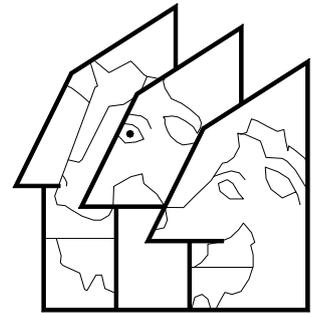


# LA VENTILATION LONGITUDINALE DANS LES ÉTABLES LAITIÈRES

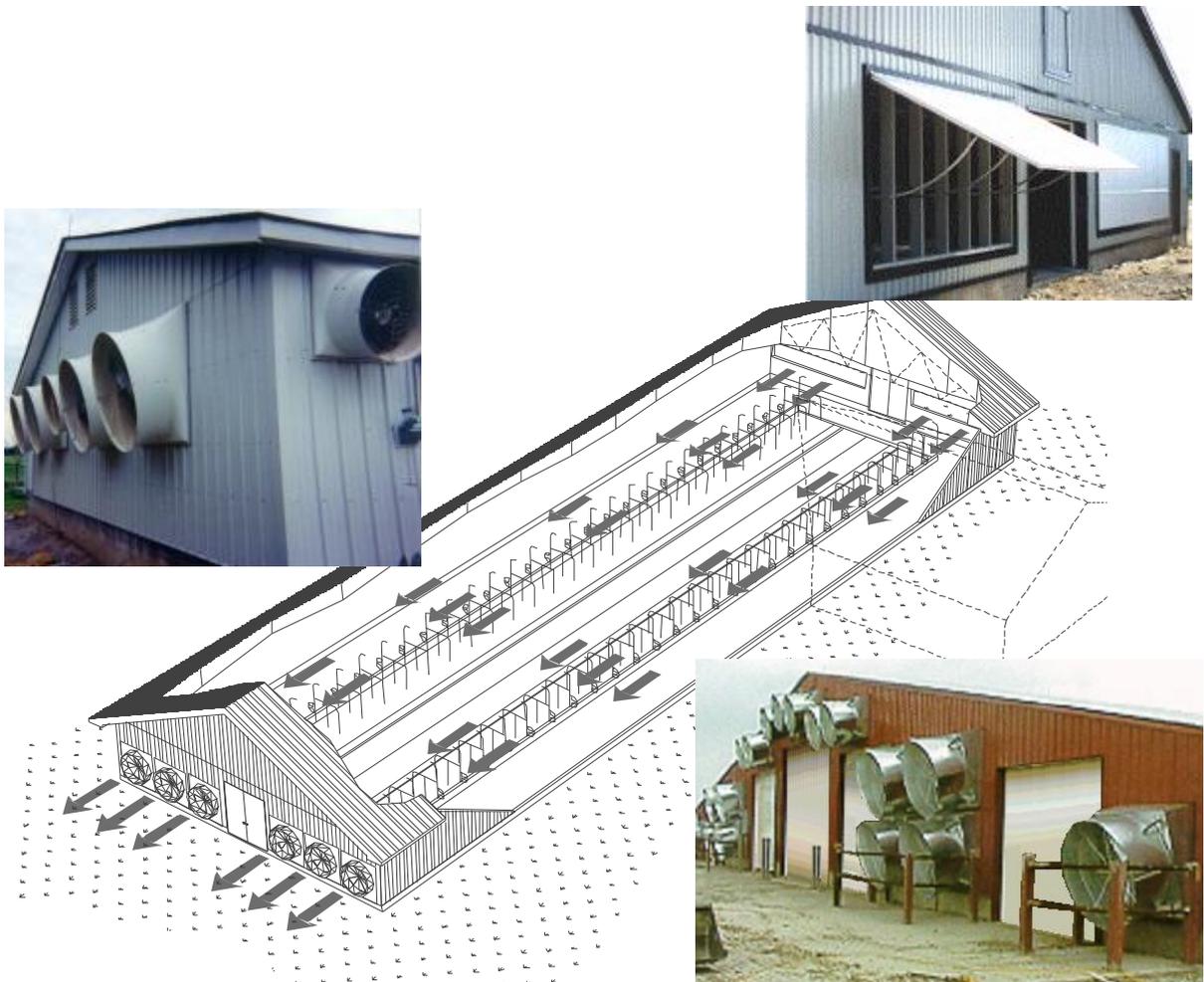


20913

2006-03

D. NAUD<sup>1</sup>, R. LEBLANC<sup>2</sup>, L. DUBREUIL<sup>3</sup>

INSTRUCTIONS COMPLÈTES



1. DENIS NAUD, ingénieur, Direction de l'environnement et du développement durable du MAPAQ
2. RICHARD LEBLANC, ingénieur et agronome, Direction régionale Centre-du-Québec du MAPAQ
3. LUC DUBREUIL, ingénieur, Direction régionale Chaudière-Appalaches du MAPAQ

# LA VENTILATION LONGITUDINALE DANS LES ÉTABLES LAITIÈRES

Denis Naud, ingénieur  
Richard Leblanc, ingénieur et agronome  
Luc Dubreuil, ingénieur

Ont mis en commun leur savoir-faire pour réaliser le présent document technique : la Direction de l'environnement et du développement durable ainsi que les directions régionales Chaudière-Appalaches et Centre-du-Québec du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ).

