

Zeitschrift: Technique agricole Suisse
Herausgeber: Technique agricole Suisse
Band: 40 (1978)
Heft: 7

Artikel: Quel est le procédé à utiliser pour le séchage et le hachage de la plante entière du maïs?
Autor: Zihlmann, F.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1083671>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 05.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Informations de techniques agricoles à l'intention des praticiens publiées par la Station fédérale de recherches d'économie d'entreprise et de génie rural (FAT), CH 8355 Tänikon.

Rédaction: Dr P. Faessler, Directeur de la FAT

8ème année, mai 1978

Quel est le procédé à utiliser pour le séchage et le hachage de la plante entière du maïs ?

F. Zihlmann

Dans la culture fourragère intensive d'aujourd'hui, la production d'un aliment riche en azote s'est développée, en complément d'aliments riches en hydrate de carbone. Ce complément peut être obtenu en substances nutritives par le maïs ensilé. Etant donné que dans les régions de fromagerie pour fromage à pâte dure, il faut renoncer à l'ensilage, nombre d'agriculteurs sont à la recherche de solutions avec lesquelles on pourrait utiliser la plante entière du maïs, en la hachant et en la séchant (plus loin dans le texte, cette qualité de maïs sera appelée maïs haché).

Les demandes quant à ce système ont atteint une telle importance que nous avons considéré qu'il était nécessaire de présenter un ouvrage d'information sur les solutions possibles.

Problèmes généraux du séchage

Le fait de sécher consiste à retirer l'eau du produit en question. Ceci est possible en amenant de la chaleur et de l'air, afin de faire évaporer l'eau et de faire sortir les vapeurs d'eau. Afin de comprendre le processus de séchage, il faut connaître quelques données de physique. Cela permet ensuite de juger de l'utilité d'une installation de séchage.

Teneur en eau et élimination de l'eau

La teneur en eau d'un produit est en général indiquée sous forme de pourcentage d'humidité. Le maïs haché, qui dans ce cas-ci n'est pas ensilé mais bien séché, a au moment de la récolte 70 à 80% d'humidité, après le séchage en moyenne encore 12% d'humidité.

Tableau 1: Elimination d'eau selon différents procédés de séchage

Procédé	f_a	f_e	Elimination d'eau en kg par 100 kg de MS
Ventilation du foin			
par air froid	40	14	43,3
par air chaud	50	14	72,0
Séchage du grain			
par air froid	18	14	4,8
par air chaud	20	14	7,5
maïs en grain	40	14	43,3
Séchage par air chaud			
fourrage préfané	60	12	120
séchage de l'herbe	82	12	389
Séchage du maïs haché:			
en moyenne	75	12	252
lors des essais	80	12	340

