



CHOIX DES VENTILATEURS POUR LES BÂTIMENTS ABRITANT DU BÉTAIL

INSTRUCTIONS COMPLÈTES

NOUVEAU 88:05

J.E. Turnbull, H.E. Huffman et N.A. Bird

Les conditions climatiques prévalant au Canada, la chaleur en été et le froid en hiver, font que le taux de ventilation dans les bâtiments abritant le bétail et la volaille peut varier d'un facteur de l'ordre de 16 ou plus. Cette publication contient des explications sur les diverses façons d'obtenir les taux de ventilation nécessaires et sur la ventilation par niveaux au moyen de ventilateurs de puissances différentes. Les solutions préconisant des ventilateurs à vitesses multiples ou à vitesse variable font l'objet d'une étude comparative. Cette publication traite aussi d'autres considérations importantes dans le choix des ventilateurs et de la régulation visant à assurer la ventilation des bâtiments modernes abritant du bétail et de la volaille.

Voir le plan M-9700 pour une explication des principes de ventilation et des besoins en ventilation pour les bâtiments abritant des animaux.

RENDEMENT DES VENTILATEURS

Les ventilateurs permettent un échange d'air dans les bâtiments à ventilation mécanique abritant du bétail. Voici les cinq principaux facteurs à considérer lors du choix d'un ventilateur

- le type de ventilateur (moteur, entraînement, pales, enveloppe)
- le débit d'air (compte tenu de la pression statique)
- l'efficacité énergétique combinée des composants
- la durabilité et l'entretien
- le niveau de bruit

TYPES DE VENTILATEURS On trouve deux types de ventilateurs : centrifuges et hélicoïdaux. Les ventilateurs centrifuges sont moins bruyants et peuvent fonctionner avec une pression plus élevée que les ventilateurs hélicoïdaux. On les utilise davantage pour le séchage du grain et les systèmes de chauffage domestique à air chaud.

En général, on préfère les ventilateurs hélicoïdaux

pour la ventilation des bâtiments abritant du bétail. Leur coût est moindre et ils sont plus efficaces pour évacuer l'air vicié que les ventilateurs centrifuges.

Les ventilateurs hélicoïdaux comportent généralement trois pales incurvées ou plus fixées à un moyeu qui peut être à entraînement direct (monté directement sur l'arbre du moteur) ou par courroie. L'entraînement direct coûte moins cher à fabriquer et à entretenir, mais l'entraînement par courroie permet un plus grand choix de vitesses du ventilateur (à l'aide de poulies). Jusqu'à présent, les gros ventilateurs à rotation lente et à entraînement par courroie ont eu la faveur populaire en raison de leur faible niveau de bruit et de leur efficacité l'été quand il faut un grand débit d'air. De nos jours, les fabricants se sont orientés davantage vers les moteurs à vitesses multiples ou à vitesse variable et à entraînement direct.

Les *pales des ventilateurs hélicoïdaux* sont souvent faites en tôle d'aluminium ou d'acier matricée. Elles sont fixées au moyeu avec l'angle voulu pour obtenir un pas donné. (Le pas est la distance théorique déplacé du jet air lorsque l'hélice a accompli un tour complet, à une pression statique de zéro.) On peut utiliser des pales, plus coûteuse, en aluminium coulé qui sont plus aérodynamiques, comme celles d'un avion. Les pales en plastique (innovation récente convenant particulièrement bien aux ventilateurs de petite taille) ont aussi un aérodynamisme amélioré, une plus grande résistance à la corrosion et accumulent moins la saleté.

Les *moteurs des ventilateurs* doivent être complètement fermés (pour empêcher la poussière d'entrer) et doivent comporter des roulements scellés pour une période prolongée de service ininterrompu. Un dispositif anti-surchauffe est exigé pour que l'appareil soit approuvé par l'ACNOR. Ce dispositif fait en sorte que le moteur qui surchauffe à cause de roulements grippés, de pales givrées ou de volets bloqués par le gel, s'arrête avant de griller:



Le Service de plans canadiens prépare des plans et des feuillets indiquant comment construire des bâtiments agricoles, des bâtiments d'élevage, des entrepôts et des installations modernes pour l'agriculture canadienne.

On peut obtenir un exemplaire de ce feuillet en s'adressant à l'ingénieur des services provinciaux de vulgarisation de la région ou à un conseiller agricole.

Les moteurs à haut rendement valent l'investissement supplémentaire si on considère que les ventilateurs peuvent fonctionner des milliers d'heures par année. Les populaires moteurs à condensateur ont un excellent rendement énergétique et offrent l'avantage de pouvoir être câblés pour une vitesse, deux vitesses ou plus ou une vitesse variable. On trouve des moteurs qui fonctionnent sur 120 ou 240 volts. De préférence, il faut utiliser des connexions de 240 volts dans la mesure du possible afin de réduire les charges 120 volts qui ne sont pas équilibrées et les tensions parasites que ces déséquilibres peuvent causer.

Les *enveloppes des ventilateurs* comprennent le grillage de protection, le support du moteur, une plaque d'accès, une bride de montage et habituellement des volets anti-refoulement. Dans le cas de petits ventilateurs, les volets sont intégrés à l'enveloppe ou au carter; dans le cas des gros ventilateurs, les volets sont généralement indépendants, posés à l'extérieur. Les volets montés à l'intérieur sont moins exposés au blocage par le gel et plus accessibles pour le nettoyage. Parmi les innovations récentes au chapitre de la résistance à la corrosion des enveloppes de ventilateurs, on note les peintures émail supérieures sur acier galvanisé ("satincoat"), un plus grand nombre de composants en acier inoxydable et des enveloppes entièrement de fibre de verre ou en plastique durable.

ESSAIS DES VENTILATEURS Choisissez les ventilateurs d'après le volume d'air déplacé à des pressions statiques équivalentes, et non d'après le diamètre des pales. Les rendements indiqués par les résultats de tests effectués par des laboratoires indépendants sont plus réalistes et plus modestes que ceux fournis par les manufacturiers. Aux États-Unis, les ventilateurs sont évalués par la Air Movement and Control Association Inc. (AMCA) de Chicago, Illinois. Au Canada, plusieurs essais sont effectués par le Prairie

TABLEAU 1 RENDEMENT DU MODÈLE DANOR PLEASANTAIRE SD12-EVX À DIVERS RÉGLAGES

Vitesse	Pression Statique po eau (Pa)	Débit d'air pi3/m inL/s)	Consom- mation kW	Efficacité globale %	Tours/ min
Vitesse Unique, Direct	0.0 (0.0)	1440 (681)	0.202	16	1722
	0.05 (12.5)	1360 (640)	0.206	17	1719
	0.10 (24.9)	1280 (603)	0.210	18	1715
	0.125 (31.1)	1230 (580)	0.212	18	1713
	0.25 (62.3)	900 (423)	0.219	15	1709
Variable Maximum	0.0 (0.0)	1400 (662)	0.195	15	1694
	0.05 (12.5)	1330 (636)	0.197	16	1692
	0.10 (24.9)	1240 (586)	0.201	17	1686
	0.125 (31.1)	1170 (551)	0.206	17	1683
	0.25 (62.3)	830 (391)	0.210	14	1674
Variable Moyenne	0.0 (0.0)	1084 (512)	0.138	10	1331
	0.05 (12.5)	919 (434)	0.143	10	1291
	0.10 (24.9)	683 (322)	0.142	8	1296
	0.125 (31.1)	597 (282)	0.145	8	1289
	0.25 (62.3)	412 (194)	0.159	8	1139
Variable Minimum	0.0 (0.0)	583 (275)	0.102	2	907
	0.05 (12.5)	391 (185)	0.103	3	875
	0.10 (24.9)	267 (126)	0.104	3	777
	0.125 (31.1)	205 (97)	0.105	3	754

Agricultural Machinery Institute (PAMI) de Lethbridge en Alberta, T1K 1L6. Nous recommandons fortement le choix d'un ventilateur d'après les résultats de tests effectués par le PAMI ou la AMCA.

