

Problèmes dans les étables de veaux — influence du climat

Wilfried Göbel

Un mauvais climat d'écurie peut constituer un facteur de risque pour des maladies des veaux. Les maladies en effet ne tiennent rarement qu'à une seule cause.

Les veaux supportent sans dommages un simple refroidissement transitoire ou une brusque variation de la température de l'écurie et de l'humidité relative. Mais les courants d'air (flux d'air dont la température est de plus de 10°C inférieure à la température ambiante et la vitesse supérieure à 10 cm/s) favorisent l'apparition de maladies.

Ceci se produit encore plus facilement dans les écuries équipées d'une ventilation, dans la mesure où la température y est souvent trop élevée, et que le taux de renouvellement de l'air y est le plus souvent trop important pour les jeunes animaux, à tout le moins les jours froids. Les poutres ou les lampes qui se trouvent au chemin de l'entrée d'air et qui dévient le flux d'air sur les animaux augmentent encore le risque de maladie.

Les maladies et les pertes de veaux surviennent le plus souvent au cours des quatre premières

semaines de vie [8,10] (voir encadré). Les maladies sont plus rares avec un bon climat d'écurie. Les questions suivantes se posent pour réduire l'occurrence des maladies, questions auxquelles il s'agit de répondre ici sur la base de considérations théoriques confrontées à des observations

et mesures pratiques: quelles sont les bonnes normes pour la température ambiante et le taux de renouvellement de l'air? Comment peut-on régler le débit du ventilateur en fonction du taux de renouvellement voulu? Quelles fautes faut-il éviter dans les entrées d'air?

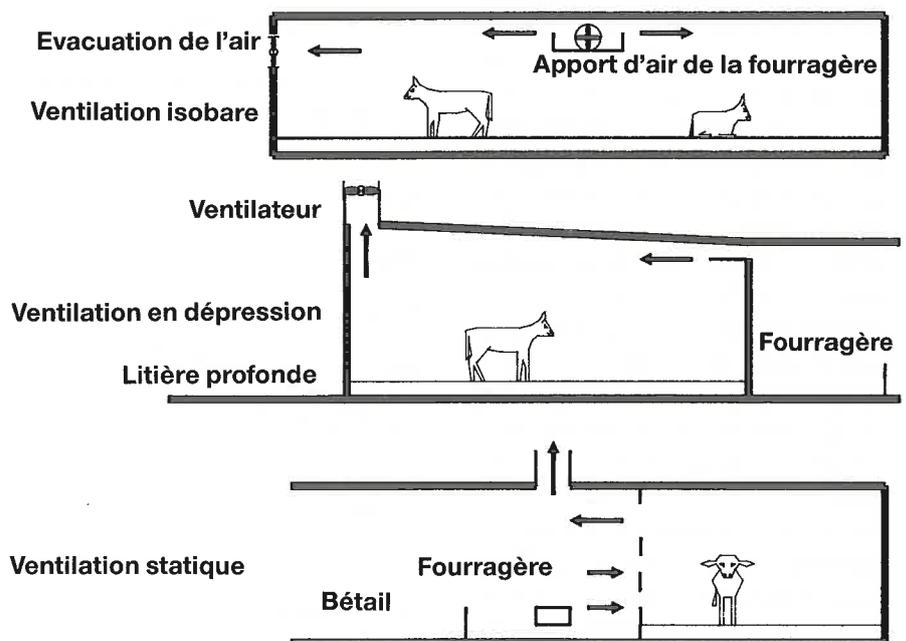


Fig. 1: Coupe de trois écuries à vaches transformées pour des veaux à l'automate.

1. Climat et taux de renouvellement de l'air

Les veaux supportent bien le **froid** en soi, si les autres facteurs liés à l'environnement sont en ordre, comme la litière, l'absence de courants d'air et l'alimentation. Les expériences avec des huttes pour veaux ou des écuries froides [4,6] le prouvent. La norme indicative recommandée par les normes climatiques suisses [9] ainsi que par les normes DIN 18910 [2] est de 16 à 18°C pour les écuries chaudes (fig. 1), tandis que les normes autrichiennes [1,7] ainsi que le modèle de calcul CIGR proposent une norme de 10° C, laquelle peut encore être réduite avec de la litière à 7° C pour des petits et à 3° C pour des gros veaux. Les normes permettent donc une certaine marge de manœuvre pour les écuries chaudes, y compris dans le sens de températures relativement basses.

