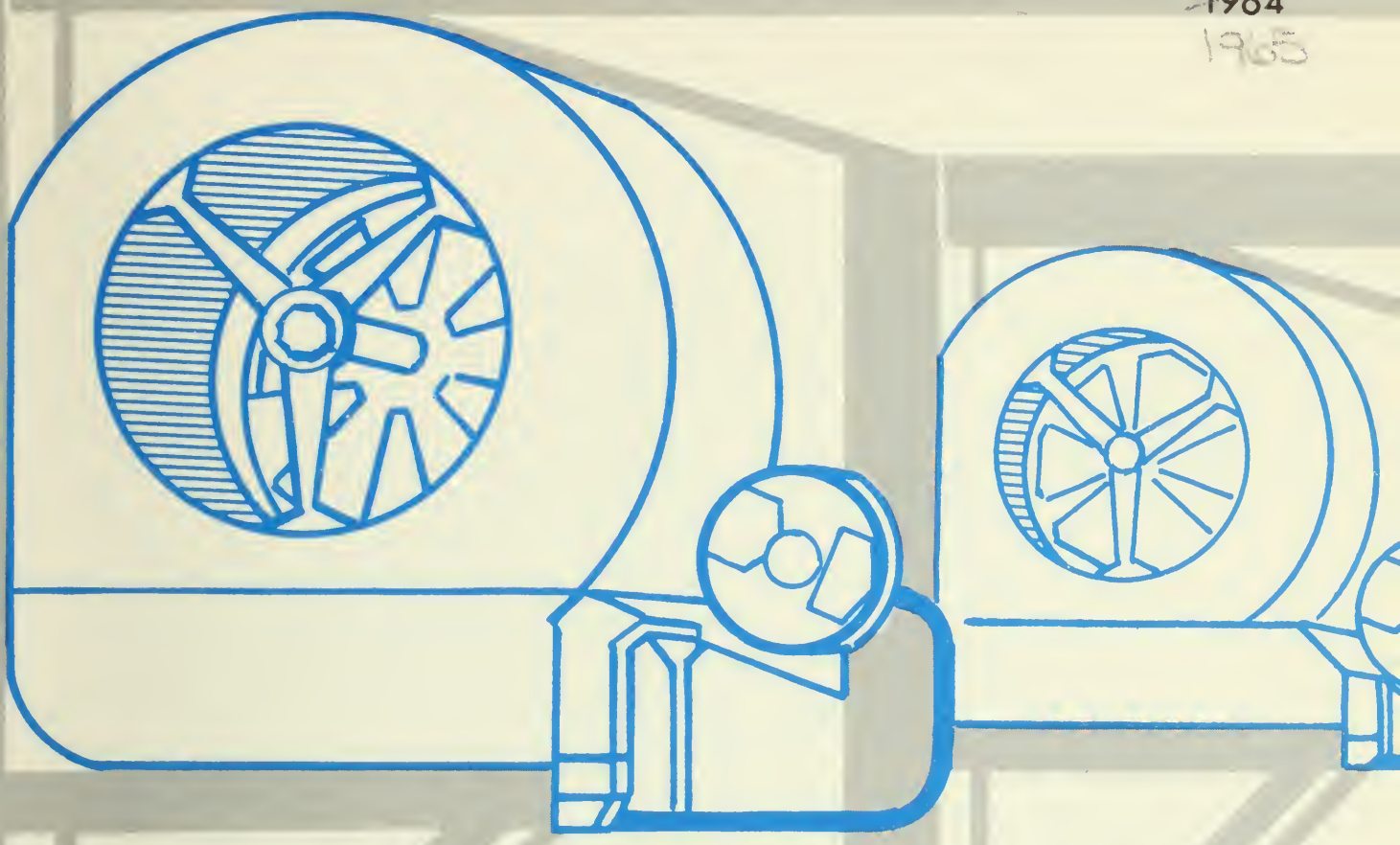
MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE DU CANADA

PUBLICATION 1129
1964
1965



Ventilation des Étables, Poulaillers et Porcheries

630.4
C212
P 1129
1965
fr.
c.3

Digitized by the Internet Archive
in 2012 with funding from
Agriculture and Agri-Food Canada – Agriculture et Agroalimentaire Canada

http://www.archive.org/details/ventilationdesta00down

Publication 1129 1965

VENTILATION des ÉTABLES, POULAILLERS et PORCHERIES

Compilé par
C. G. E. DOWNING
Département du génie
Collège d'agriculture de l'Ontario
et
W. R. MILNE
Service de vulgarisation en génie agricole
Ministère de l'Agriculture de l'Ontario

sous les auspices
du Comité national de coordination
des services agricoles

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE DU CANADA

AVANT-PROPOS

La ventilation et l'isolation appropriées des bâtiments peuvent faire toute la différence entre les profits et les pertes dans une entreprise animale. Dans le cas des porcheries et des poulaillers par exemple, l'atmosphère ambiante peut influencer la transformation des aliments en viande, la résistance aux maladies et la propreté des œufs. Les bâtiments ventilés et isolés coûtent plus cher, mais souvent l'économie de nourriture qu'ils assurent suffit à combler les frais supplémentaires.

La ventilation expulse la vapeur d'eau exhalée par les bestiaux, réduit les fluctuations de température, fournit de l'air frais et prolonge la durée des bâtiments.

Les bovins éliminent beaucoup de vapeur d'eau mais ils produisent aussi une quantité appréciable de chaleur: cette chaleur permet de garder l'étable chaude en hiver et de ventiler. Les volailles et les porcs produisent peu de chaleur; il est donc difficile d'assurer une ventilation et une température appropriées à moins d'isoler ou de chauffer le bâtiment.

Les bâtiments perdent de la chaleur à travers les murs, plafonds, portes et fenêtres ainsi que par la ventilation. Il est essentiel d'isoler les murs et les plafonds et de les munir d'un coupe-vapeur ou écran hydrofuge.

La quantité d'air requise pour la ventilation dépend de la température à l'extérieur: plus il fait froid, moins il faut introduire d'air dans le bâtiment.

La meilleure façon de ventiler les bâtiments moyens et grands est d'installer un petit ventilateur et un ou plusieurs autres plus gros. Le petit ventilateur tourne continuellement et fournit tout l'air nécessaire durant les temps les plus froids. Les gros ventilateurs sont commandés par thermostat et empêchent les fluctuations trop considérables de température.

TABLE DES MATIÈRES

PAGE

Introduction 5

Ventilation 5

Isolation 6

Écrans hydrofuges 8

Systèmes de ventilation 9

- Types de ventilateurs 10
- Moteurs de ventilateurs 11
- Commandes des ventilateurs 11

Prises d'air et systèmes 12

- Étables 12
- Poulaillers et porcheries 13

Ventilation des étables 15

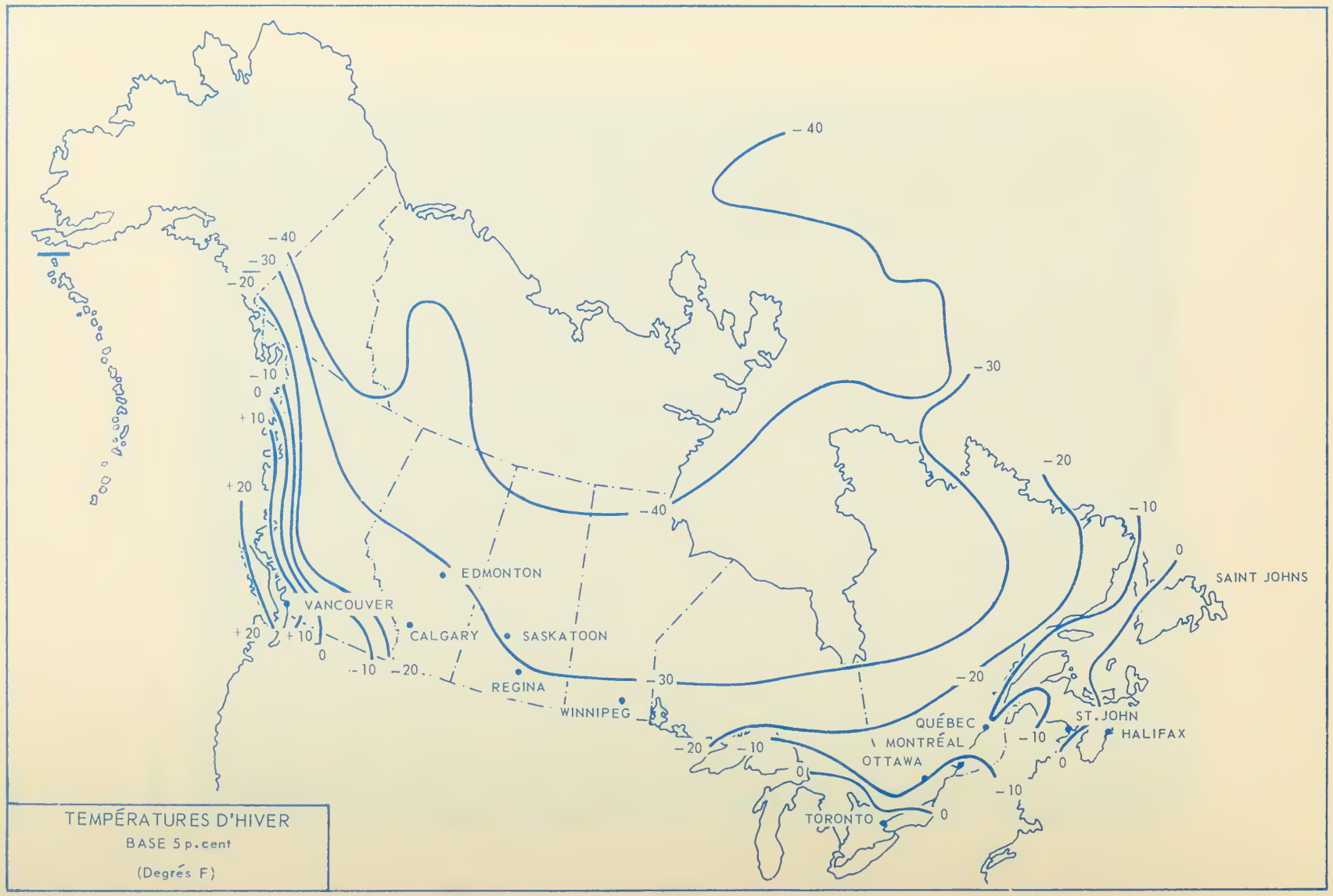
Ventilation des poulaillers 20

Rafraîchissement des poulaillers 24

Ventilation des porcheries 26

Appendices 28

96059—1½



Carte des zones climatiques du Canada. Basses températures d'hiver dans les différentes régions du Canada.

INTRODUCTION

La présente publication explique les principes de la ventilation des bâtiments et fournit des renseignements sur l'installation de systèmes appropriés. Le chapitre ventilation, isolation, ventilateurs, prises d'air et systèmes donne des renseignements qui s'appliquent à tous les types de bâtiments. Les paragraphes concernant les bovins, volailles, porcs, contiennent des détails sur les systèmes de ventilation et des recommandations sur les taux de ventilation à diverses températures. La carte du Canada à la page ci-contre, indique les températures minimales d'hiver des différentes zones climatiques. Des tableaux et des exemples de calcul insérés en appendice, servent de guide dans la préparation des devis.

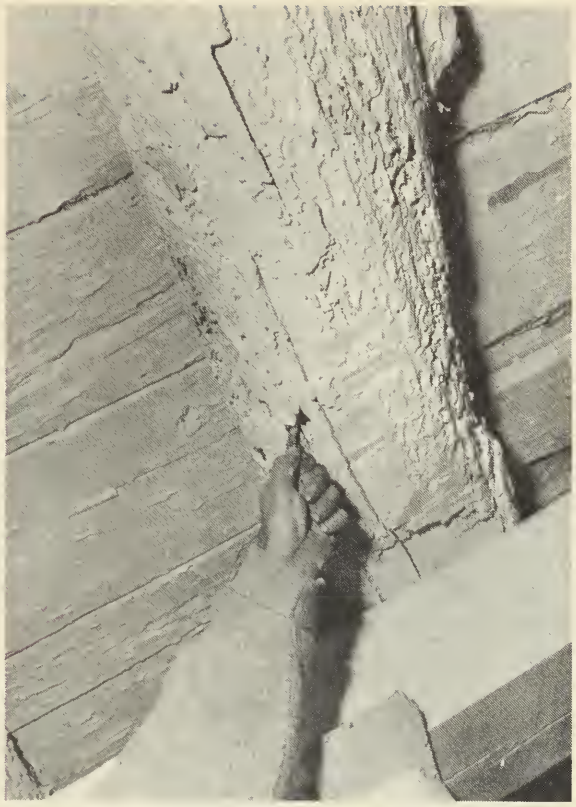
On ne trouvera pas de section sur les bovins de boucherie car on tend de plus en plus à les loger dans des abris ouverts qui normalement ne requièrent pas de système de ventilation. Toutefois, si l'on construit une étable fermée pour les bovins de boucherie, on suivra les suggestions données dans les paragraphes sur les bovins laitiers. On peut aussi loger ensemble bovins de boucherie et bovins laitiers.

