

**Zeitschrift:** Technique agricole Suisse  
**Herausgeber:** Technique agricole Suisse  
**Band:** 36 (1974)  
**Heft:** 9

**Artikel:** Le séchage du grain à la ferme  
**Autor:** Zihlmann, F. / Baumgartner, J. / Schneider, A.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1083887>

### **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**

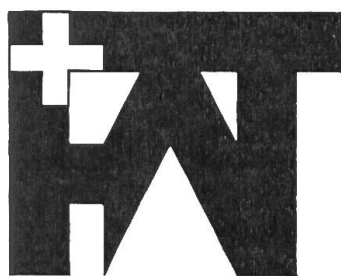
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées 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 technique agricole 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

5ème année, juillet 1974

## **Le séchage du grain à la ferme**

par F. Zihlmann, J. Baumgartner et A. Schneider

L'abandon progressif de la batteuse au profit de la moissonneuse-batteuse a nécessité une très importante restructuration de toute l'organisation du travail. D'autre part, il a fallu créer des emplacements supplémentaires ou agrandir les emplacements existants pour loger le grain rentré pendant la brève période de récolte des céréales. En outre, on a dû envisager le séchage du grain, car il est fréquemment trop humide.

Jusqu'à maintenant, de nombreux agriculteurs se sont satisfaits de solutions de fortune. A l'heure actuelle, ils se trouvent devant l'alternative suivante:

1. livrer leur grain directement à un centre collecteur;
2. sécher et stocker eux-mêmes leur grain.

### **1. Livraison directe de grain humide**

Une livraison du grain directement au centre collecteur à partir du champ n'exige pas d'investissements de l'agriculteur pour son séchage et son stockage. Les frais que cela représente sont déduits du prix de vente. Etant donné que la capacité de séchage des centres collecteurs est limitée, la prise en charge du grain par ces derniers ne peut être garantie lors de périodes de mauvais temps. Aussi l'agriculteur court-il un risque si le centre collecteur n'est pas en mesure de sécher le grain dans les délais utiles.

Afin d'avoir une base pour l'appréciation des frais qu'entraînent le séchage et le stockage du grain à la ferme, il faut déterminer avec quelles déductions sur le prix on doit compter lors d'une livraison directe et avec quels suppléments de prix on peut s'attendre lors d'une livraison tardive. Comme il n'est pas possible de fixer avec précision la valeur de quelques facteurs, l'exemple donné ci-dessous ne doit être considéré que comme calcul type. Il comporte par ailleurs une légère inexactitude, en ce sens qu'on abaisse généralement la teneur en eau du grain jusqu'à 14,5% en chiffre rond par le séchage, alors qu'il peut être livré sans réfaction pour humidité avec une teneur en eau de 15%.

#### **1.1 Calcul de la contribution à la couverture des frais occasionnés par le séchage et le stockage du grain à la ferme**

##### **Données admises**

Taux d'extraction d'eau	4%
Taux d'humidité initial	18,5%
Taux d'humidité final	14,5%
Perte de poids (extraction d'eau) par quintal de grain humide	4,68 kg
Taux d'intérêt (paiement tardif)	6%
Perte de poids (entreposage) en 6 mois	1%
Supplément de prix accordé pour livraison tardive	5%

## Exemple pour 1 quintal de grain humide contenant 18,5% d'eau

Taxe de base (prise en charge, nettoyage, livraison)	= Fr. 2.50
Taxe de séchage avec un taux d'extraction d'eau de 4%	= Fr. 2.50
	= <u>Fr. 5. —</u>

Diminution de poids (eau extraite) par quintal de grain humide = 4,68%	
Recette brute par quintal de grain humide = 100 - 4,68 = 95,32 kg à Fr. —.75	= Fr. 71.49
Total des taxes	= <u>Fr. 5. —</u>
Recette nette par quintal de grain humide	= <u>Fr. 66.49</u>

Ce qui donne:

Recette nette par quintal de grain sec = 66,49 : 0,9532	= <u>Fr. 69.75</u>
---	--------------------

Déduction par quintal de grain sec = Fr. 75.— - 69,75	= Fr. 5.25
---	------------

Supplément de prix pour livraison tardive = 5% de Fr. 75.—	= Fr. 3.75
--	------------

Majoration de prix pour augmentation du poids à l'hectolitre = 1%	= <u>Fr. —.75</u>
---	-------------------

Total	= <u>Fr. 9.75</u>
-------	-------------------

Dont à déduire:

Intérêts (6 mois à 6%)	= Fr. 2.25
------------------------	------------

Diminution de poids (entreposage) = 1%	= Fr. —.75
--	------------

Taxe de livraison	= <u>Fr. 1. —</u>
-------------------	-------------------

Contribution nette à la couverture des frais (par quintal de grain sec) occasionnés par le séchage et le stockage à la ferme	= <u>Fr. 5.75</u>
--	-------------------

A relever que les taxes perçues pour le séchage varient d'un centre collecteur à l'autre. De sorte que la contribution nette à la couverture des frais exigés pour le séchage et le stockage du grain dans l'exploitation devrait osciller entre Fr. 5.50 et Fr. 6.— par quintal avec un taux d'extraction d'eau de 4%. Lorsque le grain est séché à la ferme, l'agriculteur dispose de plus de liberté pour l'organisation du travail et court un moindre risque. Compte tenu de ces avantages, la **contribution brute à la couverture des frais** occasionnés par le séchage et le stockage du grain dans l'exploitation peut être estimée à **Fr. 7.— par quintal**.

## 2. Séchage et entreposage du grain à la ferme

Le but de la présente étude pratique est de fournir des directives en vue de la planification d'une instal-

lation pour le séchage du grain dans l'exploitation. Les données de base indiquées à cet effet sur le plan technique et sur le plan économique doivent permettre à l'agriculteur de prendre plus facilement des décisions quant à la solution des problèmes qui se posent sur ces deux plans.

### 2.1 Proportion de grain humide

La proportion de grain humide sur les quantités rentrées dépend premièrement des conditions climatiques locales, secondement des fluctuations des conditions météorologiques au cours de l'année. Ces deux facteurs combinés ont pour conséquence que le volume d'eau à extraire peut varier dans une proportion d'à peu près 1 à 6. Pour la planification de l'installation de séchage, il faut tabler d'avance sur un rapport de 1 à 2. Généralement parlant, on se base sur la quantité moyenne par an de grain humide en prévoyant dans les calculs l'emploi de cette installation durant 10 heures par jour. Lors d'années où les conditions de récolte sont mauvaises, on peut ainsi sécher encore le double (maximum) de la quantité de grain fixée par les calculs.

