

**Zeitschrift:** Technique agricole Suisse  
**Herausgeber:** Technique agricole Suisse  
**Band:** 35 (1973)  
**Heft:** 5

**Artikel:** Techniques de ventilation des étables et facteurs perturbateurs  
**Autor:** Göbel, W. / Schmidlin, A.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1083765>

### **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:** 09.01.2026

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



## **Techniques de ventilation des étables et facteurs perturbateurs**

par W. Göbel et A. Schmidlin

### **1. Remarques d'ordre général**

Une étable est destinée à protéger les animaux de la neige, de la grêle, de la pluie, de la chaleur, du froid et du vent. Grâce à la ventilation de ce local qui lui sert d'abri, le bétail est approvisionné en suffisance avec l'oxygène dont il a besoin. La ventilation permet aussi d'évacuer la vapeur d'eau, le gaz carbonique et les mauvaises odeurs qui se forment ou se dégagent dans l'étable. La conduite de l'air de ventilation revêt ainsi une très grande importance. Comme la charge animale des étables a été accrue depuis un certain temps pour des raisons d'ordre économique, et que la conduite de l'air de ventilation doit être optimale tant en hiver qu'en été, on peut bientôt parler de la ventilation des animaux sous abri de la même manière que de la ventilation du foin sous toit.

### **2. Les différents systèmes de ventilation**

(Fig. 1)

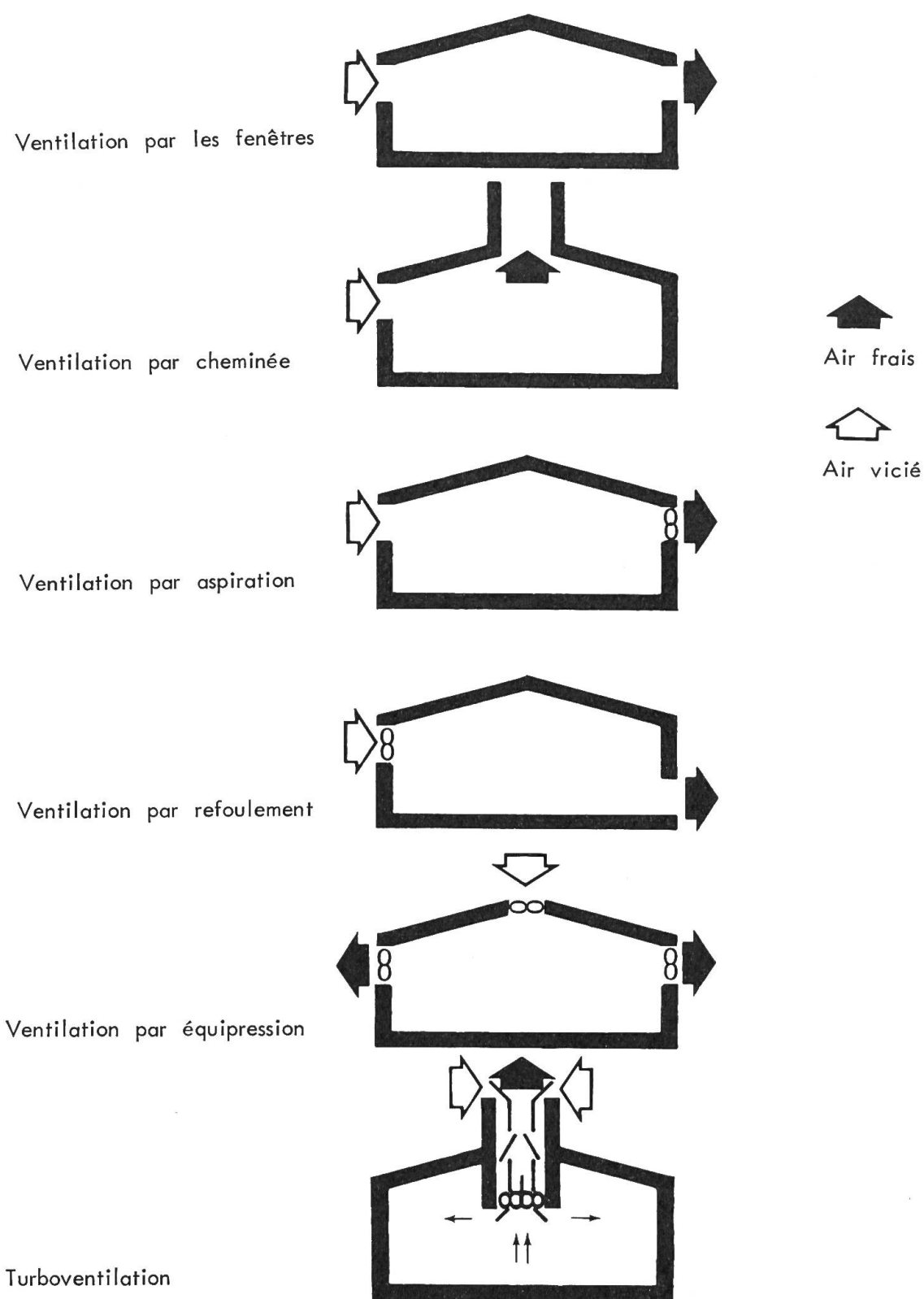
Ces systèmes sont les suivants:

- Ventilation naturelle par les fenêtres
- Ventilation naturelle par fenêtres et cheminée d'évacuation (ventilation par force ascensionnelle de l'air plus chaud ou effet de la pesanteur)