De même, les veaux supportent des **changements brusques de température et d'humidité relative** aussi bien en écurie chaude qu'en écurie froide. Dans une écurie avec ventilation statique que nous avons observée pendant des semaines, la température oscillait en hiver, en fonction des régimes de fœhn, entre 10 et 18°C, alors que l'humidité relative passait de 50 à 90%. Contre le haut ou contre le bas, la température pouvait varier de jusqu'à 6°C dans l'heure, et le taux d'humidité de 35% en une demi-heure, sans aucun inconvénient pour les veaux.

Par contre, les **températures ambiantes** supérieures à 20° C en hiver et durant l'entre-saison sont défavorables pour différentes raisons. La différence de température entre l'extérieur et l'intérieur est grande, ce qui peut renforcer

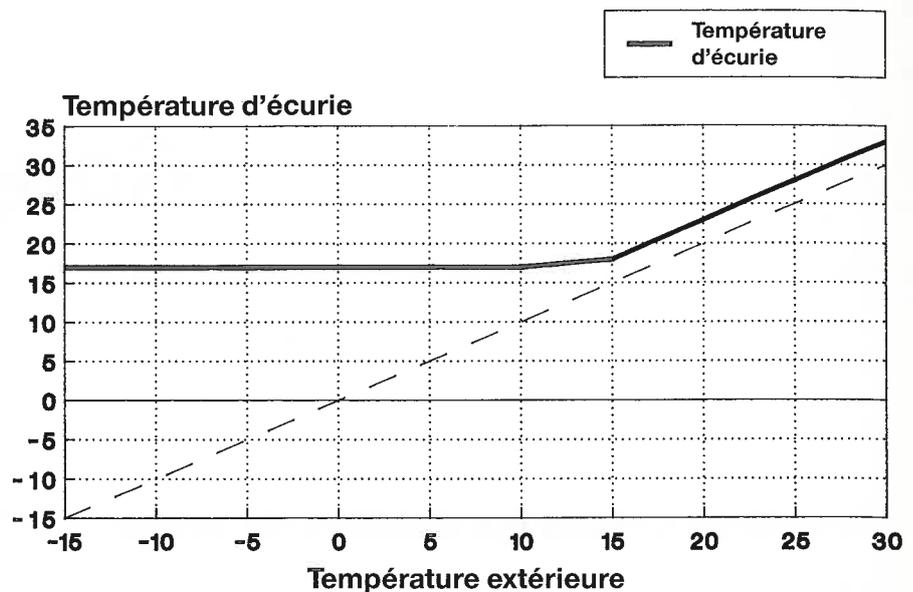


Fig. 2: Température ambiante en fonction de la température extérieure en fonction des normes suisses de climat d'écurie.

les courants d'air. Des températures élevées favorisent la production de **gaz toxiques** par la décomposition bactérienne. Dans une écurie de 50 veaux de 130 kg, on a mesuré jusqu'à 0,35% de dioxyde de carbone et 20 ppm d'ammoniac dans l'entre-saison

avec une température ambiante de 22° C, des valeurs qui sont encore juste dans la tolérance en fonction des normes suisses pour le CO₂, mais qui sont deux fois trop élevées pour le NH₃ [9]. Pour la même population, les valeurs étaient nettement plus fai-