### 2.2 Capacité de séchage de l'installation

Le débit d'air nécessaire d'une installation de séchage dépend du genre de céréale dont il s'agit, des taux d'humidité initial et final du grain, de la température de l'air de séchage et de l'état (humidité, température) de l'air ambiant. Les prospectus relatifs aux séchoirs à grain contiennent des indications tellement différentes concernant la capacité de déshydratation de ces installations qu'il n'est pas possible, sans devoir effectuer des calculs compliqués, de comparer ces capacités entre elles. C'est la raison pour laquelle on a créé le terme «capacité de séchage en tonnes normales», qui se traduit par:

#### 1 tonne normale

- = séchage de 1 tonne de grain à l'heure en abaissant son taux d'humidité de 18 à 14%
- = extraction de 46,5 kg d'eau à l'heure

La capacité de déshydratation d'une installation de séchage exprimée en tonnes normales s'obtient en divisant par 46,5 la quantité d'eau réellement extraite à l'heure. A relever que l'eau est plus facilement extraite d'une masse de grain très humide que

d'une masse dont la teneur en eau se rapproche de celle du grain entreposé (14%). De sorte que l'exigence d'une déshydratation ramenant le taux d'humidité de 18 à 14% doit être autant que possible satisfaite.

Lorsqu'on détermine la capacité de déshydratation nécessaire de l'installation de séchage, on a avantage à admettre que 50% de la quantité totale de grain rentrée est du grain humide d'une teneur en eau de 18 à 19%.

Le chiffre indicatif en tonnes normales obtenu dans les conditions susmentionnées doit être augmenté aux maximum de 50% si les conditions climatiques sont défavorables et réduit au maximum de 50% si elles sont favorables.

## 2.3 Limitations en ce qui concerne le grain

Lors d'un **séchage par air froid**, la durée de la déshydratation est conditionnée par le taux d'humidité initial du grain. On peut s'attendre à ce qu'elle soit de 8 à 10 jours avec une teneur en eau allant jusqu'à 18% et de 6 jours quand le taux d'humidité représente jusqu'à 22%.

Selon sa teneur initiale en eau, du grain humide ne peut d'autre part être entreposé que 2 ou 3 jours sans être soumis à une **ventilation de maintien**. Par ailleurs, du maïs en grains accusant un taux d'humidité de 30 à 40% doit être séché dans un délai de 24 heures.

Dans le cas d'un **séchage par air chaud**, la température du grain constitue le facteur limitatif. L'ordre de succession des dégâts causés au grain par une élévation de sa température est le suivant: perte de la faculté germinative, moindre valeur boulangère, diminution de la digestibilité. D'autre part, du grain humide est plus sensible à la température que du grain sec, ainsi qu'on peut le voir sur le Tableau 1.

**Tableau 1: Température admissible du grain dans un séchoir continu**

Taux d'humidité %	Froment °C	Seigle Avoine Orge °C	Maïs en grains °C	Semen- ces °C
16	55	65	75	49
18	49	59	65	43
20	43	53	58	38
22	37	47	52	34
24	35	40	44	30

La température maximale admissible dépend encore de la durée du séchage par air chaud. Dans les installations qui travaillent en discontinu, le grain réchauffé atteint presque la température de l'air de séchage et se trouve en même temps soumis à cette température durant plusieurs heures. En ce qui concerne ces séchoirs, la température maximale de l'air de séchage doit par conséquent être légèrement inférieure aux valeurs indiquées sur le Tableau 1 pour un taux d'humidité de 16%.

## 2.4 Les systèmes de séchage

Les installations de séchage pour le grain peuvent être classées comme suit selon leur système:

- Séchage du grain par air froid
- Séchage sur plancher
- Séchage en tour
- Séchage du grain par air chaud
- Séchage discontinu
- Séchage continu

Les systèmes entrant en considération pour la déshydratation du grain à la ferme sont les installations à séchage par air froid (sur plancher ou en tour) et les installations à séchage par air chaud travaillant en discontinu.

En ce qui touche la déshydratation du grain sur plancher par air froid dans un **séchoir horizontal rectangulaire** (Voir la Figure 1), on prévoit en tant que valeur indicative un débit d'air de 300 m<sup>3</sup> par heure et par m<sup>3</sup> de grain avec une couche d'une hauteur de 1 m. Plus le grain est humide, plus cette hauteur doit être réduite. Si la couche de grain n'a que 50 cm de haut, la vitesse de l'air de séchage dans la masse à déshydrater demeure à peu près la même, tandis que le débit d'air par m<sup>3</sup> de grain atteint 600 m<sup>3</sup> à l'heure. D'autre part, la résistance opposée par la masse de grain à la pénétration de l'air de séchage diminue.

En ce qui concerne la déshydratation du grain en tour par air froid dans un **séchoir vertical cylindrique** (Voir la Figure 2), la hauteur de la couche de grain est déterminée par les diamètres de la tour et de la cheminée de ventilation. Il faut compter avec un débit d'air spécifique de 400 m<sup>3</sup> par heure et par m<sup>3</sup> de grain quand la tour est totalement remplie.

On peut également augmenter ici le débit d'air spécifique si le grain est plus humide, notamment



en ne remplissant la tour qu'à moitié. Le débit d'air spécifique se trouve alors théoriquement porté à 800 m<sup>3</sup> par heure et par m<sup>3</sup> de grain. En même temps la vitesse de l'air dans la masse à sécher est doublée, ce qui entraîne une forte augmentation de la pression.

Du point de vue de la déshydratation obtenue, le séchage du grain par air froid dans un séchoir horizontal rectangulaire s'avère plus favorable que celui qui est réalisé dans un séchoir vertical cylindrique. En revanche, la déshydratation du grain sur

plancher exige un plus grand espace et la dépense de travail manuel pour le remplissage du séchoir ainsi que pour la reprise du grain est plus importante.

En ce qui touche la déshydratation du grain par air chaud, les **séchoirs discontinus** employés à cet effet sont souvent du **type à tablier perforé** ou du **type à cheminée de ventilation centrale**. Le débit d'air spécifique dépend de l'importance (nombre de °C) de l'élévation de la température de l'air de séchage par réchauffement. Pour le reste, les remarques faites plus haut à propos des séchoirs horizontaux rectangulaires et des séchoirs verticaux cylindriques sont également valables ici.

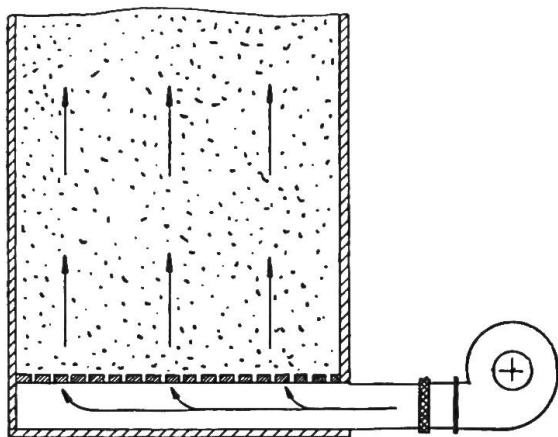


Fig. 1: Représentation schématique d'un séchoir horizontal rectangulaire à tablier perforé.

### 3. Indications et directives concernant la technique de séchage du grain

Lors de la planification d'une installation de séchage, il convient de déterminer tout d'abord, l'un après l'autre, les divers facteurs qui influencent le processus de la déshydratation. A cet effet, on se base sur des nomogrammes ainsi que sur quelques indications et certaines valeurs que comportent différents tableaux.