- Ventilation artificielle par ventilateur aspirant (ventilation par dépression, succion ou aspiration de l'air)
- Ventilation artificielle par ventilateur refoulant (ventilation par surpression ou air pulsé)
- Ventilation artificielle combinée par ventilateur aspirant et ventilateur refoulant (ventilation par équipression)
- Ventilation artificielle par ventilateur avec mélange de l'air de circulation (turboventilation)

Il est toujours préférable que l'appareillage de ventilation de l'étable soit simple à monter, facilement accessible, et que sa commande ne présente pas de difficultés. Par ailleurs, des clapets de sécurité devraient assurer l'entrée d'air frais en cas de coupure du courant électrique. La **ventilation naturelle par cheminée d'évacuation de l'air vicié** se montre fréquemment d'une efficacité insuffisante. Il en va de même de la ventilation naturelle par les fenêtres. En ce qui concerne la **ventilation artificielle par aspiration de l'air**, ce dernier ne suit pas toujours le trajet prévu. Lorsque le ventilateur a été monté dans la cheminée (emplacement favorable du point de vue de la pesanteur et du vent), on arrive à obtenir les meilleurs résultats possibles. De plus, l'aération par ventilateur aspirant empêche les mauvaises odeurs de pénétrer dans les locaux attenants. Enfin il ne se

Fig. 1 : REPRÉSENTATION SCHEMATIQUE DE DIVERS SYSTÈMES DE VENTILATION



forme pas d'eau de condensation. Quant à la **ventilation artificielle par refoulement de l'air**, elle permet de donner une direction déterminée au flux d'air et de le laisser s'écouler régulièrement dans l'étable. Ce système offre aussi la possibilité de placer un dispositif de réchauffage de l'air devant le ventilateur. Il nécessite toutefois assez souvent la présence de gaines pour l'amenée de l'air frais. Par ailleurs, l'aération par ventilateur refoulant permet d'éviter plus facilement les courants d'air dans l'étable. En outre, on peut la combiner avec un dispositif de réglage de l'air de circulation. Enfin ce système a l'avantage de fonctionner sans dégagement de poussière et de ne pas exiger ainsi de filtres antipoussière, lesquels réduisent la pression de l'air. La **ventilation artificielle combinée par aspiration et refoulement de l'air** réunit certains avantages que présentent le système à ventilateur aspirant et le système à ventilateur refoulant (ni mauvaises odeurs ni eau de condensation dans les locaux contigus, possibilité de réchauffer l'air de ventilation, pas d'aspiration des gaz de lisier). La **ventilation artificielle dite turboventilation** ne nécessite pas de gaines. Le ventilateur spécial utilisé à cet effet débite d'une part l'air frais (qui entre dans l'étable à la vitesse relativement élevée de 4 à 5 m/s) et aspire d'autre part simultanément l'air vicié. Ce système permet de bien diriger le flux d'air frais. Un thermostat règle l'air de circulation et le réchauffage. Par ailleurs, les possibilités offertes par une disposition symétrique des ouvertures de ventilation dans une étable à toiture à deux pentes sont représentées schématiquement sur la Fig. 2.

### 3. Les facteurs perturbateurs

Chaque système de ventilation présente ses avantages et inconvénients spécifiques. Les facteurs perturbateurs suivants sont susceptibles d'influencer défavorablement l'aération de l'étable:

- Effet du vent sur les ouvertures de ventilation
- Ecoulement défavorable de l'air dans l'étable
- Etable insuffisamment étanche à l'air
- Echauffement de l'air de ventilation
- Réglage insuffisant du débit d'air
- Mauvaises disposition et conception des ouvertures d'évacuation de l'air vicié

- Formation d'eau de condensation aux ouvertures de ventilation
- Gaz de lisier dans l'étable (mauvaise conception du système d'évacuation des déjections)

#### 3.1 Effet du vent sur les ouvertures de ventilation

Les Figures 3a, 3b, 4a et 4b montrent que la pression exercée par un vent arrivant à la verticale sur le ventilateur peut représenter plus de 10 mm CE (à la colonne d'eau) et son effet de succion 6 mm CE. Etant donné que le vent s'avère très nuisible au fonctionnement du système de ventilation, une étable doit donc être implantée de telle façon qu'elle ne soit pas exposée au vent et le ventilateur être encastré dans un mur qui ne soit pas perpendiculaire à la direction du vent dominant. Selon la Fig. 4a, par exemple, le pan de pignon C d'un bâtiment avec toiture à deux pentes se trouve soumis à une pression maximale du vent correspondant à 11 mm CE lorsque la direction du vent  $\varphi$  qui souffle contre le mur en question est de 90°. La «pression du vent» maximale sur ce mur (succion) représente 6 mm CE quand le vent arrive sur le côté de l'étable qui est perpendiculaire à l'axe longitudinal (0°). Par ailleurs, le montage symétrique de plusieurs ventilateurs dans le sens transversal n'est pas seulement profitable du point de vue de la dynamique des fluides mais aussi en raison de la pression exercée par le vent, que l'on n'arrive jamais à éviter entièrement. Avec quelques ventilateurs placés symétriquement, il peut facilement se produire une différence de pression du vent de l'ordre de 16 mm CE. S'il s'agit de ventilateurs refoulants et que l'air vicié s'écoule par une cheminée montée dans le faîtage, le vent exerce un effet favorable sur le fonctionnement du système de ventilation (voir la Fig. 5). La pression du vent se montre par contre défavorable, suivant cette figure, dans le cas d'un système comportant des ventilateurs aspirants disposés de façon symétrique. Afin de ne pouvoir utiliser qu'un seul ventilateur avec le système de ventilation par refoulement, il convient d'encastrer l'appareil dans un pan de pignon à l'abri du vent puis de raccorder à ce ventilateur unique une gaine de ventilation fixée au milieu et sur toute la longueur du plafond. Une telle gaine doit être pourvue de gaines secondaires se terminant par des vannes ou des anémostats. En raison de la pression