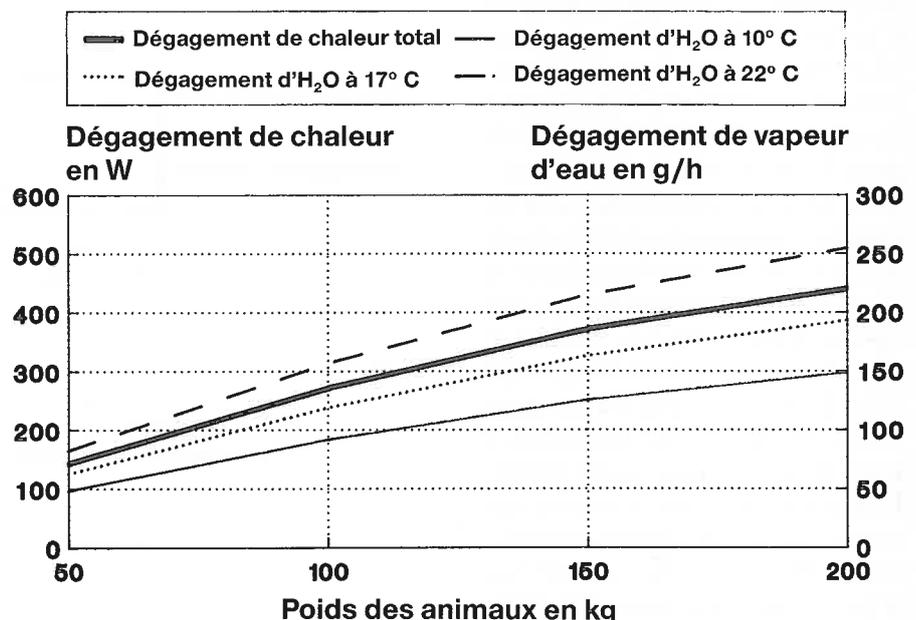


Fig. 3: Dégagement de chaleur et de vapeur d'eau de veaux à l'engrais en fonction du poids des animaux. Le dégagement de chaleur comprend la chaleur sensible et celle liée à la vapeur d'eau. Il est de même ampleur dans une large plage de température, alors que le dégagement de vapeur d'eau dépend essentiellement de la température ambiante.

bles avec une température moins élevée.

La température ambiante choisie détermine autant le dégagement de chaleur (calculé en fonction du nombre et du poids des animaux) que le taux de renouvellement de l'air. Prenons comme modèle de calcul une écurie de 50 veaux de 60 kg. La fig. 2 donne la température d'écurie correspondant à toutes les températures extérieures possibles. En été, la température recherchée est de 3° C supérieure à la température extérieure, alors qu'elle ne descend pas en dessous de 10, 17 ou 22° C en hiver. Dans le cas représenté, il s'agit de 17° C. Le dégagement de chaleur selon le poids des animaux se lit sur la fig. 3, lequel indique également le dégagement de vapeur d'eau pour des températures ambiantes de 22, 17 et 10°C [4]. En raison de l'humidité de la litière, il faut compter un supplément de vapeur d'eau de 20% par rapport au dégagement de la respiration des animaux, ainsi que les différentes normes le prévoient. Pour les taux de renouvellement de l'air, on postule des taux d'humidité relative de 80% à l'intérieur et de 100% à l'extérieur en hiver. Ainsi que le montre la fig. 4, d'une part le taux de renouvellement de l'air augmente parallèlement à la température extérieure, surtout au-dessus de 0° C, et d'autre part des températures intérieures peu élevées les jours froids nécessitent un taux de renouvellement de l'air plus important. L'accélération de la courbe du taux de renouvellement intervient dès lors plus tôt pour les températures intérieures peu élevées. Pour toutes les températures extérieures, c'est la variante 22° C de température intérieure qui nécessite le moins d'entrée d'air. En vertu du principe de dilution, la teneur en gaz toxiques est plus élevée pour les faibles taux de renouvellement,

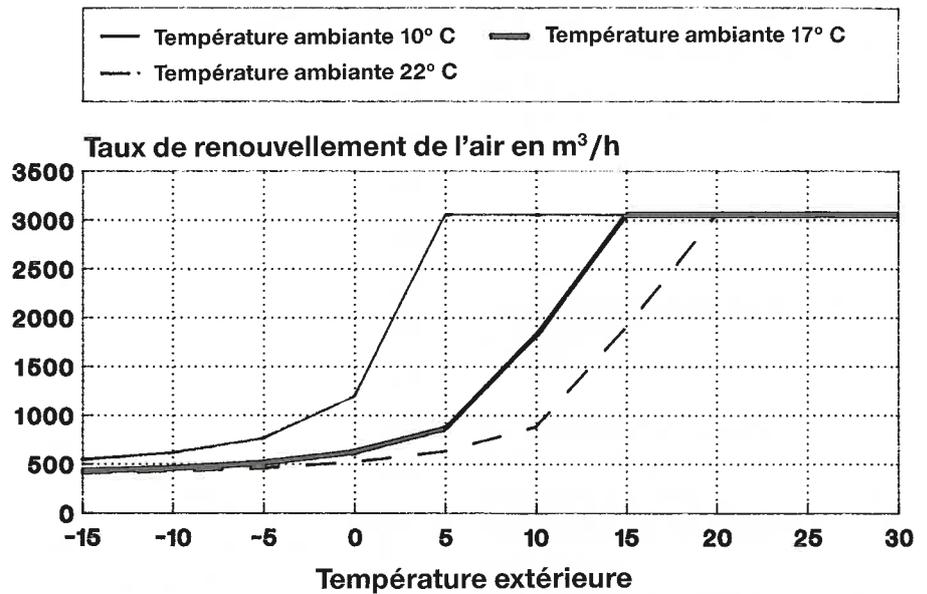


Fig. 4: Taux de renouvellement de l'air pour une écurie de 50 veaux de 60 kg en fonction de la température extérieure et pour différentes températures ambiantes (en hiver 100% d'humidité relative à l'extérieur et 80% à l'intérieur).

ce qui est un argument de plus contre les températures ambiantes élevées.