BULLETIN DE LA FAT

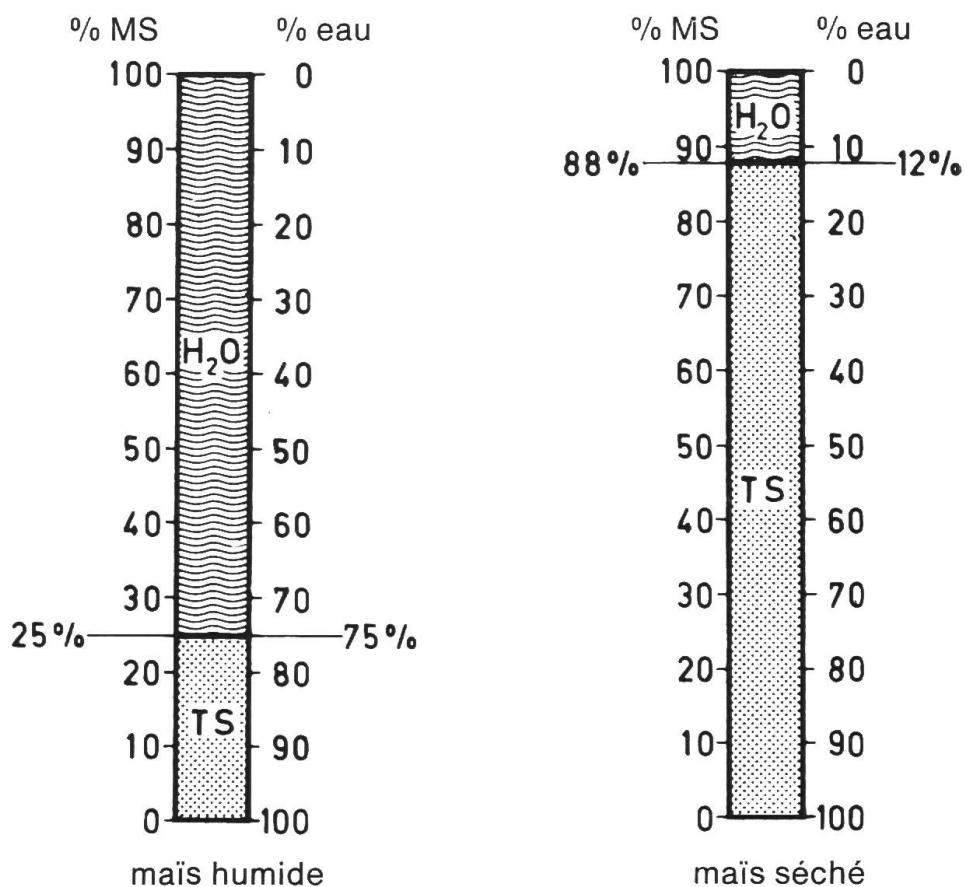


Fig. 1:
Teneur en eau de maïs humide et de maïs séché

Les illustrations 1 et 2 donnent les explications quant aux rapports entre l'élimination d'eau et la teneur en eau.

Si l'on veut faire une comparaison d'élimination d'eau avec d'autres produits, il est indiqué de choisir la base de matière sèche. Le tableau 1 donne une idée des procédés de séchage les plus répandus et de l'élimination d'eau de plusieurs produits agricoles. Comme première étape, nous pouvons juger, simplement par l'élimination de l'eau, quel est le procédé de séchage approprié pour le séchage du maïs.

Besoin en énergie

L'eau qui doit être retirée doit tout d'abord être évaporée par amenée de chaleur. Afin d'évaporer 1 kg d'eau, nous avons besoin de 2,5 MJ (600 kcal). En général, on utilise l'air comme medium; cet air est réchauffé. Puis nous devons tenir compte de pertes d'énergie aussi bien lors du réchauffement de l'air que

lors du passage de l'air à travers la matière à sécher. Une donnée importante pour l'évaluation d'une installation de séchage est celle de la consommation totale d'énergie par absorption d'un kg d'eau. Le tableau 2 montre les valeurs couramment obtenues en besoin spécifique d'énergie de quelques installations.

Tableau 2: Besoin en énergie par kg d'eau évaporée

Installation	Consommation spécifique d'énergie MJ/kg H ₂ O	Rendement kcal/kg H ₂ O	Rendement
Ventilation du foin			
par air froid	1–1,25	250–300	–
par air chaud	7–8,4	1600–2000	30–40
Séchage du grain			
séchoir continu	4,6–6	1100–1400	42–55
séchoir discontinu	5,0–6,7	1200–1600	37–50
Séchage par air chaud			
fourrage préfané	4,2–5	1000–1300	50–60
herbe	3,5–4	850–950	63–70

