

Zeitschrift: Le Tracteur et la machine agricole : revue suisse de technique agricole
Herausgeber: Association suisse pour l'équipement technique de l'agriculture
Band: 25 (1963)
Heft: 10

Rubrik: Le courrier de l'IMA

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: 11.01.2026

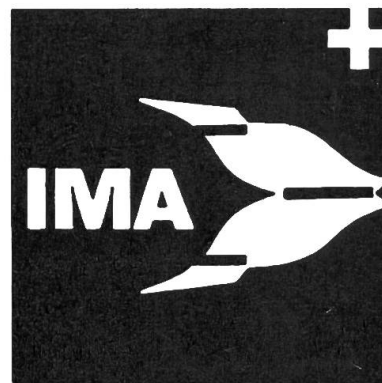
ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

8^{ème} année mai/juillet 1963

Publié par l'Institut suisse pour le machinisme et la

rationalisation du travail dans l'agriculture (IMA),

à Brougg (Argovie) Rédaction: J. Hefti et W. Siegfried



Supplément du no 10/63 de «LE TRACTEUR et la machine agricole»

U 230

Méthodes adoptées pour le séchage du grain, en particulier du maïs

par F. Zihlmann, ingénieur agronome

(Suite)

d) Application du séchage par air froid

La grandeur de l'installation de séchage sera choisie en fonction de l'importance des superficies cultivées en blé. Si l'on admet que la cellule doit pouvoir contenir le $\frac{1}{3}$ de la quantité totale de grain récoltée par année, il faut compter 2 m³ de capacité pour chaque hectare. Ainsi une exploitation comportant 5 ha consacrés à la culture des céréales a besoin d'une installation de séchage d'une contenance de 10 m³. D'après le tableau 3, qui se rapporte aux cellules horizontales rectangulaires, une masse de grain de 10 m³ entassée sur une hauteur de 100 cm exige que la cellule ait une surface de 10 m² et le ventilateur un débit de 0,8 m³ d'air par seconde, exerçant une pression statique égale à 30 mm de colonne d'eau.

Les praticiens demandent souvent si la déshydratation du grain en cellule peut être effectuée au moyen du ventilateur utilisé pour le séchage complémentaire du foin en grange. On doit leur répondre que l'emploi de ce ventilateur pour un tel usage est à déconseiller. La majorité des ventilateurs servant à sécher le foin entreposé en bâtiment ont en effet un débit d'air de 6 à 10 m³/s, exerçant une pression statique de 30 à 40 mm d'eau. Cette quantité représente à peu près dix fois le volume d'air nécessaire. Si la quantité insufflée par le ventilateur est plus élevée, la vitesse de l'air traversant le grain se trouve augmentée et la résistance opposée au passage de l'air s'accroît du même coup. Il en résulte, d'une part, que le rendement du ventilateur est défavorable dans de telles conditions, d'autre part, que l'air passant dans la masse de grain n'a pas le temps de se saturer d'humidité. Conséquemment, il faut plus d'air pour obtenir la même réduc-

tion du taux d'humidité du grain. En outre, il est également possible que la quantité de courant électrique consommée par ce ventilateur soit de beaucoup supérieure à celle d'un ventilateur conçu pour une cellule à grain. Le succès du séchage par air froid dépend dans une très large mesure des conditions climatiques de la région en cause. Les mois pendant lesquels le degré hygrométrique de l'air est le plus bas, donc le plus favorable, sont ceux de juin, juillet et août. Si de telles conditions extérieures s'avèrent propices à la déshydratation du grain en général, elles se montrent en revanche défavorables pour le maïs en particulier, car sa récolte n'a lieu qu'au mois d'octobre ou de novembre. Comme le taux d'humidité initial du maïs en grains atteint 30% et davantage, on n'arrive plus à le déshydrater de façon suffisante par air froid, ni d'ailleurs en réchauffant l'air de 3 à 5° C. La méthode de séchage du grain par air froid n'entre donc guère en considération pour le maïs.