On traite ici de l'aération par ventilateurs seulement; l'aération naturelle par courants d'air n'est pas efficace et s'avère difficile à régler. L'électrification des fermes rend pratique l'aération par ventilateurs dans presque toutes les régions.

VENTILATION

Beaucoup de bâtiments chauds et accablants au printemps et à l'automne sont froids et humides en hiver. La ventilation corrige ces conditions par les moyens suivants:

- expulsion de la vapeur d'eau
- réduction des fluctuations de température
- apport d'air frais.



Ill. 1—Poutre d'une étable montrant les effets de l'exposition continuelle à l'humidité.

L'haleine d'une vache, par exemple, est à environ 95° F et saturée à 90 p. cent de vapeur d'eau. A moins qu'elle ne soit évacuée cette vapeur se condense au contact d'une surface plus froide. La gelée sur les vitres est une forme de condensation congelée.

La vapeur s'infiltre dans le bois de la charpente et le fait pourrir. Litière mouillée, maladies plus fréquentes, pneumonie chez les veaux, œufs sales et plusieurs autres problèmes résultent aussi parfois d'un excès d'humidité.

Certains bâtiments se ventilent d'eux-mêmes car l'air passe au travers des fentes et entraîne une partie de l'humidité. Cependant, la température dans ce cas-là est presque aussi changeante à l'intérieur qu'à l'extérieur. Le bétail est sensible aux variations de température autant qu'aux grands froids et aux fortes chaleurs; il est donc im-

portant de garder dans les étables une température modérée et uniforme.

Les bestiaux ont besoin d'air frais. Quand l'atmosphère devient lourde d'humidité et imprégnée d'odeurs désagréables, la production tombe. Un système de ventilation réglable, équipé de prises d'air suffisantes, corrige cet état de choses et maintient le niveau de la température intérieure.

Une ventilation appropriée tient compte de l'humidité et de la chaleur produites par le bétail, des températures à l'extérieur et à l'intérieur ainsi que du dégré d'humidité relative, du genre de bâtiment, de la quantité d'isolant et du type des prises d'air.

Le problème essentiel de la ventilation consiste à conserver suffisamment de chaleur dans le bâtiment pour maintenir une température uniforme et à réchauffer l'air frais qui entre, tout en expulsant l'air chargé d'humidité. Normalement, la seule source de chaleur est celle qui émane du bétail.

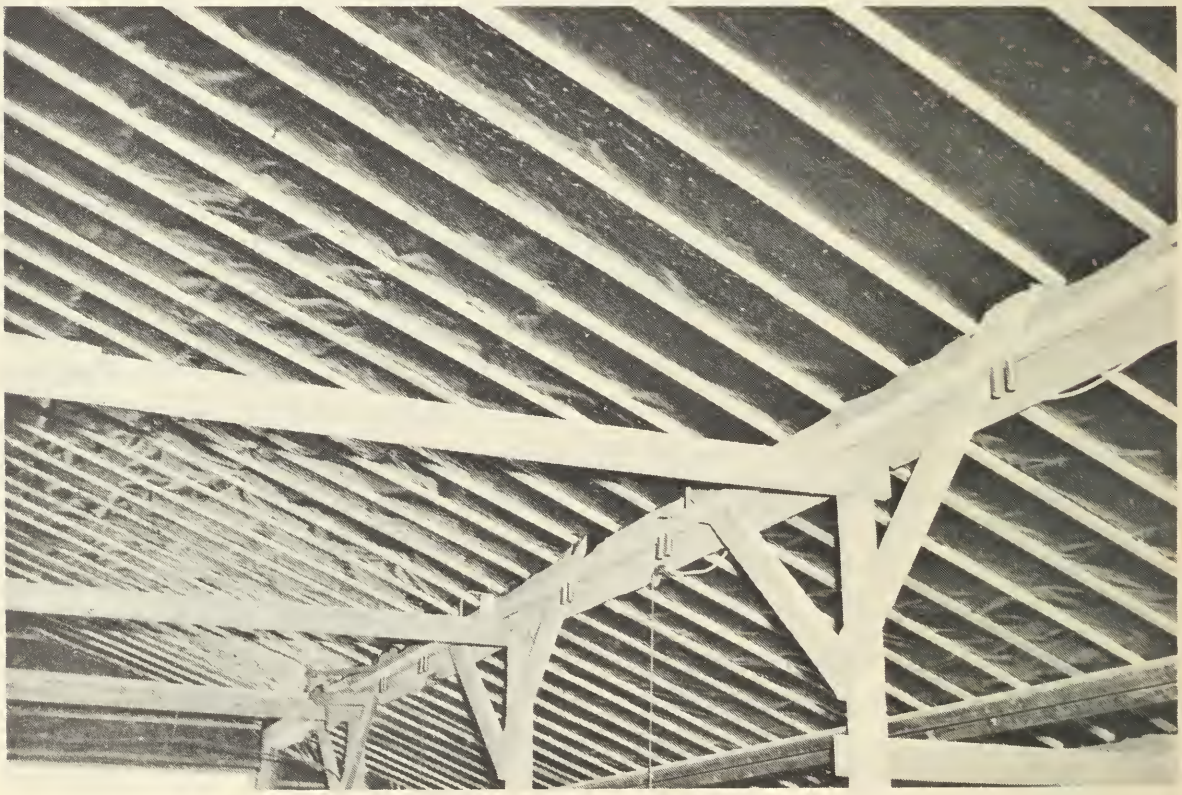
L'isolation est donc importante, spécialement dans les porcheries et les poulaillers où la chaleur produite est faible comparativement à l'espace occupé. Dans les régions froides, il faut munir ces bâtiments d'une isolation abondante afin de pouvoir ventiler.

ISOLATION

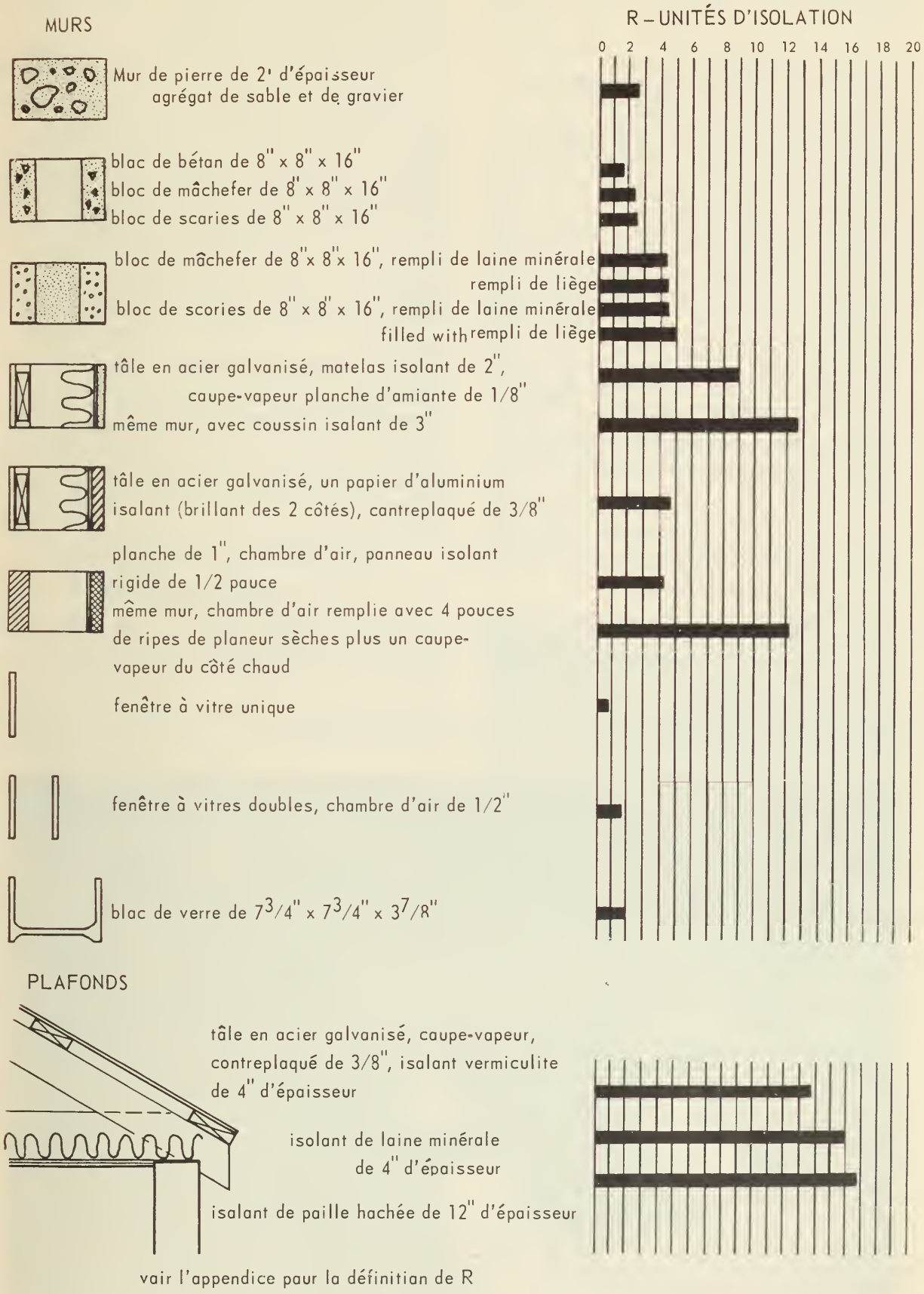
La chaleur d'un bâtiment se perd, principalement par conduction à travers les murs et les plafonds. Pour isoler convenablement, il faut choisir les matériaux appropriés.

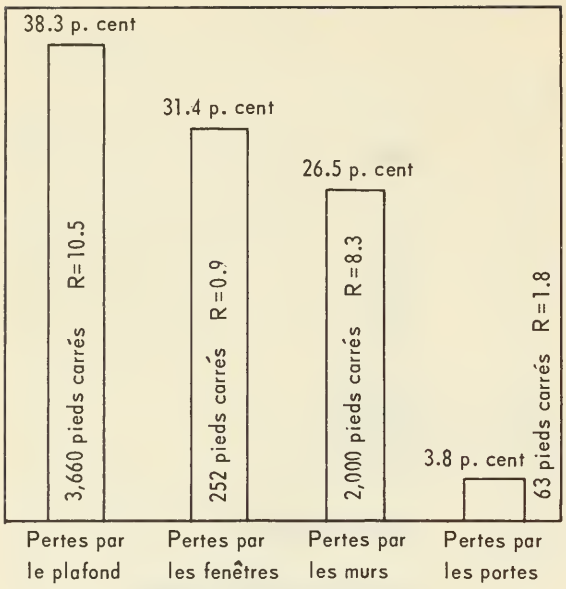
Le graphique 1, page 7, donne les unités d'isolation fournies par les différents types de murs et de plafonds. Les unités d'isolation requises dans chaque cas se trouvent inscrites dans les paragraphes qui traitent de la ventilation des étables, porcheries et poulaillers. Si un mur ou un plafond d'un type particulier ne figure pas au tableau, on peut en calculer la valeur isolante à, l'aide de l'équation R (résistance) dans

Ill. 2—Poulailler pour poulets à griller où l'on voit l'isolant ajouté au toit en vue de faciliter la ventilation.



Graphique 1. Isolation fournie par différents types de murs et de plafonds





Graphique 2. Pertes totales de chaleur par conduction à travers les différentes parties d'un poulailler isolé mesurant 36 x 108 x 8 pieds.

l'appendice I. A propos de ces équations, consulter l'agronome ou le représentant agricole local.

La chaleur s'échappe aussi par les fentes autour des fenêtres, des portes et de l'avant-toit; on peut la retenir en calfatant les fentes ou en posant des coupe-froid aux ouvertures.

Une quantité considérable de chaleur se perd par les fenêtres.

Comme le montre le graphique 2, page 9, il se perd plus de chaleur à travers 252 pieds carrés de fenêtre (vitre unique) qu'à travers 2,000 pieds carrés de mur isolé. L'adjonction de doubles vitres réduit ces pertes de moitié, et dans un bâtiment sans fenêtres presque toute la chaleur est conservée. Il convient donc de réduire au minimum les surfaces en fenêtres et d'utiliser soit des contre-fenêtres ou des fenêtres à doubles vitres. Un grand nombre d'éleveurs de volailles et de porcs construisent maintenant des bâtiments sans fenêtres.