#### 3.1 Quantité de grain à sécher et taux d'humidité (Figure 3, secteur A)

Il s'agit de déterminer la quantité de grain devant être déshydratée et sa teneur en eau. Dans des conditions normales, on peut admettre pour ces calculs un rendement en grain de la culture de 40 quintaux-hectare (maïs: 60 q/ha).

Selon la capacité de travail de la moissonneuse-batteuse, il est possible de s'attendre à une quantité déterminée de grain à sécher. Le taux d'humidité du grain au moment de la récolte varie de 15,5 à 26% (maïs: 30 à 40%). Le nomogramme se rapporte à un taux d'humidité final de 14,5%. Autrement dit, le grain sera stocké alors que sa teneur en eau ne sera plus que de 14,5%.

**Exemple:** Admettons que la moissonneuse-batteuse se trouve à disposition pendant un laps de temps de 5 heures et que sa capacité de travail représente 50 ares-heure. La quantité de grain à sécher sera la suivante:  $5 \times 0,5 \times 40 = 100$  quintaux. La moitié pourra déjà être entreposée. L'autre moitié, soit 50

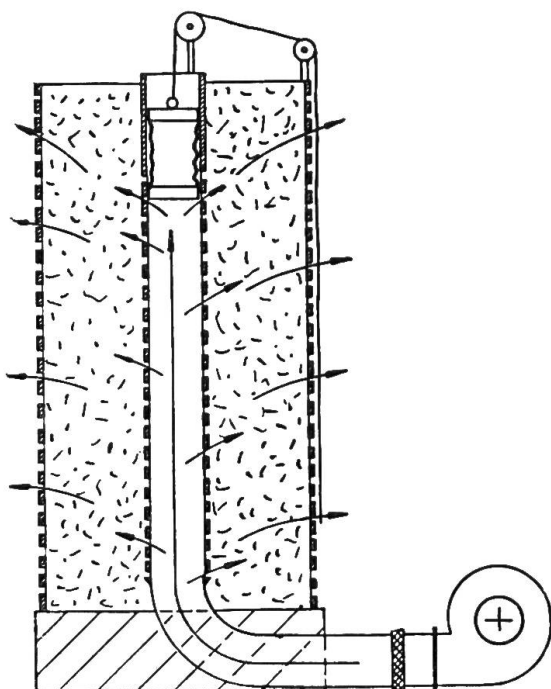


Fig. 2: Représentation schématique d'un séchoir vertical cylindrique avec cheminée de ventilation centrale et bouchon mobile.

**Tableau 2: Extraction d'eau spécifique, compte tenu des conditions climatiques, avec une élévation variable de la température de l'air de séchage**

	Séchage du grain par air froid		Séchage du grain par air chaud (blé)			Séchage du grain par air chaud (maïs)			
Elévation de la température de l'air de séchage °C	5	10	15	25	20	30	40	50	60
Extraction spécifique de l'eau g/m <sup>3</sup> d'air	1	1,7	3,6	4,6	5,5	4,4	5,9	7,5	9,2
Température moyenne journalière de l'air °C	20		20			10			
Taux d'humidité moyen de l'air %	65		65			80			

quintaux, devra être séchée. La teneur en eau du grain humide est en moyenne de 19%.

### 3.2 Extraction d'eau (Figure 3, secteur A/B)

Le nomogramme indique la quantité d'eau à extraire selon la quantité de grain à sécher telle qu'elle a été calculée.

**Exemple:** Avec 50 quintaux de grain d'un taux d'humidité initial de 19%, il faut extraire 2,8 quintaux d'eau.

#### 3.2.1 Extraction d'eau par m<sup>3</sup> d'air (Figure 3, secteur B)

On peut choisir le type de séchoir et l'élévation (en °C) de la température de l'air de séchage. Il y a lieu de tenir compte du fait qu'une déshydratation du maïs en grains par air froid est exclue. Le Tableau 2 ci-dessous fournit le chiffre indicatif pour l'extraction d'eau spécifique (grammes par m<sup>3</sup> d'air). Si l'endroit prévu pour l'installation de séchage se trouve dans une zone climatique défavorable — avec des températures journalières de l'air plus basses et des taux d'humidité de l'air plus élevés —, il faut que les chiffres indiqués pour l'extraction spécifique

de l'eau soient diminués. Au cas où les conditions climatiques sont meilleures, ces chiffres peuvent être arrondis à l'unité supérieure.

**Exemple:** Admettons que nous choisissons une installation de séchage permettant d'élever la température de l'air de 20° C. Il ressort du Tableau 2 que la quantité spécifique d'eau à extraire est de 4,6 grammes par m<sup>3</sup> d'air. Le nomogramme nous indique alors le volume d'air total qui s'avère nécessaire pour le séchage, soit, en l'occurrence, 60'000 m<sup>3</sup>.