Le PAMI publie les résultats d'essais effectués à une variété de vitesses et de pressions statiques, généralement sans les volets anti-refoulement. Le PAMI fait état des effets des volets, mais seulement pour les modèles à une vitesse et à entraînement direct, ou ceux munis de volets permanents intégrés. Les tableaux 1 et 2 présentent les performances typiques tirées de rapports du PAMI pour deux modèles de ventilateurs du même fabricant. On constate qu'en portant la pression statique de 0 à 62 Pa (de 0 à 1/4 po d'eau), lorsque le ventilateur fonctionne à vitesse unique et en mode d'entraînement direct, les écoulements d'air ont diminué à 62 % et 78 % par rapport aux valeurs affichées à une pression statique de 0. Étant donné que les ventilateurs ne fonctionnent à peu près jamais à une pression statique nulle, il est plus réaliste de faire les comparaisons et d'établir son choix d'après les valeurs standard correspondant à une pression statique de 25 Pa (0,1 po d'eau).

Les rapports PAMI indiquent aussi l'*efficacité globale*. Cette efficacité globale (énergie produite/énergie consommée) s'exprime en pourcentage. Comme pour l'écoulement d'air, il vaut toujours mieux comparer les valeurs correspondant à une pression statique standard comme 25 Pa plutôt qu'à 0. Ainsi, au tableau 2, il est intéressant de comparer les 39 % d'efficacité globale d'un ventilateur à sa vitesse maximale, à la pression de 25 Pa, au résultat obtenu pour le même ventilateur à sa vitesse minimum et à la même pression (maigre écart de 3 %). Cet exemple montre bien qu'il n'est pas économique d'utiliser des appareils surdimensionnés fonctionnant à vitesse réduite pour obtenir la ventilation réduite appropriée par temps froid.

TABLEAU 2 RENDEMENT DU MODÈLE DANOR PLEASANTAIRE SD24-EVX À DIVERS RÉGLAGES

Vitesse	Pression statique po eau (Pa)	Débit d'air pi3/min (L/s)	Consom- mation kW	Efficacité globale %	Tours/ min
Vitesse unique, direct	0.0 (0.0)	5500 (2600)	0.390	31	1136
	0.05 (12.5)	5300 (2500)	0.395	35	1136
	0.10 (24.9)	5100 (2400)	0.401	39	1132
	0.125 (31.1)	5000 (2360)	0.405	40	1130
	0.25 (62.3)	4320 (2040)	0.422	44	1125
Variable maximum	0.0 (0.0)	5540 (2610)	0.405	33	1103
	0.05 (12.5)	5080 (2400)	0.409	31	1092
	0.10 (24.9)	4850 (2290)	0.417	33	1088
	0.125 (31.1)	4760 (2250)	0.422	34	1085
	0.25 (62.3)	4000 (1890)	0.445	36	1072
Variable moyenne	0.0 (0.0)	4.100 (1930)	0.400	12	873
	0.05 (12.5)	3670 (1730)	0.399	14	840
	0.10 (24.9)	3020 (1420)	0.406	14	800
	0.125 (31.1)	2570 (1210)	0.405	12	798
	0.25 (62.3)	1120 (527)	0.398	9	778
Variable minimum	0.0 (0.0)	1810 (856)	0.281	2	495
	0.05 (12.5)	1080 (509)	0.282	3	489
	0.10 (24.9)	581 (274)	0.276	3	499
	0.125 (31.1)	405 (191)	0.276	2	504

Pour une ventilation plus faible, à taux contrôlé, il vaut mieux utiliser de petits ventilateurs qui fonctionnent à leur vitesse prévue.

On peut aussi utiliser les tableaux de rendement du PAMI pour comparer l'efficacité des ventilateurs en termes de débit d'air par unité de puissance électrique (L/s par watt). Ce rendement, comme l'efficacité globale, peut servir dans la comparaison des ventilateurs, à la condition de toujours les comparer à la même pression statique, par exemple à 25 Pa (0,1 pc d'eau). Ainsi, le petit ventilateur vitesse unique à entraînement direct du tableau 1, fonctionnant à la pression de 24,9 Pa, donne 603 L/s à 0,210 kW (ou 210 watts). Son rendement est donc de $603/210 = 2,87$ L/s par watt. En comparaison, le rendement du ventilateur plus puissant et plus lent du tableau 2 est de $2400/401 = 5,6$ L/s par watt; il fournit 2,2 fois plus de ventilation par unité de puissance électrique consommée.

Le *niveau de bruit* est aussi un facteur important. Le bruit représente l'énergie perdue - c'est-à-dire qu'un ventilateur bruyant tend à être moins efficace et plus gênant. Les résultats des tests du PAMI indiquent également le niveau du bruit en décibels ou dB(A) à une distance standard de 1,5 m en aval du ventilateur. Bien que ce niveau sonore ne corresponde pas vraiment au bruit perçu en amont du ventilateur, il constitue un élément de comparaison des différents ventilateurs.

HOTTES

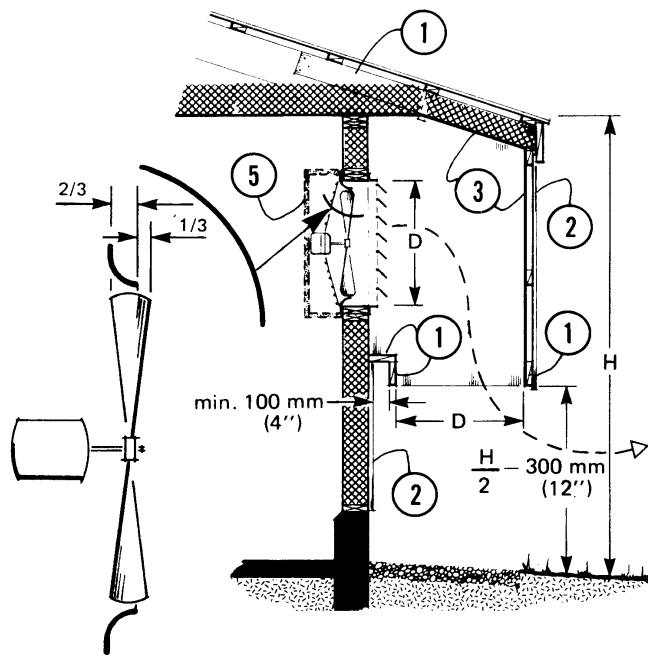
Les ventilateurs muraux sont vulnérables aux effets de la pression exercée par le vent. Quand un ventilateur

non protégé rejette l'air face à un vent de 30 km/h, le volet ne s'ouvre que si le ventilateur produit une pression de 32 Pa (0,13 po d'eau) ou plus!

