

# Conception des séchoirs en grange



Sylvain Boéchat  
Grangeneuve, 04.02.2015



**agridea**

ENTWICKLUNG DER LANDWIRTSCHAFT UND DES LÄNDLICHEN RAUMS  
DÉVELOPPEMENT DE L'AGRICULTURE ET DE L'ESPACE RURAL  
SVILUPPO DELL'AGRICOLTURA E DELLE AREE RURALI  
DEVELOPING AGRICULTURE AND RURAL AREAS

# Contenu

- Rappel: fonctions et objectifs du séchage en grange
- Éléments de la conception d'un séchoir:
  - Formes du tas et dimensions du fenil
  - Hauteur finale du tas
  - Claies et bases du tas
  - Matériaux et aménagements
  - Ventilateur
  - Engrangement
- Conclusions

# Rappel: Objectifs du séchage en grange

- Obtenir un foin de qualité!
  - Foin aussi vert que possible
  - Maintien de la qualité fourragère et nutritive
  - Pas de moisissure
  - Sans échauffement



→ Un bon foin de séchage doit ressembler le plus possible au fourrage qui est sorti de la prairie

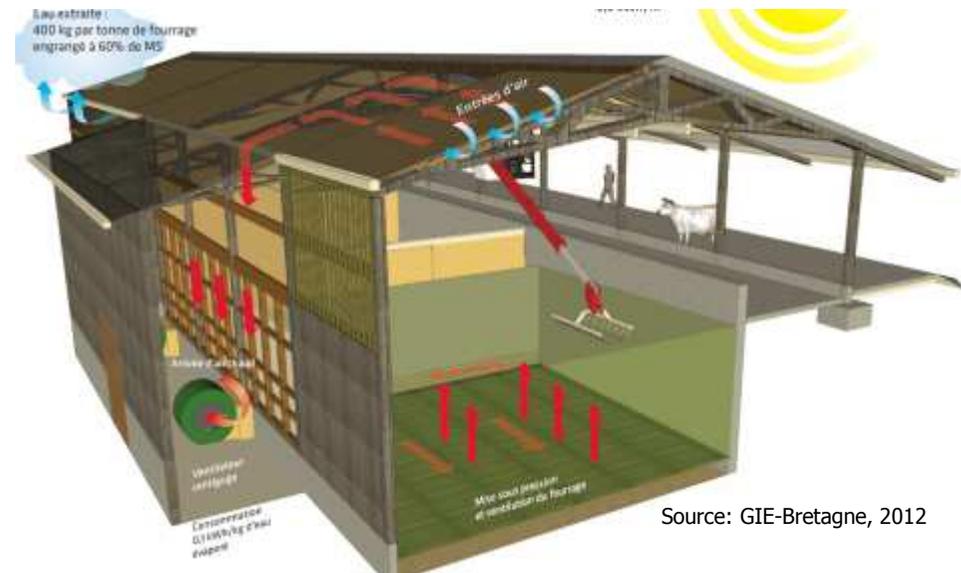
# Rappel: Objectifs du séchage en grange

- Facteurs de réussite pour un séchage de qualité:
  - 1. Conception du séchoir**
  2. Conditionnement du fourrage à l'extérieur
  3. Gestion du séchoir
  
- Le processus et les actions entreprises doivent rester cohérentes!

# Conception du séchoir

Éléments à prendre en considération:

- Formes du tas et dimensions du fenil
- Hauteur finale du tas
- Ventilateur
- Claies et bases du tas
- Mode d'engrangement
- Améliorations des capacités d'évaporations



Source: GIE-Bretagne, 2012

# Forme du tas et dimensions

- Définir les dimensions du fenil, à partir des besoins en fourrage et des surfaces disponibles

$$\text{Volume du tas} = \frac{\text{Quantité totale de foin}}{\text{Densité en kg/m}^3}$$

- Densité du fourrage:
  - Variable selon la composition botanique et stade de récolte
  - Le taux de matière sèche
  - Influence la pression sur le tas

Exemple: Source: Sattler, 2012

Paramètres	Coupe(s)		
	1	2	3
Hauteur du tas à la mise en grange (m)	3.5	2.0	1.5
Hauteur du tas après séchage (m)	2.5	1.8	1.4
Densité lors de l'engrangement (kg/m <sup>3</sup> )	78.6	95.1	93.9
Densité après séchage (kg/m <sup>3</sup> )	86.3	66.2	77.2

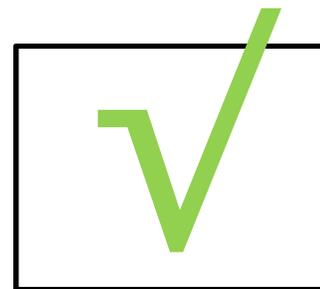
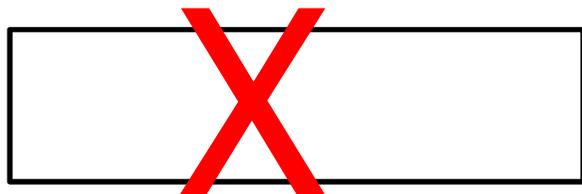
# Forme du tas et dimensions

## Chiffres-clés pour la surface:

- 6 – 10 m<sup>2</sup> par UGB (sans ensilage, ~160 j. d'aff. d'hiver)
- 14 – 24 m<sup>2</sup> par ha de coupe (par charge)

## Dimensions de la base du tas:

- Idéalement forme carrée ou rectangulaire (rapport largeur/longueur 1:2)
- Le rapport L:l n'est souvent plus respecté pour des surfaces > 200 m<sup>2</sup> (prévoir plusieurs cellules)
- Plus la taille est élevée, plus il est difficile d'assurer une répartition homogène du fourrage dans le fenil



# Forme du tas et dimensions

- Mieux vaut 2 tas de tailles différentes que 1 seul grand tas
  - Prix du ventilateur
  - Puissance et consommation électrique nécessaires
  - Possibilité de répartir des qualités et quantités différentes de fourrages
    - Meilleure flexibilité!
- Volume du fenil:  $\sim 30 \text{ m}^3$  par hectare fauché
- Le volume total du ou des tas doit permettre d'engranger la totalité de la 1<sup>ère</sup> coupe.