**Fig. 2 : POSSIBILITES OFFERTES PAR UNE VENTILATION SYMETRIQUE DANS  
UNE ETABLE AVEC TOITURE A DEUX PENTES**

Appréciation des systèmes		Favorable du point de vue de la pesanteur	Favorable du point de vue du vent	Entrée d'air chaud du toit	Court - circuit possible	Cheminées nécessaires	Gaines nécessaires
Systèmes							
$D/D$		● ●		▲		■	
$G/G$					▲		■
$L/L$					▲		
$L/G$			●				■
$L/D$		● ●				■	
$G/D$		● ●				■ ■	
$G/L$							■
$D/L$				▲		■	
$D/G$				▲		■ ■	
←○ Air frais →● Air vicié							
D = Plafond      G = Plan de pignon      L = Mur longitudinal							

de refoulement, toute ouverture débouchant dans l'étable peut être ainsi réglée de telle façon et de manière différenciée, le long de la gaine de ventilation principale, qu'une égale quantité d'air s'écoule partout (Fig. 6). La Fig. 7 donne une vue d'ensemble des diverses réalisations possibles pour les ouvertures d'admission d'air frais avec un système d'aération à ventilateur aspirant.

### **3.2 Ecoulement défavorable de l'air dans l'étable**

L'écoulement de l'air est défavorablement influencé par divers facteurs, notamment par des équipements intérieurs de l'étable (cloisons des stalles, mangeoires), par les animaux et la chaleur qu'ils dégagent, ainsi que par l'emplacement des poutres et des tubes fluorescents. L'air de ventilation peut ainsi dévier selon le sens vertical puis ne plus se détacher du plafond froid (effet de Coanda), ce qui provoque la rencontre de deux flux d'air. Lorsque l'arrivée de l'air de ventilation a lieu parallèlement à l'axe longitudinal et de façon asymétrique, l'étable n'est en général pas aérée régulièrement (ce qui s'avère particulièrement important pour l'endroit de stationnement des animaux). Par ailleurs, il se produit des zones de tourbillon secondaires dans les étables larges malgré une ventilation symétrique.

### **3.3 Etables insuffisamment étanches à l'air**

L'air de ventilation peut s'échapper par des fentes et interstices dans le plafond, de même que par des portes et fenêtres ouvertes, et n'être ainsi pas utilisé. Le meilleur système de ventilation ne fonctionne alors pratiquement plus. Il est possible de boucher les interstices du plafond à l'aide de feuilles d'aluminium, par exemple, qui empêchent aussi le passage de la vapeur.

### **3.4 Echauffement de l'air de ventilation**

Dans la mesure du possible, l'air frais ne devrait être aspiré ni sous les combles ni juste au-dessus du toit, du fait qu'il y est fréquemment trop réchauffé en été par les rayons solaires. Les animaux réagissent plus rapidement aux températures élevées — par une baisse de rendement — qu'aux basses températures.

### **3.5 Réglage insuffisant du débit d'air**

Le débit d'air des ventilateurs est environ huit fois plus important en été que pendant la saison froide (renouvellement horaire de l'air en hiver: à peu près trois fois). Le rendement du système de ventilation doit être adapté à cet état de choses. Les possibilités de réglage sont les suivantes: modification de la vitesse de rotation du ventilateur, mise hors circuit de certains ventilateurs (au cas où il y en a plusieurs), montage de clapets d'étranglement dans la gaine de ventilation, réglage de l'air de circulation. Le changement de la vitesse de rotation représente la solution la plus mauvaise du fait que le ventilateur n'atteint le maximum de sa puissance absorbée qu'avec une pression déterminée de l'air (voir Fig. 5). De toute façon, il faut tenir compte de la courbe caractéristique de fonctionnement de l'appareil puisque le débit d'air d'un ventilateur baisse rapidement lorsque la pression augmente. Le réglage de l'air de circulation présente des avantages dans les régions où l'on note de grandes différences de température entre l'été et l'hiver. Durant la saison froide, l'air frais est réchauffé en se mélangeant à une partie de l'air vicié. Le risque qu'il se produise des courants d'air est alors moindre.

### **3.6 Mauvaises disposition et conception des ouvertures d'évacuation de l'air vicié**

Des résistances inutiles doivent être évitées. C'est la raison pour laquelle il faut que les ouvertures d'évacuation de l'air vicié soient dégagées et ne comportent pas de raccords pour tubulures, si possible. L'espace d'aspiration d'un ventilateur ne représente pas un volume important. C'est pourquoi il convient de monter les ventilateurs aspirants aux endroits où l'air vicié s'accumule. Une évacuation de l'air vicié par le faitage se montre très favorable. L'air saturé de vapeur d'eau se rassemble en effet sous le plafond et peut être chassé dehors par un ventilateur, à une grande hauteur, en ne nécessitant qu'une faible dépense d'énergie et en profitant encore de la force ascensionnelle de cet air plus chaud. Le mélange intime de l'air vicié avec l'air extérieur atténue en outre les mauvaises odeurs. Dans le cas des étables à plancher à claire-voie (caillebotis), la cheminée d'évacuation de l'air vicié

Fig. 3 :

CHARGE DE VENT MAXIMALE

Les valeurs indiquées sont rarement atteintes. Elles servent cependant à établir les calculs statiques,