BULLETIN DE LA FAT

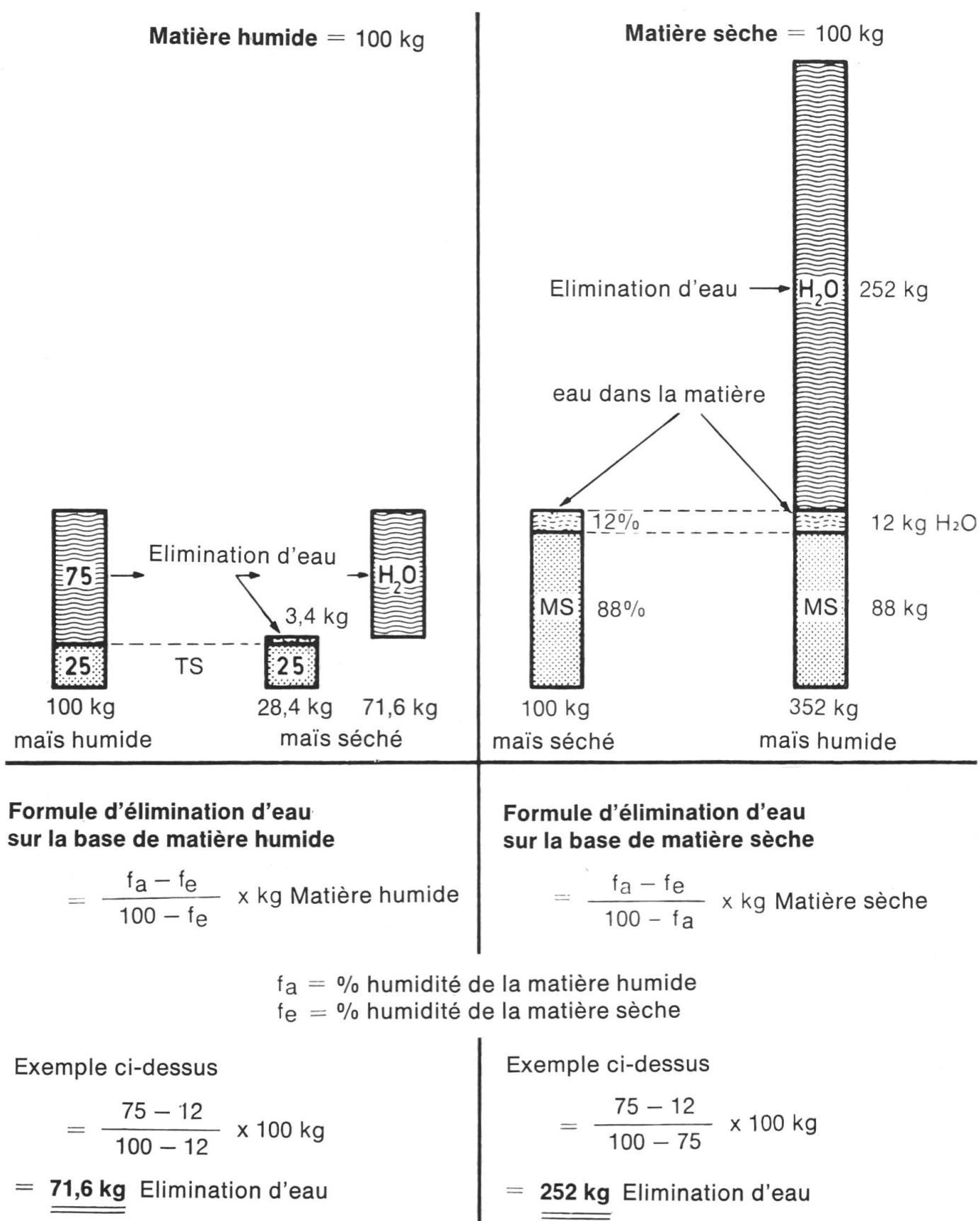


Fig. 2: Elimination d'eau lors du séchage

BULLETIN DE LA FAT

La chaleur spécifique d'évaporation (2,5 MJ, respectivement 600 kcal/kg) divisée par la consommation spécifique d'énergie donne le rendement total de l'installation. Il arrive que l'on indique les rendements de l'installation de chauffage (chaudière) et du séchoir séparément. Dans ce cas-ci, nous obtenons le rendement total de l'installation par la multiplication des deux données de rendement (chaudière et séchoir). La grande différence en consommation spécifique d'énergie doit être attribuée avant tout à la qualité et au mode de travail du séchoir.

Comme on le sait, l'absorption des vapeurs d'eau de l'air augmente avec l'augmentation de la température. Dans la pratique, cela veut dire que si la durée de saturation de l'air dans le séchoir est suffisante, la consommation d'énergie par kg de vapeur d'eau est d'autant plus basse que la température d'entrée dans le séchoir est plus élevée.

Quantité d'air spécifique et capacité de séchage

La quantité d'air spécifique (quantité d'air par seconde), se base sur l'absorption d'eau de l'air. Pour la ventilation du foin par air froid, environ 1 m³ d'air retire en moyenne environ 1 g d'eau; pour un séchoir à grain par air chaud, l'absorption d'eau correspond à environ 5 g/m³ d'air (200 à 350 g/m³ correspond au résultat le plus élevé pour un séchoir par air bouillant).

Mais il faut souligner que la capacité de séchage d'une installation ne peut pas simplement être renforcée par l'augmentation de la quantité d'air spécifique. Chaque modèle de séchoir a un rayon limité, à l'intérieur duquel on peut varier les quantités d'air spécifique. Si l'on dépasse ce rayon, l'absorption d'eau par m³ d'air diminue immédiatement et l'on n'obtient pas de séchage plus rapide; au contraire, dans certains cas, le séchage est même plus lent.

A chaque installation correspond un rayon déterminé pour la quantité d'air spécifique optimale. La capacité de séchage est le résultat de la quantité d'air spécifique multipliée par l'absorption de l'eau par l'air.