# Hauteur finale

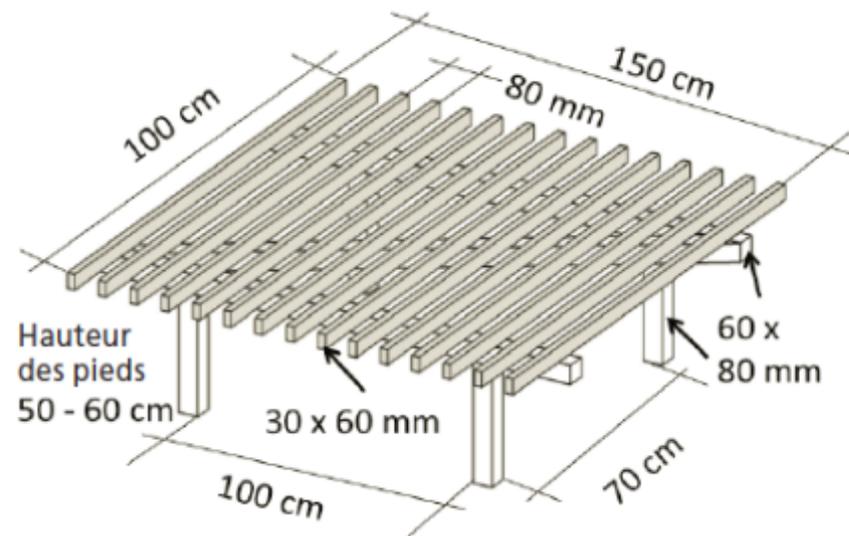
- Dans la mesure du possible: Ne pas dépasser 5.5 m

$$\text{Hauteur du tas} = \frac{\text{Volume du tas (m}^3\text{)}}{\text{surface de base (m}^2\text{)}}$$

- Difficulté à diffuser l'air de façon homogène à travers le tas
- Densité de fourrage plus élevée
- Risque de perte de la qualité du séchage

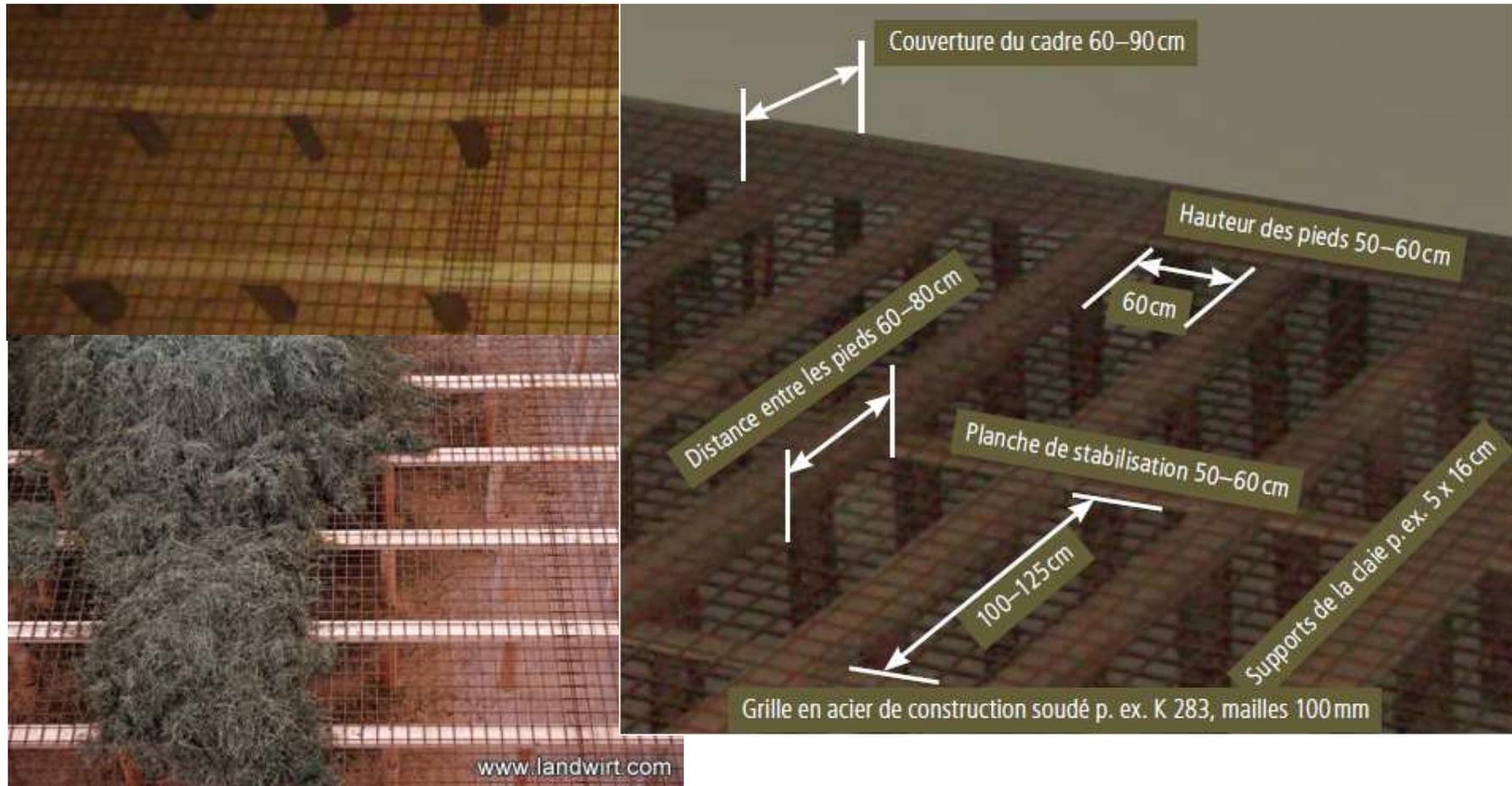
# Claies

- Dimensions
  - Hauteur:
    - dès 35 cm pour tas jusqu'à 100 m<sup>2</sup>,
    - Autres tas: 50 cm voir 60 cm
- Éléments maniables de 1 x 1.5 m ou de 2 x 2 m