ÉCRANS HYDROFUGES OU COUPE-VAPEUR

Tout matériel mouillé perd de sa valeur isolante. De fait, si l'isolant est

Ill. 3—Installation d'un plafond isolé dans une porcherie. L'écran hydrofuge en plastique polyéthylène est placé du côté chaud de l'isolant, entre celui-ci et le revêtement intérieur.

mouillé, le mur perd plus de chaleur que s'il n'était pas isolé du tout.

La vapeur d'eau de l'air exerce une pression. Quand l'air d'un côté de mur contient plus de vapeur d'eau que celui de l'autre côté, cette humidité tend à passer du côté le plus humide au côté le plus sec. Dans les bâtiments où l'air est chargé d'humidité, l'air se refroidit en passant à travers le mur et la vapeur se condense sur l'isolant.

L'humidité dans les murs abrège la durée des bâtiments car la charpente pourrit rapidement.

On peut empêcher l'entrée de l'humidité en plaçant un coupe-vapeur ou écran hydrofuge à l'intérieur des murs. Les isolants de type coussin ou couverture possèdent un certain pouvoir isolant mais ils sont insuffisants et doivent être recouverts d'un coupe-vapeur continu.

La plupart des papiers de construction ne sont pas étanches à l'humidité. Il ne faut donc pas utiliser du papier d'asphalte ou du papier goudronné comme coupe-vapeur, mais employer plutôt du plastic polythène, ou des feuilles d'aluminium.

Sous le revêtement extérieur on utilise un papier de construction perméable à l'air. Si l'on utilise un papier imperméable sur le côté de l'isolant exposé au froid, l'humidité qui pénètre dans le mur ne peut s'échapper à l'extérieur et se condense dans l'isolant durant la saison froide.

Employé comme revêtement extérieur, le papier brique en rouleau ou en planche agit comme coupe-vapeur et emprisonne l'humidité et la gelée dans le mur. Pour laisser échapper l'humidité et garder les murs en bonne condition il faut percer de petits trous à la base des tournisses (montants).

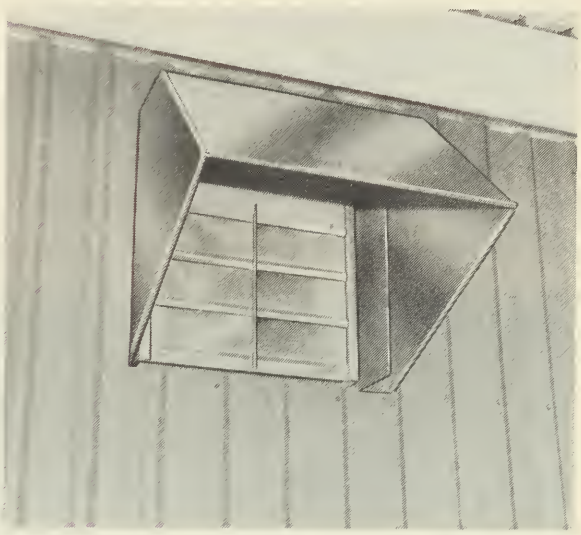
Certains matériaux tels les panneaux rigides (fiberboards), absorbent l'humidité, ce qui réduit leur valeur isolante. L'application de deux couches de peinture d'aluminium sur ces matériaux peut servir de préventif sans pourtant apporter une garantie de protection complète.

SYSTÈMES DE VENTILATION

L'efficacité d'un système de ventilation est influencée par le choix du ventilateur et de l'endroit où on le fixe.

1. Choisir le ventilateur d'après sa capacité en pieds cubes d'air déplacés à la minute (p.c.m.) plutôt que d'après son diamètre. La capacité de deux ventilateurs de 16 pouces actionnés par deux moteurs de même grosseur peut varier jusqu'à 25 p. cent. Le rendement dépend de l'angle d'attaque et du diamètre de la pale ainsi que de la distance entre l'extrémité des lames et le capotage du moteur.

2. Le cubage en pieds à la minute (p.c.m.) doit être basé sur une pression statique minimum de $\frac{1}{8}$ de pouce plutôt que sur le débit d'air libre (rendement obtenu lorsqu'aucune résistance ne s'oppose au cours de l'air). Les ventilateurs travaillent ordinairement contre la pression causée par les persiennes, le vent ou un léger vide qui existe dans le bâtiment et ils doivent répondre au rendement requis sous ces conditions.



Ill. 4—Capuchon pour protéger le ventilateur à expulsion contre les vents dominants, et persienne pour prévenir les retours d'air.

Le matériel publicitaire qui accompagne les ventilateurs mentionne souvent leur rendement sous un débit d'air libre qui peut parfois être supérieur de 25 p. cent à celui fourni sous une pression statique de $\frac{1}{8}$ pouce.

Si possible, installer les ventilateurs du côté sous le vent; toutefois, s'il faut les placer face aux vents dominants, on doit les protéger par un capuchon qui descend plus bas que l'ouverture du ventilateur. Il faut toujours munir ces ventilateurs de persiennes afin d'empêcher un retour d'air lorsqu'ils ne fonctionnent pas.

Ill. 6—Ventilateur de grand diamètre mais de faible vitesse pour expulser l'air d'un parquet de poulets à griller.

TYPES DE VENTILATEURS

Il existe deux types principaux d'appareils de ventilation: les ventilateurs hélicoïdaux et les ventilateurs centrifuges (à réaction). Chacun de ces types a ses avantages et ses inconvénients.

Type hélicoïdal—Ventilateurs à faible diamètre et à haute rapidité; ont un certain nombre de pales montées sur l'arbre d'un moteur électrique (ill. 5); faciles à installer, prennent peu de place.

Ill. 5—Ventilateur de petit diamètre pour aérer un poulailler.

Ill. 7—Ventilateurs centrifuges installés dans un parquet de dindons à griller.

Ils sont bruyants et leur rendement en pieds cubes à la minute (p.c.m.) fléchit considérablement lorsqu'ils font face aux vents.

Protéger les ventilateurs à grande vitesse au moyen de grillages métalliques. Les capots doivent être unis et à avant profilé.

Les ventilateurs à grand diamètre et à faible vitesse sont communément utilisés dans les poulaillers. La plupart sont commandés par une courroie et logés dans un boîtier. L'air est soutiré à un rythme lent et continu à la hauteur du plancher et à un rythme accéléré au niveau du plafond.

Ces ventilateurs silencieux exigent moins de puissance motrice par pied cube d'air évacué que les ventilateurs à grande vitesse mais leur installation dans un boîtier prend beaucoup d'espace.

Type centrifuge—Les ventilateurs centrifuges ont un certain nombre de petites lames étroites autour d'un arbre central enfermé dans un carter. Ils sont habituellement actionnés par une courroie (ill. 7); ainsi, leur capacité peut être changée en variant la grosseur de la poulie. Ils ventilent sans que leur rendement soit notablement réduit par les pressions statiques normales, ce qui les rend pratiques pour pousser l'air dans des conduits. Ils sont silencieux.

Les ventilateurs centrifuges prennent beaucoup de place. Ils exigent aussi un peu plus de puissance motrice par pied cube d'air déplacé à la minute (p.c.m.) que les autres ventilateurs. Dans les poulaillers, la poussière s'infiltre dans le moteur et il faut le nettoyer souvent.

MOTEURS DE VENTILATEURS

Les moteurs doivent:

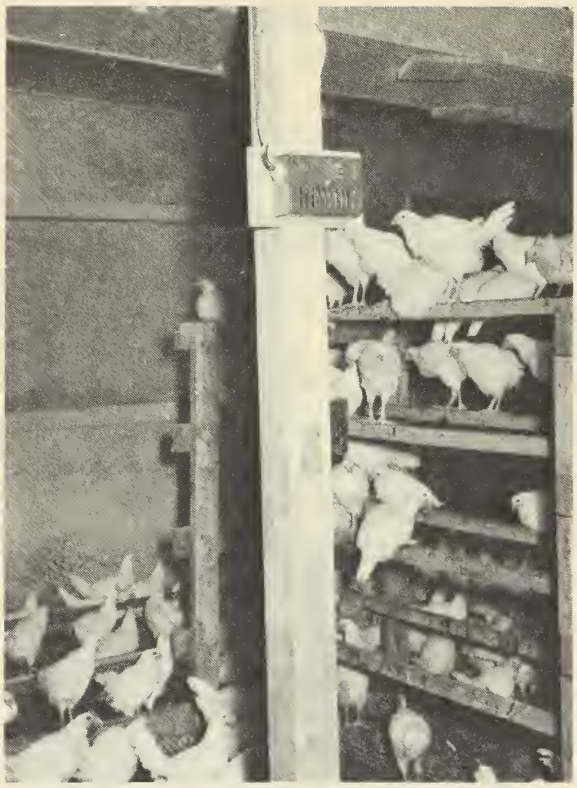
- être complètement renfermés pour empêcher l'entrée de la poussière, des saletés et de l'humidité dans le bobinage ou entre les coussinets;
- avoir un dispositif de protection contre les surcharges: soit un appareil thermal ou un fusible bilame dans l'interrupteur de courant, au cas où les persiennes gèleraient ou le ventilateur se surchargerait;
- être du type à «phase auxiliaire» ou du type «démarrage par condensateur»;
- avoir le châssis du ventilateur et les boîtes du circuit électrique branchés au sol;
- être fabriqués par une compagnie responsable et installés par un électricien compétent.

NOTE: L'équipement électrique ainsi que les commandes utilisées doivent porter le sceau d'approbation de la Canadian Standards Association.

COMMANDES DES VENTILATEURS

Utiliser un thermostat spécial, résistant à la corrosion (ill. 8); les thermostats ordinaires de maison ne sont pas satisfaisants.

Sous des conditions ordinaires, placer le thermostat à 2 ou 3 pieds du plafond,



Ill. 8—Thermostat pour la ventilation.

à un endroit central et éloigné des descentes d'aliments ou de silos, des portes et autres endroits exposés aux courants d'air. On ne peut se fier aux instruments de réglage de l'humidité parce que la poussière et l'humidité adhèrent aux poils des commandes.

PRISES D'AIR ET SYSTÈMES

ÉTABLES

Dans la plupart des vieilles étables, il entre suffisamment d'air par les fentes, surtout autour des portes et des fenêtres. Il ne faut jamais se servir des descentes à aliments ou à ensilage ni des fenêtres pour ventiler par temps froid.

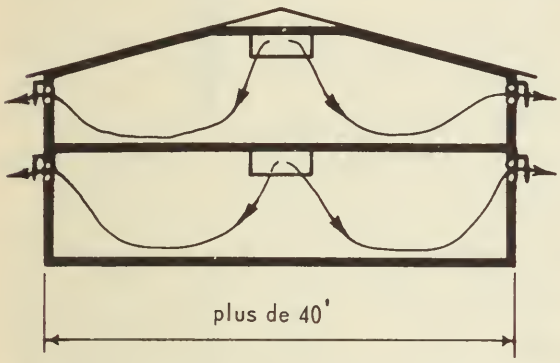
Dans les étables neuves à deux étages, à murs et plafond munis d'un écran hydrofuge, il faut des prises d'air. Aménager une fente continue ou percer des trous avec une mèche de 1 pouce à travers le plafond sur tout le pourtour de l'étable. De cette façon l'air descend du grenier.

Dans les étables neuves à un étage, utiliser le genre de prises d'air recommandées pour les poulaillers et les porcheries.

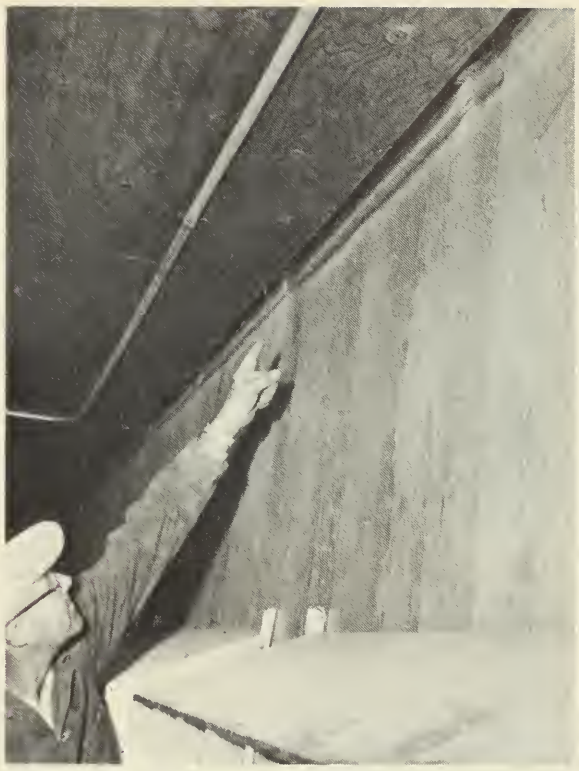
Ill. 9—Poulailler sans fenêtre; un abat-vent laisse pénétrer l'air dans le grenier.