En ce qui concerne les autres céréales, le séchage par air froid représente le système le meilleur marché et dont le fonctionnement est le plus sûr, car une installation de ce genre peut être facilement surveillée. On veillera toutefois à ce que l'épaisseur de la masse de grain ne dépasse pas 2 m. Si le taux d'humidité du grain à déshydrater est élevé, il suffit de réduire la hauteur du tas. Cela aura automatiquement pour effet d'augmenter le débit d'air spécifique par m³ de grain et, par conséquent, d'obtenir une plus forte déshydratation.

Les cellules verticales cylindriques possèdent généralement une capacité de 15 à 30 m³. Il y a lieu de remarquer à ce propos, d'une part, que le séchage du grain se montre difficile dans celles de grande contenance, d'autre part, que les modèles de faible capacité sont moins économiques. Dans les cellules de ce genre, l'air est insufflé dans une gaine verticale centrale, d'où il s'irradie en direction de la périphérie. La déshydratation du grain se produit donc de l'intérieur vers l'extérieur (voir fig. 4). Des

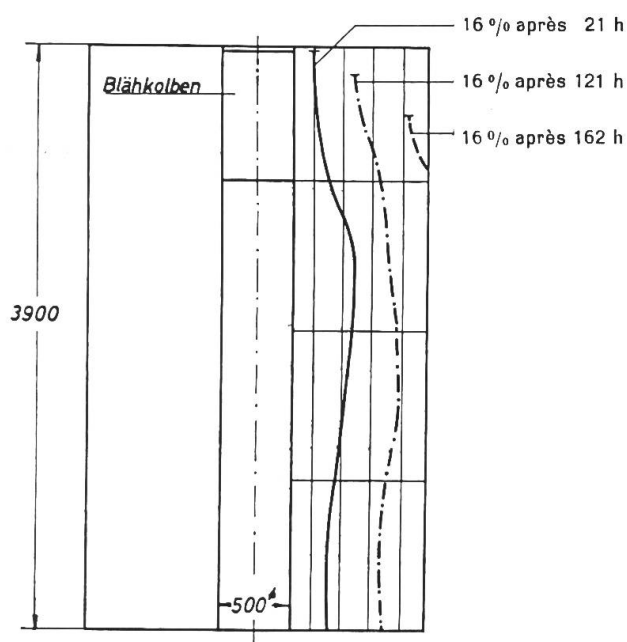


Fig. 4:
Processus de déshydratation du grain dans une cellule verticale cylindrique (d'après un rapport de la Société allemande d'agriculture). — Les courbes indiquent à partir de quelle distance de l'intérieur ou de l'extérieur de la cellule le taux d'humidité du grain est de 16% après tant d'heures de déshydratation (la hauteur de la cellule et le diamètre de la gaine de ventilation verticale sont indiqués en mm).

Blähkolben = Obturateur mobile

difficultés particulières peuvent surgir lorsqu'il s'agit de déshydrater une masse de grain dont certaines couches n'ont pas le même taux d'humidité. Dans ces cas-là, il faudrait que les différentes charges de grain soient convenablement mélangées avant leur introduction dans la cellule. Soulignons à ce propos que du grain d'un taux d'humidité supérieur à 24% ne peut plus être déshydraté avec certitude dans la mesure voulue. Par ailleurs, le séchage du grain se trouvant dans le cône inférieur se heurte également à des difficultés. Aussi a-t-on tout avantage à donner la préférence à la cellule horizontale rectangulaire, qui représente en outre la solution la moins coûteuse. Lorsque le blé devant être déshydraté accuse un taux d'humidité de 18 à 20%, il est à recommander de toujours réchauffer l'air de séchage à l'aide d'un appareil de chauffage (accolé au ventilateur).