Une hotte bien construite peut neutraliser la plupart des effets du vent et protéger de la neige et de la pluie verglaçante. La plupart des hottes commerciales ne descendent pas assez bas pour bien protéger des vents debout, bien qu'elles offrent généralement une bonne protection contre la pluie et la neige.

La figure 1 illustre la conception d'une hotte améliorée qui paraît souvent dans les dessins de bâtiments à un étage du Service de plans du Canada. Son ouverture correspond à au moins deux fois la surface couverte par tous les volets groupés à l'intérieur (afin de minimiser la vitesse à la sortie et la pression de refoulement), sa sortie est dirigée vers le bas (et non face au vent) dans une zone où la pression du vent est plus faible (au niveau de la moitié inférieure du mur). La largeur doit être un multiple de l'espacement des chevrons et au moins deux fois celle du plus grand volet. La partie inférieure de la hotte du côté du mur doit former un surplomb d'au moins 100 mm (4 po) pour éviter de salir le mur et pour soustraire les volets de la zone des pressions de vent les plus élevées. La pente continue du toit protège la hotte des dommages que pourraient causer la glace et la neige; de plus, la hotte est suffisamment grosse pour en permettre l'accès pour l'entretien des volets.

La figure 1 montre aussi la position correcte des pales sur le moyeu - (2/3 à l'intérieur et 1/3 à l'extérieur du plan de l'ouverture). Un boîtier amovible isolé protège les ventilateurs d'été quand ils ne fonctionnent pas au cours de l'hiver. Dans le cas de plus petits ventilateurs dont le moteur ne déborde pas à l'intérieur du mur, on peut tout simplement poser un panneau isolant plat ou une porte articulée, et sceller le tout avec une bande de calfeutrage.



- 1 Bâti en pièces de 2 x 6 et prolongement des chevrons
- 2 Revêtement et moulure assortie au mur
- 3 Finition intérieure lisse (contreplaqué, etc.)
- 4 Position correcte des pales du ventilateur

- 5 Boîtier amovible étanche pour la protection hivernale; constitué de mousse de polystyrène de 25 mm (1 po) d'épaisseur collée au moyeu d'adhésif.

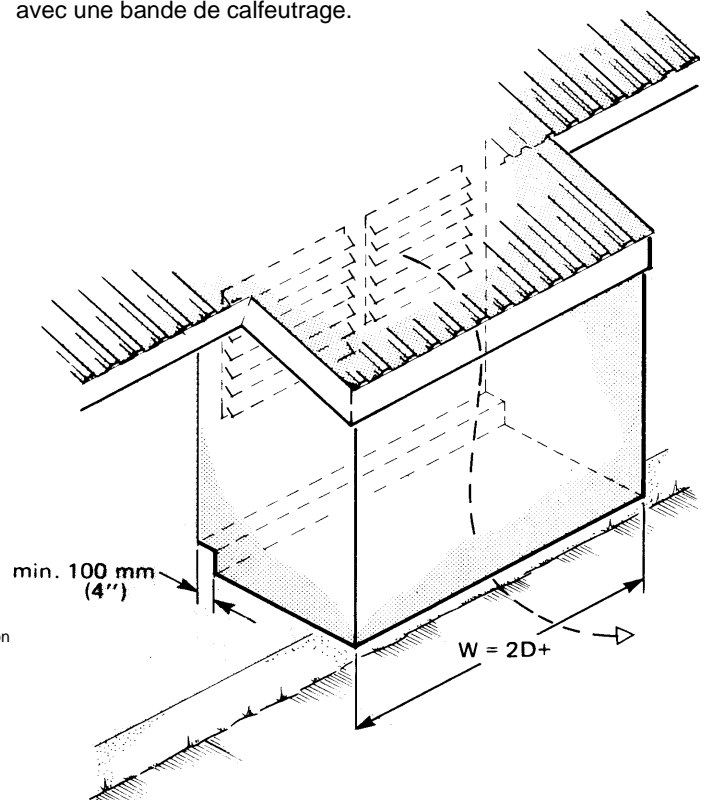
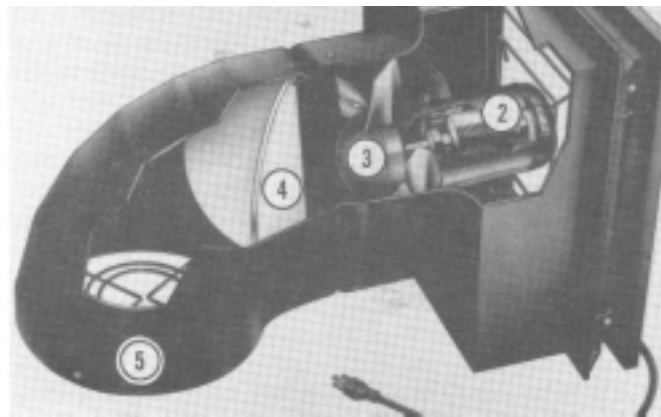


Figure 1 Hotte améliorée pour ventilateurs muraux d'extraction

La figure 2 montre un ventilateur extracteur avec une hotte incorporée qui comporte aussi plusieurs des caractéristiques de conception indiquées à la figure 1. Dans ce cas, l'unité au complet (le ventilateur, l'enveloppe, la hotte et le registre) peut être calfeutrée et vissée à l'extérieur du mur. Une porte isolée est disponible pour fermer l'ouverture du côté intérieur du mur quand l'appareil ne sert pas.



- 1 Enveloppe en plastique moulé avec orifice évasé lisse
- 2 Moteur à fonctionnement continu entièrement fermé muni de roulements à billes
- 3 Pales en plastique moulé et moyeu
- 4 Registre anti-refoulement de type papillon
- 5 Hotte coudée vers le bas à 90 pour expulser l'air loin du mur

Figure 2 Petit ventilateur d'extraction muni d'une hotte assortie (Photo courtoisie de Del-Air Systems Ltd., Humboldt, Sask.)

VARIATION DU TAUX DE VENTILATION SELON LA TEMPÉRATURE

Le plan M-9700 explique la façon dont est établi le débit de ventilation pour contrôler l'humidité par temps froid et la température par temps chaud. IL indique aussi, pour différents bâtiments, les limites supérieure et inférieure recommandées de débit de renouvellement d'air, du minimum (niveau 1) au maximum (en été).

Habituellement, le débit maximum d'été est environ 16 fois plus élevé que le taux de base et il peut atteindre jusqu'à 32 fois ce débit. Lors du choix des composants d'un système de ventilation, plusieurs solutions permettent de produire cette gamme de taux de ventilation, par exemple

- plusieurs ventilateurs avec fonctionnement intermittent en fonction de la température;
- un petit nombre de ventilateurs, mais à vitesses variables commandées par la température;
- une recirculation variable de l'air dans la pièce.