## INTRODUCTION

L'été, par temps très chaud, il arrive souvent que la température demeure élevée dans les étables, et ce, même la nuit. Cette situation occasionne de l'inconfort pour les vaches laitières et, par là même, une baisse notable de la production de lait.

Cela est encore plus dramatique si l'étable est sous-ventilée ou que les vaches restent à l'intérieur tout l'été. S'il est difficile, voire impossible, d'abaisser par simple aération la température ambiante en deçà de la température extérieure lors de fortes chaleurs, on peut néanmoins améliorer la situation. Une solution est d'aller chercher l'air frais à l'extérieur, sur la face nord ou est du bâtiment, par « ventilation transversale » mécanique (c.-à-d. dans le sens de sa largeur avec ventilateurs placés en extraction, et bouches d'air en aspiration en opposé). Cependant, le flux d'air créé, droit et non turbulent, ne brasse pas l'air; il suffit tout juste à éliminer la chaleur produite par les bêtes.

Pour atténuer les effets nuisibles de la température régnante, il vaut mieux déplacer la masse d'air dans le sens de la longueur du bâtiment, ce qui procure à l'animal un effet bénéfique de refroidissement éolien par convection.

Ainsi donc, la « ventilation longitudinale » est à préconiser pour assurer confort, bien-être et pour maintenir la productivité dans nos étables laitières en période de grande chaleur.

## INFLUENCE DE LA TEMPÉRATURE ET DE L'HUMIDITÉ RELATIVE SUR LA VACHE LAITIÈRE

**La température idéale pour la production laitière oscille autour de 10 °C.** La vache laitière dissipe la chaleur de son corps en conformité avec les lois de transfert de chaleur, soit par conduction, convection, radiation ou évaporation adiabatique de l'eau. Les moyens naturels de déperdition de chaleur dépendent beaucoup des conditions ambiantes :

- la peau : pertes par conduction et convection, qui sont proportionnelles à l'écart de température entre le corps de l'animal et l'air ambiant;
- les poumons : pertes adiabatiques (l'humidité du corps est évaporée, et la chaleur perdue est équivalente à la chaleur latente de l'eau).

La vache ne dispose que d'un moyen actif de réduire la température de son corps : manger moins pour produire moins de chaleur corporelle en digérant. Conséquence néfaste de cette réaction : la production de lait chute (de 5 % à 20 °C et de 25 % à 30 °C selon BRAY ET COLL. 1993).

De plus, si l'humidité relative de l'air vient à dépasser certaines valeurs critiques, la vache supporte mal les températures élevées. Réciproquement, dès lors que l'humidité relative est assez basse, la vache s'accommode mieux de la chaleur (*voir tableau ci-dessous*).

**Tableau 1 :** humidité relative limite par temps chaud.

Température		Humidité relative limite*
°C	°F	
18	64	Aucune
24	75	90 %
27	80	50 %
32	90	29 %

\* Lorsque l'humidité relative dépasse la valeur indiquée, il y a baisse de la production laitière.

SOURCE : JOHNSTON ET COLL. 1954

## EN QUOI CONSISTE LA VENTILATION LONGITUDINALE ?

La ventilation longitudinale consiste à installer des ventilateurs extracteurs à forts débits à une extrémité de l'étable et à faire de larges entrées d'air à l'extrémité opposée. Cette configuration produit une puissante circulation d'air bénéfique pour rafraîchir les animaux. La pleine efficacité est atteinte lorsque sont complètement closes les ouvertures transversales ainsi que les portes et fenêtres latérales.

## AVANTAGES :

- Rapidité et simplicité d'installation;
- Économie appréciable par rapport à d'autres types de ventilation;
- Bruit pratiquement nul;
- Performance assurée;
- Sensation de fraîcheur pour les travailleurs;
- Présence amoindrie de mouches en raison du courant d'air

## INCONVÉNIENTS :

- Difficulté parfois à établir des emplacements acceptables pour les entrées d'air et les ventilateurs;
- Nécessité d'avoir, en saison froide, une ventilation mécanique complémentaire (transversale par ex.);
- Obligation d'éloigner les animaux fragiles (veaux) des entrées d'air.