2. Le séchage du grain par air chaud

Selon cette méthode, le grain est rapidement déshydraté avec de l'air dont la température a été portée à environ 30° C au moyen d'un appareil de chauffage. La déshydratation accélérée obtenue de cette manière provient du fait que l'air chaud possède une plus grande faculté d'absorption de l'eau et aussi de ce que plus la température est élevée, plus l'eau se trouvant à l'intérieur des grains parvient rapidement à leur périphérie.

a) Capacité de séchage et taux d'extraction d'humidité

La capacité de séchage des séchoirs à grain est généralement indiquée en tonnes-heure par les fabricants, le taux d'extraction d'humidité atteignant 3 à 5%. Afin de disposer d'une base de comparaison uniforme, une capacité de séchage de 1 tonne normale a été définie comme suit (par Sprenger): «Par capacité de séchage d'une tonne normale, on entend la capacité de sécher une tonne de blé lourd à l'heure (froment) avec un abaissement du taux d'humidité de 4% (de 18 à 14%), une température de l'air de 15° C, et une humidité relative de l'air de 70%». La détermination de la capacité de séchage d'une installation en tonnes normales a lieu sur la base de la quantité d'eau évaporée en une heure. Une capacité de séchage d'une tonne normale par heure correspond à l'évaporation, également par heure, de 46,5 kg d'eau. Il suffit de diviser par 46,5 la quantité d'eau évaporée mesurée pour connaître la capacité de séchage en tonnes normales.

Tableau 5 Quantités d'eau à extraire par heure pour abaisser le taux d'humidité du grain de 18 à 14%.

Capacité de séchage en tonnes normales t/h	Quantités d'eau à extraire kg/h
0,5	23,3
1,0	46,5
1,5	69,3
2,0	93,0
3,0	139,5

Il ressort du tableau 5 qu'une déshydratation de l'ordre de 4% représente en réalité un pourcentage supérieur d'eau évaporée, sinon la quantité d'eau extraite avec une capacité de séchage d'une tonne serait de 40 kg/h et non pas de 46,5 kg/h. Cela provient de ce que le poids de l'eau est indiqué par rapport au poids total de la masse de grain et non par rapport au poids de la matière sèche.

Pour calculer les pertes de poids dues à l'évaporation de l'eau, on emploie la formule suivante:

$$\Delta G = \frac{G_e (F_e - F_a)}{100 - F_a}$$

- ΔG = Perte de poids (en kg) due à l'eau évaporée
- G_e = Poids du grain (en kg) avant sa déshydratation
- F_e = Taux d'humidité du grain (en %) avant sa déshydratation
- F_a = Taux d'humidité du grain (en %) après sa déshydratation

b) Modes de fonctionnement et types de construction des séchoirs

Les séchoirs à grain (déshydratation par air chaud) sont soit du type continu, soit du type discontinu. Dans les premiers, la masse de grain se déplace durant le processus de dessiccation, tandis qu'elle demeure immobile dans les seconds pendant toute la durée du séchage.

Dans les séchoirs continus, le grain est mis en mouvement par son propre poids (gravité) ou par des dispositifs mécaniques. Ces installations comprennent en général une section de préséchage, une section de séchage proprement dit et une section de refroidissement. Du blé humide dont il faut extraire plus de 4 à 6% d'eau doit passer une seconde fois, ou plusieurs fois, dans le séchoir. Après que le grain a traversé la section de séchage, sa température est abaissée dans la section de refroidissement. Il faut donc que la masse de grain soit réchauffée si elle doit être introduite une nouvelle fois dans le séchoir. Ce réchauffage représente un inconvénient particulièrement sérieux lors du séchage du maïs en grains, car la quantité d'eau à extraire dans ce cas correspond à une proportion allant jusqu'à 25%.

Un pareil inconvénient ne se présente pas avec les séchoirs discontinus, dans lesquels la masse de grain se trouve soumise à l'action du flux d'air chaud aussi longtemps que cela s'avère nécessaire pour obtenir l'abaissement voulu du taux d'humidité. Ce n'est qu'à ce moment-là que le grain est refroidi et le séchoir vidé pour être rempli à nouveau. On a donc la possibilité, de cette façon, de déshydrater en une seule fois un produit à forte teneur en eau tel que le maïs en grains, par exemple. Relevons à ce propos que le service d'un séchoir discontinu pose des exigences multiples. L'inconvénient de ce système de déshydratation est que le grain subit l'action du flux d'air chaud en restant immobile. Contrairement à ce qui se

passer avec les séchoirs continus, il faut veiller à ce que la température de l'air de séchage ne dépasse jamais la température maximale admissible pour le grain, qui est de 40 à 65° C.