Les exemples qui suivent illustrent les deux premières solutions. La troisième (recirculation variable de l'air) est utilisée par un certain nombre de fabricants comme Aston, Danor, Fristamat, Axis-Air et Acme FanJet.

SYSTÈME DE VENTILATION À COMMANDE THERMOSTATIQUE

LA RÈGLE DU DOUBLE La partie supérieure de la figure 3 montre la façon traditionnelle d'adapter les niveaux de fonctionnement des ventilateurs aux courbes d'humidité et de température. Dans cet exemple, le niveau 1 correspond à 1,3 L/s par porc, soit environ 5/8 à 2/3 du seuil d'humidité, de sorte que ce ventilateur peut fonctionner continuellement. Aux niveaux 2, 3, 4, 5, etc., le taux de ventilation est approximativement le double du précédent (la règle du double), soit de 2,6, 5,2, 10,4, etc. Le niveau maximum ne correspond pas nécessairement au double du niveau précédent.

De plus, le premier niveau du taux de ventilation fixé en fonction de 5/8 à 2/3 du taux d'humidité minimum dans une salle pleine d'animaux peut facilement donner une surventilation si la salle n'est que partiellement remplie pendant la saison froide. Par conséquent, il vaut mieux disposer d'un moyen de réduire manuellement le débit (sujet repris plus loin).

SYSTÈME DE VENTILATION À VITESSE FIXE ET THERMOSTATS

La partie inférieure de la figure 3 montre comment chacun des ventilateurs étagés peut être commandé par un thermostat (chacun étant réglé à une température qui augmente avec les paliers) afin que chaque appareil ou groupe d'appareils démarre ou s'arrête dans le même ordre. Ainsi, quand la température extérieure est à -30 °C, le ventilateur du niveau 1 fonctionne, tandis que le ventilateur du niveau 2 est arrêté; comme le débit de renouvellement d'air est faible, la température passe rapidement de 15 à 17 °C. À ce stade, le thermostat 2 déclenche son ventilateur. Les deux ventilateurs fonctionnant simultanément, le débit d'air double, la température descend rapidement à 15 °C et le cycle recommence. Quand la température extérieure est plus élevée (jusqu'à -5 °C), les pertes de chaleur sont moindres et le ventilateur du niveau 2 reste en marche pendant des intervalles plus longs et est arrêté pendant des intervalles plus courts. Le débit du ventilateur 2 compense simplement la chaleur animée. Quand la température extérieure est supérieure à -5 °C, le ventilateur 2 reste en marche, mais la température de la pièce continue à monter pour atteindre 20 °C, ce qui déclenche le niveau 3 de ventilation. À ce moment, les ventilateurs 1, 2 et 3 fonctionnent pour donner le débit du niveau 3, qui est quatre fois plus élevé que le niveau 1 (règle du double indiquée plus haut). La progression continue jusqu'à environ 27 °C, température à laquelle tous les ventilateurs fonctionnent continuellement pour donner la ventilation maximale (niveau 5 ou 6).

Les thermostats mécaniques ont une plage neutre entre la mise en marche et l'arrêt, soit d'environ 2 °C dans

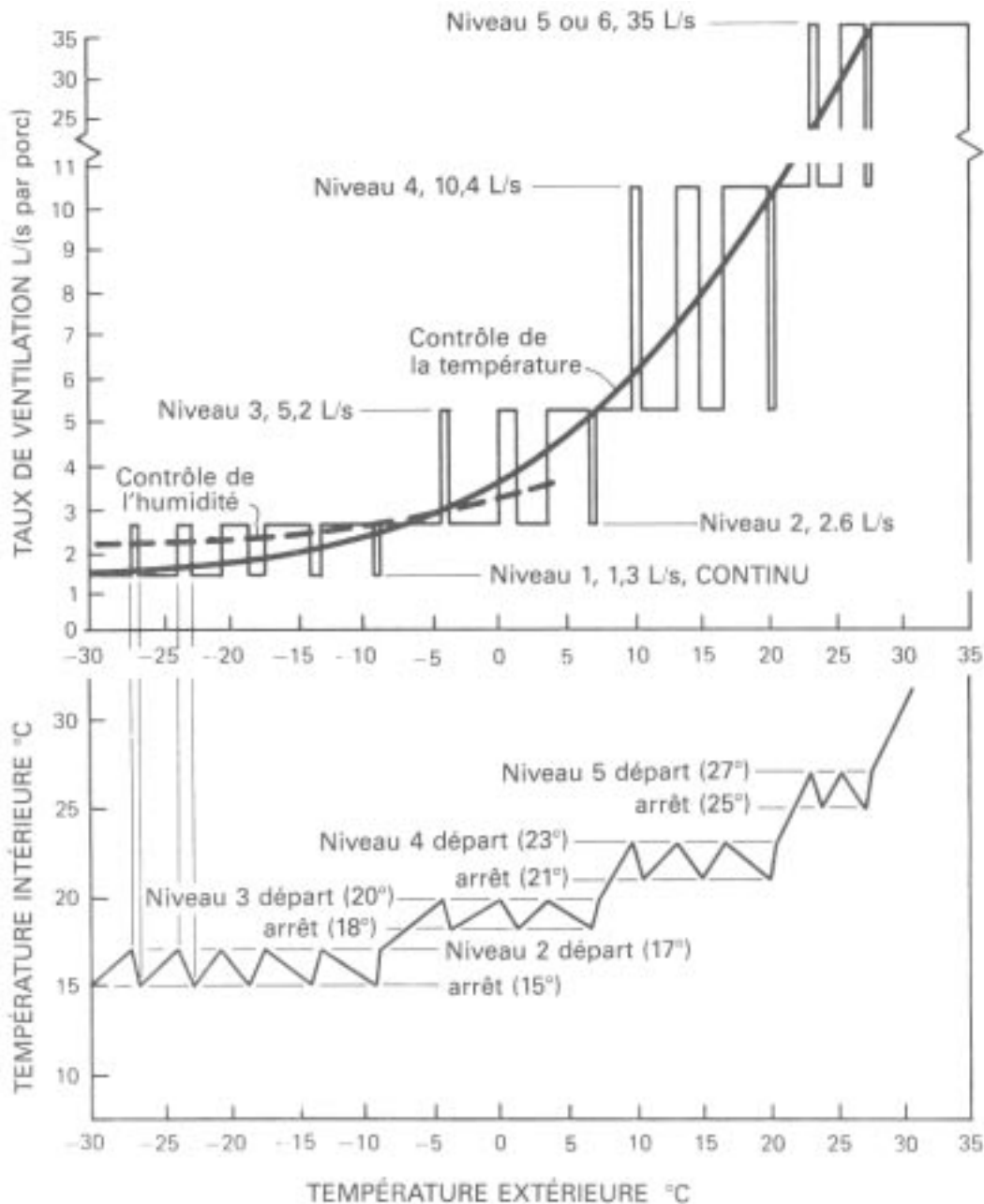


Figure 3 Les données de la figure 3 pour une ventilation à cinq ou six niveaux correspondent à l'élevage et à la finition de porc de 20 à 95 kg vivants, dans une porcherie biers isolée avec cases et caillebotis à 30 %.