## CARACTÉRISTIQUES DES VENTILATEURS ET DES ENTRÉES D'AIR

### LES VENTILATEURS :

Les ventilateurs recommandés sont à entraînement par courroie, ont un diamètre de 1,2 à 1,8 m (4 à 6 pi) et débitent généralement de 9 500 à 16 000 L/s (20 129 à 33 902 pi<sup>3</sup>/min) à une pression statique qu'on trouve dans nos bâtiments, soit 2,11 à 3,17 mm d'eau (0,083 à 0,125 po). Étant entraînés par poulies et courroie, ils tournent moins vite que les ventilateurs classiques (axiaux) et font moins de bruit, avec un niveau sonore convenable. Les moteurs doivent être fermés (carters clos), ventilés et antidéflagrants. Ils auront une puissance variant de 0,75 kW à 1,49 kW (de 1 à 2 hp).

*Nota.* – À débit égal et pour un type donné de ventilateur, il faut opter pour le modèle qui comporte le plus de pâles et qui offre la vitesse de rotation la plus faible.

### LES ENTRÉES D'AIR :

Les entrées d'air peuvent être des toiles, des rideaux gonflables (simples ou à « ballons » ronds ou carrés), des panneaux ou de larges trappes, dont le réglage sera préférablement automatisé. Leur surface se calcule à raison de **0,2 m<sup>2</sup> (2,15 pi<sup>2</sup>) de section par 500 L/s (1 060 pi<sup>3</sup>/min) de débit d'air évacué**. En l'absence d'automatisation des entrées d'air, les portes et fenêtres situées à l'extrémité opposée aux ventilateurs peuvent faire office de doseurs d'air.

## CONCEPTION

L'aménagement idéal pour une ventilation longitudinale est un bâtiment rectangulaire relativement

étroit dont la laiterie est adossée sur le côté. De plus, les facteurs suivants sont à prendre en considération : le vent, le soleil, l'orientation du bâtiment, sa hauteur et son style de construction ainsi que les effets des autres bâtiments et installations (silos, ouvrage de stockage de fumier, etc.).

La réussite d'un système de ventilation longitudinale repose sur deux éléments techniques : la vitesse de déplacement de l'air et son taux de renouvellement. Chacun doit être calculé individuellement afin de déterminer lequel, en pratique, prévaudra. Pour les étables de taille petite ou moyenne, l'expérience montre que la conception se fait autour de la vitesse de déplacement. Par contre, dans le cas de bâtiments de grandes dimensions, la conception se veut basée sur un taux de renouvellement d'air de **472 L/s (1000 pi<sup>3</sup>/min) par vache**.

## EXEMPLE DE CALCUL POUR LES ÉTABLES AYANT UNE LONGUEUR DE 75 m OU MOINS

En théorie, il serait préférable de concevoir des installations pour une vitesse de déplacement d'air de **1,68 m/s** (330 pi/min). Cependant, nos périodes de grandes chaleurs étant moins longues et nos nuits plus fraîches que dans bien des pays, dont les États-Unis, il est proposé une vitesse de **1,27 m/s** (250 pi/min), qui se traduira par une installation à coût plus raisonnable avec d'assez bons résultats.

Le tableau 2 indique, selon les dimensions de l'étable, les besoins en ventilateurs par rapport à la vitesse de déplacement d'air (1,27 ou 1,68 m/s).

### BESOINS EN VENTILATEURS :

Supposons une étable à deux rangées pouvant loger 60 vaches et faisant 10,8 m de largeur, 42 m de longueur et 2,4 m de hauteur.

En choisissant une vitesse de déplacement d'air de 1,27 m/s, on obtient le débit d'air suivant :

$$(10,8 \text{ m} \times 2,4 \text{ m}) \times 1,27 \text{ m/s} = 32,918 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$32,918 \text{ m}^3/\text{s} \times 1000 \text{ L/m}^3 = \mathbf{32\ 918 \text{ L/s}}$$

D'après le tableau 2, il nous faut donc trois ventilateurs de 1,5 m de diamètre avec un débit moyen individuel de 12 500 L/s.

Chiffrons maintenant les besoins minimaux totaux d'air frais selon un taux de 472 L/s par vache :

$$472 \text{ L/s/vache} \times 60 \text{ vaches} = \mathbf{28\ 320 \text{ L/s}}$$

*Remarque.* – Pour établir les besoins en ventilateurs, basez-vous toujours sur le débit le plus élevé.

Ici, dans cet exemple, c'est donc bel et bien la vitesse de déplacement d'air (32 918 L/s > 28 320 L/s) qui régit la conception de la ventilation.