POULAILLERS ET PORCHERIES

Bâtiments dont la largeur ne dépasse pas 40 pieds—Les bâtiments à un étage avec toit à ferme, sont ventilés au moyen d'une ouverture avec abat-vent (ill. 9), pratiquée dans le mur du grenier. La chaleur passant à travers l'isolant du plafond pour monter au grenier, aide à réchauffer l'air qui entre; celui-ci se

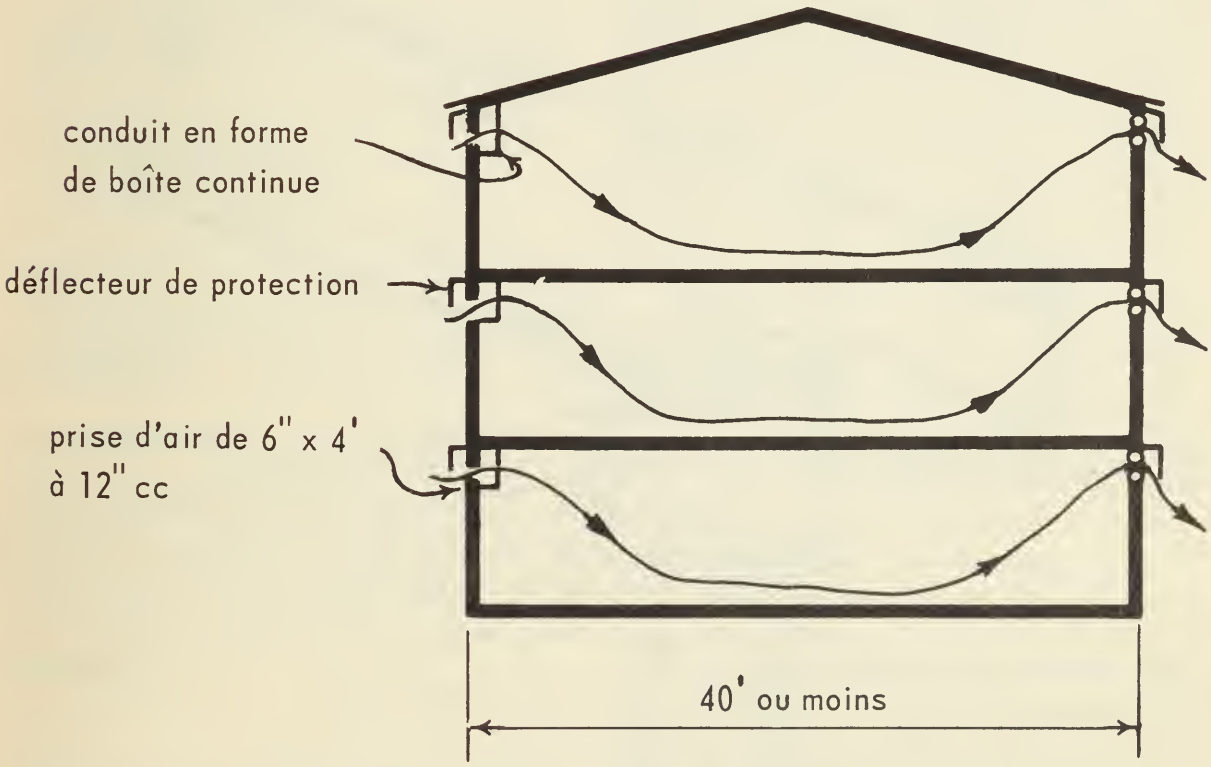


Ill. 10—Circulation de l'air dans les systèmes à prise d'air au grenier et à prise d'air par une fente continue.

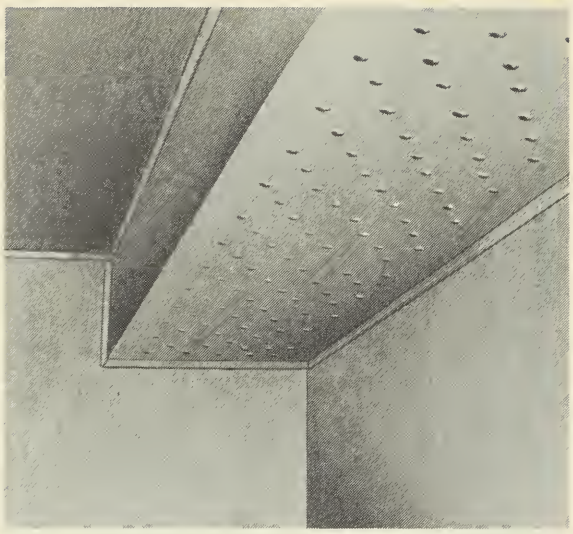


Ill. 11—Fente continue servant de prise d'air sur le pourtour d'un poulailler sans fenêtre.

réchauffe aussi au contact du toit où plombe le soleil. La température de l'air introduit peut donc être de cinq degrés plus élevée que celle de l'air de



Ill. 12—Circulation de l'air avec ces prises d'air par conduits dans un poulailler à plusieurs étages.



Ill. 13—Conduit en forme de boîte continue courant tout le long du bâtiment pour assurer une distribution égale de l'air frais.

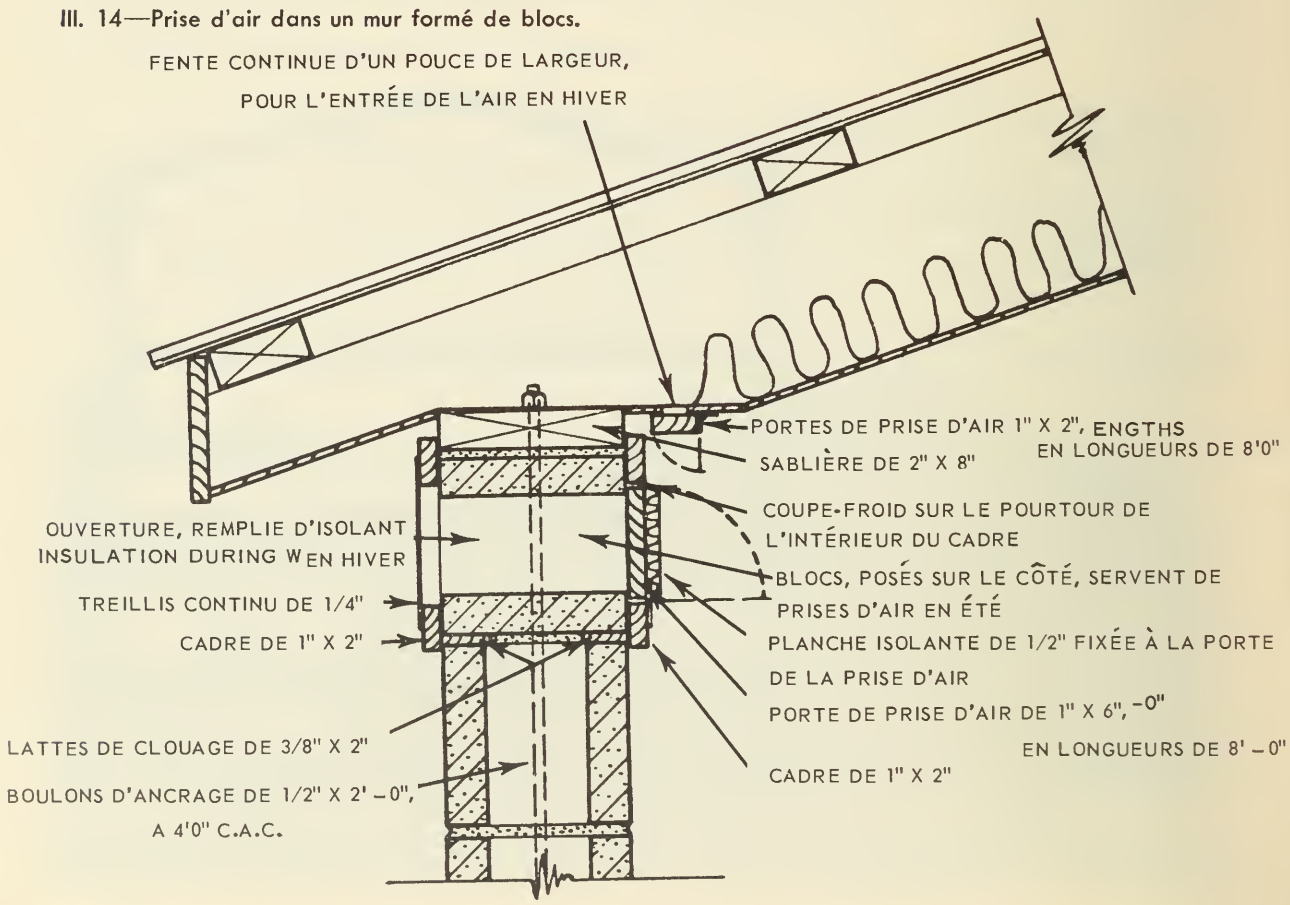
l'extérieur. L'air frais pénètre par les fentes du plafond, drape les murs et aide à prévenir la condensation.

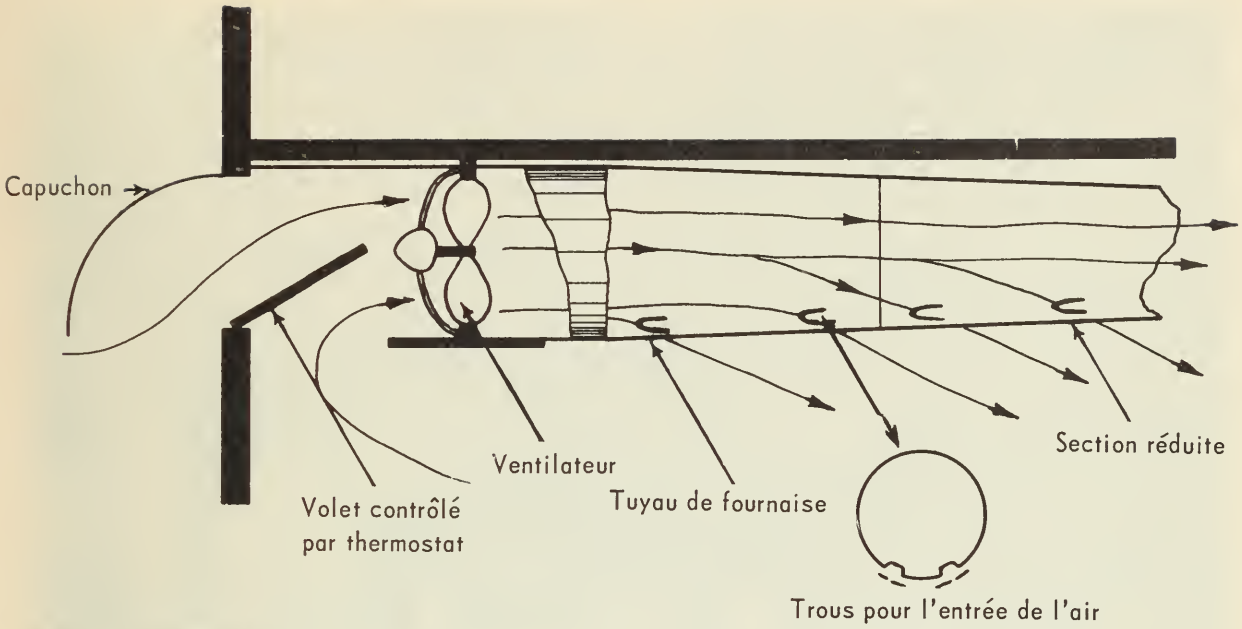
Dans les constructions sur poteaux, l'espace au-dessus des fenêtres est ouvert entre les pannes jusqu'au grenier. Une fente aménagée au-dessus de chaque fenêtre sert de prise d'air; en été on ferme les fentes et on ouvre les fenêtres. Il faut une fente de 40 pieds par 2 pouces de largeur par 4,000 p.c.m. de ventilation.

Dans les bâtiments à plusieurs étages, les quonsets et ceux à un étage mais sans grenier, on laisse pénétrer l'air par une boîte-conduit en contreplaqué, percée sur le côté ou dans le fond de trous de $\frac{3}{4}$ pouce. L'air pénètre dans cette conduite par des ouvertures de 6 pouces par 4 pieds pratiquées à tous les 12 pieds le long du mur. Ces ouvertures sont protégées par un déflecteur et un grillage.

Si les murs sont en béton ou en d'autres sortes de blocs isolés, on tourne sur le côté quelques-uns des blocs de la rangée supérieure afin d'aménager des ouvertures et d'y adapter des déflecteurs du type boîte. Dans un système à recirculation forcée (ill. 15) les ventilateurs fonctionnent presque tout le temps; l'air chaud du

Ill. 14—Prise d'air dans un mur formé de blocs.