12 cas des thermostats de bâtiments agricoles afin d'assurer un déclenchement efficace quand le contact s'ouvre ou se ferme. Cette plage neutre est à peu près constants quel que soit le réglage. L'examen de la figure 3 fait ressortir un écart net de température entre les réglages successifs des divers thermostats. Par exemple, la température d'arrêt du niveau 3 est plus élevée que la température de mise en marche du niveau 2, sinon les chevauchements de température entre les réglages pourraient modifier le cycle de régulation. Il s'agit là d'une des limites inévitables de la régulation thermostatique par niveaux - les valeurs de réglage devraient s'échelonner sur une gamme de

températures assez étendue. Dans cet exemple (Figure 3), les températures de réglage s'échelonnent de 15 à 27 °C, ce qui convient assez bien (été comme hiver) pour les porcs en croissance et de finition. Toutefois, l'élevage de jeunes animaux (poussins, porcelets, etc.) demande des températures beaucoup moins fluctuantes. Certains thermostats ont une bande neutre réduite pour aider à corriger ce problème; par exemple 1 °C pour les thermostats Gold Fan¹ et Multifan².

CHOIX DES COMBINAISONS DE VENTILATEURS D'UN SYSTÈME DE VENTILATION En pratique, le concepteur choisit la taille des ventilateurs à partir des

1 Gold Fan, par Euromac Imports Inc., C.P. 297, Port Williams (N.-É.), BOP 1T0

2 Multifan, par A. Vostermans BV, C.P. 366-5900 AJ, Venlo, Hollande.

(Les noms de fabricants et de marques ne sont cités qu'à titre d'exemple. IL ne s'agit pas d'une approbation par Agriculture Canada ou le Service de plans du Canada)

catalogues d'un ou de plusieurs fabricants. Afin d'éviter le givrage des ventilateurs d'hiver (niveaux 1 et 2), il est préférable qu'ils soient identiques et protégés par la même hotte. Toutefois, les débits double et quadruple requis par temps plus chaud (niveaux 3 et suivants) nécessitent au moins deux ventilateurs par niveau, généralement répartis le long du périmètre de la pièce. Un exemple, celui d'une porcherie de 500 porc aux stades de la croissance et de la finition et dont le poids varie entre 20 et 95 kg, permettra de mieux illustrer les principes de sélection des ventilateurs. Les taux de ventilation par porc (Figure 3) sont multipliés par 500 porc pour obtenir la capacité des ventilateurs à chaque niveau (Tableau 3).

Le tableau 3 propose huit ventilateurs à vitesse fixe pour un système de ventilation à 6 niveaux. IL est impossible de fixer exactement les taux de ventilation recommandés par porc, mais le plus important est de ne pas surdimensionner le ventilateur du premier niveau.

TABLEAU 3 TABLE DE VENTILATION POUR 500 PORCS EN CROISSANCE ET AU STARE DE LA FINITION, AVEC VENTILATEURS À VITESSE FIXE

Niveau	Taux de ventilation (L/s par porc) x 150 porc	Nbre de ventilateurs	Modèle	Débit du ventilateur (L/s à 25 Pa)	Ventilation totale (L/s)
1	1.3	650	1 EPD 14-VX	629	629
2	2.6	1 300	1 EPD 14-VX	629	1 258
3	5.2	2 600	1 EPD 18-VX	1450	2 708
4	10.4	5 200	2 EPD 18-VX	2900	5 608
5	20.8	10 400	1 SB 36J	5150	10 758
6	35.0	17 500	2 SB 36J	10300	21 058

Par Canarm Ltd., 2157 Parkdale Ave, Brockville, Ontario, K6V 5V6. (Les noms de fabricants ne sont donnés qu'à titre d'exemple. IL ne s'agit pas d'une approbation par Agriculture Canada ou le Service de plans du Canada.)

z D'après la documentation des fabricants (ou d'après les essais effectués par le Prairie Agricultural Machinery Institute, Lethbridge, Alberta, quand ils sont disponibles.)

Au tableau 3, et à la figure 4 correspondante, les niveaux de ventilation 1 et 2 sont assurés par deux ventilateurs similaires. Celui du niveau 1 fonctionne sans arrêt 24 heures par jour, 365 jours par année, facteur qui accentue l'importance de la qualité de l'appareil. Le fait d'utiliser deux ventilateurs similaires pour les niveaux 1 et 2 permet d'alterner leur rôle, soit en inversant les branchements, soit en réglant les thermostats. En outre, en cas de panne, il est aussi plus facile de remplacer l'un ou l'autre des appareils par un ventilateur de réserve.

C'est aussi une bonne idée que de protéger les ventilateurs des niveaux 1 et 2 sous une même hotte. Ainsi, le ventilateur 2 (intermittent) est protégé du gel et du givre par le courant d'air chaud continu expulsé par le ventilateur 1. Cette caractéristique est moins importante pour les ventilateurs des niveaux 3, 4 et 5, car ils ne fonctionnent jamais par temps très froid.

Pour les grands élevages, comme les 500 porcs d'engraissement de l'exemple ci-dessus, huit ventilateurs et cinq thermostats sont justifiés afin d'obtenir une ventilation totale de 21 000 L/s (44 000 pi³/min), selon les valeurs indiquées au tableau 3 et à la figure 4. Toutefois, pour des raisons pratiques, les bâtiments plus petits comportent un plus petit nombre de ventilateurs et peut-être même moins de niveaux. En l'occurrence, des ventilateurs à plusieurs vitesses et à vitesse variable sont utiles.

SYSTÈME DE VENTILATION AVEC DES VENTILATEURS À DEUX VITESSES Appliquons maintenant la figure 3 à une porcherie plus petite destinée à l'élevage et à la finition de 150 porc seulement. Le tableau 4 donne les valeurs pour un système à six niveaux mais avec des ventilateurs à deux vitesses afin de couvrir toute la gamme des débits de renouvellement d'air avec moins de ventilateurs. La figure 5 illustre l'emplacement proposé des 4 ventilateurs sous deux hottes.