# Claies

- Couverture du cadre: lattes ou grillage en acier?



# Claies

- Le long des parois:

Laisser un espace vide de 40 à 80 cm ou couvrir les claies afin que l'air ne s'échappe pas le long des parois

Distance (DR) en cm entre la paroi et les claies en fonction de la surface de base du tas de foin													
Largeur du tas (BS) en m	Longueur du tas (LS) en m												
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
4	30	30	35	35	35	35	35	40	40	40	40	40	40
5	35	40	40	40	40	45	45	45	45	45	45	50	50
6	40	40	45	45	45	50	50	50	50	55	55	55	55
7	45	45	50	50	55	55	55	55	60	60	60	60	65
8	45	50	55	55	55	60	60	65	65	65	65	70	70
9	50	55	55	60	60	65	65	70	70	70	70	75	75
10	55	55	60	65	65	70	70	70	75	75	80	80	80
11	55	60	65	65	70	70	75	75	80	80	85	85	85
12	55	60	65	70	70	75	80	80	85	85	85	90	90
13	60	65	70	70	75	80	80	85	90	90	90	95	95
14	60	65	70	75	80	80	85	90	90	95	95	100	100

<---- au-dessus de cette surface, partager le tas



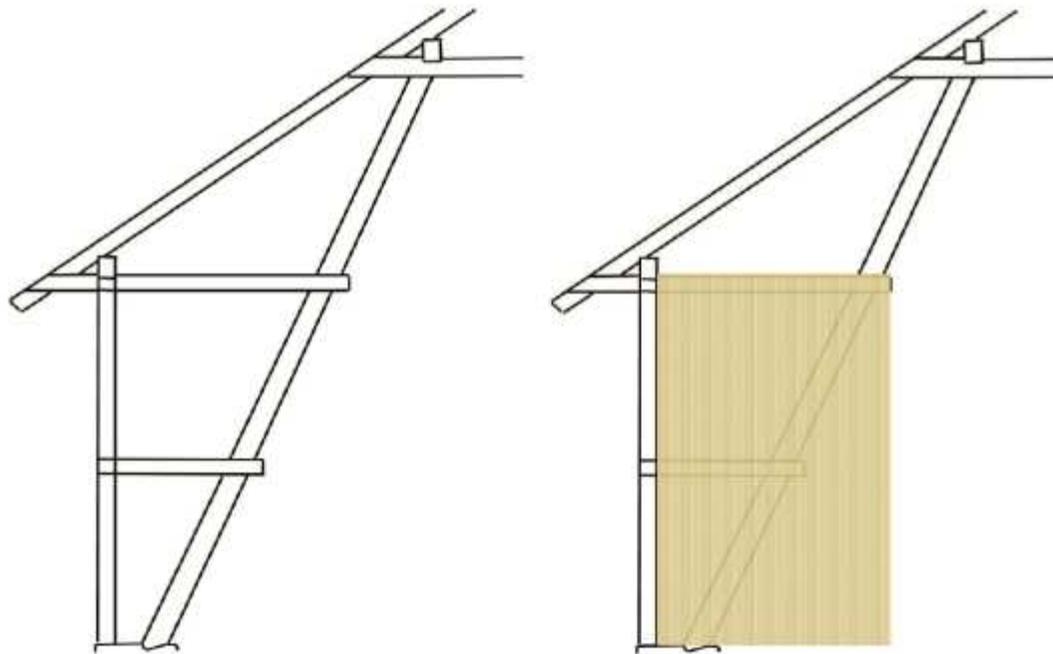
# Matériaux et aménagement

- Les parois
  - Généralement en panneaux de bois agglomérés
  - Hermétiques et étanches (pour éviter les pertes)
  - Résistance à la pression du tas



# Matériaux et aménagement

- Niveau de sol uniforme
- Eviter les obstacles (poutres, angles, etc.)
- Recouvrir les poutres apparentes



# Matériaux et aménagement

## Canal d'amenée d'air

- Différentes variantes possibles
- Dimensions en fonction de la surface du tas
  - Définition de la section d'entrée de l'air
  - Définition de la longueur du canal

Tableau 11: Valeurs indicatives quant aux dimensions des canaux d'aspiration et d'amenée d'air (vitesse maximale de l'air: 5 m/s)

Surface de base du tas m <sup>2</sup>	Section des canaux m <sup>2</sup>	Mesures intérieures* m	Dimensions des poutres (espacement: 50 cm) cm
40	0,9	0,95 x 0,95	6/ 6
60	1,3	1,15 x 1,15	6/ 6
80	1,8	1,35 x 1,35	6/ 6
100	2,2	1,50 x 1,50	6/ 8
120	2,6	1,65 x 1,65	6/10
140	3,1	1,75 x 1,75	6/10
160	3,5	1,90 x 1,90	6/10
180	4,0	2,00 x 2,00	6/10