### 3.3 Durée du séchage du grain (Figure 3, secteur C)

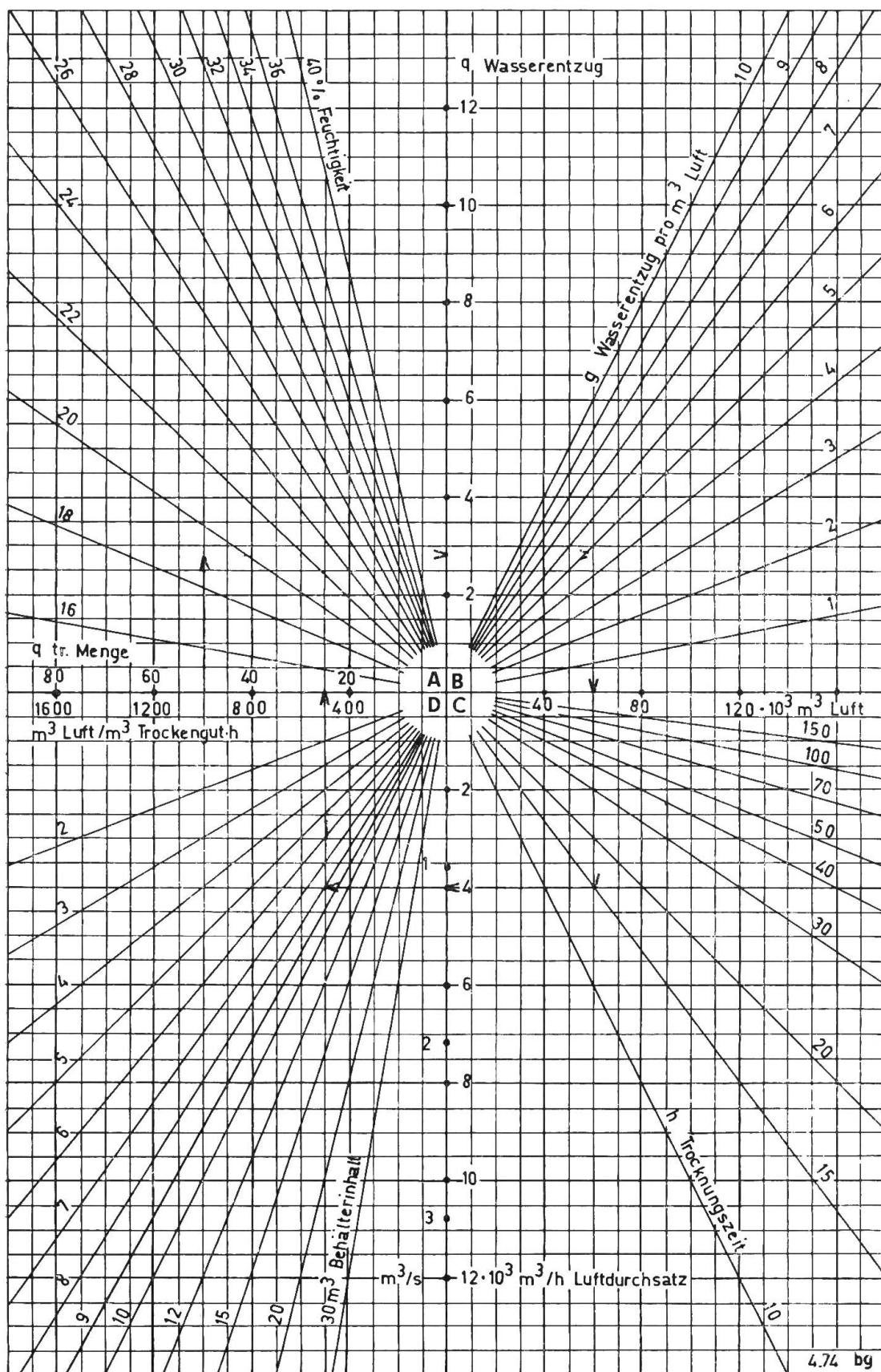
La déshydratation du grain doit se faire dans un laps de temps déterminé. La durée possible du séchage dépend de l'installation en cause et du taux d'humidité du grain. Les chiffres indicatifs concernant cette durée figurent au Tableau 3.

A relever que plus le grain à déshydrater est humide, plus il est nécessaire de le sécher rapidement.

**Exemple:** Admettons que la teneur en eau du grain soit de 19% et la durée du séchage de 15 heures. Ainsi qu'on peut le voir sur le nomogramme, le débit d'air devant être fourni par le ventilateur est dans ce cas de 4000 m<sup>3</sup> à l'heure.

**Tableau 3: Durée du séchage avec différents taux d'humidité du grain**

	Séchage du grain par air froid	Séchage du grain par air chaud (blé)	Séchage du grain par air chaud (maïs)
Durée du séchage h	150—120	15—10	20—15
Taux d'humidité du grain %	18—22	18—26	30—40



40% Humidité

q Quantité de grain à sécher

m³ d'air par heure et m³ de grain sec

30 m³ Contenance du séchoir

q Quantité d'eau à extraire

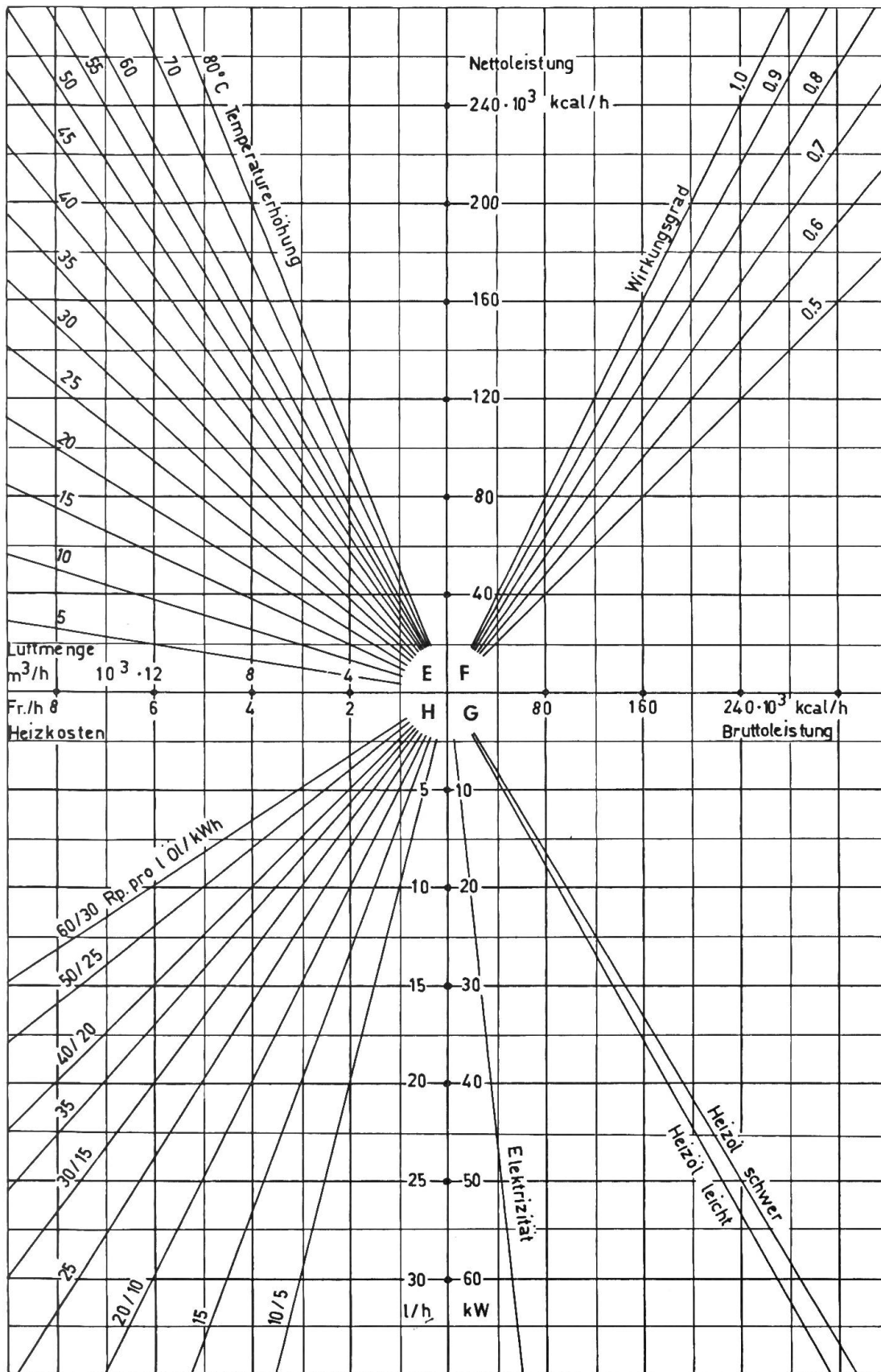
g Quantité d'eau à extraire par m³ d'air  
120 · 10³ m³ d'air

h Durée du séchage

12 · 10³ m³/h Débit d'air

NB: Indications à lire de haut en bas et par partie (partie gauche, partie droite)

Fig. 3: Nomogramme permettant de déterminer la quantité de grain à sécher, la teneur en eau, le taux d'extraction d'humidité, la durée du séchage, la contenance nécessaire du séchoir et le débit d'air horaire spécifique.