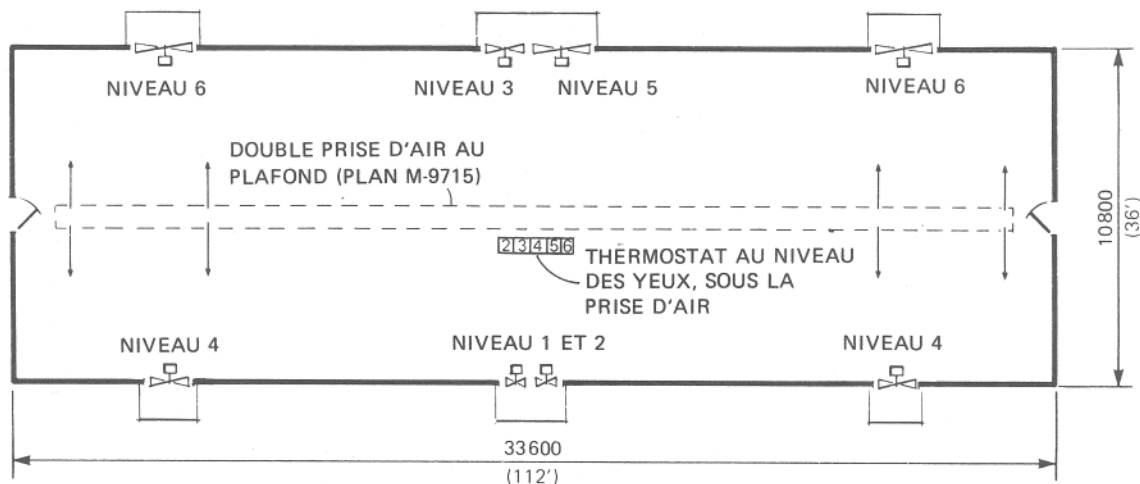


Figure 4 Plan de localisation des ventilateurs pour 500 porc en croissance/finition (plan M-3428) avec prises d'air à réglage automatique (plan M-9715). Le tableau 3 donne les capacités suggérées des ventilateurs pour les niveaux 1 à 6.

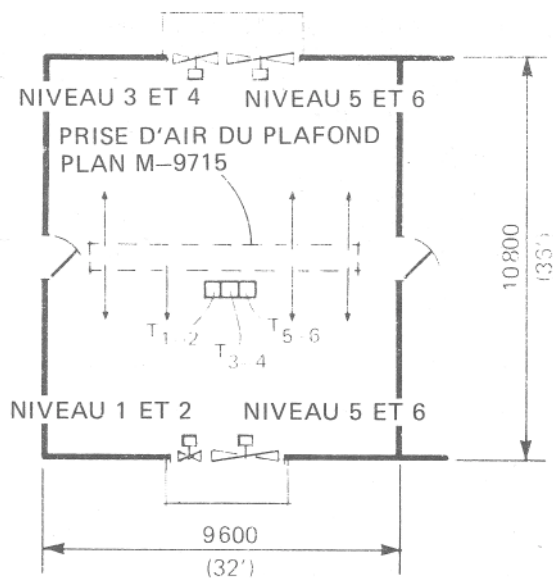


Figure 5 Plan de disposition des ventilateurs expulseurs pour une porcherie de 150 porc en croissance/ finition (plan M-34281. Les tableaux 4 et 5 indiquent les capacités suggérées pour les niveaux 1 à 6.

La ventilation au niveau 1 (Tableau 4, colonne 3) n'est que de 195 L/s. Peu de fabricants offrent des ventilateurs à vitesse unique fournissant cette faible capacité combinée à la durabilité nécessaire pour résister à un tel usage en continu. (Certains ventilateurs de cette catégorie sont munis de petits moteurs à enroulement en court circuit avec boîte de roulement qui ne conviennent que pour des endroits où ils seront commandés manuellement (cuisines, laiteries et salles de toilettes); ces ventilateurs n'ont jamais été prévus pour un fonctionnement automatique dans les porcheries).

TABLEAU 4 TABLE DE VENTILATION POUR 150 PORCS EN CROISSANCE/FINITION, AVEC DES VENTILATEURS À DEUX VITESSES

Niveau de ventilation	Taux de (L/s par porc) x 150 porcs	Nbre de ventilateurs	Danorl, no de modèle	Débit du ventilateur2 (L/s à 25 Pa) 212 @ 850 rpm	Ventilation totale (L's)
1	1.3	195	1 S-12-E2		212
2	2.6	390	(2 vitesses)	694 @ 1725 rpm	694
3	5.2	780		362 @ 850 rpm	1056
4	10.4	1560	1 5-14-E2	964 @ 1725 rpm	1658
5	20.8	3120	(2 vitesses)	1650 @ 990 rpm	3308
6	35.0	5250	2 SD24-FVX	4200 @ 1160 rpm	5858

1 Par Canarm Ltd., 2157 Parkdale Ave, Brockville, Ontario, K6V 5V6. (Les noms de fabricants ne sont donnés qu'à titre d'exemple. IL ne s'agit pas d'une approbation par Agriculture Canada ou le Service de plans du Canada.)

2 D'après la documentation des fabricants (ou d'après les essais effectués par le Prairie Agricultural Machinery Institute, Lethbridge, Alberta, quand ils sont disponibles.)

Au tableau 4, les ventilateurs à deux vitesses choisis pour les niveaux 1-2 et 3-4 ont tous une petite vitesse qui correspond approximativement à la moitié de leur grande vitesse (850 t/min et 1725 t/min). Ce rapport de 1:2 des vitesses permet de suivre la règle du double plus facilement que dans le cas plus courant où la petite vitesse équivaut aux 2/3 de la grande vitesse. Néanmoins, les ventilateurs à deux vitesses ne constituent pas toujours la solution idéale au problème de l'obtention de débits d'air réduits, mais prévisibles du niveau 1. Quand des pales conçues pour tourner à grande vitesse tournent lentement, elles subissent

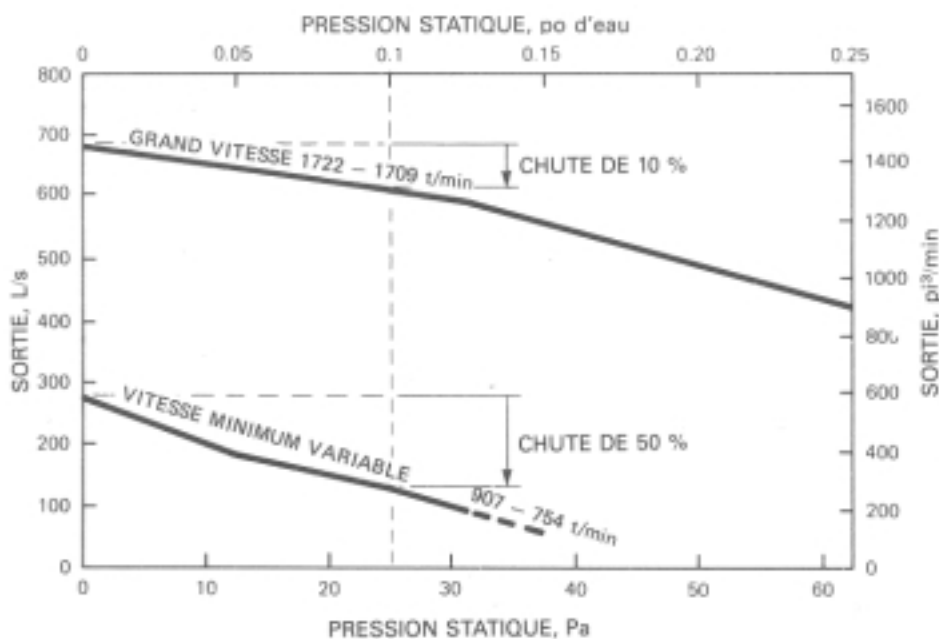


Figure 6 Capacité des ventilateurs à vitesse variable par rapport à la pression statique (d'après le rapport d'essai PAMI 481, ventilateur Del-air modèle F8).

plus facilement les effets de tout ce qui augmente la pression statique (comme le vent, les hottes mal conçues, les volets anti-refoulement encrassés ou les conduits bouchés).