\* la coupe des canaux ne doit pas forcément être carrée; un canal de 3,5 m<sup>2</sup> de coupe peut, par ex., également présenter les mesures intérieures 1,0 x 3,5 m

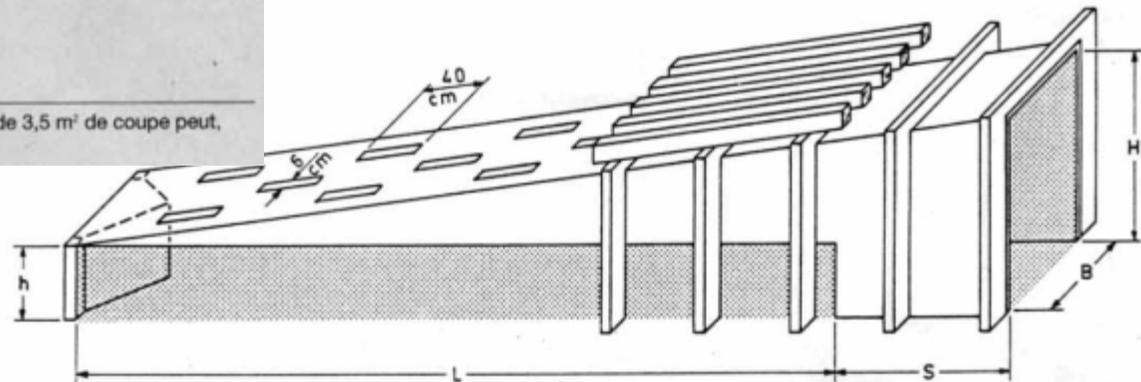
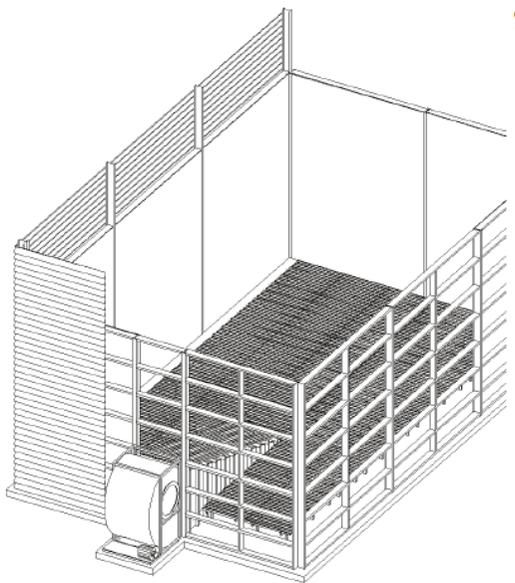


Fig. 13: La section  $H \times B$  (hauteur du canal  $\times$  largeur du canal) correspond à la surface  $h \times L$  (hauteur  $\times$  longueur de l'ouverture latérale);  $S = DR$  selon tableau 3. Le canal est à dimensionner selon le tableau 11 et non pas selon les dimensions de la bouche de sortie du ventilateur.

# Matériaux et aménagement

- Sol: si possible «étanche»
- Eviter ou du moins recouvrir les sols et les parties en béton (bois agglomérés de 16 – 19 mm)
  - Sur le béton, l'air perd  $\sim 1^{\circ}\text{C}$  par 10 mètres parcourus
- Cloisonner le tas de foin



# Ventilateur

- Choix selon la surface et la hauteur du séchoir
- Détermination du débit et de la pression d'air fournis par le ventilateur
- Adapter la puissance au séchoir:
  - Si trop puissant: mauvaise répartition du flux d'air
  - Si pas assez puissant: ventilation/pénétration de l'air insuffisantes, séchage mauvais et insuffisant

→ Un ventilateur adapté garantit une répartition homogène et régulière de l'air à travers tout le tas

# Ventilateur

## Chiffres clés:

- Débit d'air:  $0.11 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{sec}$ . (min  $0.07 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{sec}$ .)
- Vitesse de l'air:  $\sim 5 \text{ m/sec}$
- Pression exercée sur le tas:  $\sim 0.8 \text{ mbar / m tas}$   
(ex:  $4 \text{ mbar}$  pour un tas de  $5 \text{ m}$  de hauteur)
- Pression supplémentaire due aux équipements:
  - Capteurs solaires:  $+ \sim 1.2 \text{ mbar}$
  - Pompe à chaleur-déshumidificateur:  $+ 1.5 \text{ mbar}$
  - Echangeur de chaleur:  $+ \sim 0.8 \text{ mbar}$

Rappel:  $1 \text{ Pa} = 0.01 \text{ mbar}$

# Ventilateur

## Critères de choix

- Puissance moyenne:  $\sim 0.11$  kW /m<sup>2</sup> de surface de tas
- Assurer le débit lorsque la pression augmente!
- Références: Tests d'Agroscope

## Exemple

FAT/ART				2	3	4	5	6	7	8	mbar	dB(A)	
928T	Barth	906	min <sup>-1</sup>	16.4	15.4	14.4	13.5	12.2	11.1	10.0	m <sup>3</sup> /s	66	V/A
1983	Ventomat	10.0	kW	10.0	10.8	11.3	11.7	11.8	11.9	11.9	kW	68	S/L
RD	R-3K	11.5	mbar	33	43	51	58	62	65	67	%		