80° C Elévation de la température

Volume d'air nécessaire

Frais de chauffage

60/30 cts par l de mazout / par kWh

Puissance de chauffe nette

Rendement

Puissance de chauffe brute

Courant électrique

Mazout léger

Mazout lourd

NB: Indications à lire de haut en bas et par partie (partie gauche, partie droite)

Fig. 4: Nomogramme permettant de déterminer le volume d'air nécessaire, l'élévation de la température, le rendement, le mode de chauffage, le prix de l'énergie calorifique et les frais de chauffage par heure.

**Tableau 4: Contenance exigée du séchoir (m³) pour des quantités déterminées (q) de grain (blé et maïs)**

Contenance nécessaire du séchoir m³	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	30
Quantité de grain (blé) q	13	19,5	25	32,5	39	45,5	52	58,5	65	78	97,5	130	195
Quantité de grain (maïs) q	17	25	34	42	50	59	67	76	84	101	126	168	252

### 3.4 Contenance du séchoir (Figure 3, secteur D)

La quantité de grain à déshydrater détermine la contenance du séchoir. Cette contenance nécessaire est indiquée sur le Tableau 4.

**Exemple:** Selon le Tableau 4, 50 quintaux de grain (blé) nécessitent un séchoir d'un volume utile d'environ 8 m³.

### 3.5 Débit d'air spécifique (Figure 3, secteur D)

La contenance déterminée que doit avoir le séchoir d'après le Tableau 4 exige un débit d'air spécifique que l'on trouve sur le nomogramme.

**Exemple:** Avec un débit d'air de 4000 m³ à l'heure et un séchoir d'une contenance de 8 m³, le débit d'air spécifique est de 500 m³ par heure et par m³ de grain.

#### 3.5.1 Contrôle et comparaison avec des chiffres indicatifs

Les valeurs indicatives concernant le débit d'air spécifique sont indiquées sur le Tableau 5.

**Exemple:** Dans notre cas particulier, les 500 m³ d'air nécessaires par heure et par m³ de grain montrent que l'installation entrant en considération est un séchoir vertical cylindrique à cheminée de ventilation centrale. Si l'on choisissait un séchoir horizontal

rectangulaire à tablier perforé avec un débit spécifique d'environ 300 m³ d'air / h / m³ de grain, la capacité de travail du ventilateur serait seulement d'à peu près 2500 m³ d'air à l'heure avec un tel séchoir d'un volume utile de 8 m³. Cela exigerait aussi une durée de séchage de 25 heures. Une autre solution consisterait à élever la température de l'air de séchage (dans la mesure du possible) ou à réduire la quantité de grain devant être déshydratée chaque fois.

### 3.6 Débit d'air (Figure 4, secteur E), élévation de la température de l'air de séchage (Id., secteur E), Rendement (Id., secteur F)

Les frais de chauffage peuvent être lus sur le nomogramme. La puissance calorifique se trouve déterminée par le débit du ventilateur et l'élévation prévue (en °C) de la température de l'air de séchage. Cette valeur doit être divisée par le rendement du générateur d'air chaud afin d'obtenir la puissance calorifique brute. On se sert à cet effet des rendements indiqués sur le Tableau 6.

A noter que la grandeur et l'entretien du générateur d'air chaud exercent aussi une influence sur son rendement. Etant donné, d'autre part, qu'il est rare d'obtenir un générateur d'air chaud convenant exactement pour l'installation de séchage en cause, il

**Tableau 5: Débit d'air spécifique exigé avec du grain (blé et maïs) accusant divers taux d'humidité**

	Séchoir horizontal rectangulaire		Séchoir vertical cylindrique	
	Blé	Maïs	Blé	Maïs
Débit d'air spécifique nécessaire m³ d'air / h / m³ de grain	300—800	800—1500	400—1000	1000—2000
Taux d'humidité du grain %	18—26	30—40	18—26	30—40



**Tableau 6: Rendement du générateur d'air chaud avec divers degrés d'emploi**

Chauffage électrique (direct, si les prescriptions légales le permettent)	Rendement 1,0
Chauffage au mazout (indirect, degré d'utilisation insuffisant)	0,5–0,7
Chauffage au mazout (indirect, degré d'utilisation moyen)	0,6–0,8
Chauffage au mazout (indirect, degré d'utilisation satisfaisant)	0,7–0,9

s'avère fréquemment indispensable d'avoir un système de chauffage surdimensionné, ce qui se traduit forcément par une utilisation insuffisante.

**Exemple:** Le débit de 4000 m<sup>3</sup> d'air par heure avec l'élévation prévue de 20° C de la température de l'air de séchage représente pour le moins 50'000 kilocalories-heure en tant que puissance de chauffe nette ou environ 75'000 kilocalories-heure comme puissance de chauffe brute. Avec le degré d'utilisation moyen admis, cela correspond à un type de générateur d'air chaud fournissant 100'000 kcal/h en chiffre rond.

### 3.7 Moyen de chauffage (Figure 4, secteur G), Prix du mazout et du carburant (Id., secteur H), Frais de chauffage (Id., secteur H)

Les frais de chauffage à l'heure peuvent être calculés pour les moyens de chauffage en question en se basant sur leur prix et les quantités utilisées. A relever que le prix du mazout peut beaucoup varier à l'heure actuelle.

**Exemple:** Une puissance de chauffe brute de 75'000 kcal/h avec du mazout léger dont le litre coûte Fr. —.40 occasionne des frais de chauffage de Fr. 3.40 à l'heure.

### 3.8 Autres calculs possibles

Les nomogrammes peuvent être aussi utilisés pour d'autres calculs, entre autres pour connaître le réchauffement maximal de l'air de séchage obtenu avec un générateur d'air chaud déjà à disposition.

### 3.9 Consommation d'énergie calorifique par quintal de grain sec

Les chiffre indicatifs du Tableau 7 permettent de savoir à quelle consommation d'énergie calorifique

on doit s'attendre par quintal de grain dont le taux d'humidité a été ramené à 14,5% pour permettre son stockage.

Les chiffre indicatifs du Tableau 7 représentent des valeurs moyennes qui se rapportent à divers types d'installations de séchage et de générateurs d'air chaud. Selon le genre d'installation et la façon de l'employer, les valeurs enregistrées dans la pratique peuvent être supérieures ou inférieures aux chiffres susmentionnés, ce que des observations faites par l'ASCA ont d'ailleurs confirmé.

Les données numériques de ce tableau relatives à la consommation d'énergie calorifique servent aussi pour le calcul des frais.