Les principaux types de séchoirs à grain (fig. 5 à 8) sont les suivants: les séchoirs à colonne(s), les séchoirs à tambour et les séchoirs à tablier(s) perforé(s). Faisons remarquer à ce propos que le système de déshydratation du grain sur tablier(s) perforé(s) est appliqué aussi bien avec des séchoirs continus qu'avec des séchoirs discontinus. Les séchoirs à colonne(s), dont la forme peut être circulaire, carrée ou rectangulaire, ont une petite surface de base et une grande hauteur. Les préférences vont aux exécutions qui comportent des conduits de circulation d'air de séchage à section triangulaire et ouverts en dessous. En descendant par gravité, le grain se trouve d'autre part constamment mélangé. Quant aux séchoirs à tambour, ils sont de construction basse et peuvent par conséquent être installés dans des locaux de hauteur réduite. On ne les utilise toutefois plus guère pour la déshydratation du grain. Les séchoirs du type à tablier(s) perforé(s) sont les plus polyvalents puisqu'il est possible de les employer pour déshydrater non seulement les grains des céréales (maïs compris), mais aussi d'autres produits.

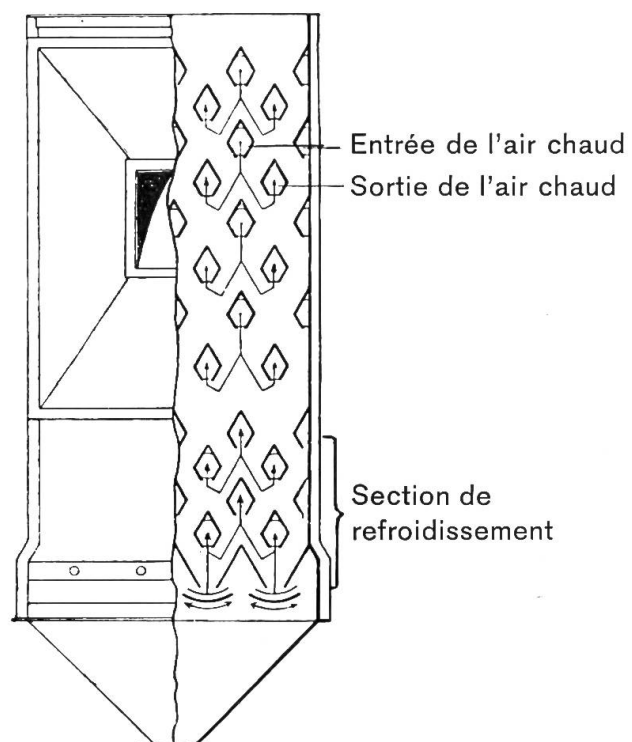


Fig. 5:
Principe de construction d'un séchoir à grain à colonne dont les conduits de circulation d'air de séchage ont une section triangulaire et sont ouverts à la base.

d) Caractéristiques techniques

Dans les installations de séchage par air chaud, le processus de déshydratation se déroule d'autant plus rapidement que la température de l'air de séchage, et par conséquent du grain, est plus élevée. La rapidité de la déshydratation ne peut toutefois dépasser certaines limites, sinon le grain subirait des dégâts lors de températures élevées.