La figure 6 montre les vitesses par rapport aux effets de la pression. À la pression statique 0, à la vitesse minimum, ce ventilateur fonctionne à environ 40 % de sa capacité à grande vitesse (275 par rapport à 681 L/s). Toutefois, à une pression de 25 Pa (0,1 po d'eau), pression plus réaliste pour les ventilateurs, la capacité à grande vitesse ne diminue que de 10 %, tandis que la capacité à petite vitesse chute de 50 %! Autrement dit, ce ventilateur est très fiable à grande vitesse, mais il est aussi très vulnérable aux effets de la pression statique à petite vitesse.

Le principe énoncé ci-dessus est valable pour tous les ventilateurs à deux vitesses, peut-être même davantage pour les ventilateurs à vitesses multiples ou à vitesse variable quand la vitesse la plus basse n'est que de 35 à 40 % de la vitesse maximum. Quand on utilise une vitesse réduite pour obtenir le niveau 1 de ventilation, il est absolument essentiel que la conception de la hotte permette de minimiser la pression de refoulement.

La ventilation aux niveaux 1 et 2 dans de plus petits bâtiments ne laisse qu'un choix limité de ventilateurs appropriés. Il vaut mieux choisir des ventilateurs de petit diamètre tournant à grande vitesse, qui ne perdent pas autant de leur capacité quand la pression statique monte. Certains petits ventilateurs récents (250 mm de diamètre ou moins) fonctionnent à l'aide de moteurs tournant à 3400 t/min afin d'améliorer leur rendement quand la pression statique est élevée.

Revenons au tableau 4. Le rendement plus prévisible de certains de ces ventilateurs de petit diamètre fonctionnant à grande vitesse (par rapport à des ventilateurs à deux vitesses ou à plusieurs vitesses qui tournent à vitesse réduite) montre qu'il vaut mieux produire les niveaux 1 et 2 de ventilation au moyen d'une paire de ventilateurs tournant à grande vitesse. Les ventilateurs à deux vitesses semblent fournir le taux de ventilation voulu aux niveaux 1 et 2, mais à petite vitesse, leur rendement est assez imprévisible. Ainsi, au niveau 1, le débit peut varier de 370 à 60 L/s (respectivement de 0 à 62 Pa) selon que l'on a un vent de face ou un vent arrière.

La table de ventilation du tableau 5 correspond à l'exemple des 150 porcs du tableau 4. Cette fois, quatre ventilateurs à vitesse variable assurent une transition en douceur entre les niveaux de ventilation. Les niveaux 1 et 2 sont confiés à un petit ventilateur à vitesse variable. Pour le niveau 1, l'opérateur ajuste la vitesse (au moyen d'une commande manuelle du voltage) jusqu'à ce qu'il obtienne un compromis entre la qualité de l'air (odeurs) et l'économie de chauffage (facture de combustible ou d'électricité). Le dispositif de réglage manuel est particulièrement pratique pour les pièces qui ne sont pas toujours plainer au cours de

TABLEAU 5 TABLE DE VENTILATION POUR 150 PORCS EN CROISSANCE/FINITION, AVEC DES VENTILATEURS À VITESSE VARIABLE

Niveau de ventilation	Taux de ventilation (L/s par porc)	Nbre de ventilateurs x 150 porc	Danori, ventil- n° de modèle	Débit du ventilateur2 (L/s à 25 Pa)	Ventilation totals (L/s)
1	1.3	195	196 (variable F12)	196	196 (manuel)
2	2.6	390	460 maximum	443 petit auto.	903
3	5.2	780	1 F16	1180 grand auto.	1540
4	10.4	1560	2 F20	1190 petit auto.	2730
5	20.8	3120		3460 grand auto.	5000
6	35.0	5250			

By Del-Air Systems Limited, P.O. Box 2500 Humboldt, Sask. S0K 2A0 (Les noms de fabricants ne sont donnés qu'à titre d'exemple. IL ne s'agit pas d'une approbation par Agriculture Canada ou le Service de plans du Canada.)

z D'après la documentation des fabricants (ou d'après les essais effectués par le Prairie Agricultural Machinery Institute, Lethbridge, Alberta, quand ils sont disponibles.)

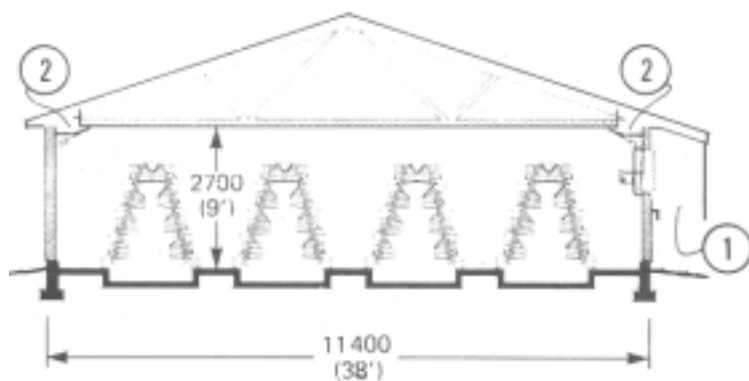
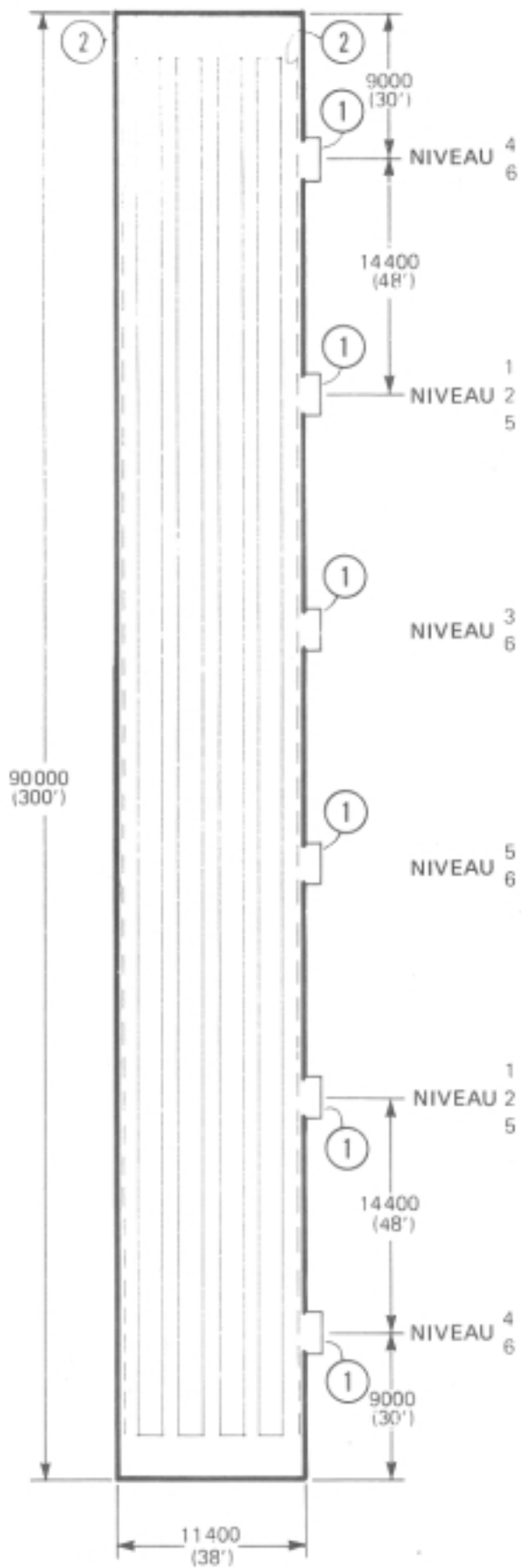
la saison froide. Même s'il ne constitue pas un instrument de mesure infaillible, le 'nez' donna une meilleure indication de la qualité globale de l'air qu'une sonde de température. Le contrôleur de vitesse variable de Phason est un exemple qui permet d'avoir ce réglage de la vitesse comme caractéristique standard.