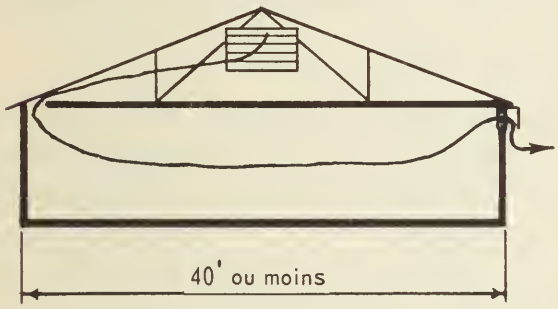




Ill. 15—Système de prise d'air à recirculation forcée.

parquet automatiquement mêlé à l'air frais est expulsé par les évents du mur extérieur.

Bâtiments de plus de 40 pieds de large —Dans les bâtiments de moins de 200 pieds de long installer un conduit



Ill. 16—Circulation de l'air dans un poulailler ayant un conduit central comme prise d'air et des ventilateurs d'expulsion sur l'un ou l'autre côtés.

central allant d'une extrémité à l'autre, ainsi qu'un ventilateur aux deux côtés du bâtiment pour en expulser l'air. Le conduit s'ouvre à l'extérieur par les deux bouts et il faut toujours le protéger du vent par un capuchon ou des persiennes.

Construire le conduit en contreplaqué; percer dans le fond des trous de $\frac{3}{4}$ à 1 pouce. La superficie totale des trous doit être au moins quatre fois celle de l'ouverture du ventilateur. Avec ce système, des ventilateurs à marche réversible sont souvent utilisés; en été, ceci permet de rafraîchir l'atmosphère du bâtiment.

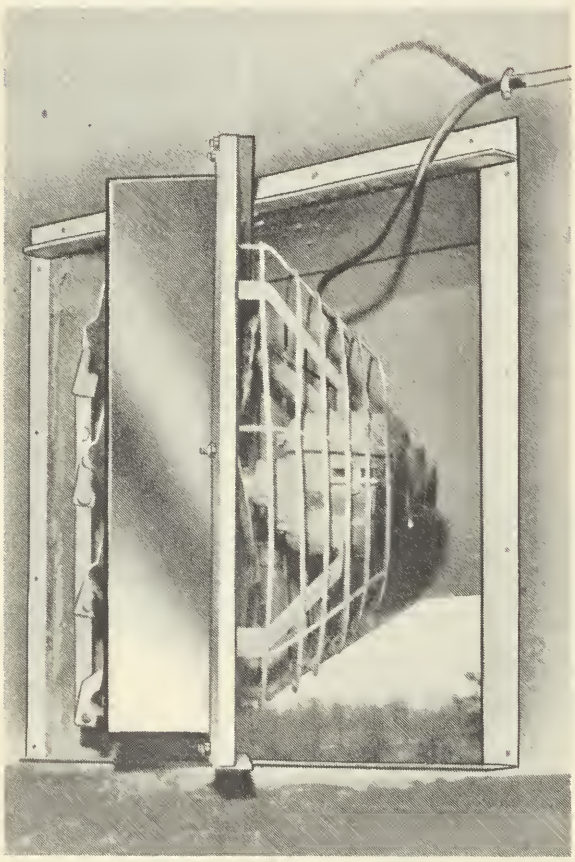
Dans un bâtiment de plus de 200 pieds de long, il n'est pas pratique d'installer un conduit central unique. On emploie plutôt un système de conduits latéraux. Pour que ce système fonctionne bien, il faut réduire les pertes par friction et forcer l'air dans les conduits au moyen d'un ventilateur centrifuge.

On peut obtenir des plans de prises d'air en s'adressant au Service canadien des plans de constructions rurales. L'agronome régional est aussi en mesure de fournir des renseignements sur ce service.

VENTILATION DES ÉTABLES

Une vache exhale 18 à 30 livres de vapeur d'eau par jour, et un troupeau de 30 têtes, 540 à 900 livres, soit 54 à 90 gallons. Cette humidité accumulée

Ill. 17—Conduit central formant la prise d'air d'un poulailler de pondeuses.

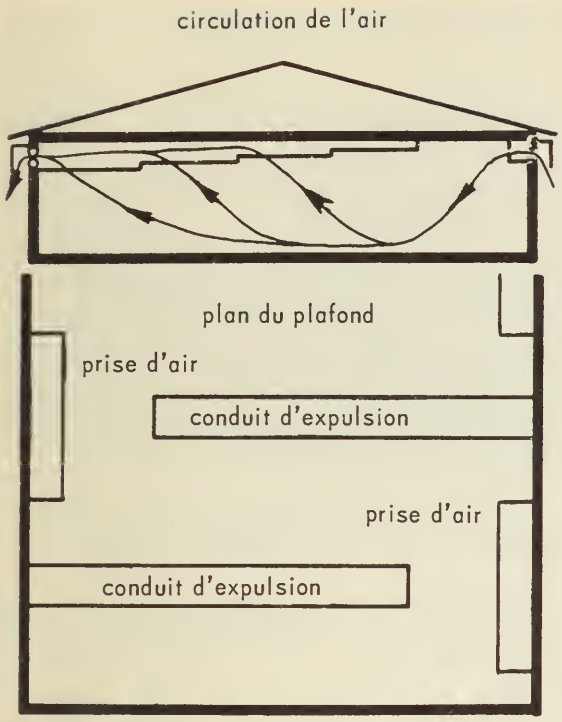


Ill. 18—Ventilateur réversible qui expulse l'air par temps froid et qui pousse l'air dans le bâtiment par temps chaud.

se condense, givre les vitres, rend l'air humide et malsain et détériore l'étable.

La ventilation doit:

- garder l'étable sèche. Si la vapeur d'eau n'est pas continuellement enlevée, elle pénètre les murs et le plafond ou s'y condense pour amener à la longue la pourriture des rebords de fenêtre et des solives;
- expulser l'air vicié et les odeurs désagréables lesquelles passeraient dans le lait;
- introduire de l'air frais sans causer de courants d'air ni trop abaisser la température. Les vaches absorbent une certaine quantité d'oxygène et exhalent du gaz carbonique et de la vapeur d'eau. A moins qu'il ne soit renouvelé l'air devient saturé de vapeur d'eau; les vaches s'engourdissent alors, perdent l'appétit et donnent moins de lait;



Ill. 19—Système de ventilation avec des prises d'air et des conduits d'expulsion qui alternent.

Ill. 20—Conduit latéral pour l'expulsion de l'air, dans un poulailler de poulets à griller mesurant 60 pieds par 365 pieds. Prises d'air en fentes dans le conduit.

- réduire les fluctuations de température dans l'étable. La température d'une étable non isolée et non ventilée varie considérablement avec les températures extérieures. La chaleur et l'humidité accumulées, rendent l'étable chaude et accablante durant le jour puis froide durant la nuit ou vice versa. Des températures fluctuantes ont sur la production du lait autant d'influence que les températures constantes de 70°F et plus, et de 30°F ou moins. Les vaches donnent une production efficace à des températures constantes variant entre 40° et 65°F.

Par temps froid il est préférable de garder la température de l'étable aussi basse que possible; au froid, les vaches produisent moins d'humidité mais plus de chaleur. Lorsqu'il fait chaud, il faut ventiler pour rafraîchir et éliminer la vapeur d'eau et l'air vicié, tandis que par temps froid, il suffit d'aérer juste assez pour retirer la vapeur d'eau et l'air vicié.

Quoique l'exploitant puisse préférer une température qui lui soit plus confortable, il est généralement recommandé de la tenir au niveau plus bas de 45° à 50°F et même à 40°F dans les régions très froides.

Lorsqu'il s'agit d'installer un système de ventilation, il faut tenir compte des taux d'humidité relative, de l'isolation et des plus basses températures, page 00. Là où le tableau indique des températures inférieures à 0°F, il est important d'isoler abondamment afin de conserver suffisamment de chaleur pour permettre de ventiler.

Presque toutes les étables logent des bovins de différentes grosseurs. Pour calculer les besoins de ventilations on se sert d'une mesure dite *unité animale* équivalente à 1,000 livres en poids vif. On divise donc le poids total des animaux par 1,000 pour trouver le nombre d'unités animales.

Il est presque impossible de recommander des taux de ventilation applicables à toutes les conditions de tem-

pérature et d'humidité relative au Canada; l'humidité relative est toutefois assez constante pour chaque série de températures. Le tableau 1 offre des recommandations basées sur différentes températures extérieures. Près des lacs ou des océans où l'humidité est très élevée, et dans les régions à températures extrêmes, on calcule les besoins de ventilation et d'isolation à l'aide de l'exemple offert dans l'appendice.

Les données du tableau 1 s'appliquent à un bâtiment dont le plafond est couvert de 4 pieds de paille ou de foin, ou de leur équivalence en isolant. Calculer les exigences des étables à un étage, en tenant compte de la quantité de chaleur perdue par le plafond. A l'aide du graphique 1, vérifier dans le tableau 1 si l'isolation des murs est suffisante pour donner la résistance (valeur R) nécessaire.

Le bétail produit constamment de l'humidité, il faut donc un minimum de ventilation continuelle. S'il fait très froid, ventiler au taux de 30 pieds cubes à la minute (p.c.m.) ou moins par unité animale; s'il fait très chaud, on aura peut-être besoin de 130 p.c.m. par unité animale. C'est pourquoi il est préférable d'installer deux ventilateurs ou plus: l'un fonctionne continuellement et fournit le minimum de 30 p.c.m. ou moins et les autres sont munis de thermotats réglés à 40°–50°F. Lorsque la température à l'extérieur atteint 50°F ou plus on aère naturellement en ouvrant portes et fenêtres.

EMPLACEMENT DES VENTILATEURS

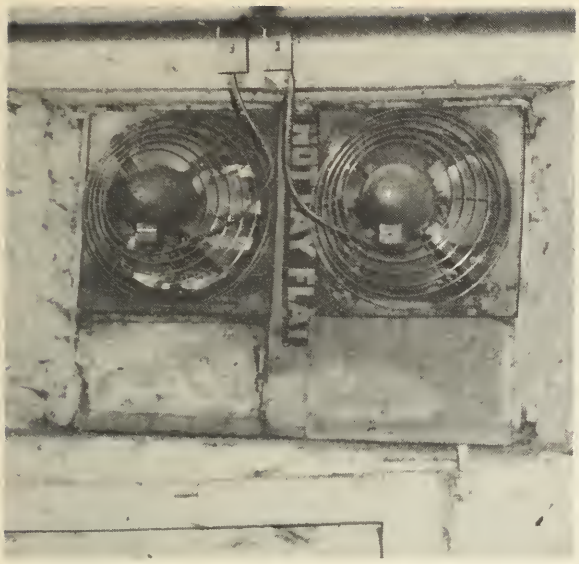
Installer les ventilateurs sur le même mur, de préférence du côté du bâtiment sous le vent et aussi près que possible du plafond. Ainsi les ventilateurs ne travaillent pas contre les grands vents et les persiennes ne sont pas immobilisées par la glace. Si les ventilateurs doivent faire face aux vents dominants, il faut les protéger au moyen d'un capuchon qui descend 6 pouces plus bas que l'ouverture (ill. 4, p. 9).

Tableau 1—Taux de ventilation et d'isolation pour les étables.

A l'extérieur		A l'intérieur		P.c.m.—Pieds cubes d'air à la minute requis par unité animale pour enlever la vapeur d'eau	R—Unités d'isolants nécessaires[1] pour les murs
Température	Humidité relative	Température	Humidité relative		
°F	%	°F	%		
−20	90	50	75	Voir note	18
−20	90	40	75	30	18
−10	90	50	75	32	12.5
0	80	50	75	33	3.7
10	80	50	75	37	2.0
20	80	50	75	44	1.2
30	70	50	75	54	1.2
40	70	50	75	88	1.2
45	70	50	75	130	1.2

[1] Voir l'appendice IV.

NOTE: Quand la température à l'extérieur est de −20°F avec une humidité relative de 90 p. cent, il est impossible de maintenir une température intérieure de 50°F sans chauffer parce que la chaleur animale se perd à travers les murs. Il faut alors tolérer dans l'étable soit une température plus basse (40°F) soit une accumulation d'humidité.



Ill. 21—Deux ventilateurs à expulsion, l'un fonctionnant continuellement et le second commandé par un thermostat dans la section centrale d'une étable.

Généralement on place les ventilateurs du côté des stalles à veaux. Cela permet de maintenir presque uniforme la température de l'étable particulièrement dans la partie où sont logés les veaux.

Si les veaux sont logés du côté froid de l'étable, la chaleur des vaches sera tirée vers eux. Quoiqu'il en soit on doit parfois isoler ce mur davantage afin de prévenir la condensation de l'air chaud et humide qui le frappe.

Les ventilateurs commandés par thermostats doivent être espacés régulièrement le long du même mur.