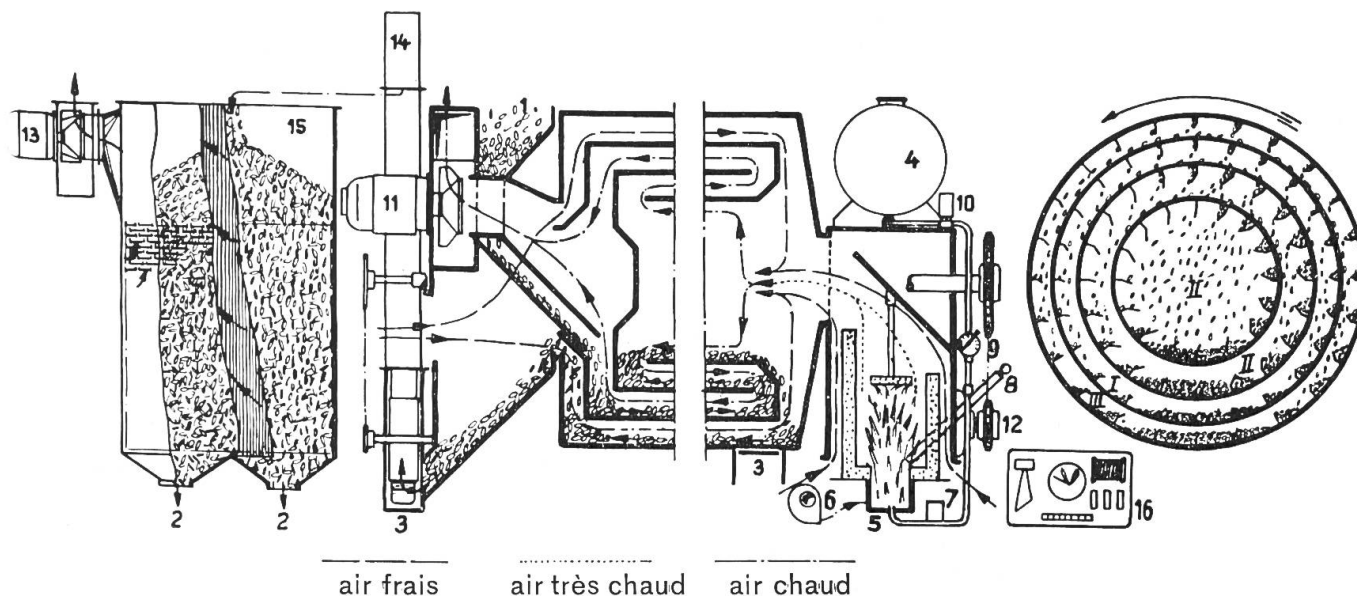


Fig. 6: Principe de construction et de fonctionnement d'un séchoir à grain continu du type à tambour et à chauffage direct (le grain se déplace à l'intérieur du tambour par le mouvement combiné de rotation et d'avancement longitudinal).

- | | | |
|---------------------------------|--|---------------------------------------|
| 1 Trémie de chargement du grain | 8 Système d'allumage électrique | 14 Elévateur de grain déshydraté |
| 2 Bouches d'ensachage | 9 Réglage du débit de mazout | 15 Silo d'ensachage |
| 3 Vannes de vidage | 10 Filtre à mazout | 16 Relais avec thermomètre |
| 4 Tank à mazout | 11 Ventilateur secondaire | I Section de préséchage |
| 5 Brûleur à mazout | 12 Commande de rotation du tambour | II Sections de séchage proprement dit |
| 6 Ventilateur primaire | 13 Ventilateur de soufflage d'air de refroidissement | III Section de refroidissement |
| 7 Soupape magnétique | | |

Les températures maximales admissibles pour le grain varient suivant le genre de céréale et le taux d'humidité du grain. Elles sont indiquées au tableau 6 ci-dessous.

Tableau 6 Températures admissibles pour le grain (selon Sprenger)

Taux d'humidité	Températures admissibles (en °C)			
	Froment	Seigle, avoine, orge	Maïs	Blé de semence, orge de brasserie
16	55	65	75	49
17	52	62	70	46
18	49	59	65	43
19	46	56	61	40
20	43	53	58	38
21	40	50	55	36
22	37	47	52	34
23	36	43	47	32
24	35	40	44	30