Capacité du ventilateur

Le rôle du ventilateur au cours du séchage consiste à pousser la quantité requise d'air spécifique à travers l'installation de séchage. L'installation et la matière exercent une résistance sur le flux d'air. Le ventilateur doit surmonter cette pression de résistance. Plus la pression de travail est minime, plus le besoin de puissance du ventilateur est réduit. En voici l'équation:

$$\text{Puissance d'action du ventilateur (kW)} = \frac{\text{quantité d'air spécifique (m}^3/\text{s}) \times \text{pression totale en mbar}}{10 \text{ fois le rendement du ventilateur}}$$

Avec les données de physique mentionnées, nous allons voir l'utilité du séchage du maïs haché avec des procédés connus.

Séchage du maïs haché

Le maïs haché commence à se réchauffer au bout de quelques heures déjà. Après une durée d'environ 50 heures, une formation de forte moisissure apparaît. La récolte journalière devrait donc être séchée dans un laps de temps de 48 heures.

Afin que l'achat d'un hacheur de maïs soit justifié, la récolte journalière devrait s'élever au moins à 10 tonnes par jour. La capacité du séchoir doit donc être de 200 kg de maïs humide par heure.

L'analyse ci-après, basée sur un essai pratique, renseigne sur les exigences techniques des différents procédés de séchage.

Tableau 3: données de la matière à sécher

Quantité de maïs haché	10 t
Humidité lors de la récolte	80%
Humidité après le séchage	12%
Absorption d'eau	7,73 t
Quantité de maïs sec	2,27 t
Absorption d'eau par tonne de maïs sec	3,4 t
Poids spécifique de maïs humide	400 kg/m ³
Poids spécifique de maïs sec	120 kg/m ³

Lors de notre essai, le degré d'humidité du maïs haché était relativement élevé.

BULLETIN DE LA FAT

Séchoir discontinu: installation de séchage par air chaud
séchoir pour maïs en grain
séchoir cylindrique

Séchoir continu: séchoir à tablier
séchoir à tambour

Le tableau 3 indique les données de cet essai.

tions du séchoir sur plancher sont plus efficaces, particulièrement parce que l'épaisseur de la couche peut varier. La caractéristique principale du séchoir sur plancher en est le faux plancher perforé. L'air est amené en dessous du faux plancher et de là poussé à travers celui-ci et la matière qui y est entassée.

Le tableau 4 nous montre trois types de séchoirs discontinus (séchoirs sur plancher).

Séchage discontinu

Nous entendons par séchage discontinu tous les types d'installations que l'on remplit en une fois et qui sèche la matière jusqu'à sa condition optimale pour être entreposée. Nous distinguons deux types de séchoirs: séchoir à tube central et séchoir sur plancher. Pour le séchage de maïs haché, les condi-

Installations de ventilation par air chaud

La question a souvent été posée ces derniers temps; à savoir si les installations de ventilation par air chaud se prétaient pour le séchage du foin et du maïs haché. Dans la plupart des cas, les exigences

Tableau 4: Séchage de maïs haché avec séchoirs discontinus

Données de l'installation	Ventilation par air chaud ¹⁾	Séchoir de maïs en grain ²⁾	Séchoir cylindrique ³⁾
Hauteur de la matière entassée	0,5 m	0,5 m	0,65 m
Surface de la matière entassée	50 m ²	16 m ²	38 m ²
Poids de la matière entassée	200 kg/m ² = 10 t	200 kg/m ² = 3,2 t	263 kg/m ² = 10 t
Taux spécifique de circulation d'air	0,2 m ³ /m ² /s	0,28 m ³ /m ² /s	0,2 m ³ /m ² /s
Taux total	36 000 m ³ /h	16 000 m ³ /h	28 000 m ³ /h
Pression de fonction	5–7 mbar (50–70 mm WS)	7–9 mbar (70–90 mm WS)	8–12 mbar (80–120 mm WS)
Puissance d'action du ventilateur	12 kW	7,5 kW	15 kW
Puissance de la chaudière	1250 MJ/h (300 000 kcal/h)	1250 MJ/h (300 000 kcal/h)	2100/2900 MJ/h (5000 000/700 000 kcal/h)
Réchauffement de l'air	22–24° C	50–55° C	70–75° C
Besoin d'énergie et puissance de séchage			
moyenne de fourniture d'énergie thermique	1050 MJ/h (250 000 kcal/h)	1050 MJ/h (250 000 kcal/h)	2430 MJ/h (580 000 kcal/h)
énergie d'impulsion	43 MJ/h (12 kW)	27 MJ/h (7,5 kW)	54 MJ/h (15 kW)
consommation spécifique de chaleur par kg d'absorption d'eau	7,1 MJ/kg (1700 kcal/kg)	6,3 MJ/kg (1500 kcal/kg)	6,1 MJ/kg (1450 kcal/kg)
Absorption d'eau	155 kg/h	167 kg/h	400 kg/h
Absorption d'eau par m ³ d'air	5 g/m ³	10,5 g/m ³	14 g/m ³
Durée de séchage	50 h/10 t	15 h/3,2 t = 47 h/10 t	20 h/10 t