**Tableau 2 : besoins en ventilateurs.**

Dimensions de l'étable		Vitesse de déplacement d'air de 1,27 m/s (250 pi/m)					Vitesse de déplacement d'air de 1,68 m/s (330 pi/m)				
Largeur m (pi)	Hauteur m (pi)	Débit d'air L/s	Nombre de ventilateurs <sup>(1)</sup>			Surface des entrées d'air m <sup>2</sup>	Débit d'air L/s	Nombre de ventilateurs <sup>(1)</sup>			Surface des entrées d'air m <sup>2</sup>
			Diamètre m (pi)					Diamètre m (pi)			
			1,2 (4)	1,5 (5)	1,8 (6)			1,2 (4)	1,5 (5)	1,8 (6)	
10,8 (36)	2,4 (8)	32 918	3	3	2 <sup>(2)</sup>	13,17	43 546	5	3	3	17,42
	2,7 (9)	37 033	4	3	2 <sup>(2)</sup>	14,81	48 989	5	4	3	19,60
	3,0 (10)	41 148	4	3	3	16,46	54 432	6	4	3	21,77
11,4 (38)	2,4 (8)	34 747	4	3	2 <sup>(2)</sup>	13,90	45 965	5	4	3	18,39
	2,7 (9)	39 091	4	3	2 <sup>(2)</sup>	15,64	51 710	5	4	3	20,68
	3,0 (10)	43 434	5	3	3	17,37	57 456	6	5	4	22,98
12,0 (40)	2,4 (8)	36 576	4	3	2 <sup>(2)</sup>	14,63	48 384	5	4	3	19,35
	2,7 (9)	41 148	4	3	3	16,46	54 432	6	4	3	21,77
	3,0 (10)	45 720	5	4	3	18,29	60 480	6	5	4	24,19

1. Le nombre de ventilateurs est calculé selon les débits moyens suivants :

1,2 m (4 pi)  $\dot{z}$  9 500 L/s      1,5 m (5 pi)  $\dot{z}$  12 500 L/s      1,6 m (6 pi)  $\dot{z}$  16 000 L/s

Consultez le fabricant pour connaître les caractéristiques précises des ventilateurs.

2. **Le nombre de ventilateurs ne peut être inférieur à trois** pour un motif purement technique : en pratique, un ventilateur « agricole » offre trois niveaux d'intensité pour le dosage de l'air. Utilisez des ventilateurs d'un diamètre inférieur pour réduire les coûts au maximum.

Cette fois-ci, augmentons de 40 le nombre de vaches à loger dans l'étable. Puisque seule change la longueur de l'étable, le débit d'air (toujours basé sur la vitesse de déplacement d'air) reste le même, soit **32 918 L/s**. Par contre, les besoins minimaux totaux d'air frais atteindront :

$$472 \text{ L/s/vache} \times 100 \text{ vaches} = \mathbf{47\ 200 \text{ L/s}}$$

Par conséquent, c'est le taux de renouvellement d'air (47 200 L/s > 32 918 L/s) qui dictera en ce cas la conception. Ainsi, nous aurons besoin de quatre ventilateurs de 1,5 m de diamètre au lieu de trois.

*Nota.* – Plus le bâtiment est large et haut (plafond en pente), plus il faudra de ventilateurs et plus il en coûtera cher.

#### BESOINS EN ENTRÉES D'AIR :

En se servant des résultats précédents, nous pouvons facilement calculer les besoins en entrées d'air selon la formule suivante :

$$(\text{capacité de ventilation} / 500 \text{ L/s}) \times 0,2 \text{ m}^2$$

pour l'étable de 60 vaches :

$$(32\ 918 / 500) \times 0,2 \text{ m}^2 = \mathbf{13,17 \text{ m}^2} \text{ d'entrées d'air}$$

pour l'étable de 100 vaches :

$$(47\ 200 / 500) \times 0,2 \text{ m}^2 = \mathbf{18,88 \text{ m}^2} \text{ d'entrées d'air}$$

#### EMPLACEMENT DES VENTILATEURS ET DES ENTRÉES D'AIR

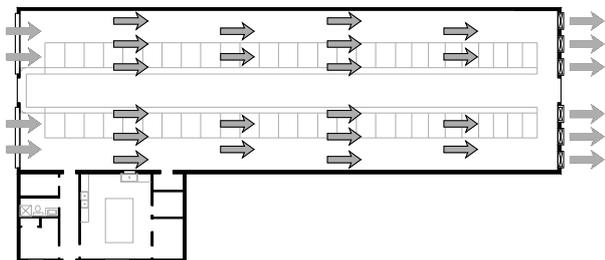
Les ventilateurs extracteurs expulsent de l'étable l'air vicié – odorant et poussiéreux; ils doivent préférablement être disposés à l'opposé de la laiterie et des habitations. Ils seront munis d'un grillage de protection.

Les entrées d'air seront généralement à proximité de la laiterie. En aucun cas, elles ne peuvent se situer du côté de l'ouvrage de stockage de fumier ou de lisier. Par ailleurs, les animaux sensibles aux variations de température (veaux) ne doivent pas se trouver près des entrées d'air.