Caractéristiques techniques du ventilateur

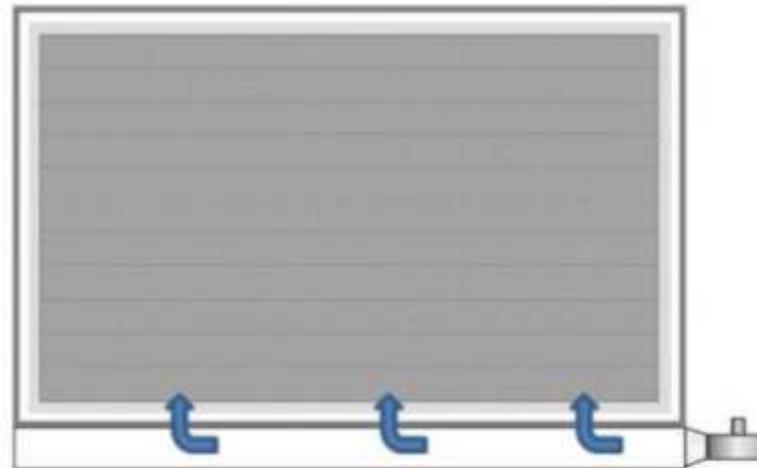
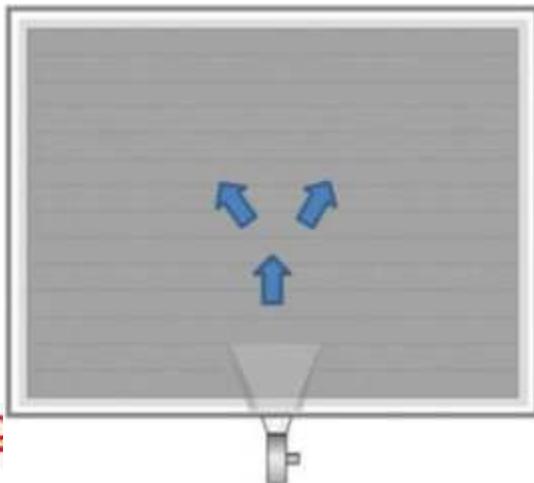
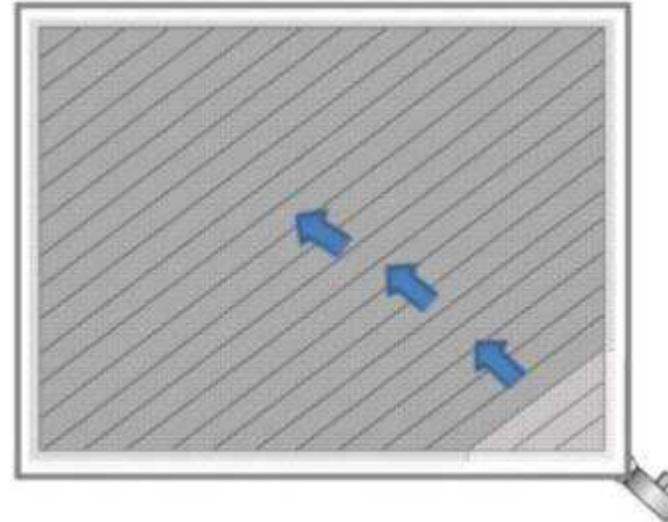
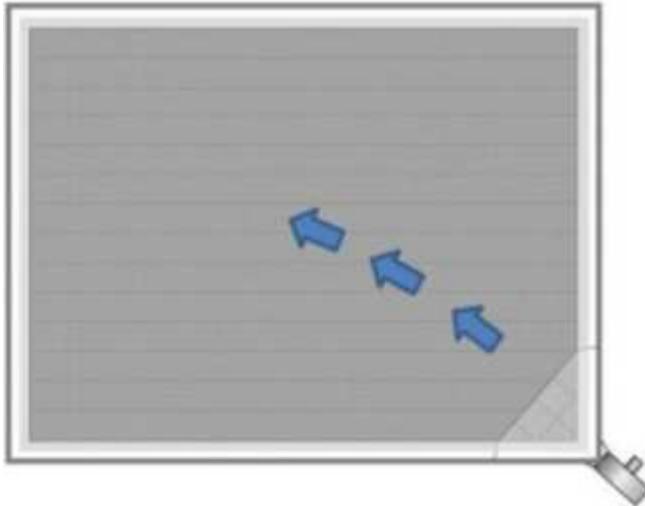
Propriétés du ventilateur (débit, puiss.absorbée, rendement) à différentes pressions d'air (de 2 à 8 mbar)

Bruit

Lien: <http://www.agroscope.admin.ch/tierhaltung/06683/06942/index.html?lang=fr>

# Ventilateur

- Choix de l'emplacement (différentes options)



# Ventilateur

## Selon les cas, prévoir un variateur de fréquence

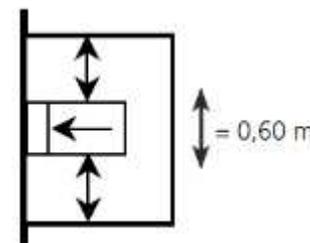
- Régime (tr/min) continu du ventilateur
- Gestion des pics de consommation
- Convient aux tas de grands volumes



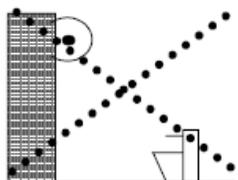
# Ventilateur

## Entrée et sortie d'air

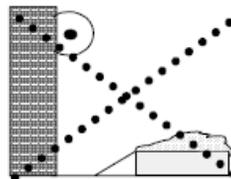
- Le ventilateur introduit un volume d'air qui correspond à  $\sim 90$  fois le volume du tas de foin par heure
- Caisson du ventilateur:
  - Espace libre/ Dégagement équivalent au diamètre du ventilateur (si  $d = 0.6 \rightarrow$