Pour les niveaux 3 et 4, un deuxième ventilateur à vitesse variable est commandé par contrôle thermostatique pour ajouter de 443 à 1180 L/s de ventilation. IL doit y avoir un écart de température approprié entre le réglage de ce contrôleur et celui des niveaux 1-2 afin d'éviter les chevauchements de températures qui brouillent les commandes.

Pour les niveaux 5 et 6, un autre ventilateur à vitesse variable et un contrôleur de température permettent d'ajuster en douceur le débit pour les températures d'été.

Pour les petites pièces, il suffit d'un petit nombre de ventilateurs à vitesse variable pour assurer des transitions plus souples d'une gamme de températures à l'autre, surtout quand les fluctuations sont rapides en automne et au printemps. Parmi les désavantages on compte le coût des contrôleurs de vitesse. On peut faire des économies en utilisant un contrôleur pour ventilateur à plusieurs vitesses avec un petit ventilateur en hiver ou un plus gros en été. Selon la raison, on branche l'appareil approprié sur le contrôleur.

VENTILATION DES GRANDES PIÈCES Les grands bâtiments à forte densité d'occupation (comme les poules pondeuses en cage par exemple) exigent davantage de ventilateurs. Afin de réduire au minimum les coûts de l'équipement, de l'installation et de l'énergie, il faut choisir les plus gros modèles, ceux qui tournent le plus lentement et qui ont le meilleur rendement énergétique possible. Il faut éviter les options



1 Hottes de 2,4 m (8 pi) de large pour deux gros ventilateurs ou deux petits ventilateurs plus un gros ventilateur (voir Figure 1)

2 Prise d'air à réglage automatique disposé tout le long des deux murs (voir plan M-9715)

Figure 7 Ventilateur d'extraction et prise d'air pour poulailler de 20 000 poules pondeuses dans des cages.

inutiles comme les moteurs et les contrôleurs à vitesses multiples ou à vitesse variable. Le grand nombre de ventilateurs sur le marché donne toute la souplesse nécessaire avec des thermostats ordinaires. IL faut aussi limiter le nombre de formats de ventilateurs (de préférence à deux) afin de réduire le coût des ventilateurs de rechange à garder en réserve.

Par exemple, on peut choisir des ventilateurs et un aménagement pour un poulailler de 20 000 poules en cage. Ce bâtiment étroit et allongé, mesurant 11,4 x 90 m (38 x 300 pi), est spécialement conçu pour les cages modernes et le ramassage fréquent du fumier.

À partir du tableau 1 du plan M-9700, on calcule les débits minimum (niveau 1) et maximum. On utilise la règle du double (expliquée précédemment) pour calculer les niveaux intermédiaires, puis on compare les taux de ventilation aux chiffres donnés dans les catalogues des fabricants, de la façon suivante

Niveau	Ventilation (L/s)	Nbre de ventilateurs	Débit (L/s à 25 Pa)	Ventilation totale (L/s)
1	2 800	2	x 1 520 = 3 040	3 040
2	5 600	2	x 1 520 = 3 040	6 080
3	11 200	1	x 6 320 = 6 320	12 400
4	22 400	2	x 6 320 = 12 640	25 040
5	44 800	3	x 6 320 = 18 960	44 000
6	70 000	4	x 6 320 = 25 280	69-280

Cet exemple montre qu'il est assez facile d'obtenir tous les débits recherchés au moyen de deux tailles de ventilateurs seulement, quatre ventilateurs Danor SD18-FVX et dix Danor SB42J. Tous les ventilateurs peuvent tourner à leur vitesse maximale pour donner leur plus haut rendement en tout temps. Les gros ventilateurs d'été sont à entraînement par courroie, très peu bruyants et à rotation lente.

L'étape suivante consiste à planifier la disposition des composants du système de ventilation. Il est pratique de placer deux gros ventilateurs sous chaque hotte. La figure 7 montre les six groupes sur le même mur, une disposition très satisfaisante compte tenu que les prises d'air sont disposées le long des deux murs. On peut aussi mettre trois groupes espacés de 28,8 m (96 pi) le long de chaque mur.

Comme il a été dit précédemment, les ventilateurs des niveaux 1 et 2 devraient être disposés côte à côte pour prévenir le gel des ventilateurs du niveau 2 quand ils ne fonctionnent pas. Dès lors, les réglages thermostatiques assurent une ventilation dont les niveaux seront espacés aussi uniformément que possible.

Il importe de placer tous les thermostats (six dans notre exemple) au même endroit de façon qu'ils mesurent tous la même température. IL y a deux bons emplacements à privilégier, l'un à la hauteur des yeux, au centre du poulailler, l'autre dans le courant d'air

près de l'un des ventilateurs du niveau 1 qui fonctionnent en continu.

VENTILATION PASSANT DU MINIMUM AU MAXIMUM POUR UN BÂTIMENT DONT ON RENOUVELLE LA POPULATION

Voyons maintenant le problème que posent les niveaux de ventilation 1 et 2 quand on amène, dans une pièce, en hiver, un autre groupe de jeunes veaux, de porcelets ou de poulets à griller. Pendant un mois ou deux, ces jeunes animaux vont grandir rapidement, de manière que le taux de ventilation maximum pourra être nécessaire certaines journées chaudes de printemps. IL peut alors être nécessaire d'établir un rapport minimum/maximum de ventilation de 32:1 ou même de 100:1, au lieu du rapport type de 16:1 pour les bâtiments abritant du bétail d'âges variés ou adulte.

Cette différence extrême entre les besoins minimum et maximum en ventilation amplifie la difficulté d'obtenir un taux de ventilation précis aux niveaux 1 et 2, avec des ventilateurs fournis par un fabricant donné. A cela s'ajoute le problème du très faible taux de ventilation hivernale nécessaire pour les jeunes animaux. L'air froid n'arrive pas assez vite pour se mélanger à l'air chaud de l'intérieur, il descend vers le plancher et l'air chaud monte vers le plafond. Les plans "M-9710 Prises d'air frais" et "M-9750 Ventilation et chauffage des petits locaux" donnent diverses solutions à ces problèmes de stratification des températures et de courants d'air.