Fig. 3a : Charges admises selon la norme SIA 160 11.4

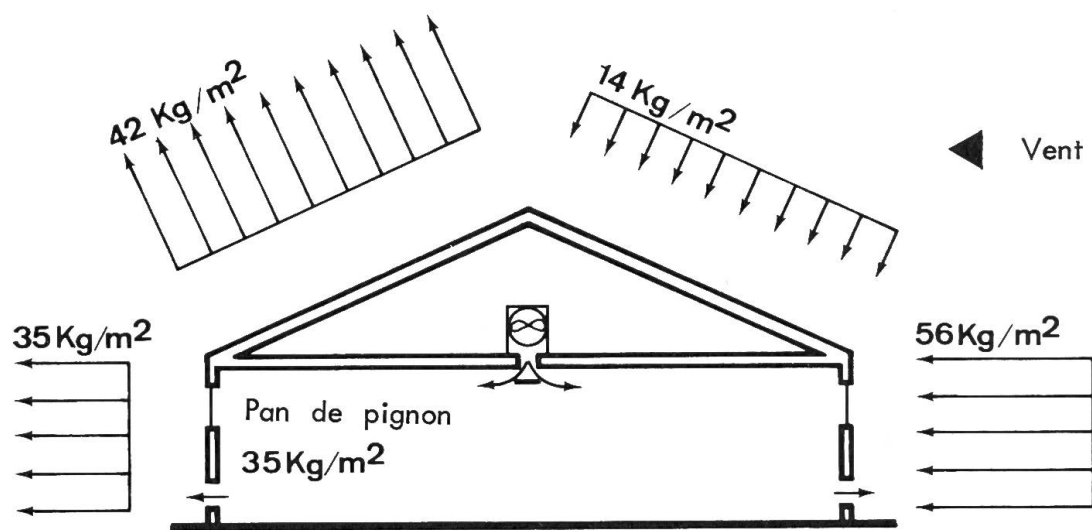
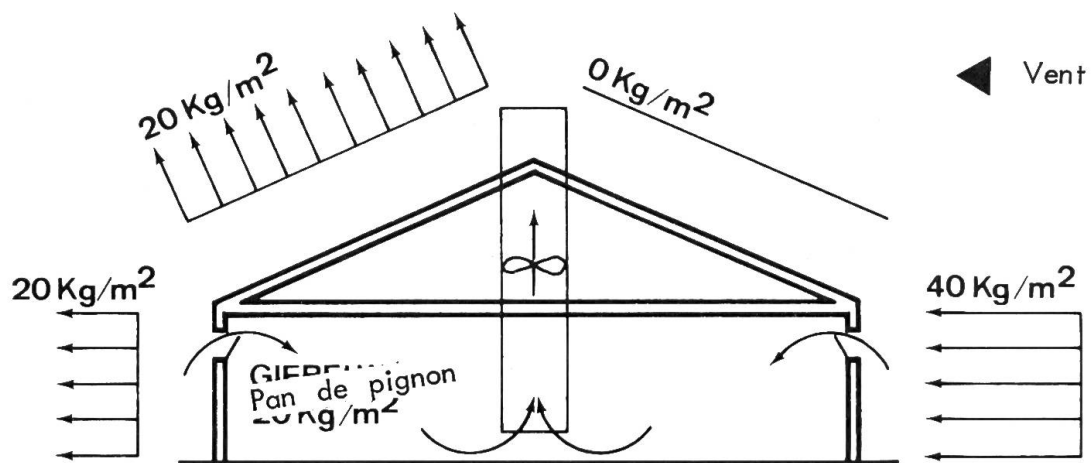


Fig. 3b : Charges admises selon la norme DIN 1055.4





descend jusque sous le plancher. En outre, la section de cette cheminée se rétrécit vers le bas car on n'a pas besoin de toute sa largeur en hiver. Des volets prévus pour les plus importantes masses d'air qui s'écoulent en été sont montés à l'intérieur de la cheminée à la hauteur du plafond de l'étable (Fig. 7). Dans les étables nouvellement construites, les fenêtres restent hermétiquement fermées ou bien sont remplacées par des briques ou carreaux en verre.

### 3.7. Admission de l'air frais

Les dimensions des ouvertures d'entrée de l'air frais peuvent tout au plus atteindre celles des ouvertures de sortie de l'air vicié. D'autre part, plus l'air extérieur froid s'écoule lentement à travers le mur latéral à la hauteur du plafond, plus il descend rapidement sur les animaux en engendrant un courant d'air. Il ne se produit par contre pas de courant d'air lorsque l'air froid entrant doit parcourir une distance suffisamment longue jusqu'à l'endroit de stationnement des animaux et qu'il se mélange ainsi avec l'air de l'étable. L'équilibrage des températures se fait alors bien mieux. La vitesse d'entrée de l'air frais, et, par conséquent, la direction et le parcours du flux d'air, peuvent être modifiés en manœuvrant le volet monté dans l'ouverture d'admission de l'air frais. A ce propos, il est utile que cet air s'écoule à la vitesse de 2 à 2,5 m/s à travers des déflecteurs réglables ou des lamelles obliques — comportant des perforations de 1 à 2 cm de diamètre et conçues comme des sortes de buses — à mettre en place le long du mur longitudinal à la hauteur du plafond de l'étable. Des volets d'aération pour l'été, qu'on fixe au bas du mur latéral, présentent également des avantages. En raison de la température équilibrée de l'air ambiant et de l'air extérieur, ils n'engendrent en effet pas de courants d'air. Comme on le sait, la pesanteur a pour conséquence que des ouvertures basses neutralisent des ouvertures placées plus haut (Fig. 7).