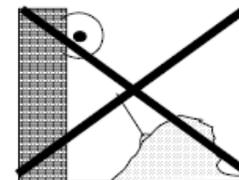
- Eviter que le ventilateur aspire de l'air vicié ou humide



une fontaine



un tas de fumier



air vicié du foin  
en train de sécher

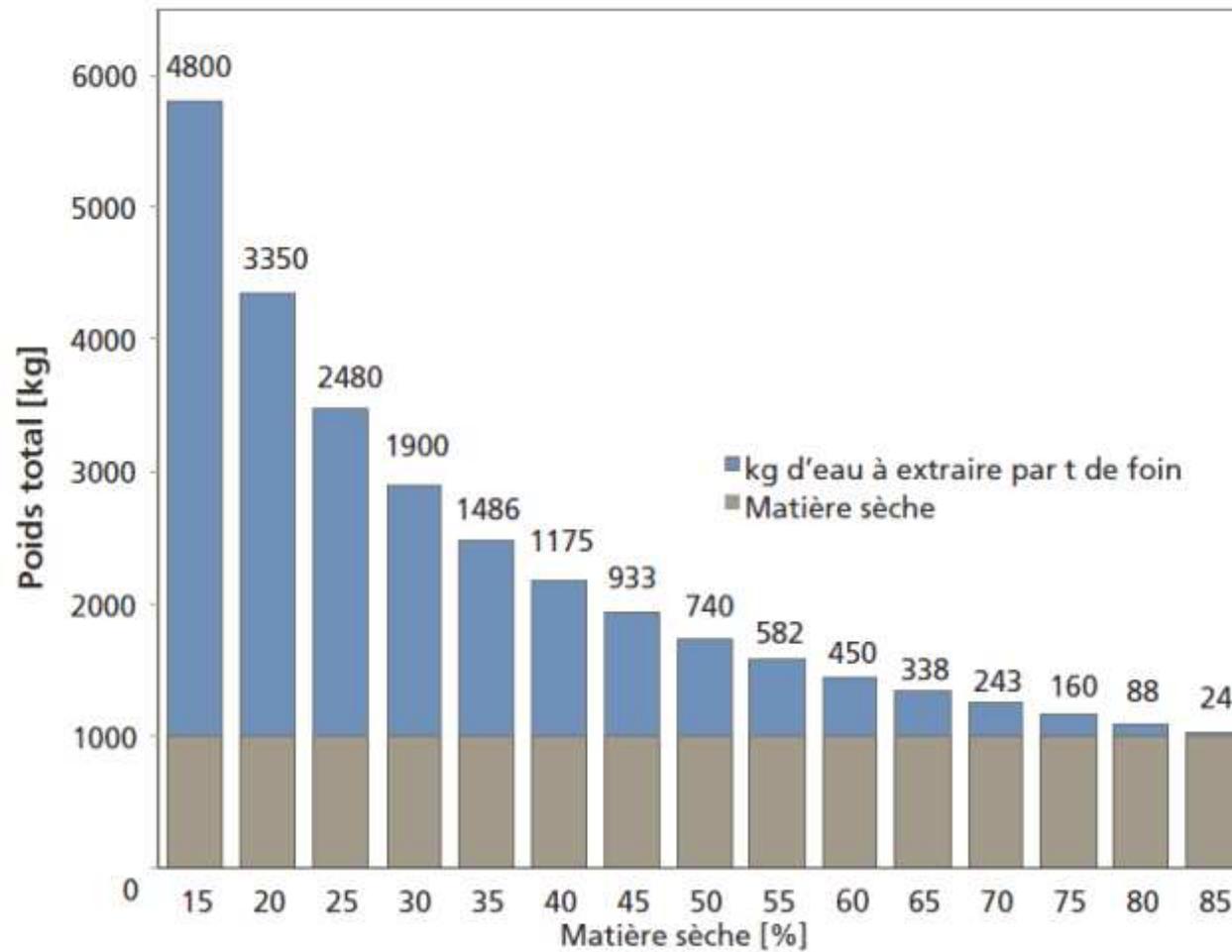
# Ventilateur

## Sortie d'air

- Prévoir des surfaces d'évacuation pour l'air insufflé
- Elles devraient être le double de la surface d'aspiration  
p.ex: tas de 100 m<sup>2</sup>:
  - Surface d'aspiration: 2 m<sup>2</sup>
  - Surface d'évacuation: 4 m<sup>2</sup>
- Eviter que l'air évacuée ne soit récupérée par le ventilateur