Éloigner les ventilateurs d'au moins 20 pieds des fenêtres ou des portes; installés trop près des ouvertures, les ventilateurs en tirent de l'air directement, ce qui réduit la ventilation. Lorsqu'on installe un ventilateur dans le cadre d'une fenêtre, il faut rendre ce cadre aussi étanche que possible.

THERMOSTATS

Les thermostats devraient être placés au centre de l'étable et à environ 2 pieds du plafond, à l'abri des courants d'air et hors de portée des animaux (ill. 8). On règle les thermostats entre 45° et 55°F selon les conditions de la

Ill. 22—Ventilateurs d'expulsion au dessus de cases à veaux.

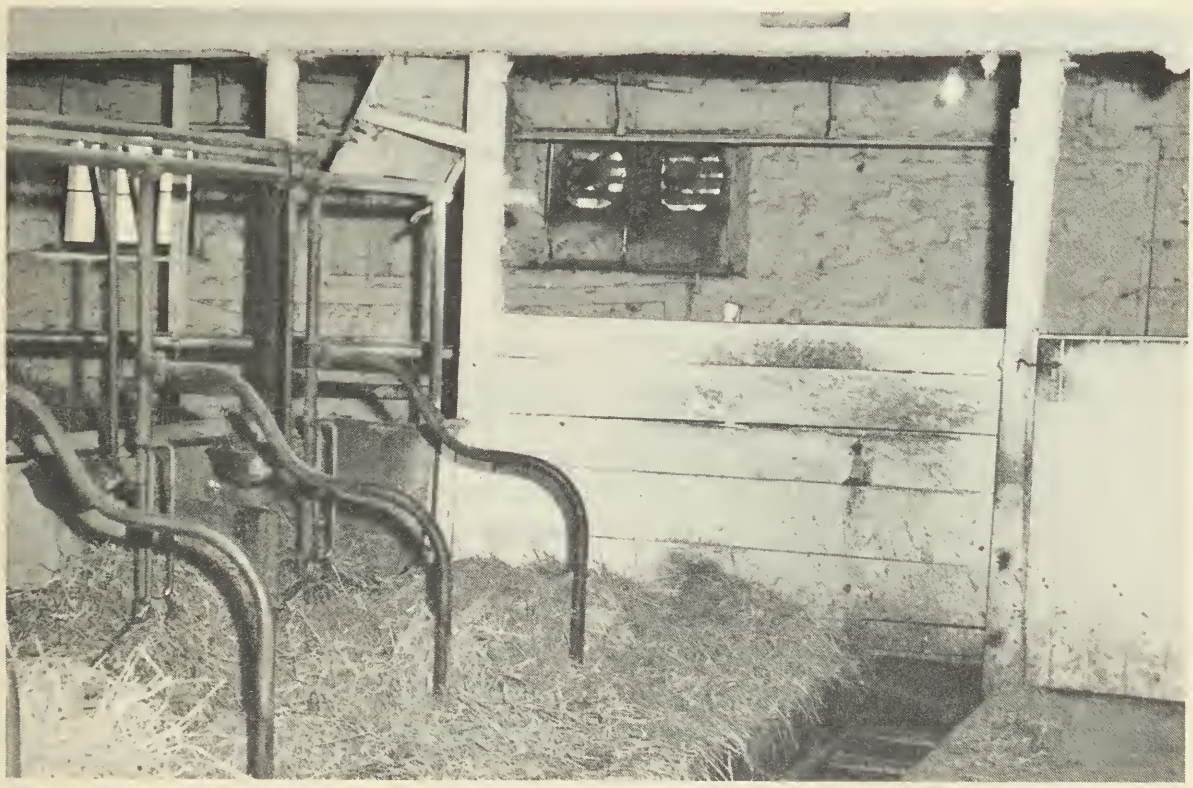


Tableau 2—Guide pour le choix de la capacité et du nombre des ventilateurs pour différentes quantités d'unités animales.

Nombre d'unités animales	Capacité en pieds cubes à la minute (p.c.m.)		Total	Nombre de ventilateurs	Nombre de thermostats	Nombre de ventilateurs	Capacité du ventilateur en pieds cubes à la minute.
	Temps froid	Temps chaud					
20	600	2000	2000	1	1	1	2000 (T)
30	900	3000	3900	2	1	1	900 (c)
						1	3000 (T)
40	1200	4000	5200	2	1	1	1200 (c)
						1	4000 (T)
50	1500	5000	6500	3	1	1	1500 (c)
						2	2500 (T)
60	1800	6000	8700	3	1 ou 2	1	1800 (c)
						2	3000 (T)
75	2250	7500	9750	3	2	1	2250 (c)
						2	3750 (T)
90	2700	9000	11700	4	2 ou 3	1	2750 (c)
						3	3000 (T)

Une unité animale représente une vache de 1,000 livres, ou l'équivalent
T—ventilateur réglé au thermostat
c—ventilateur à marche continue
Les ventilateurs doivent fonctionner sous une pression statique de 1/8 de pouce.

température à l'extérieur et le nombre de thermostats. Le petit ventilateur qui fonctionne continuellement doit être commandé soit par un thermostat réglé à 40°F soit par un commutateur actionné à la main. S'il est commandé par un commutateur sur le mur, on le débranche pour la nuit lorsque la température est extrêmement froide (inférieure à −20°F).

PRISES D'AIR

Dans la plupart des vieux bâtiments, il y a suffisamment d'air qui pénètre par les fentes, particulièrement autour des fenêtres et des portes. On tient fermées les descentes d'aliments et de silos; elles ne doivent pas servir de prises d'air.

Les étables neuves à construction hermétique et munies d'écrans hydrofuges exigent un type quelconque de prises d'air. Voir les paragraphes concernant les systèmes de ventilation et les prises d'air (pages 9 et 12).

VENTILATION DES POULAILLERS

Chaque aviculteur a son problème particulier—conversion des aliments en viande, maladies, mortalité. Après analyse cependant, on trouve que la ventilation insuffisante est une des causes en jeu.

Au cours des dernières années, des progrès étonnants ont été réalisés dans l'aménagement et la ventilation des poulaillers. Les poules, autrefois logées dans des bâtiments froids, humides et mal construits, cessaient pratiquement de pondre durant l'hiver et mangeaient plus, uniquement pour garder leur chaleur.

Avec l'avènement de l'industrie du poulet à griller et la pratique de loger les poules dans un espace restreint, le

problème de la ventilation s'est imposé. La production des poulets à griller et des œufs se continue maintenant durant toute l'année, d'où la nécessité de réduire les effets de la saison froide et des fluctuations de température.

Logées dans des bâtiments aérés et protégées contre l'humidité et les changements de température, les volailles sont plus robustes et assimilent mieux leurs aliments.

Le système de ventilation doit:

- tenir la litière sèche, ce qui aide à garder les œufs propres, à prévenir les maladies et la mortalité. Lorsque l'humidité relative dépasse 80 p. cent, la litière devient humide.
- maintenir une température uniforme. Les volailles sont sensibles aux changements de température; s'il fait trop chaud, les poules pondent moins; s'il fait trop froid, elles produisent moins et consomment plus d'aliments. Durant la saison froide, maintenir la température à environ 50°F.
- empêcher la condensation et le suintement, afin d'aider à tenir la litière sèche, les œufs propres et le bâtiment en bon état. Il faut à la fois une isolation convenable et une bonne ventilation.
- éliminer les odeurs. Un excès d'ammoniaque nuit aux volailles.
- régler la température automatiquement et fournir un taux de ventilation approprié à la température extérieure.

Un poulailler mal isolé ne peut être convenablement ventilé. La chaleur retenue dans le bâtiment détermine le taux de ventilation possible.

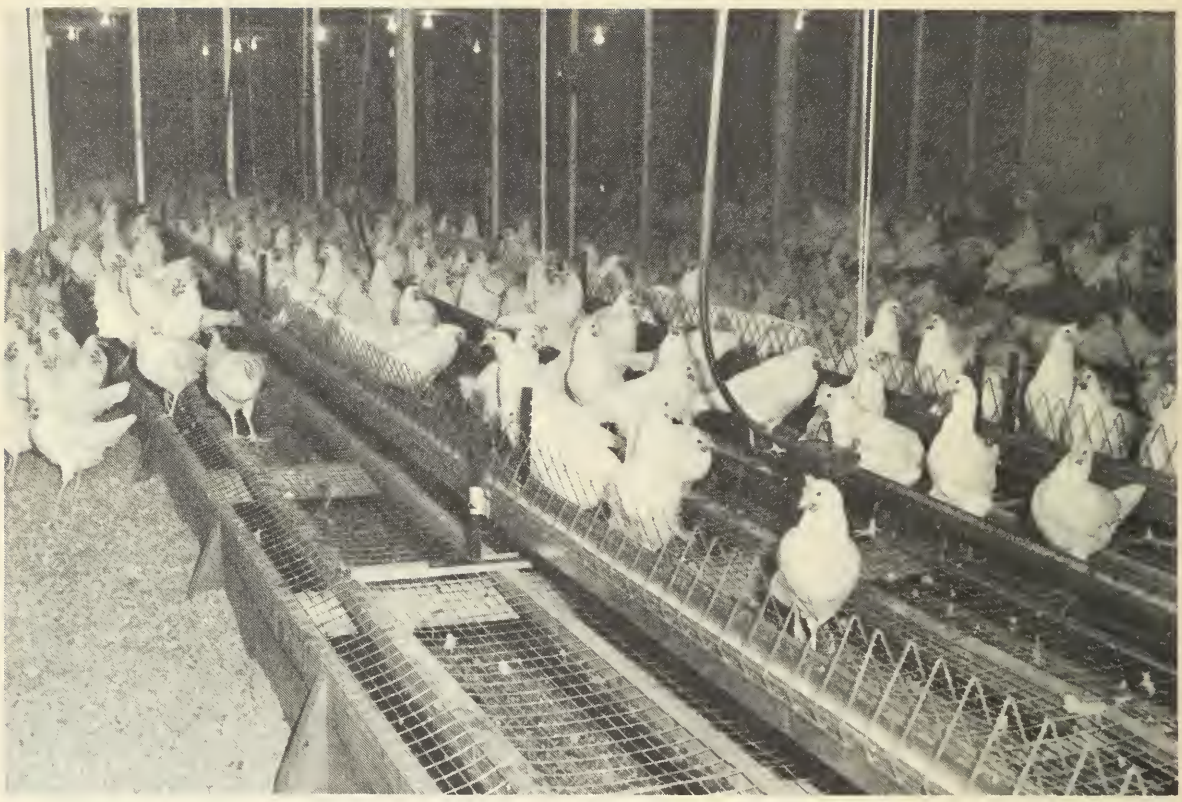
FACTEURS INTÉRESSANT LES DEVIS

Température—La température d'hiver au Canada varie habituellement de −40°F à 20°F (voir la carte des zones, page 00). La température idéale est, en général, de 50°F. Cependant, dans les régions où la température à l'extérieur se maintient entre −10°F et −20°F durant de longues périodes, il est plus pratique de garder une température intérieure de 40°F, à moins que le bâtiment ne soit chauffé.

Humidité relative—Les humidités relatives sont presque constantes à n'importe quelle température, au Canada. Elles sont plutôt élevées dans les principales régions où se pratique l'élevage de la volaille. L'air extérieur est donc déjà très humide lorsqu'il pénètre dans les bâtiments et il faut le réchauffer afin qu'il puisse absorber en plus l'humidité à l'intérieur des parquets.

Évacuation de l'humidité—Une bonne partie de la chaleur produite par les volailles se dissipe à travers les murs et le plafond et par la ventilation, et il est impossible d'en conserver suffisamment pour enlever toute l'humidité. Toutefois, lorsque la température à l'extérieur descend à 0°F ou moins, le système de ventilation doit enlever au moins la vapeur d'eau produite par les oiseaux. Quand la température de l'extérieur s'élève au dessus de 0°F, la ventilation doit aussi balayer l'humidité du fumier non déposé dans les fosses à fientes.

Type de bâtiment—Le type de bâtiment et le système de ventilation importent moins dans le cas des poulets à griller que dans celui des pondeuses. Dans le bâtiment pour poulets à griller, on prévoit, pour le système d'éleveuses,



Ill. 23—L'eau et les aliments sont placés au-dessus des fosses à déjections. Le nettoyeur de la fosse aide aussi à la ventilation. A remarquer: la litière sèche.

une source de chaleur laquelle peut servir pour la ventilation.

Gestion du poulailler—La gestion contribue pour beaucoup au succès du système de ventilation. Voici quelques-uns seulement des points importants: installation des abreuvoirs à une hauteur convenable afin d'éviter l'éclaboussement du plancher; provision suffisante de litière sur le plancher; distribution adroite des trémies et des abreuvoirs. La ventilation ne remplace pas la bonne gestion, mais elle la complète.