### 3.8 L'eau de condensation

L'eau de condensation se forme aux endroits où de l'air chaud contenant de la vapeur d'eau est refroidi. Cela se produit aux gaines conduisant l'air frais ou

l'air vicié qui n'ont pas été assez calorifugées. Au cas où l'eau de condensation peut s'écouler sans causer de dommages, une isolation thermique se montre superflue.

### 3.9 Les gaz de lisier

Le gaz ammoniac et l'hydrogène sulfuré ou acide sulfhydrique se forment lors de la décomposition du purin et des bouses (lisier). L'hydrogène sulfuré est déjà très toxique en faible quantité. En règle générale, la fosse à lisier a été raccordée au canal à lisier par l'intermédiaire d'une espèce de siphon. On devrait veiller à ce que de l'air provenant de ce canal ne puisse parvenir dans l'étable à travers le plancher à claire-voie (caillebotis). Cela s'avère possible lorsque l'air peut s'échapper à l'extérieur de l'étable par des ouvertures pratiquées dans le canal à lisier. De telles ouvertures ne doivent pas être exposées au vent. Les systèmes de ventilation par succion qui aspirent l'air de l'étable à tel ou tel endroit au-dessus du plancher à claire-voie peuvent donner lieu à des intoxications. La Fig. 8 montre clairement la plus forte concentration de gaz ammoniac qui se produit à l'endroit où il se forme et qui représente 50 ppm (particules par million) au-dessous du caillebotis. Il serait indiqué de limiter la formation de gaz de lisier à un minimum en choisissant un système approprié d'évacuation des déjections solides et liquides puis de ne pas prévoir l'évacuation de ces gaz par le dispositif de ventilation. Comme on peut le voir sur la Fig. 9, le gaz ammoniac s'accumule au plafond. Son poids spécifique est très faible.

## 4. Remarques finales

Cette vue d'ensemble sommaire des techniques de ventilation des étables et de certains facteurs perturbateurs nous aide à diriger notre effort principal sur tel ou tel point de notre programme de recherches. A partir de l'été 1973, la FAT disposera d'un appareillage de conditionnement d'air afin de pouvoir fixer une vaste gamme de valeurs déterminées — pour des locaux d'un volume allant de 35 à 300 m<sup>3</sup> — en ce qui concerne la température, le taux d'humidité et la vitesse de l'air de ventilation. Le flux d'air



Fig. 4 :

PRESSION EXERCEE SUR LES ORIFICES D'UN VENTILATEUR

Pression de  
refoulement

$$q = c \cdot \frac{\gamma}{2 \cdot g} v^2 = c \cdot 12$$

$c$  = coefficient d'objet

$\gamma$  = poids spécifique de l'air  
de 1,21 kg/m<sup>3</sup>

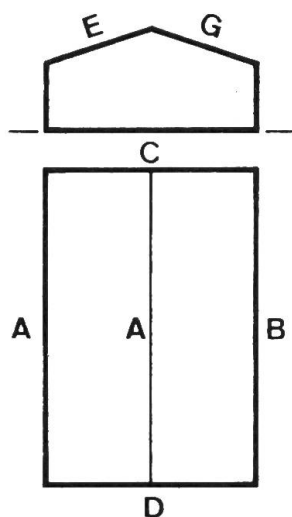
$g$  = accélération de la pesanteur  
de 9,81 m/s<sup>2</sup>

$v$  = vitesse du vent en m/s

Dans les calculs, nous avons admis une vitesse maximale du vent de  $v = 14 \text{ m/s} = 50 \text{ km/h}$  et appliqué les coefficients d'objet selon la norme SIA 160. Les pressions qui en résultent (en mm CE) sont les suivantes:

Fig. 4a

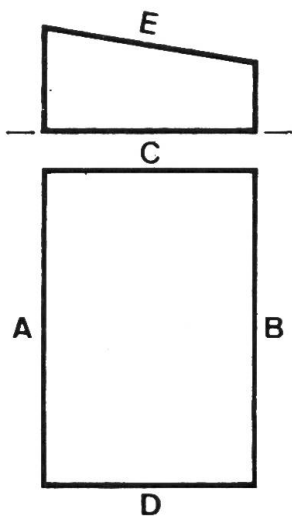
Toit à deux pentes



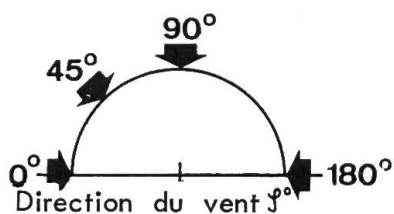
$\varphi^\circ$	A	B	C	D	E	G
0	10	-6	-6	-6	2	-7
45	6	-6	5	-4		-10
90	-4	-4	11	-4	-6	-6

Fig. 4b

Toit à une pente, III, 9



$\varphi^\circ$	A	B	C	D	E
0	11	-6	-7	-7	-6
45	6	-7	5	-5	-14
90	-6	-4	11	-2	-4
180	-5	10	-8	-8	1



**Fig. 5 : REPARTITION DE LA PRESSION AVEC LES SYSTEMES DE VENTILATION**  
**PAR ASPIRATION OU PAR REFOULEMENT**

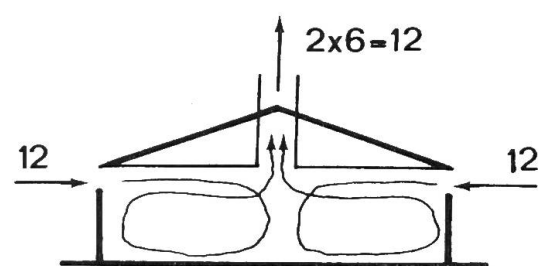
Remarques :

1. Le vent agit favorablement sur les ventilateurs refoulants.
2. En cas de vent, le système à refoulement dispose d'une quantité d'air supérieure.
3. Comme l'air qui contient de la vapeur d'eau s'amasse en haut, le ventilateur refoulant est plus favorable avec ce système.
4. Avec le système à aspiration, la direction du flux d'air se trouve presque inversée en cas de grand vent sur le côté de l'étable exposé au vent dominant.