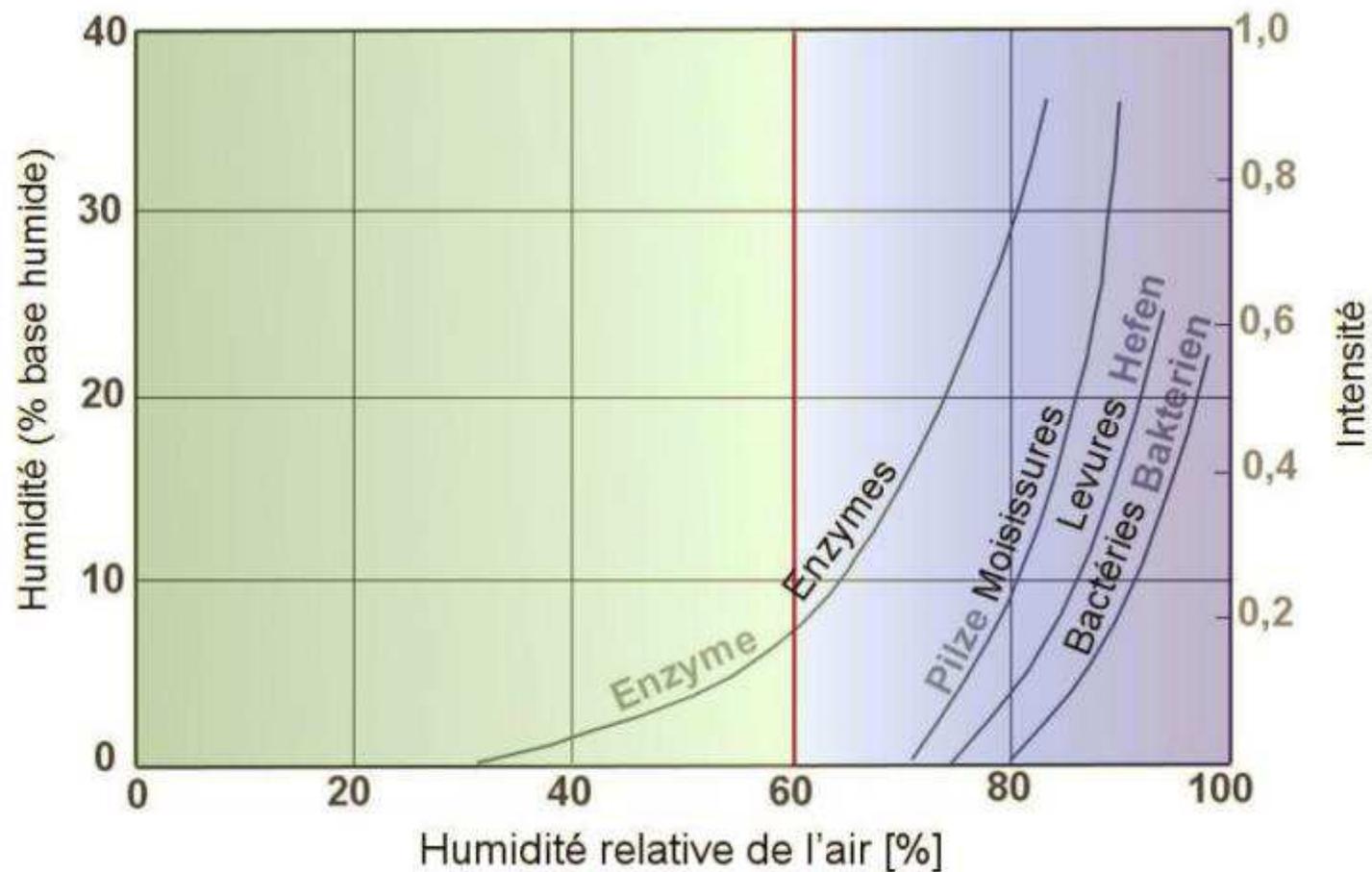
# Ventilateur

- Quantité d'eau à extraire



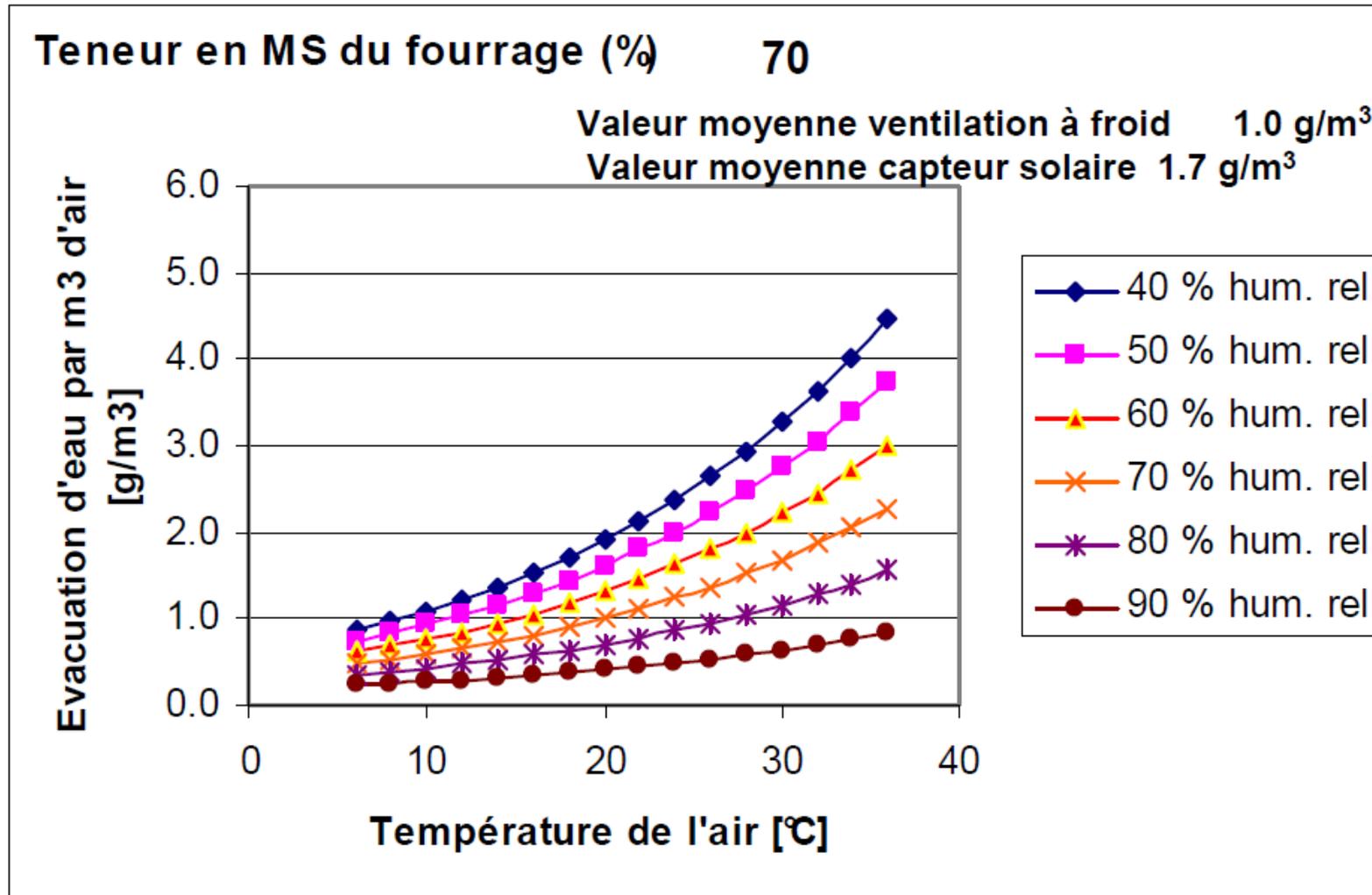
# Ventilateur

- L'humidité relative de l'air ne devrait pas dépasser 60% pour éviter le dvpt de microorganismes