Le débit d'air nécessaire pour la déshydratation diffère d'une installation à l'autre. La quantité d'eau absorbée par kilo d'air atteint un chiffre d'autant plus élevé que la couche de grain est plus haute — mais seulement jusqu'à une certaine limite, bien entendu — ou que l'air passe un

plus grand nombre de fois à travers le produit. Elle est en outre d'autant plus importante que la température de l'air chaud entrant dans le séchoir est élevée. Si l'air de séchage circule dans le sens contraire à celui du grain, par exemple, celui-ci peut, sans que cela porte préjudice à sa qualité, être déshydraté à une température légèrement supérieure à celle tolérable lorsque l'air de séchage traverse le grain transversalement à la direction de progression de ce dernier. La quantité d'eau absorbée par kilo d'air varie en général de 10 à 15 grammes. Pour évacuer l'eau dans une installation d'une capacité de séchage d'une tonne normale, il faut donc environ 2500 à 3800 m³ d'air par heure (poids de 1 m³ d'air = 1,22 kg).

D'autre part, on a besoin d'air froid pour le refroidissement du grain jusqu'à une température légèrement plus élevée que celle de l'air ambiant. Le volume d'air nécessaire à cet effet est d'approchant 3000 m³/h avec un séchoir d'une capacité de séchage d'une tonne normale. Cette quantité d'air correspond donc à peu près à celle exigée pour la déshydratation. L'air de refroidissement se réchauffe au contact du grain qui sort de la section de séchage et peut encore absorber une certaine quantité d'eau, même dans le cas où il serait déjà saturé. L'effet de dessiccation obtenu par le refroidissement correspond en moyenne à un abaissement du taux d'humidité de l'ordre de 0,5%.

Energie calorifique nécessaire — La chaleur utilisée lors du séchage a pour fonction de provoquer l'évaporation de l'eau excédentaire contenue dans le grain. En supposant que cette vaporisation ait lieu à une température de 45° C et que la température du grain introduit dans le séchoir soit de 0° C, il faudrait 617 kilocalories pour obtenir l'évaporation de 1 kg d'eau. La quantité de chaleur exigée pour la vaporisation diminue cependant si le grain accuse une température supérieure à 0° C. Elle est alors égale à 617 kcal/kg moins la température d'entrée du grain. Si cette dernière est de 15° C, par exemple, l'énergie calorifique nécessaire correspondra à $617 - 15 = 602$ kcal par kg d'eau à évaporer.

Mais il faut en outre que le grain de blé, ainsi que l'eau qu'il contient encore, soit réchauffé jusqu'à la température d'évaporation. La chaleur spécifique d'un grain de blé accusant un taux d'humidité de 14% est de 0,46 kcal. par kg. Pour porter de 0° C à 45° C la température d'un kilo de grain contenant 14% d'eau, il faut donc $0,46 \times 45 = 20,7$ kcal, et, pour l'élever de 15° C à 45° C, seulement $0,46 (45 - 15) = 13,8$ kcal.

D'après ces données numériques, l'énergie calorifique horaire s'avérant nécessaire avec une capacité de séchage d'une tonne normale est de 48 427 kcal à une température ambiante de 0° C et de 41 153 kcal si cette température atteint 15° C.

La quantité de chaleur consommée se montre bien supérieure à la quantité d'énergie calorifique exigée pour l'évaporation de l'eau et le réchauffement du grain. Cela provient des calories qui se perdent dans l'air sortant, les gaz brûlés et le grain, ainsi que par l'échauffement des conduits et le rayonnement. La quantité de chaleur consommée peut encore

varier dans une certaine mesure selon que le réchauffage de l'air de séchage a lieu de façon directe ou indirecte. Lorsque l'air est réchauffé directement, il convient de vouer une attention spéciale à un point particulièrement important, soit aux dégâts que peut subir le produit à déshydrater (action nocive de particules de combustible, risques d'inflammation). Etant donné d'autre part que le système du chauffage direct ne permet de réaliser que d'insignifiantes économies de frais, on doit franchement le déconseiller.