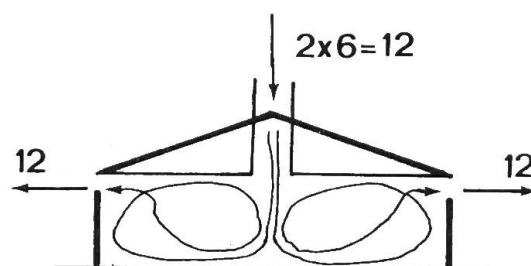
Ventilateur refoulant

Ventilateur aspirant

Donnée admise : résistance constante de 6 mm CE dans le système de ventilation

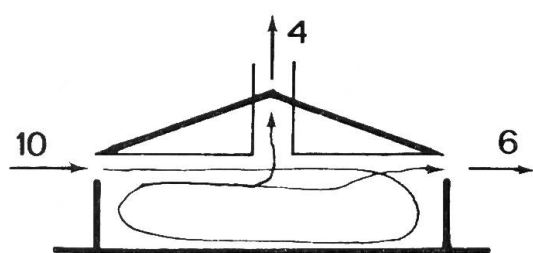


Absence  
de vent

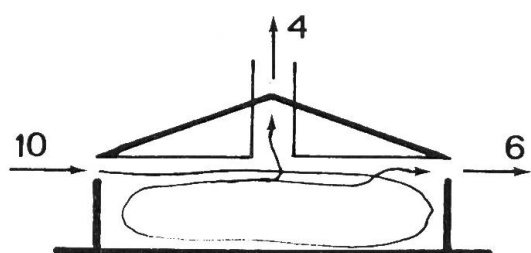


+

+

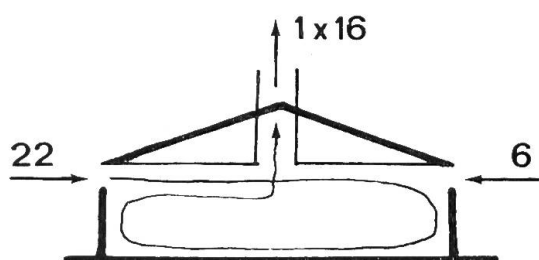


Vent seul



≡

≡



Vent +  
Ventilateur

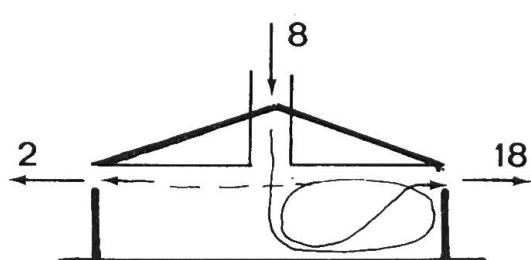
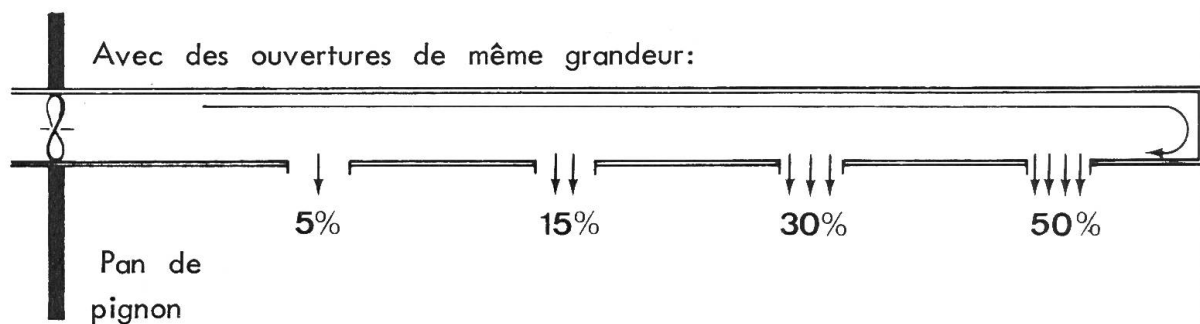


Fig. 6 : GAINÉ DE VENTILATION AU MILIEU DE L'ETABLE AVEC VENTILATEUR  
DANS LE PAN DE PIGNON



1. En raison de la pression de refoulement, ouvrir les vannes de manière différenciée
2. Ne pas prévoir trop d'ouvertures de ventilation