# Ventilateur

- Evacuation de l'eau



# Ventilateur

## Contrôle durant le séchage:

- Vérification de la pression
- du tassement du tas

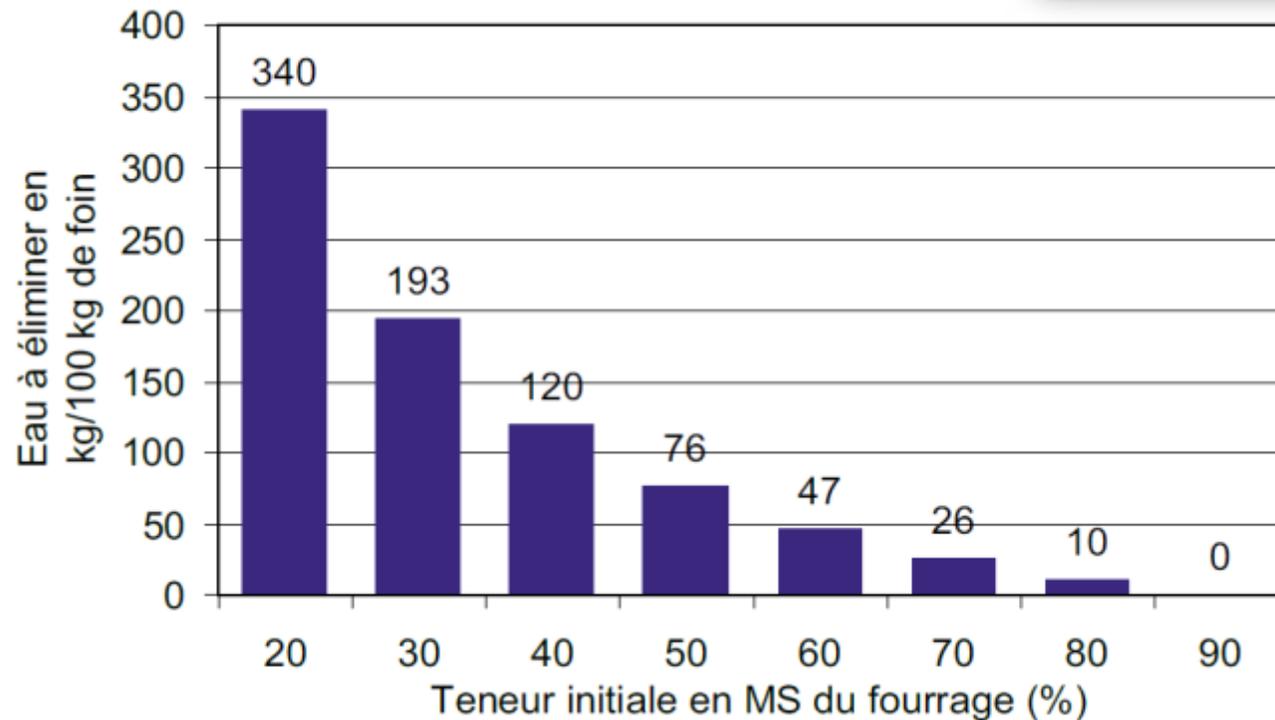


# Méthode d'engrangement

## Préfanage requis:

- Le taux de MS ne doit pas être  $< 50\%$
- Ni  $> 75\%$  MS (risque de pertes par brisures)
- Un séchage au sol trop long induit une perte d'éléments nutritifs

Masse d'eau à évacuer selon le taux de MS:



# Méthode d'engrangement

## Problématique

- Assurer une répartition homogène et régulière du fourrage dans le fenil
- Une mise en grange avec souffleur et répartiteur est généralement plus efficace qu'avec un pont roulant



# Méthode d'engrangement

## Répartition sur le tas

- Etape-clef!
- Assigner une personne responsable pour ce travail
- Prendre le temps nécessaire



# Méthode d'engrangement

- Hauteur de la charge de fourrage
- A réaliser de façon dégressive
  - 1<sup>ère</sup> charge: Maximum 2 mètres (min 1 mètre)
  - Dernière charge: max 50 cm



# Conclusion

- Les principes de base du séchage en grange restent les mêmes
- Les évolutions concernent:
  - L'augmentation de la taille des fenils
  - Adaptation de la structure de certains matériels (claies)
  - Les améliorations des performances de séchage au moyen de sources de chaleur
  - Recommandations la gestion et la logistique à mettre en œuvre de la récolte jusqu'à l'engrangement!



# Merci de votre attention.

Pour des renseignements supplémentaires, veuillez consulter notre site

[www.agridea.ch](http://www.agridea.ch) ou nous contacter par courriel [info@agridea.ch](mailto:info@agridea.ch)

## **Lindau**

Eschikon 28 • CH-8315 Lindau

T +41 (0)52 354 97 00 • F +41 (0)52 354 97 97

## **Lausanne**

Avenue des Jordils 1 • CH-1006 Lausanne

T +41 (0)21 619 44 00 • F +41 (0)21 617 02 61

## **Cadenazzo**

A Ramél 18 • CH-6593 Cadenazzo

T +41 (0)91 858 19 66 • F +41 (0)91 850 20 41