#### SCHÉMA D'AMÉNAGEMENT D'UN SYSTÈME DE VENTILATION LONGITUDINALE

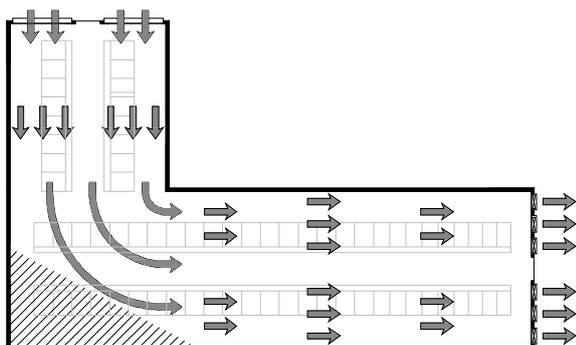
Les figures de la page ci-contre expliquent la bonne mise en place d'un système de ventilation longitudinale.

La figure 1 illustre un aménagement idéal : ventilateurs et entrées d'air placés parfaitement face à face (« ventilation tunnel »).



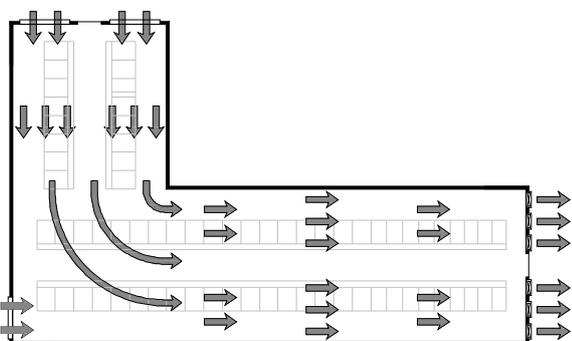
**Figure 1 :** configuration idéale pour l'installation d'un système de ventilation longitudinale.

La figure 2 montre le mouvement de l'air pour un bâtiment à ailes perpendiculaires de longueur inégale. Les entrées d'air sont situées au départ de l'aile la plus courte, et les ventilateurs à l'extrémité éloignée de l'aile la plus longue. Remarquez la zone mal aérée (en hachuré).



**Figure 2 :** configuration en L asymétrique.

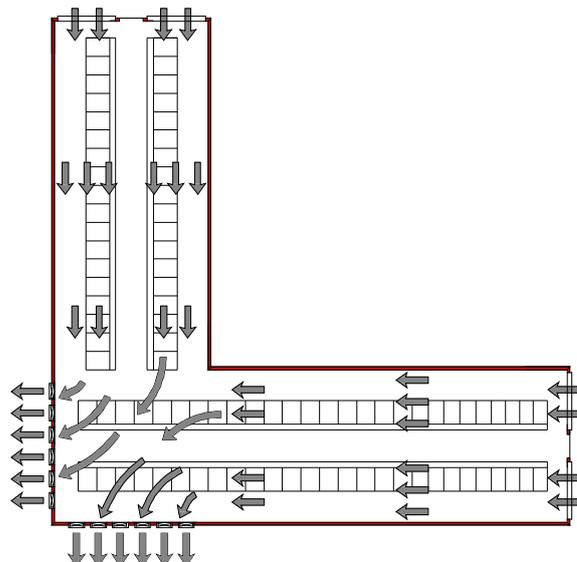
La figure 3 indique comment « corriger » la zone stagnante qui fait problème à la figure 2. La solution, efficace, consiste à installer des entrées d'air dans le mur opposé (en vis-à-vis) aux ventilateurs. Ces ouvertures supplémentaires sont dimensionnées pour représenter 25 % des besoins globaux en entrées d'air.



**Figure 3 :** configuration en L asymétrique « corrigée ».

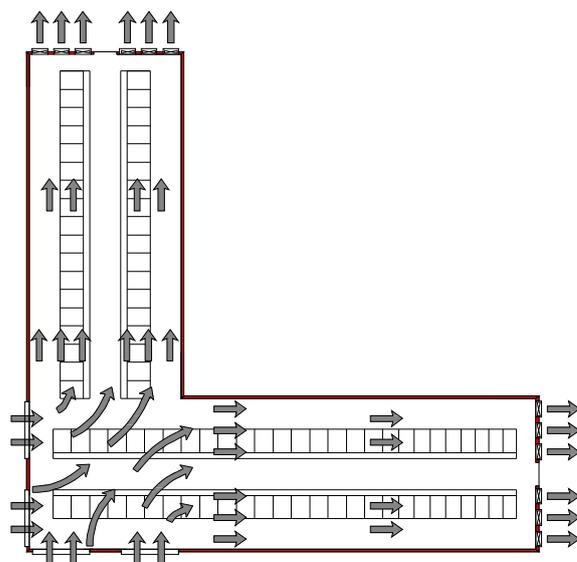
Les figures 4 et 5 schématisent l'aménagement nécessaire dans un bâtiment à ailes perpendiculaires à peu près égales. Chaque aile doit faire l'objet de calculs distincts qui vont permettre un déplacement uniforme de l'air dans tout le bâtiment.