¹⁾ Données résultant de rapports techniques

²⁾ Essais avec du maïs en grain, converti en maïs haché

³⁾ Données enregistrées lors des essais; toutefois elles sont converties par 10 tonnes de matière humide

BULLETIN DE LA FAT

ne sont pas remplies. D'après les données techniques du Tableau 4, il ressort que la pression de fonction est du double pour le séchage du maïs haché, par rapport à la ventilation du foin. On devrait utiliser un ventilateur à haute pression, ce qui n'est pas vraiment indiqué pour le séchage du foin. La puissance de chauffage de la chaudière nécessaire au séchage du maïs haché est de loin supérieure à celle de la ventilation du foin. Etant donné que, dans certains cas, on peut prévoir une combinaison avec la ventilation du foin, nous espérons que les données que nous avons énumérées rendront service aux agriculteurs.

Séchoir pour maïs en grain

Les séchoirs pour maïs en grain se prêtent en principe également pour le séchage du maïs haché. Comme on peut en juger dans le tableau 4, la capacité de séchage est en général à la limite inférieure. Afin de sécher une récolte journalière de 10 tonnes de maïs humide, il faut remplir l'installation par trois fois.

Séchoir cylindrique

Le séchoir cylindrique est prévu principalement pour le fourrage préfané. Pour le séchage du maïs haché, il faut tenir compte d'exigences spéciales que nous expliquons ci-dessous.

Pour tous les séchoirs discontinus, il faut absolument vérifier que le fourrage soit distribué de façon régulière, ceci afin d'éviter la formation de plaques humides. Le séchage final présente des difficultés pour les raisons suivantes: du maïs haché, fraîchement en-tassé sur une hauteur de 0,5 m pèse 200 kg/m²; après le séchage, il ne pèse plus que 45 kg/m². C'est la raison pour laquelle la pression de travail pendant le séchage doit être diminuée, car 0,1 mbar (1 mm CE) correspond à une pression de 1 kg/m². Si la pression de travail dépasse les 4 mbar (40 mm CE), la matière sèche est soulevée par endroit en tourbillons.

Séchoir continu

Les séchoirs à tablier et à tambour sont les modèles les plus efficaces pour le séchage du maïs ha-

Tableau 5: Données techniques pour les séchoirs à tablier et à tambour

	Séchoir à tablier ¹⁾	Séchoir à tambour ²⁾
Température de séchage	145° C	900° C
Evaporation d'eau (ordre de grandeur)	1400 kg/h	2000 kg/h
Chaudière	6280 MJ/h (1,5 Mio kcal/h)	7120 MJ/h (1,8 Mio kcal/h)
Puissance de travail	33 kW	70 kW
Moyenne de besoin d'énergie de l'inst.	5990 MJ/h (1,34 Mio kcal/h)	7370 MJ/h (1,76 Mio kcal/h)
Besoin spécifique d'énergie de l'inst.	4,2 MJ/kg (1000 kcal/kg)	3,69 MJ/kg (880 kcal/kg)
Absorption spécifique d'eau, env.	39 g/m ³	320 g/m ³ Luft
Durée du séchage pour 10 tonnes de maïs humide	5,5/h	3,9/h

¹⁾ Le besoin spécifique d'énergie du séchoir à tablier est une estimation, les autres données proviennent d'informations des fabricants.

²⁾ Les données ont été enregistrées lors des tests d'installations de séchage de l'herbe, et ensuite converties.

ché. Dans le tableau qui suit, nous comparons un modèle récent de séchoir à tablier, qui se prête spécialement au séchage de fourrage préfané, à un séchoir à herbe habituel. Les différences techniques se trouvent dans le tableau 5.

Les deux modèles se prêtent de façon identique au séchage du maïs haché. La différence essentielle réside dans la température du séchage. Le séchoir à tambour, avec une température plus élevée, nécessite un besoin spécifique d'énergie légèrement inférieur. On peut supposer que le séchoir à tablier traite le fourrage avec plus de ménagement, étant donné qu'il travaille à une température inférieure.