## 4. Frais occasionnés par le séchage du grain à la ferme

### 4.1 Contribution à la couverture des frais

Un montant d'environ Fr. 7.— par quintal de grain se trouve à disposition en tant que contribution à la couverture des frais occasionnés par le séchage et le stockage du grain à la ferme. Ce montant résulte d'une comparaison entre la livraison directe immédiate et la livraison directe tardive du grain au centre collecteur (Voir le Chapitre 1.1).

Lors d'une livraison directe tardive, les frais de stockage représentent environ Fr. 2.— par quintal de grain lorsqu'il ne faut pas construire un nouveau bâtiment. La dépense pour la main-d'œuvre est d'approchant Fr. —.50 dans le cas d'une mécanisation simple. Il reste ainsi Fr. 4.50 pour la couverture des frais qu'entraîne l'installation de séchage. Avec du mazout dont le litre coûte Fr. —.30, les frais d'énergie calorifique exigés pour abaisser le taux d'humidité du grain de 18 à 14% représentent Fr. —.40 par quintal de grain. On dispose donc de Fr. 4.10 par quintal de grain sec comme contribution à la couverture des frais annuels occasionnés par l'installation de séchage.

### 4.2 Explications concernant les Tableaux 8 et 9

Les Tableaux 8 et 9 contiennent des données techniques et les frais relatifs à plusieurs séchoirs à grain d'une grandeur et d'une capacité de déshydratation différentes. Le degré de mécanisation



**Tableau 7: Extraction d'eau et consommation d'énergie calorifique (courant, mazout), par quintal de grain sec, avec un taux d'humidité initial différent**

	Blé	Maïs
Taux d'humidité initial du grain (à la récolte) en %	18 — 22 — 26	30 — 35 — 40
Taux d'humidité final du grain (au stockage) en %	14,5	14,5
Extraction d'eau en kg/q de grain sec	4,3 — 9,6 — 15,5	22,1 — 31,5 — 42,5
Séchage par air froid		
Consommation de courant en kWh/q de grain sec	0,9 — 1,9 — 2,8	—
Consommation de mazout en l/q grain sec	0,8 — 1,8 — 2,9	—
Séchage par air chaud		
Consommation de courant en kWh/q de grain sec	0,3 — 0,5 — 0,8	1,3 — 1,7 — 2,1
Consommation de mazout en l/q de grain sec	0,9 — 1,9 — 3,1	5,8 — 8,2 — 11,1

de toutes ces installations est le même. A relever qu'il n'a pas été tenu compte d'éventuels investissements pour des aménagements d'ordre constructif (fondations, renforcement de plafonds, fosse d'attente à grain pour le vidage des véhicules de récolte, etc.). De telles dépenses ne sont en effet pas forcément nécessaires. En cas de besoin, il faut alors les inclure dans les calculs. Le Tableau 8 renferme les indications qui concernent les installations pour le séchage par air froid et le Tableau 9 celles qui se rapportent aux installations destinées au séchage par air chaud. Les calculs ont été établis pour des séchoirs de diverses grandeurs. La détermination des frais occasionnés par un séchoir horizontal rectangulaire et un séchoir vertical cylindrique a été effectuée pour chaque grandeur.

A noter que le séchoir horizontal rectangulaire revient moins cher qu'un silo de séchage. Par ailleurs, les économies réalisées par l'agriculteur s'il construit lui-même ont été prises en considération dans les Tableaux 8 et 9. D'un autre côté, un séchoir horizontal rectangulaire exige un peu plus de place qu'un silo. Relevons que lorsque de nouvelles constructions s'avèrent nécessaires, une partie des éco-

nomies réalisées est perdu du fait du loyer plus élevé des locaux utilisés (séchoir, citerne à mazout).

### 4.3 Calcul des frais annuels

Dans les Tableaux 8 et 9 sont également indiqués les frais annuels qu'entraînent les diverses installations de séchage pour le grain. Ces frais comprennent l'amortissement et les intérêts du capital investi, les assurances, le loyer des locaux utilisés et l'entretien de l'installation. Sans le loyer pour les locaux, les frais annuels représentent environ le 1/7 des frais occasionnés par l'installation de séchage. Le loyer annuel pour un local de séchage neuf de conception simple s'élève à Fr. 8.— le m<sup>3</sup>. Si l'on a la possibilité de mettre l'installation de déshydratation en place dans un local existant qui est inutilisé, on peut ne pas tenir compte (partiellement ou totalement) du loyer.

En divisant les frais annuels qu'entraîne l'installation de séchage par la contribution de Fr. 4.10 à la couverture des frais, on obtient la quantité minimale de grain nécessaire. Cette quantité représente le seuil de rentabilité du séchage du grain à la ferme (Voir le Tableau 10).