Une première option (figure 4) consiste à installer les ventilateurs de part et d'autre de l'angle droit (rentrant) formé par l'intersection des deux ailes, et à placer à leurs extrémités distantes les entrées d'air.



**Figure 4 :** configuration en L quasi symétrique (entrées d'air en bout d'ailes).

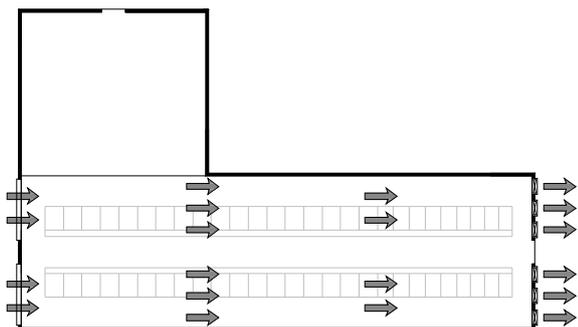
Une deuxième option, donnée par la figure 5, est, à l'inverse, de mettre les entrées d'air dans l'encoignure des ailes (coude extérieur), et les ventilateurs aux extrémités non intersectées.



**Figure 5 :** configuration en L quasi symétrique (ventilateurs en bout d'ailes).

La figure 6, quant à elle, réfère à un bâtiment à ailes perpendiculaires de longueur inégale dont l'aile la plus courte est sensiblement (20 % ou plus) plus large que l'autre.

En un tel cas, le problème de zone stagnante peut devenir critique. La meilleure solution est alors de cloisonner l'aile la plus longue, c'est-à-dire séparer par un mur la partie la plus large du bâtiment, et de ventiler indépendamment cette dernière. L'aile la plus longue sera aérée par ventilation tunnel comme à la figure 1.



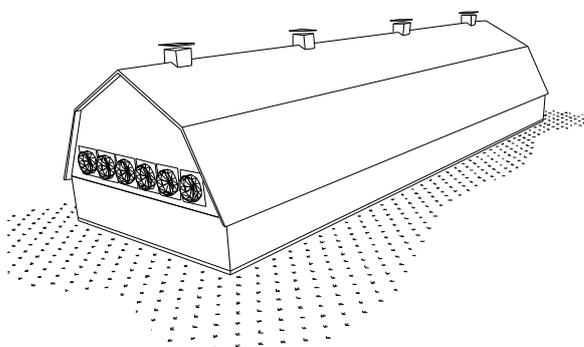
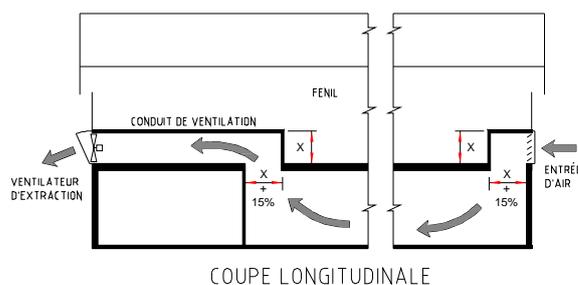
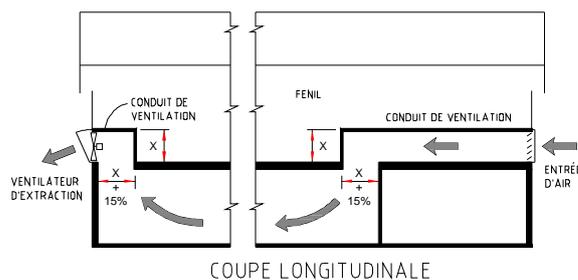
**Figure 6 :** configuration en L d'un bâtiment dont l'aile la plus courte est plus large que l'autre.

### CAS PARTICULIERS

L'application du concept de ventilation longitudinale dans les étables est parfois difficile en raison de différentes contraintes de construction, soit architecturales soit spatiales (laiterie, annexe, éléments structuraux, etc.).

Dans certains cas, il conviendra de recourir à des conduits de ventilation pour assurer le plein rendement des entrées d'air et des ventilateurs extracteurs (voir exemples à la figure 7).

*Nota.* – Les ouvertures en plafond doivent, en amont et en aval de la circulation de l'air, avoir des dimensions supérieures de 15 % à la section du conduit de ventilation considéré.