BULLETIN DE LA FAT

Conclusions

Afin d'obtenir une comparaison de rentabilité, il faudrait encore établir les frais d'investissements ainsi que les frais annuels d'entretien s'y référant. Nous avons décidé d'y renoncer, car il faudrait de toute façon se baser sur un grand nombre de suppositions. Les conclusions importantes peuvent être prises d'après les rapports techniques.

Il est très rare qu'une installation de séchage soit envisagée simplement pour le séchage du maïs haché. Il s'agit en premier lieu d'utiliser les installations de séchage pour sécher d'autres produits. Pour ce qui est des séchoirs continus (séchoirs à tablier et séchoirs à tambour), il n'y a aucune difficulté. En automne, le séchage du maïs haché permet un usage supplémentaire de l'installation. Les frais de base peuvent être répartis sur une plus grande quantité de matière à sécher. Les frais de séchage par décitonnes de maïs haché devraient s'élever à Frs. 25.—. Un séchoir discontinu devrait être utilisé là où le trajet jusqu'au séchoir continu est trop important. Le rendement d'un séchoir discontinu est modeste; c'est la raison pour laquelle ils peuvent rarement être utilisés pour des travaux en régie. La construction d'une installation en propre est rentable si le prix de revient ne dépasse que de peu le tarif de séchage d'un séchoir continu.

Il faut encore souligner que le besoin en énergie des séchoirs discontinus est plus élevé que celui du séchoir continu, comme vous pouvez le constater dans le tableau 6.

Tableau 6: Frais d'énergie, de consommation d'huile et de courant, par tonne de maïs haché (maïs humide 20% MS maïs séché 88% MS)

Procédé de séchage	Huile kg/t	Courant kWh/t	Frais d'énergie Frs./t
Ventilation par air chaud	555	263	220.—
Séchoir pour maïs en grain	497	153	190.—
Séchoir cylindrique	482	128	182.—
Séchoir à tablier	333	80	125.—
Séchoir à tambour	290	119	113.—
Prix de l'huile 0,35 Fr./kg		Courant 0,10 Fr./kWh	

Pour une installation de ventilation par air chaud, en propre, les frais d'énergie, à eux seuls, atteignent presque ceux des installations de séchage d'herbe. Il est donc indispensable, avant de construire sa propre installation, d'étudier toutes les autres possibilités. Il n'existe pas de recette toute faite. Nous espérons néanmoins que notre étude aidera les agriculteurs à choisir la meilleure solution.

Trad. Y.v.N.

A partir du 1er janvier 1978, de nouvelles unités du Système international sont utilisées en Suisse. Cette nouveauté présente de grandes simplifications tant sur le plan national qu'international. Dans le présent ouvrage, les unités suivantes ont été utilisées:

1 MJ (Megajoule)	= 239 kcal
1 J (Joule)	= 0,239 cal
1 kWh	= 860 kcal
1 mbar (Millibar)	= 10,2 mm CE
1 bar	= 1,02 at = 10200 mm CE
1 dt (décitonne)	= 100 kg

Des demandes éventuelles concernant les sujets traités ainsi que d'autres questions de technique agricole doivent être adressées non pas à la FAT ou à ses collaborateurs, mais aux conseillers cantonaux en machinisme agricole indiqués ci-dessous:

FR	Lippuner André
TI	Olgiati Germano, 092 - 24 16 38, 6593 Cadenazzo
VD	Gobalet René, 021 - 71 14 55, 1110 Marcellin-sur-Morges
VS	Luder Antoine, 027 - 2 15 40, 1950 Châteauneuf
GE	AGCETA, 022 - 96 43 54, 1211 Châtelaine
NE	Fahrni Jean, 038 - 22 36 37, 2000 Neuchâtel

Reproduction intégrale des articles autorisée avec mention d'origine.

Les numéros du «Bulletin de la FAT» peuvent être obtenus par abonnement auprès de la FAT en tant que tirés à part numérotés portant le titre général de «Documentation de technique agricole» en langue française et de «Blätter für Landtechnik» en langue allemande. Prix de l'abonnement: Fr. 27.— par an. Les versements doivent être effectués au compte de chèques postaux 30 - 520 de la Station fédérale de recherches d'économie d'entreprise et de génie rural, 8355 Tänikon. Un nombre limité de numéros polycopiés, en langue italienne, sont également disponibles.