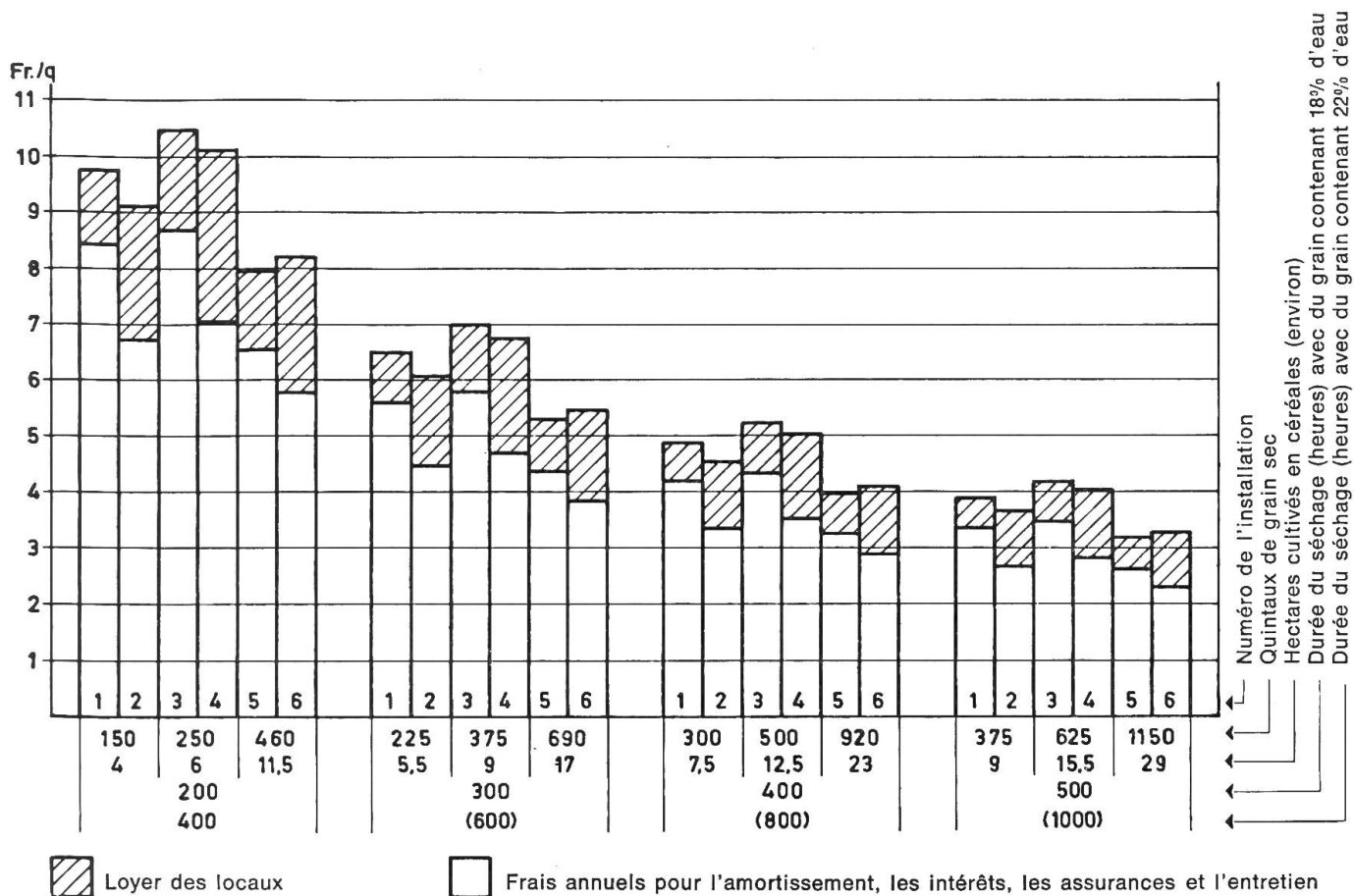


Fig. 5: Frais annuels par quintal de grain qu'occasionne le séchage par air froid.  
Air de séchage réchauffé de 5° C. Séchage ramenant le taux d'humidité du grain à 14%.

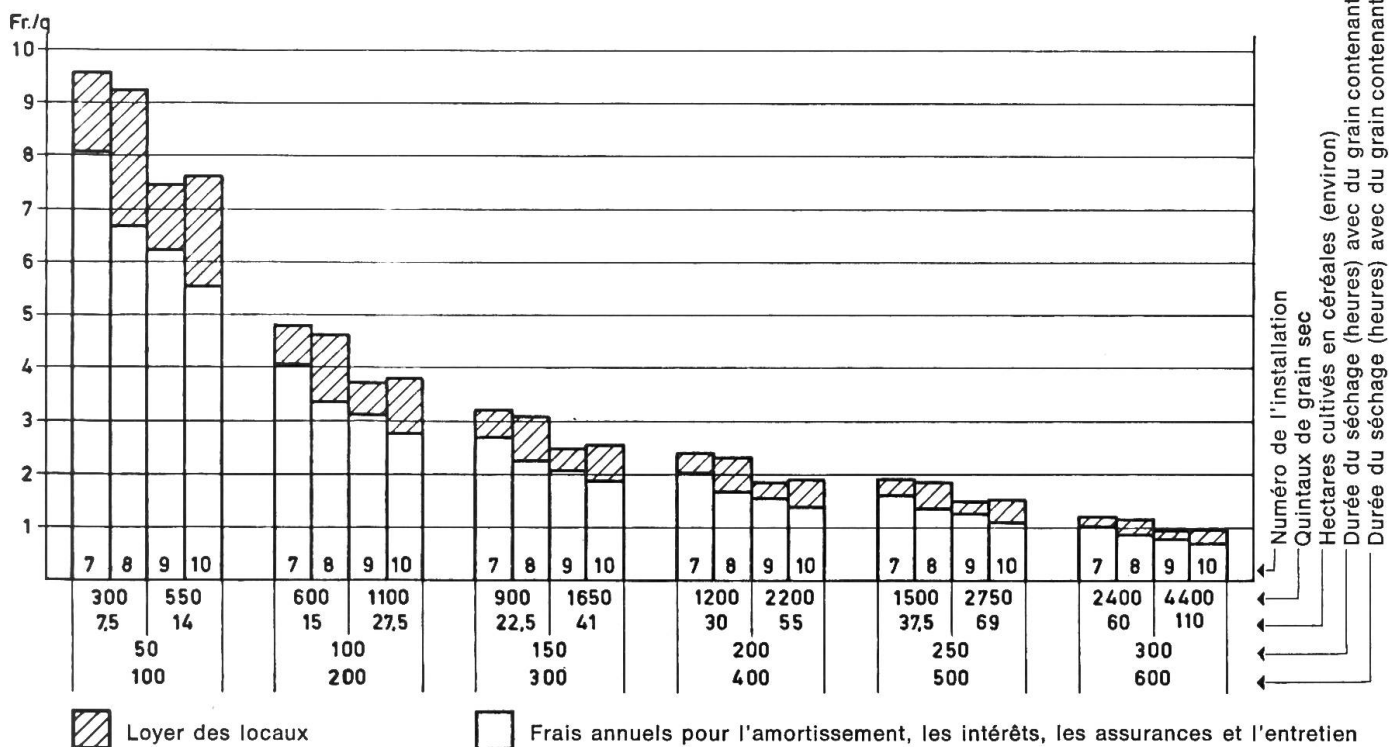


Fig. 6: Frais annuels par quintal de grain qu'occasionne le séchage par air chaud.  
Air de séchage réchauffé de 20° C. Séchage ramenant le taux d'humidité du grain à 14%.

## 4.4 Explications concernant les Tableaux 5 et 6

Les frais qu'occasionne le séchage par air froid sont indiqués sur la Figure 5 d'après les données du Tableau 8 et ceux qu'entraîne le séchage par air chaud ont été portés sur la Figure 6 selon les données du Tableau 9. Les deux figures montrent les frais annuels par quintal de grain sec auxquels on

doit s'attendre avec les deux types d'installations lors de degrés d'utilisation variables. En portant sur les Figures 5 et 6 la contribution de Fr. 4.10 à la couverture des frais, on obtient graphiquement le seuil d'emploi économique d'une installation de séchage mise en place à la ferme (Voir le Chapitre 4.3 et le Tableau 10).