Tableau 3—Taux de ventilation et d'isolation pour les poulaillers.

A l'extérieur		A l'intérieur		P.c.m.—Pieds cubes d'air à la minute[1] requis pour enlever la vapeur d'eau	R—Unités d'isolants nécessaires[2] pour les murs
Température	Humidité relative	Température	Humidité relative		
°F	%	°F	%		
−20[3]	90	40	60	45	24
−10	90	40	60	48	18.3
0	80	40	60	52	9.1
10	80	50	60	54	9.9
20	80	50	60	67	6.1
30	80	50	60	110	4.5
55	60	60	60	404(afin d'enlever la chaleur)	4.5

[1] Les données pour le nombre de pieds cubes d'air à la minute, s'appliquent aux espaces logeant 100 oiseaux de 3½ livres; on compte 1½ pied carré de plancher par oiseau.
[2] Voir l'appendice IV.
[3] Il faut de la chaleur supplémentaire à cette température.

Ill. 24—Poulailler de pondeuses. Aéré par un petit ventilateur fonctionnant sans arrêt et un plus gros commandé par un thermostat. Trémies et abreuvoirs au-dessus des fosses à déjections.

Litière, fosses à fientes et nettoyeurs à fosses—La litière humide a tendance à se tasser et à faire croûte. L'air ne peut alors la pénétrer, et elle reste humide.

Installer les abreuvoirs et les trémies au-dessus des fosses à fientes afin de garder la litière sèche. Deux tiers à trois quarts des fientes tombent alors dans les fosses. L'utilisation de nettoyeurs mécaniques simplifie le travail, fait disparaître l'humidité en enlevant les fientes régulièrement et améliore la ventilation.

Le tableau 3 indique le taux de ventilation et les unités d'isolant requis, à divers degrés de température et d'humidité, pour évacuer l'humidité produite par 100 oiseaux. Dans les régions à température extrême et près des lacs et des océans, où l'humidité est très élevée, faire les calculs en suivant l'exemple à l'appendice I.

Dans les régions où la température est continuellement à −20°F ou plus basse, il faut isoler davantage, réduire la surface de plancher, poser des contre-fenêtres ou chauffer; autrement, on ne peut ventiler et l'humidité s'accumule. Plus le bâtiment est isolé, moins il a besoin de chaleur. L'isolation du plafond est plus importante que celle des murs parce que l'air tend à monter et parce qu'il y a plus de pieds carrés de plafond que de mur par rapport à chaque pied carré de plancher. Poser 1½ fois autant d'isolant sur le plafond que dans les murs.

TAUX RECOMMANDÉS

Pondeuses—Les volailles produisent de l'humidité continuellement. Une ventilation maintenue au taux de ½ pied cube d'air à la minute (p.c.m.) par poule, suffit par temps froid. En été il faut assurer deux taux de ventilation. On utilise donc soit un petit ventilateur qui fonctionne continuellement à ½ p.c.m. et un ou plusieurs gros ventilateurs commandés par thermostat et réglés à 3 p.c.m. par oiseau; soit des ventilateurs

à deux vitesses lesquels fonctionnent au taux minimum à la température réglée sur le thermostat mais augmentent automatiquement ce taux lorsque la température du parquet s'élève.

Lorsque la température à l'extérieur dépasse 55°F, ouvrir les fenêtres et les portes afin de permettre la ventilation naturelle.

Dindons et poulets à griller—Les taux de ventilation par livre sont les mêmes pour les dindons et les poulets à griller. Un taux de ventilation à deux niveaux est d'un avantage marqué dans l'élevage des poulets à griller puisque le taux minimum peut servir durant la période où l'on utilise les éleveuses.

Dans les bâtiments utilisés comme éleveuses, le taux minimum de ventilation continue fournit suffisamment d'air frais aux oiseaux.

Certains éleveurs réchauffent l'air de ventilation avant son entrée dans les bâtiments. Ce procédé est efficace mais coûteux. Il est préférable d'utiliser plus d'isolant et, au besoin, de se servir de la source de chaleur de l'éleveuse.

Le débit minimum de ventilation doit être de $\frac{1}{8}$ pied cube d'air à la minute (p.c.m.) par livre d'oiseau. Au printemps, en été et en automne, ce débit doit être augmenté de $\frac{3}{4}$ p.c.m. Pour rafraîchir 1,000 oiseaux de quatre livres, le ventilateur doit en tout temps déplacer 500 p.c.m., et 3000 p.c.m. de plus durant l'été.

RAFRAÎCHISSEMENT DES POULAILLERS

Par temps très chaud, la production des œufs baisse et parfois même, des pondeuses meurent. Voici quelques moyens de prévenir ces ennuis.

Isolation—Il est préférable de munir le plafond de 12 à 16 unités d'isolation. L'isolant retarde la transmission de la chaleur et, sur le haut du jour, l'air frais introduit par la ventilation dissipe la chaleur du bâtiment.

Ill. 25—Poulailler de poulets à griller où l'atmosphère est tempérée par l'air chaud venant d'une fournaise et distribué par des tuyaux ronds pour aider à la ventilation.

Les toitures en acier couvertes de peinture blanche ou d'aluminium absorbent moins de chaleur que les toitures foncées.

Circulation de l'air—Quand il fait très chaud, les ventilateurs à expulsion ne réussissent pas à faire circuler l'air autour des volailles; le courant a plutôt tendance à s'établir directement entre la prise d'air et le ventilateur, et l'air vicié reste autour des oiseaux.

Lorsque la température atteint de 80 à 85°F, on renverse la marche du ventilateur afin qu'il souffle de l'air à l'intérieur. La température d'une poule étant de 107°F, l'air, même de 90° à 100°F, la rafraîchit. De plus, à la même température, les poules sont moins portées à s'affaisser dans une ambiance d'air circulant que dans une atmosphère immobile.

Vaporisations—La vaporisation à l'intérieur du poulailler humecte les poules et les rafraîchit par évaporation. L'air aussi se rafraîchit quelque peu. Le système de vaporisations doit être commandé par un thermostat réglé à 90°F. Ces vaporisations, efficaces dans les régions où l'humidité relative est de 50 p. cent ou moins, deviennent inutiles lorque l'humidité relative dépasse 75 p. cent.

Éviter de vaporiser à l'excès; un surplus d'humidité mouille la litière et aggrave le problème des œufs sales. Vaporiser plutôt sur la fin de l'après-midi, après 3 heures par exemple.

Les vaporisateurs utilisent environ 60 gallons d'eau par jour par 1,000 pieds carrés de plancher.

Rafraîchissement par évaporation—L'air est aspiré à travers des tampons de jute ou de fibres en plastique imbibés d'eau et se rafraîchit par l'évaporation de l'eau. Les tampons sont placés sur un côté, ou à une extrémité du bâtiment ainsi que le long des murs; l'eau dégoutte sur les tampons par les trous percés dans un morceau de gouttière. Si les ventilateurs sont à une extrémité du bâtiment, on couvre habituellement de jute trempée d'eau la porte située à l'autre extrémité.

Le rafraîchissement par évaporation est efficace si l'humidité relative est inférieure à 75 p. cent. Quand l'humidité relative est de 65 p. cent ou moins, il est possible de rafraîchir l'air du parquet de 10°F. Toutefois, si l'air est soufflé sur une distance de 100 pieds ou plus après avoir été rafraîchi, il revient à sa température première.

Il faut environ 90 gallons d'eau par jour par 1,000 pieds carrés de plancher.

L'installation d'un système de rafraîchissement par évaporation coûte environ 60 cents par oiseau.

Efficacité des vaporations et du rafraîchissement par évaporation—Avec ce système, la mortalité est moins élevée mais la ponte n'augmente pas, chez les poules de races légères.

Les résultats obtenus sont habituellement meilleurs avec les races lourdes. Leur production peut même s'accroître de 10 p. cent, quand la température extérieure est d'environ 100°F. La fertilité augmente et la mortalité est moins élevée.

Les vaporisations ou le rafraîchissement par évaporation peuvent se justifier comme mesure d'urgence de courte durée, mais ne sont pas recommandées en pratique car au Canada l'humidité moyenne s'établit à 75 p. cent ou plus durant les mois chauds de l'été. Ces procédés nécessitent l'emploi de ventilateurs plus puissants, spécialement en hiver.

Il vaut mieux isoler le bâtiment avec soin et installer un ventilateur d'une capacité de 1 pied cube à la minute (p.c.m.) par livre d'oiseau ou assez puissant pour renouveler l'air à toutes les trois minutes. Durant la saison chaude, on renverse la marche des ventilateurs afin qu'ils soufflent l'air à l'intérieur.

VENTILATION DES PORCHERIES

Le porc produit relativement peu de chaleur en proportion de l'espace qu'il occupe. La porcherie doit être isolée et ventilée car le froid et l'humidité favorisent les maladies et nuisent à la transformation des aliments en viande.

Le système de ventilation doit:

- garder la température entre 50° et 60°F. Le cours moyen de la température d'hiver au Canada varie depuis −40°F jusqu'à +20F (Consulter la carte à la page 00 afin d'approprier le système de ventilation à la température);
- garder le bâtiment sec, à une humidité relative inférieure à 75 p. cent, afin de prévenir la détérioration de la porcherie;
- changer l'air assez souvent pour enlever l'humidité. Éviter les courants d'air sur les porcs;
- répondre aux exigences des températures froides mais avoir une capacité suffisante pour l'été. Si le bâtiment n'est pas suffisamment isolé, une bonne ventilation sera impossible. La chaleur qui reste dans le bâtiment détermine le taux de ventilation possible. Pour chaque porc de 125 livres, il faut un taux continuel de ventilation de 10 pieds cubes à la minute (p.c.m.) ou moins par temps froid et de 30 p.c.m. par temps doux (voir le tableau 4).

Là où la température moyenne en hiver est de −10°F ou moins, il faut chauffer afin de tenir la porcherie sèche. A ces températures les porcs ne produisent pas suffisamment de chaleur pour remplacer celle qui se perd par la ventilation. Si l'on ne chauffe pas suffisamment une bonne ventilation est impossible et la porcherie devient humide.

Là où les températures d'hiver varient souvent entre 0°F et −10°F, il est plus pratique de maintenir la température intérieure du bâtiment à 40°F en réduisant la ventilation; un peu d'humidité et d'odeurs s'accumulent. On élimine ces odeurs lorsque la température se réchauffe.

Même les contre-fenêtres dissipent beaucoup de chaleur; les surfaces vitrées seront donc réduites au minimum.

Tableau 4—Taux de ventilation et d'isolation pour les porcheries.

A l'extérieur		A l'intérieur		P.c.m.—Pieds cubes d'air à la minute[1] requis pour enlever la vapeur d'eau	R—Unités d'isolants nécessaires[2] pour les murs
Température	Humidité relative	Température	Humidité relative		
°F	%	°F	%		
−20[3]	90	40	75	9	24
−10	90	40	75	10	18
0	80	40	75	10	13.5
10	80	50	75	7½	5
20	80	50	75	9	2.5
30	70	50	75	11	2.0
60				30(afin d'enlever la chaleur)	

[1] Les données pour les pieds cubes à la minute sont basées sur les besoins des porcs de 125 livres.
[2] Voir l'appendice IV.
[3] A cette température il faut chauffer.

SYSTÈMES DE VENTILATION

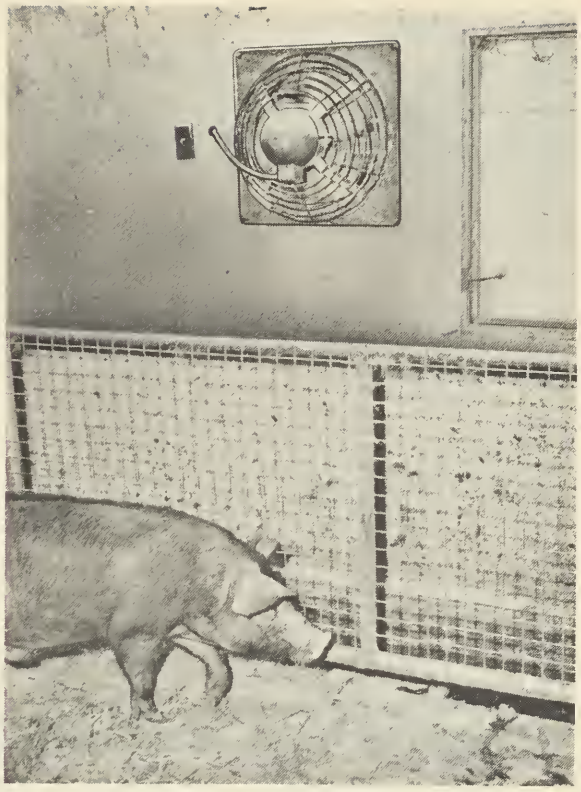
On peut utiliser des ventilateurs de capacités variables ou une combinaison de petits et de gros ventilateurs. Le système de ventilateurs combinés est plus commun et s'adapte plus facilement aux taux désirés de ventilation.