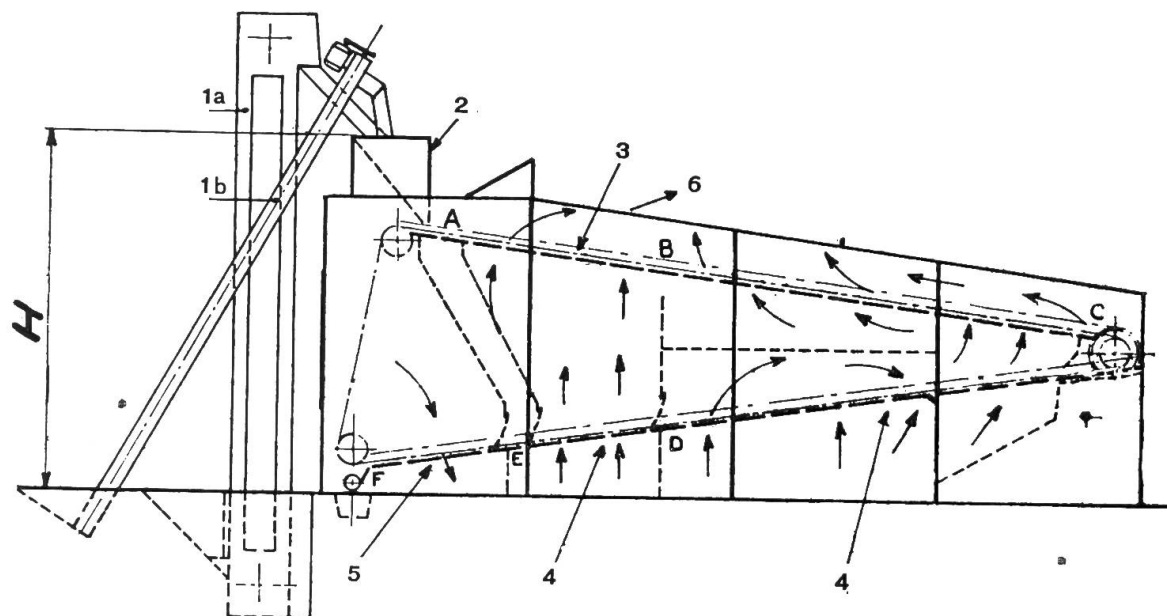


Fig. 7: Coupe longitudinale d'un séchoir à grain continu du type à tabliers perforés et chaîne transporteuse à raclettes. Le grain part du point A et est acheminé tout d'abord vers le point C. Il tombe alors sur le tablier inférieur par une ouverture située juste devant le cylindre, pour parvenir finalement au point F. Les deux tabliers inclinés et superposés que comporte cette installation permettent de disposer d'une très longue zone de séchage.

- | | | |
|---|----------------------------------|--|
| 1a Elévateur à godets | 2 Trémie régulatrice | 5 Zone de refroidissement |
| 1b Vis d'Archimède
(l'un ou l'autre) | 3 Zone de préséchage | 6 Sortie de l'air saturé
d'humidité |
| | 4 Zone de séchage proprement dit | |

La quantité de chaleur consommée par un bon séchoir à grain oscille entre 1200 et 1500 kilocalories par kilo d'eau évaporée. Si la capacité de séchage de l'installation est d'une tonne normale de grain, cela représente une consommation d'environ 70 000 kcal par heure.

e) Particularités du séchage des grains de maïs

Au moment de leur récolte, les grains de maïs ont une teneur en eau pouvant varier de 35 à 40%. Il faut qu'ils soient séchés dans un délai de 24 heures, car ils s'échauffent rapidement et subissent alors des dégâts. Pour abaisser jusqu'à 15% le taux d'humidité initial de 40% d'une masse de 100 kg de maïs en grains, il est nécessaire d'évaporer 29,4 kg d'eau. Une installation possédant une capacité de séchage d'une tonne normale n'arrive cependant à déshydrater que 160 kg de maïs par heure dans la proportion indiquée ci-dessus. Il faut ajouter à cela que l'eau contenue à l'intérieur du grain ne se diffuse que lentement du centre vers la périphérie.

Par suite de la lenteur de ce processus d'évacuation de l'eau, il est nécessaire, avec la plupart des séchoirs à grain ordinaires, que le maïs soit déshydraté 4 à 5 fois consécutives, ou même plus. A chaque passage, une grande partie de l'énergie calorifique sert à réchauffer les grains de maïs sortant de la zone de refroidissement et est donc perdue.