Fig. 7 :  
OUVERTURES D'ADMISSION DE DIVERS GENRES POUR L'AIR FRAIS

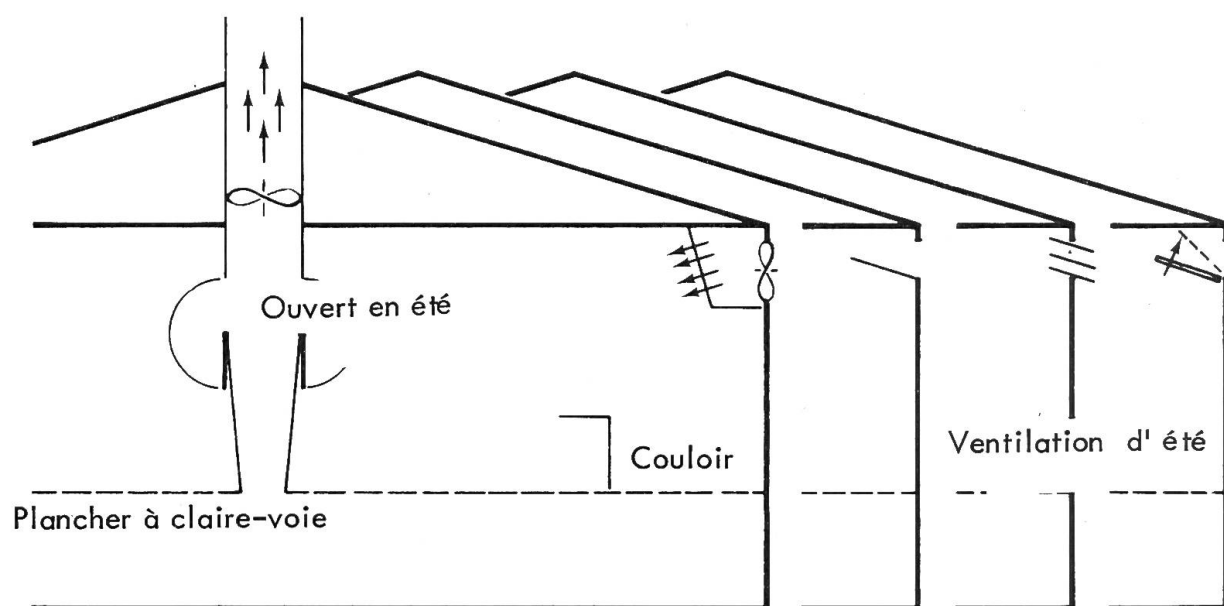


Fig. 8 :