Les porcs ne transpirent pas. Lorsqu'il fait très chaud, ils perdent de la chaleur par la radiation et par la respiration; cette chaleur doit être évacuée par des courants d'air. On recommande alors d'évacuer à un taux de 25 à 30 pieds cubes à la minute (p.c.m.) par porc. Parfois, on rafraîchit les porcs en les arrosant à l'aide d'un boyau perforé. Le ventilateur fonctionnant continuellement au taux de 8 à 10 p.c.m. par porc doit être réglé par un commutateur mural. Le gros ventilateur expulsant 20 p.c.m. par porc est commandé par un thermostat réglé à la température désirée; il fonctionne seulement lorsque se fait sentir un besoin d'aération en excès du débit du petit ventilateur.

Les porcs exposés aux courants d'air succombent souvent à certaines maladies, surtout à la pneumonie. Il faut donc que les prises d'air distribuent uniformément l'air introduit. Éviter les petites prises qui laissent pénétrer l'air trop rapidement; elles causent des courants nuisibles. Pour la même raison, il ne faut pas, par temps froid, ouvrir les fenêtres.

Vu les problèmes que suscitent les courants d'air, les systèmes à expulsion sont, par temps froid, préférables à ceux qui soufflent l'air à l'intérieur. Toutefois, l'aération à air forcé obtenue ordinairement en renversant la marche des ventilateurs a des avantages marqués durant les périodes de fortes chaleurs.

Pour les renseignements sur les types de prises d'air, les systèmes de distribution de l'air et les genres de ventilateurs, consulter le chapitre spécial sur les systèmes de ventilation (page 9).



Ill. 26—Ventilateur à pales hélicoïdales expulsant l'air d'une porcherie. La cloison en fil de fer sur le devant de la case facilite la circulation de l'air. Cloisons solides entre les cases.

SYSTÈMES DE COMMANDE

Régler les thermostats entre 50°F et 60°F pour une période de temps aussi longue que possible; lorsque la température extérieure est très froide les baisser entre 40° et 45°F.

Si l'on chauffe la porcherie, les thermostats des ventilateurs tendent à surpasser ceux de l'appareil de chauffage, ce qui peut tenir le système de ventilation continuellement en fonction et occasionner une trop grande perte de chaleur. Un système alternatif consiste à munir les ventilateurs d'une minuterie afin de les faire fonctionner à intervalles réguliers. De cette façon, les ventilateurs fonctionnent juste assez longtemps pour expulser l'humidité du bâtiment sans en enlever la chaleur.

PORCHERIES DE MISE BAS

Si en hiver on doit garder le bâtiment de mise bas à une température élevée et uniforme, il faut aussi le ventiler et l'aérer. En été il faut encore plus d'air

pour rafraîchir les truies. Voici les taux recommandés de ventilation pour une truie avec sa portée: en hiver, 30 pieds cubes à la minute (p.c.m.); en été, 200 p.c.m.

On utilise deux ventilateurs: un petit pour l'hiver et un gros pour l'été. A cause de la grande différence de capacité entre les deux ventilateurs, ne faire fonctionner que le gros durant l'été.

APPENDICE I

Formule pour le calcul du passage de la chaleur à travers une construction de type composite

$$U = \frac{1}{\frac{1}{fi} + \frac{x_1}{k_1} + \frac{1}{C} + \frac{1}{a} + \frac{x_2}{k_2} + \frac{1}{fe}}$$

où $R = \frac{1}{U}$

U coefficient global de la transmission de la chaleur exprimé en British thermal units (B.T.U.) par heure, par pied carré, par différence de température en degrés Fahrenheit. La valeur *U* s'applique à des combinaisons de matériaux dans un mur ou un toit et à des matériaux simples comme la vitre, mais elle exclut toujours la conductance des surfaces des deux côtés.

k coefficient de conductivité, ou mesure de la capacité d'un matériau particulier à conduire la chaleur. Il s'exprime par le nombre de B.T.U. transmis par heure par pied carré et par la différence de température en degrés des deux surfaces d'un matériau homogène d'une épaisseur d'un pouce. Plus la valeur *k* d'un matériau est basse, meilleures sont ses qualités isolantes.

x épaisseur du matériau en pouces. Tous les tableaux donnent la valeur de *k* par pouce d'épaisseur. Pour trouver la conductance d'une certaine épaisseur d'un matériau, il faut diviser la valeur de *k* par l'épaisseur du matériau en pouces.

C conductance, ou nombre de B.T.U. transmises par heure par pied carré, par la différence de température en degrés à travers une épaisseur donnée de mur, de toit ou de matériel non homogène. Pour le béton par exemple, la valeur *k* est donnée par pouce d'épaisseur, mais les valeurs C sont données pour des unités de maçonnerie de 4, 8 et 12 pouces d'épaisseur.

f conductance de la feuille pelliculaire qui forme la surface, c'est-à-dire la mesure de la radiation, de la conduction et de la convection par unité de surface d'une superficie. Elle s'exprime en B.T.U. par heure, par pied carré, par la différence de température en degrés entre les surfaces de cette pellicule. La conductance de la surface intérieure est désignée par *fi* et celle de la surface extérieure par *fe*.

a conductance d'un espace d'air, exprimée en B.T.U. par heure, par pied carré et par la différence de température en degrés entre les extrémités de l'espace d'air.

R résistance, ou valeur isolante; c'est aussi l'inverse du coefficient de transmission de la chaleur. Par exemple, un mur dont la valeur U est de 0.25 possède une valeur de résistance

de $\frac{1}{0.25} = 4$ unités.

APPENDICE II

L'humidité relative (H.R.) de l'air est la proportion d'humidité contenue dans un pied cube par rapport à la quantité maximum que ce volume pourrait contenir à la même température. Voici les quantités maximums d'humidité que peut contenir un pied cube d'air à différentes températures:

Température, °F	Grains d'humidité[1] par pied cube d'air
−20	0.166
−10	0.284
0	0.475
+10	0.774
20	1.238
30	1.94
40	2.86
45	3.44
50	4.11
55	4.89
60	5.79
70	8.05

[1] 1 livre = 7,000 grains

Par exemple, un pied cube d'air dont l'humidité relative est de 80 p. cent à 0°F contient $\frac{80}{100} \times 0.475 =$ 0.380 grains d'humidité par pied cube.

APPENDICE III

Chaleur et vapeur d'eau produites par les bestiaux

Type de bétail	Température du bâtiment °F	Chaleur (*ch*) perceptible produite B.T.U./h	Vapeur d'eau (*Va*) produite livres/heure
vache laitière de 1,000 livres	40	2750	0.50
vache laitière de 1,000 livres	50	2600	0.75
vache laitière de 1,000 livres	65	2450	1.04
volaille de 3½ livres	50	33	0.006
porc de 125 livres	50	500	0.15

APPENDICE IV

Équations nécessaires pour calculer les devis

1. Le volume d'air circulant (V) requis pour l'enlèvement de l'humidité produite par unité animale (taux de ventilation) est obtenu par l'équation suivante:

$$V = \frac{Va}{(gi - ge)\,60}$$

Ici V = taux de ventilation nécessaire par unité animale, en pieds cubes par minute (p.c.m.)

Va = vapeur d'eau (produite par une unité animale) à être évacuée en grains par heure.

$gi-ge$ = quantité d'humidité (en grains) contenue dans un pied cube de l'air intérieur moins la quantité d'humidité contenue dans un pied cube de l'air extérieur à leurs températures et à humidités relatives respectives.

2. La quantité de chaleur perdue par unité animale dans l'air de ventilation se calcule par l'équation suivante:

$Qu = 0.018\ V\,(ti-te)\ 60,$

Ici Qu = quantité de chaleur perdue dans l'air de ventilation par unité animale (B.T.U./h.)

0.018 = chaleur requise pour élever la température d'un pied cube d'air de 1°F (B.T.U.)

V = taux de ventilation nécessaire pour enlever l'humidité (p.c.m.)

$ti - te$ = différence entre la température intérieure et la température extérieure (°F).

3. La perte de chaleur par une fenêtre, un mur ou un plafond pour chaque unité animale s'obtient par l'équation suivante:

Qui, Qm ou $Qp = U\,S\,(ti-te),$

Ici $U = \dfrac{1}{\dfrac{1}{fi} + \dfrac{x_1}{k_1} + \dfrac{x_2}{k_2} + \dfrac{1}{fe}}$ (*voir* Appendice I),

Qui = chaleur perdue par les fenêtres, Qm = chaleur perdue par les murs et Qp = chaleur perdue par le plafond,

S = superficie des fenêtres, murs et plafond, en pieds carrés par unité animale, $(ti-te)$ = différence entre la température à l'intérieur et celle à l'extérieur.

4. La valeur U du mur, nécessaire pour retenir suffisamment de chaleur pour maintenir un taux de ventilation (V) désiré, s'obtient par cette équation:

$$\text{Valeur } U \text{ nécessaire pour le mur} = \frac{Qm}{S\,(ti - te)}$$

Ici $Qm = ch - Qp - Qvi - Qv$ (chaleur produite par unité animale (voir appendice III) moins quantité de chaleur perdue par le plafond, les fenêtres et la ventilation par unité animale),

S = surface des murs exposés en pieds carrés par unité animale,

$ti - te$ = différence entre la température de l'intérieur et celle de l'extérieur.

5. Le nombre d'unités d'isolant nécessaire pour obtenir le taux de ventilation (V) requis s'obtient par:

$$R = \frac{1}{U} = \text{unités d'isolation.}$$

Comme exemple, prenons un troupeau laitier qui comprend 30 unités animales où te (température extérieure d'hiver normalement prévue) = 0°F,
ti = 50°F,
HRe = 80 p. cent (humidité relative extérieure)
HRi = 75 p. cent (humidité relative intérieure)
Surface exposée du plafond = 60 pieds carrés par unité animale (présumée être couverte de 4 pieds de paille)
Surface exposée en vitre = 4 pieds carrés par unité animale
Surface exposée en murs = 40 pieds carrés par unité animale
On se sert de l'équation (1) pour trouver le taux de ventilation:

$$V = \frac{Va}{(gi - ge)\,60}, \quad \begin{array}{l} Va \text{ de l'appendice III} \\ gi,\ ge \text{ de l'appendice II} \end{array}$$

$$V = \frac{.75 \times 7{,}000}{(.75 \times 4.11 - .80 \times .475\ 60} = 33.3 \text{ p.c.m. par unité animale}$$

Le petit ventilateur marche continue pour ce troupeau de 30 unités animales devra donc avoir une capacité de 30 × 33.3 = 1,000 p.c.m.

Par l'équation (2) on trouve que la chaleur perdue par la ventilation est la suivante:

$Qv = 0.018\ V\,(ti - te)\ 60,$

$= 0.018 \times 33.3 \times 50 \times 60 = 1800$ B.T.U. par heure, par unité animale

L'équation (3) permet de trouver la quantité de chaleur perdue à travers 60 pieds carrés de plafond couvert de 4 pieds de paille,

$$Qp = \frac{1}{\frac{1}{fi} + \frac{x}{k_1} + \frac{1}{fe}} \times S\,(ti - te),$$

$$= \frac{1}{\frac{1}{1.63} + \frac{48}{.70} + \frac{1}{6.0}} \times 60 \times 50 = 39.3 \text{ B.T.U. par unité animale}$$

La perte de chaleur à travers 4 pieds carrés de vitre sera:

$$Qvi = \frac{1}{\frac{1}{1.63} + \frac{1}{10} + \frac{1}{6.0}} \times 4 \times 50 = 226 \text{ B.T.U. par unité animale}$$

$\therefore Qm = 2600 - (1800 + 39.3 + 226) = 534.7$ B.T.U. par heure, par unité animale.

Par l'équation (4) on obtient la valeur U requise pour les murs:

$$U \text{ murs} = \frac{Qm}{S\,(ti - te)}$$

$$= \frac{534.7}{40 \times 50} = .267 \text{ B.T.U. par heure.}$$

Alors l'équation (5) donnera ce qui suit comme le nombre d'unités d'isolant requis dans les murs:

$$R = \frac{1}{U} = \frac{1}{.267} = 3.7 \text{ unités}$$

ROGER DUHAMEL, M.S.R.C.
IMPRIMEUR DE LA REINE ET CONTRÔLEUR DE LA PAPETERIE
OTTAWA, 1965

6M-1-32034—1.65 N° de cat. A53-1129F

LIBRARY/BIBLIOTHEQUE
AGRICULTURE CANADA OTTAWA K1A 0C5
3 9073 00078363 1

DATE DUE

On peut obtenir des exemplaires de cette publication à la:

DIVISION DE L'INFORMATION
MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE DU CANADA
OTTAWA