**Tableau 8: Séchoir à grain où la température de l'air de séchage est élevée de 5° C**

Installation no.		1	2	3	4	5	6
Type de séchoir (Z=séchoir vertical cylindrique, F=séchoir horizontal rectangulaire)		Z	F	Z	F	Z	F
Contenance du séchoir (poids / volume)	t/m <sup>3</sup>	6/9	6/9	14/20	14/20	20/30	20/30
Débit du ventilateur	m <sup>3</sup> /h	3500	3500	6000	6000	11000	11000
Puissance calorifique du générateur d'air chaud	kcal/h	12000	12000	19500	19500	53000	53000
Genre d'énergie calorifique		courant	courant	mazout	mazout	mazout	mazout
Capacité de séchage avec une extraction d'eau de 4%	t/h	0,075	0,075	0,125	0,125	0,23	0,23
Prix de catalogue de l'installation	Fr.	5360.—	3700.—	8910.—	6200.—	12060.—	9700.—
Équipement électrique (estimation)	Fr.	300.—	300.—	500.—	500.—	700.—	700.—
Montage 5%	Fr.	270.—	185.—	450.—	310.—	600.—	485.—
Divers 3%	Fr.	160.—	111.—	270.—	186.—	360.—	291.—
(données admises)							
Prix de base (arrondi)	Fr.	6100.—	4300.—	10100.—	7200.—	13720.—	11180.—
Citerne à mazout	Fr.	—.—	—.—	1200.—	1200.—	1200.—	1200.—
Nettoyeur-séparateur + souffleuse à grain	Fr.	2760.—	2760.—	3950.—	3950.—	6200.—	6200.—
Frais occasionnés par l'installation	Fr.	8860.—	7060.—	15250.—	12350.—	21120.—	18580.—
<b>Frais annuels</b>							
Amortissement 10%	14,25%	Fr.	1263.—	1006.—	2173.—	1760.—	3010.—
Intérêts 0,6 x 6%							
Assurances 1,5‰							
Entretien							
Loyer du local (séchoir) frs 8.— par m <sup>3</sup>		Fr.	200.—	360.—	400.—	720.—	600.—
Loyer du local (citerne à mazout) frs 12.— par m <sup>3</sup>		Fr.	—.—	—.—	48.—	48.—	48.—
Frais annuels totaux		Fr.	1463.—	1366.—	2621.—	2528.—	3658.—
							3776.—

## 5. Récapitulation

Comparativement à la livraison directe immédiate du grain au centre collecteur, on peut s'attendre, avec le séchage et le stockage du grain à la ferme, à une contribution à la couverture des frais de Fr. 7.— par quintal de grain d'un taux d'humidité initial de 18 à 19%. Selon les conditions locales et les conditions climatiques, il ressort de chiffres moyens concernant de nombreuses années que le grain accusant la teneur en eau précitée constitue entre le 1/4 et

les 3/4 du rendement des cultures. Avant de procéder à des calculs prévisionnels quant à la capacité de séchage d'une installation (extraction d'eau en tonnes-heure) ou aux frais qu'elle entraîne, il faut déterminer tout d'abord la proportion de grain humide. Toutes les données se rapportent aux quantités de grain à sécher et non pas aux quantités de céréales cultivées.

Les nomogrammes (Figures 3 et 4) permettent de connaître l'interdépendance de certaines données techniques en vue d'un séchage du grain (blé et

**Tableau 9: Séchoir à grain où la température de l'air de séchage est élevée de 20° C**

Installation no.		7	8	9	10
Type de séchoir (Z=séchoir vertical cylindrique, F=séchoir horizontal rectangulaire)		Z	F	Z	F
Contenance du séchoir (poids / volume)	t/m <sup>3</sup>	14/20	14/20	20/30	20/30
Débit du ventilateur	m <sup>3</sup> /h	6000	6000	11000	11000
Puissance calorifique du générateur d'air chaud	kcal/h	53000	53000	80000	80000
Genre d'énergie calorifique		mazout	mazout	mazout	mazout
Capacité de séchage avec une extraction d'eau de 4%	t/h	0,5	0,6	1,1	1,1
Prix de catalogue de l'installation	Fr.	10500.—	7800.—	14000.—	11500.—
Equipement électrique (estimation)	Fr.	500.—	500.—	700.—	700.—
Montage 5%	} (données admises)	Fr.	530.—	700.—	575.—
Divers 3%		Fr.	320.—	420.—	345.—
Prix de base (arrondi)	Fr.	11850.—	8920.—	15820.—	13120.—
Citerne à mazout	Fr.	1200.—	1200.—	2000.—	2000.—
Nettoyeur-séparateur + souffleuse à grain	Fr.	3950.—	3950.—	6200.—	6200.—
Frais occasionnés par l'installation	Fr.	17000.—	14070.—	24020.—	21320.—
<b>Frais annuels</b>					
Amortissement 10%	} 14,25%	Fr.	2423.—	2005.—	3423.—
Intérêts 0,6 x 6%					
Assurances 1,5%					
Entretien					
Loyer du local (séchoir) frs 8.— par m <sup>3</sup>	Fr.	400.—	720.—	600.—	1080.—
Loyer du local (citerne à mazout) frs. 12.— par m <sup>3</sup>	Fr.	48.—	48.—	72.—	72.—
Frais annuels totaux	Fr.	2871.—	2773.—	4095.—	4190.—

**Tableau 10: Quantités de grain sec nécessaires pour couvrir les frais occasionnés par l'emploi d'un séchoir à grain mis en place à la ferme, avec une contribution à la couverture des frais de Fr. 4.10 par quintal de grain (chiffres arrondis)**

	Séchage par air froid						Séchage par air chaud			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Installation de séchage										
Quantités de grain sec nécessaires (sans loyer des locaux)	310 8	245 6	530 13	430 11	735 18	645 16	590 15	490 12	835 21	740 18
Quantités de grain sec nécessaires (avec loyer des locaux)	355 9	335 8	640 16	615 15	890 22	920 23	700 18	675 17	1000 25	1020 26

maïs) à la ferme. Il est ainsi possible de se faire une idée du type et de la grandeur de l'installation de séchage à mettre en place en tenant compte des conditions particulières de l'exploitation et des conditions climatiques locales d'éléments éventuellement déjà à disposition (générateur d'air chaud, par exemple), etc. Ces nomogrammes fournissent aussi des indications concernant la consommation d'énergie calorifique (courant, mazout) qui peuvent être utilisées pour le calcul des frais.

La fabrication d'un séchoir horizontal rectangulaire revient un peu moins cher que celle d'un séchoir vertical cylindrique. En revanche, son emploi demande davantage de travail.

Sans bâtiment, le plus petit séchoir, qui est aussi le meilleur marché (installation no. 2) nécessite 245 quintaux de grain à déshydrater ou 6 hectares. Avec bâtiment, il exige 330 quintaux ou 8 hectares. Pour sa capacité de séchage et ces quantités à déshydrater, il faut une ventilation d'une durée globale d'environ 400 heures. Le séchage d'une charge (1,5 ha en chiffre rond) demande à peu près 80 heures. C'est la raison pour laquelle une récolte avec quatre coupes échelonnées s'avère indispensable, l'intervalle entre deux coupes devant être d'au moins quatre jours.

Le séchage du grain par air chaud permet de déshydrater une quantité plus importante à l'heure. Le seuil de rentabilité de l'installation la moins coûteuse nécessite toutefois 590 quintaux de grain à déshydrater ou 15 hectares, ce qui correspond dans la pratique à une superficie d'environ 30 hectares cultivée en céréales.

**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, 037 / 24 14 68, 1725 Grangeneuve
- TI** Olgiati Germano, 092 / 24 16 38, 6593 Cadenazzo
- VD** Gobalet René, 021 / 71 14 55, 1110 Marcellin-sur-Morges
- VS** Luder Antoine / Widmer Franz, 027 / 2 15 40, 1950 Châteauneuf
- GE** AGCETA, 022 / 45 40 59 1211 Châtelaine
- NE** Fahrni Jean, 038 / 21 11 81, 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. 24.— 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.