A la différence entre taux de renouvellement entre température extérieure basse ou élevée, s'ajoute encore celle entre gros et petits animaux, ainsi que le

montre la fig. 5 sur l'exemple de 50 veaux à une température ambiante de 17° C. Il en ressort que des veaux de 180 kg ont besoin, en cas de température extérieure élevée, de 7200 m³/h (près de 150 m³/h par veau), alors que des veaux de 60 kg par des jours

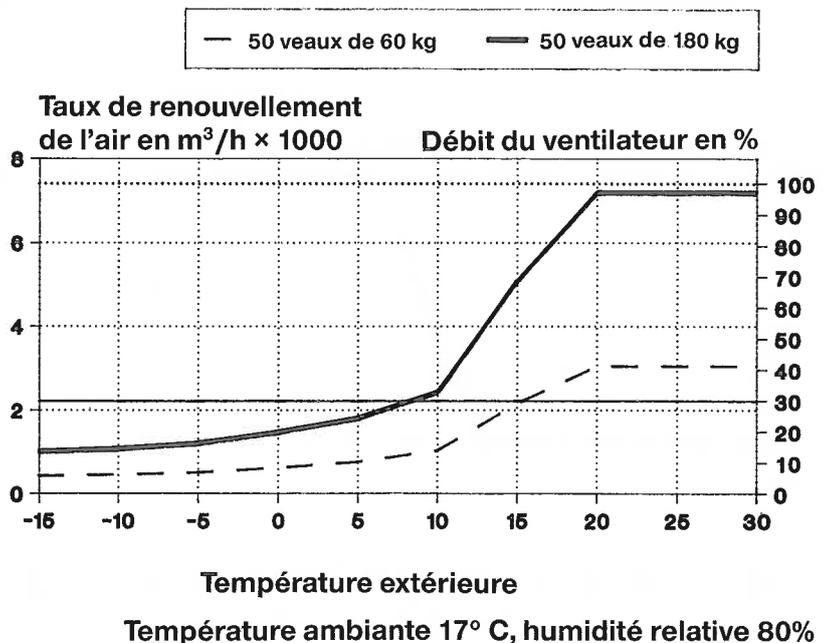


Fig. 5: Taux de renouvellement de l'air en fonction de la température extérieure pour 50 veaux de 180 kg à 17°C et 80% d'humidité relative de l'air, à 30% et à 100% du rendement du ventilateur.

froids n'en demandent que 430 m³/h (8 m³/h par veau). Ceci représente un rapport de 20 à 1 du taux de renouvellement de l'air.

2. Débit de ventilation

Les ventilateurs utilisés dans les écuries sont principalement des ventilateurs axiaux, qui évacuent l'air parallèlement à l'orientation de leur axe. Au contraire, les ventilateurs radiaux, évacuent l'air perpendiculairement à l'orientation de leur axe. En principe, les ventilateurs radiaux surmontent plus de trois fois plus de résistance à l'air que les ventilateurs axiaux, pour le même taux de renouvellement. La consommation de courant est à l'avenant.

Un ventilateur axial ne peut pas couvrir toute la plage des taux de renouvellement d'air possibles, ceci pour les raisons suivantes: le débit d'un ventilateur est d'autant plus faible que la résistance (contre-pression) qu'il oppose à

