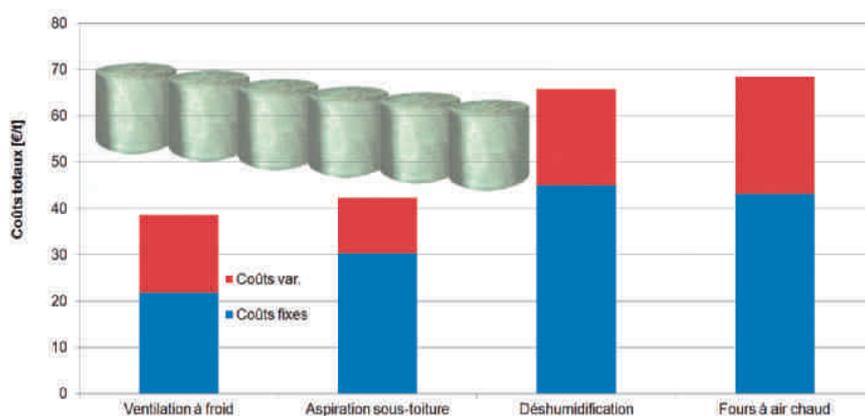


Fig. 23: Coûts des différents systèmes de séchage de fourrage à 70 % de matière sèche.

Quelques règles pour un séchage réussi des balles

Planification de l'installation:

- Choisir le ventilateur suivant les indications de débit et de pression.
- Éviter une mauvaise circulation de l'air due à des diamètres de balles mal adaptés, des rangées de balles trop longues, l'absence de couverture des balles ou des sections de conduites trop étroites.
- Améliorer les possibilités de mécanisation en prévoyant des surfaces de manœuvre suffisantes et une disposition des balles adaptée.
- Garantir le rendement souhaité en prévoyant un nombre suffisant de places pour les balles, mais aussi un réchauffement ou une déshumidification de l'air.

Pré-séchage:

- Sécher au préalable le foin au sol pour obtenir une teneur en matière sèche d'au moins 65 à 70 %, l'aérer au moins trois fois avec la faneuse rotative à toupies en changeant le sens de déplacement. Le séchage peut être considérablement accéléré grâce à l'emploi d'un conditionneur, surtout lorsque le fourrage est composé de tiges grossières.
- Former des andains doubles à l'aide d'une andaineuse à toupies. Presser les balles de façon aussi homogène que possible dans tous les sens. Au début d'une opération de pressage, toujours commencer une balle par les secteurs d'andains humides.

Ventilation sous toiture:

- Ne pas interrompre la ventilation plus de 1 à 2 heures même par mauvais temps.
- Retourner les balles une fois pendant le séchage pour raccourcir la durée de l'opération.
- Contrôler constamment la progression du séchage et la température des balles et sécher jusqu'à atteindre une teneur en matière sèche de 87 %.
- Ventiler à froid après un séchage à air chaud ou un séchage par déshumidification.
- Surveiller les balles sèches pendant plusieurs jours pour éviter un post-échauffement et ventiler à nouveau si nécessaire.

Impressum

Éditeur	Agroscope, Institut des sciences en production animale IPA, 1725 Posieux, www.agroscope.ch
Renseignements	Ueli Wyss e-mail: ueli.wyss@agroscope.admin.ch Tel. +41 58 466 72 14
Rédaction	Christine Caron-Wickli
Figures	LASCO (Fig. 8, 12 à gauche), Martin Rieser (Fig. 11), SR-Reindl (Fig. 12 à droite), Josef Braun (Fig. 13), Gotthard Wirleitner (Figures restantes)
Mise en page et impression	Sonderegger Publish AG, Weinfelden
Changements d'adresses	Office fédéral des constructions et de la logistique OFCL, Berne e-mail: verkauf.zivil@bbl.admin.ch
Download	www.agroscope.ch/transfer/fr
Copyright	© Agroscope 2015
ISSN	2296-7222 (Print), 2296-7230 (online)