**Figure 7 :** exemples de ventilation longitudinale dans une grange-étable à deux niveaux.

### VENTILATION LONGITUDINALE À L'ANNÉE

Dans nombre de nos fermes laitières, la ventilation mécanique longitudinale sert hiver comme été soit seule soit conjointement, en complément à une ventilation mécanique transversale (ou naturelle traversante) insuffisante. Dans le premier cas (source unique de ventilation), la disposition des entrées d'air est importante pour bien répartir l'air neuf et sain admis dans le bâtiment.

### EXEMPLE DE CALCUL

Examinons un système « par palier » où la ventilation se fait suivant le tableau 3. Supposons qu'il a les caractéristiques suivantes :

- des ventilateurs à petit diamètre sont implantés au même endroit que les gros ventilateurs extracteurs;
- ces ventilateurs doivent permettre une ventilation minimale hivernale et l'évacuation de l'humidité.

**Tableau 3 :** fonctionnement du système « par palier ».

Palier 1 (25 L/s)	Ventilation minimale – aération continue en hiver
Palier 2 (50 L/s)	Ventilation accélérée – aération accrue chaud/froid (deux fois le palier 1) aux fins de chasser l'humidité
Palier 3 (150 L/s)	Ventilation intermédiaire – aération moyenne « 3 saisons »
Palier 4	Ventilation maximale – aération élevée en été

#### BESOINS EN VENTILATEURS :

Dans notre exemple, considérons une étable à deux rangées :

- logeant 40 vaches Holstein de 700 kg;
- faisant 13 m de large, 30 m de long et 3 m de haut;
- aérée par ventilation longitudinale à longueur d'année.

Les besoins en ventilation minimale seront de :

$$40 \times 50 \text{ L/s} = \mathbf{2000 \text{ L/s}}$$

Les besoins en ventilation intermédiaire seront de :

$$40 \times 150 \text{ L/s} = \mathbf{6000 \text{ L/s}}$$

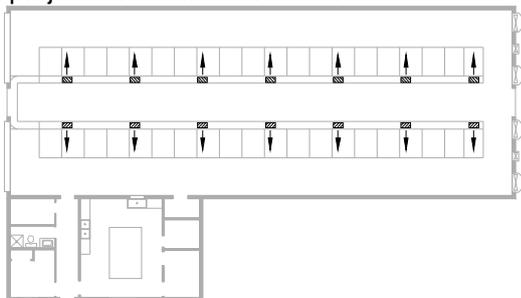
Ainsi, il faudra deux ventilateurs à vitesse variable capables de débiter chacun 1000 à 3000 L/s.

#### BESOINS EN ENTRÉES D'AIR :

Toujours dans notre exemple, optons pour des entrées d'air de type modulaire simple (250 x 570 mm) qui seront placées (préférentiellement) au-dessus des dalots.

Pour assurer une bonne distribution de l'air frais dans le bâtiment, prévoyons une entrée d'air par trois vaches. Ainsi, 14 entrées d'air seront nécessaires au total, soit 7 pour chaque rangée, comme l'illustre la figure 8. Le débit unitaire des entrées d'air sera d'au moins 428 L/s.

*Nota.* – La modulation des entrées d'air doit permettre un flux assez puissant à une pression statique de 2.54 mm d'eau (0,1 po) pour que l'air soit projeté à l'avant des vaches.



**Figure 8 :** positionnement des entrées d'air pour une ventilation minimale hivernale.

### SYSTÈME DE BRUMISATION

La brumisation est un complément utile – voire indispensable en période de canicule extrême et prolongée – à la ventilation longitudinale pour diminuer la température intérieure du bâtiment. Elle consiste à pulvériser, à proximité des entrées d'air, de très fines gouttelettes d'eau (brouillard) qui, en s'évaporant, capturent la chaleur, créant ainsi une zone de bien-être pour les animaux.

Il est préférable que l'étable ait une **hauteur intérieure d'au moins 3 m**, pour ne pas mouiller les vaches.

*Nota.* – Pour refroidir l'air, on peut avoir recours soit à des humidificateurs (systèmes à basse pression) soit à des brumisateurs (systèmes à haute pression). En raison de la taille relativement élevée des gouttelettes, les humidificateurs avec buses spéciales sont moins appropriés que les brumisateurs dont les buses vaporisent très finement. Il est important de ne faire fonctionner ces systèmes que par intermittence de manière à ce que l'air puisse absorber toute l'eau et que celle-ci ne tombe pas au sol et sur les animaux.

### RÉGULATION DE LA VENTILATION

En ventilation longitudinale, les ventilateurs extracteurs doivent être thermostatés; les capteurs ou sondes de température seront placés à proximité des entrées d'air.

En **période estivale**, les réglages doivent permettre une marche en cascade par incrément (accroissement) de 2 °C :

- à **20 °C (68 °F)** de température intérieure, le premier ventilateur ou groupe de ventilateurs se déclenche automatiquement;
- à **22 °C**, la seconde unité de ventilation se mettra elle aussi en route;
- à **24 °C**, se sera au tour de toutes les autres unités d'entrer en fonction.