Comparativement aux types de séchoirs à grain habituellement employés, ceux conçus spécialement pour la déshydratation du maïs diffèrent sur quelques points. Afin qu'un séchoir du type continu puisse, en un seul passage, abaisser suffisamment le taux d'humidité initial du maïs, il faut que la zone de séchage soit beaucoup plus longue vu la quantité d'eau supérieure à extraire. Alors que le grain ne demeure qu'environ 20 minutes dans la section de séchage des séchoirs habituellement employés, il reste à peu près 2 heures dans celles des séchoirs spéciaux à maïs.

Comme le processus de déshydratation du grain se déroule lentement avec cette céréale, le volume d'air exigé pour l'évacuation de l'eau évaporée est aussi plus faible et représente en chiffre rond 2000 m³/h par m³ de maïs.

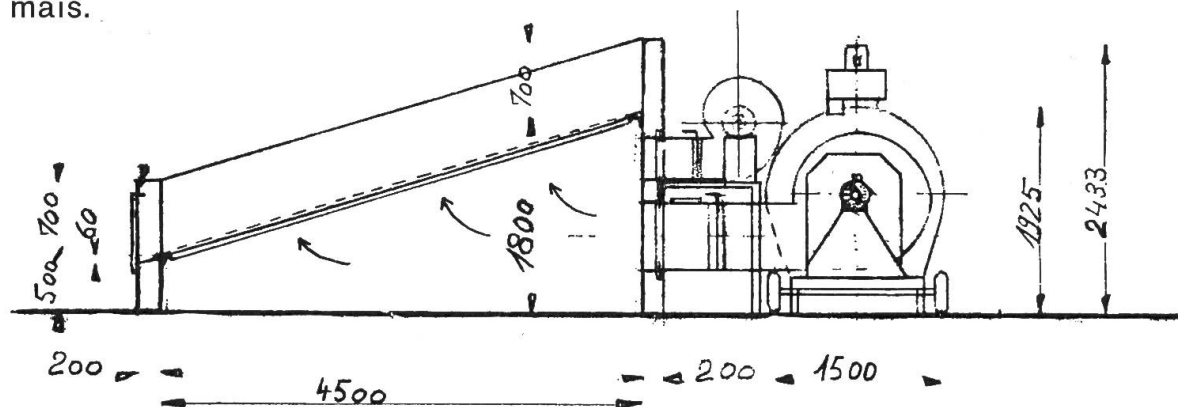


Fig. 8: Séchoir à grain du type discontinu — Le tablier incliné de cette installation de déshydratation comporte de nombreuses perforations pour le passage de l'air de séchage, lequel est pulsé de bas en haut à travers la couche de grain. Cette couche a une épaisseur d'environ 50 cm. A droite se trouve le générateur d'air chaud, avec ventilateur incorporé. Un autre ventilateur, monté à côté, sert à refroidir le grain après sa déshydratation (mesures indiquées en mm).

Les séchoirs à grain discontinus du genre à tablier(s) perforé(s) sont ceux qui se prêtent le mieux aussi bien à la déshydratation du maïs qu'à celle des autres céréales. Pour diminuer le débit d'air par m³ de produit à sécher, il suffit d'augmenter la hauteur de la masse de grain. Dans le cas d'un séchoir du type discontinu, on peut donner à la couche de grain une hauteur de 50 cm pour le maïs et de 40 cm pour les autres céréales.

Une installation de séchage prévue spécialement pour les grains de maïs doit être capable de déshydrater en un jour la quantité de grain récoltée également en une journée avec une moissonneuse-batteuse. Cela correspond à une capacité de séchage de 15 à 20 tonnes de maïs par jour. Avec d'aussi grandes installations de séchage, il n'est toutefois plus possible de déshydrater séparément de petits lots de grain. Mais comme ces installations permettent par ailleurs d'abaisser considérablement les frais de séchage, on peut fort bien s'accommoder de l'inconvénient précité. (A suivre)