PROFILS DU GAZ AMMONIAC ( $\text{NH}_3$ ) EN PPM

Pompe à purin hors fonctionnement

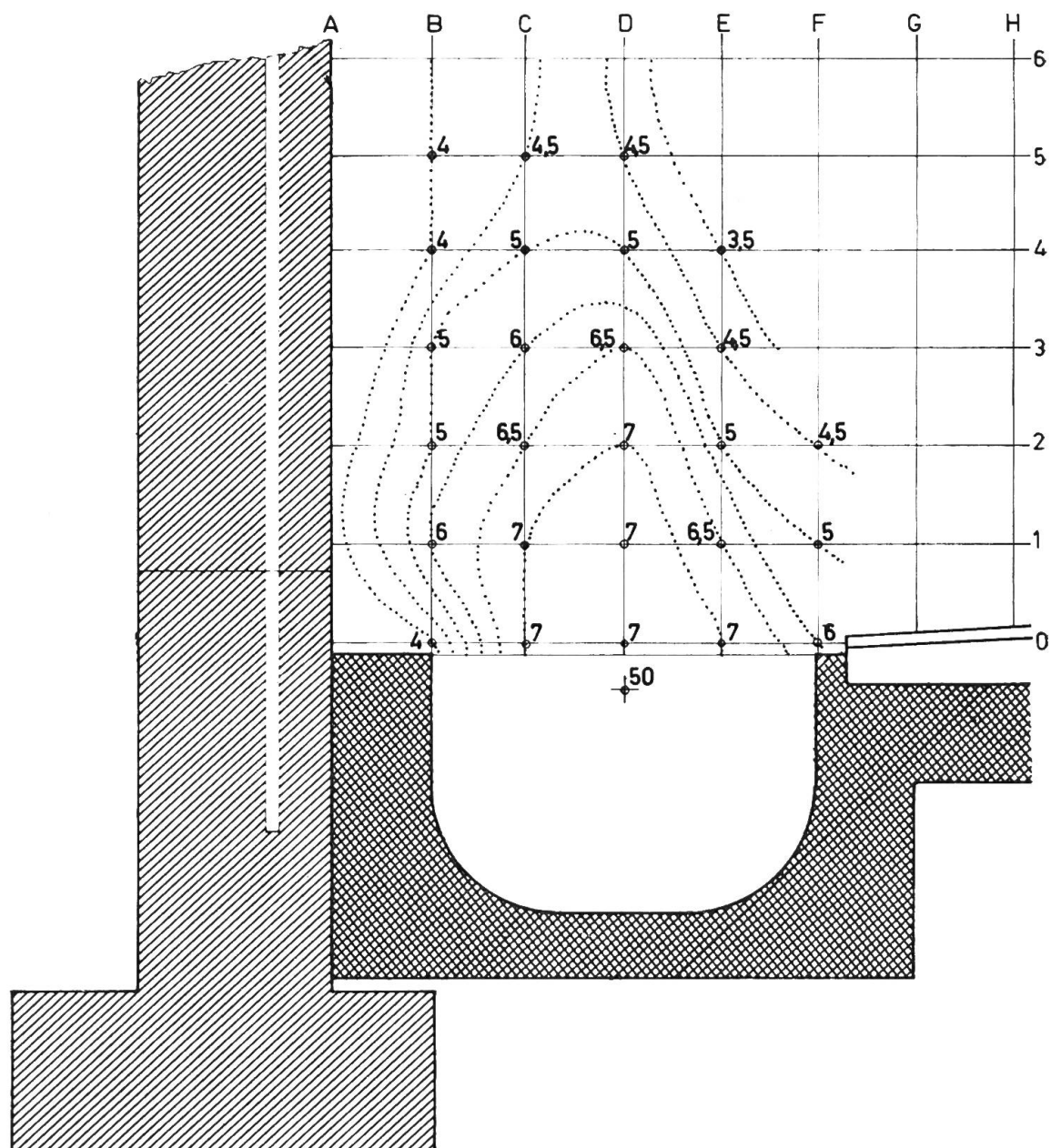
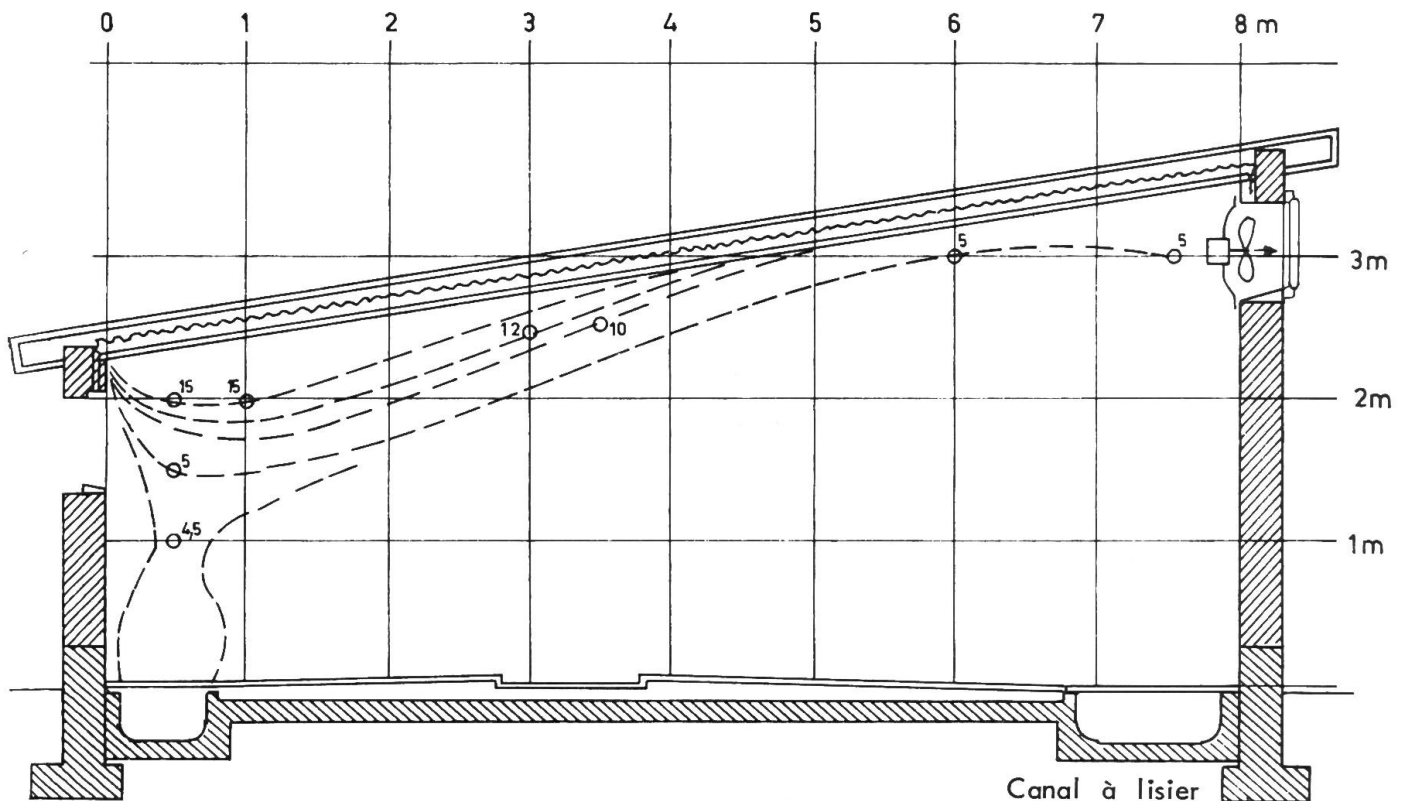


Fig. 9 :

# PROFILS DE CONCENTRATION DU GAZ AMMONIAC DANS UNE PORCHERIE

----- Comportement approximatif des courbes de gaz ammoniac ( $\text{NH}_3$ ) de même concentration

o Endroits où les concentrations de gaz ammoniac ( $\text{NH}_3$ ) furent mesurées (en ppm)



doit être rendu visible et pouvoir être ainsi photographié afin d'obtenir des données sur l'influence des facteurs perturbateurs lors de la mise à l'épreuve de différents systèmes de ventilation. D'autres expérimentations permettront de tirer au clair le comportement et l'influence des gaz de lisier. Des profils de concentration de ces gaz devront compléter les diagrammes relatifs à l'écoulement de l'air. Il sera certainement possible de disposer alors de nouvelles indications pour une conception plus rationnelle de la conduite de l'air de l'étable et des systèmes de ventilation.

Reproduction intégrale des articles autorisée avec mention d'origine.

**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:**

<b>FR</b>	Lippuner André, 037 / 24 14 68, 1725 Grangeneuve
<b>TI</b>	Olgiati Germano, 092 / 24 16 38, 6593 Cadenazzo
<b>VD</b>	Gobalet René, 021 / 71 14 55, 1110 Marcelin-sur-Morges
<b>VS</b>	Luder Antoine / Widmer Franz, 027 / 2 15 40, 1950 Châteauneuf
<b>GE</b>	AGCETA, 022 / 45 40 59, 1211 Châtelaine
<b>NE</b>	Fahrni Jean, 038 / 21 11 81, 2000 Neuchâtel