Dans le cas d'une **ventilation longitudinale à l'année**, les réglages doivent prendre en compte les saisons. Par exemple, au printemps, il peut faire 15 °C à l'extérieur et 22 °C dans l'étable alors même que la neige accumulée près des entrées d'air contribuera à refroidir l'air neuf, occasionnant ainsi des inconvénients aux bêtes.

### À QUEL MOMENT FAIRE MARCHER LE SYSTÈME DE VENTILATION LONGITUDINALE?

En saison chaude, dès que la température extérieure est supérieure à 20 °C (68 °F).

Par contre, en saison froide, c'est la ventilation classique (transversale) qui, normalement, fonctionne. Pour ne pas interférer avec celle-ci, il y a alors lieu de boucher hermétiquement les gros ventilateurs utilisés en ventilation longitudinale et de fermer les entrées d'air y afférents.

### LES COÛTS DES COMPOSANTES

Le prix unitaire d'achat des **ventilateurs** variera d'ordinaire de 1200\$ à 2000\$; ce prix pourra toutefois atteindre 3000\$ si les ventilateurs sont du type à vitesse variable.

Pour ce qui est des **entrées d'air**, elles représenteront environ 110\$ le mètre carré (10\$ le pied carré) d'ouverture.

Quant à la **régulation** (régulateur et/ou thermostats plus relais), il en coûtera environ 900 \$ par groupe de 3 ou 4 ventilateurs.

*Nota.* – Les divers frais d'installation ne sont pas ici pris en compte. De plus, les coûts d'acquisition du matériel sont établis à partir des chiffres de 2005.

### PUISSANCE CONSOMMÉE

La puissance consommée par un ventilateur typique est de l'ordre de 1 kW pour chaque tranche de 10000 L/s (21 189 pi<sup>3</sup>) de débit d'air. Les ventilateurs fonctionnent normalement 30 % à 40 % du temps, soit 2 600 à 3 500 heures par année.

### PERTES DE REVENUS PAR TEMPS CHAUD

Vu le profil climatique du Québec, le stress thermique risque rapidement d'entraîner des pertes de revenus chez les producteurs laitiers. En effet, on peut observer une baisse de la production de lait et du taux butyreux (teneur en matières grasses). Et plusieurs signes associés ne trompent pas : le refus de s'alimenter, l'augmentation du nombre de saillies, l'allongement des intervalles de vêlage et l'utilisation accrue de produits anti-mouches.

Aussi, un système performant et spécifique de ventilation estivale (notamment longitudinale) est-il une avenue intéressante sur le plan purement financier.

### CONCLUSION

Le stress thermique provoque une réduction de la production laitière (simultanée ou consécutive à une

perte sensible de l'appétit), et ce, même après une seule journée. Après une période de stress de chaleur d'une durée de dix jours, les vaches mettront une bonne semaine avant de retrouver des niveaux normaux de production.

L'installation d'un système de ventilation longitudinale ou de tout autre système de ventilation performant améliore le confort, la santé (système immunitaire) et la productivité des vaches laitières ainsi que les conditions de travail des ouvriers agricoles.

Avant de déterminer quel système sera le mieux adapté à votre situation, il est conseillé de visiter plusieurs fermes laitières pour voir comment se comportent les systèmes dans différentes conditions saisonnières et climatiques.

### REMERCIEMENT

Les auteurs tiennent à remercier M. Michel Fortier pour sa précieuse collaboration et son initiative d'élaborer le présent document technique.

### RÉFÉRENCES

BARRINGTON, S., MOUEDDED, K. E. (1996). **Évaluation des systèmes de ventilation d'été pour vaches laitières** (projet de recherche R-1105-92-085). Québec : ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec.

BRAY ET COLL. (1993).

GARON, B. (2005). « La ventilation des grands bâtiments laitiers » dans le cahier des conférences du Symposium sur les bovins laitiers « De bons pieds pour l'avenir » tenu le 25 octobre 2005. Québec : Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec.

JOHNSON, F. H. ET COLL. (1954). **The Kinetic Basis of Molecular Biology**. New York : John Wiley & Sons.

TYSON, John T., GRAVES, Robert E., McFARLAND, Dan F. (1998). **Tunnel ventilation for dairy tie stall barns: a companion guideline to NRAES/DPC 37 planning dairy stall barns** (publication n° DPC 12). Keport (New Jersey) : The Dairy Practices Council.

**Agriculture, Pêcheries  
et Alimentation**

**Québec** 

Vous trouverez  
ce texte  
dans le métasite  
[www.agrireseau.qc.ca](http://www.agrireseau.qc.ca)