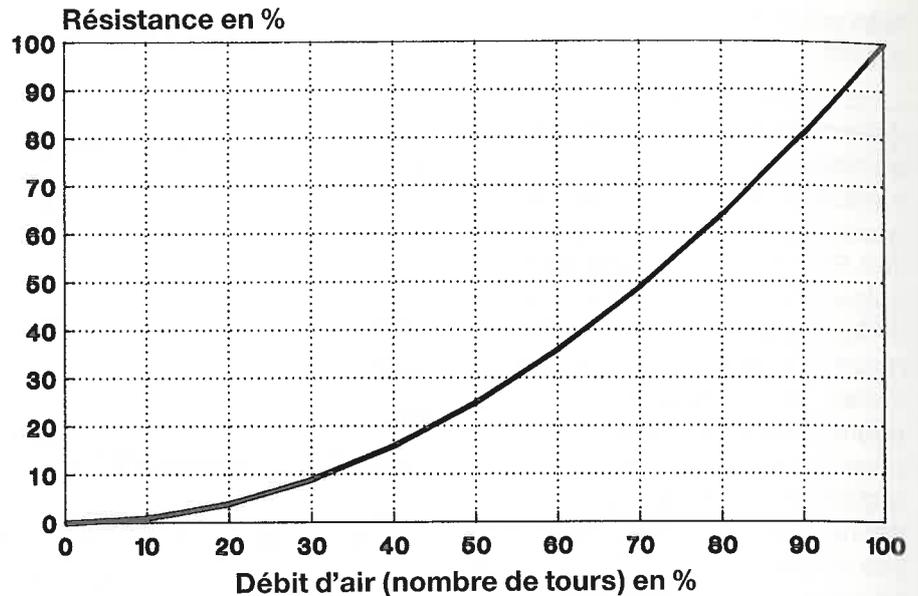


Fig. 6: Réduction de la résistance, respectivement du potentiel de pression, des ventilateurs en fonction de leur débit ou de leur nombre de tours.

l'air est élevée. C'est ainsi, par exemple, qu'un ventilateur axial tournant à plein régime qui débite 8500 m³/h sans résistance, n'en débitera que 7400 m³/h avec une résistance de 50 Pa (5 mm R). En principe, on choisit un ventilateur axial qui, pour une résistance de 50 Pa débite autant d'air qu'en nécessite le renouvellement d'une écurie en été. Seulement, le

débit ne dépend pas uniquement de la contre-pression, mais encore du nombre de tours du ventilateur (normalement 1300 tours à la minute). Le débit d'air se réduit proportionnellement au nombre de tours. La résistance surmontable n'est par contre pas directement proportionnelle au débit, mais évolue en fonction du carré du nombre de tours. Une réduction du nombre de tours dans des proportions de 1 à 0,3, soit à 30%, réduit la résistance surmontable à $0,3 \times 0,3 = 0,09$, soit à 9% (fig. 6).

Autrement dit, les ventilateurs qui surmontent 50 Pa de résistance à un débit donné n'en maîtrisent plus que 4,5 Pa à 30% de leur régime de base. Un vent de 4 m/s provoque déjà une pression de 5,6 Pa contre une paroi qu'il touche perpendiculairement. Une rafale de vent rend donc parfaitement inefficace un ventilateur trop fortement sollicité. C'est la raison pour laquelle on règle les ventilateurs axiaux à 30% au plus de leur nombre de tours ou de leur débit [3]. Les ventilateurs radiaux surmontent par contre plus de contre-pression à plein

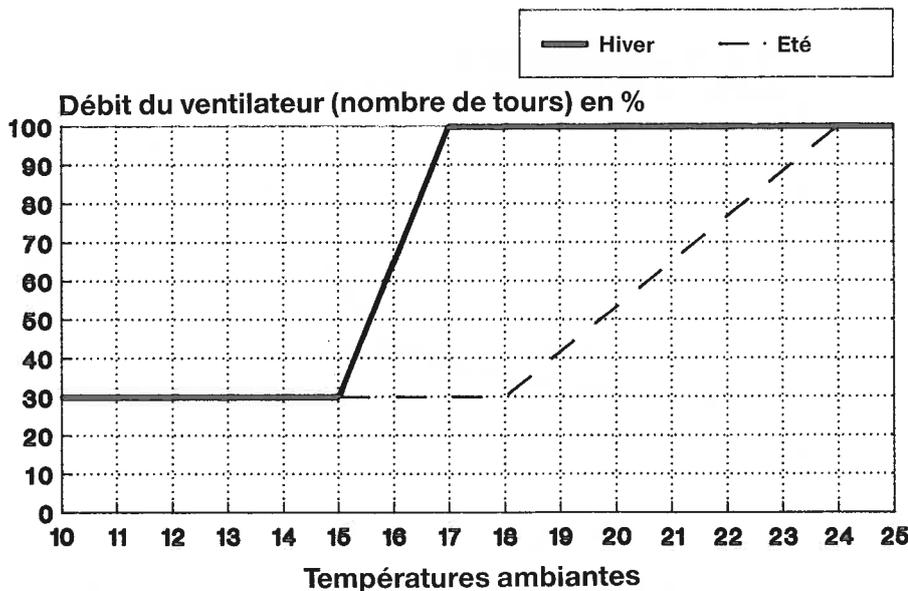


Fig. 7: Réglage de la ventilation dans une écurie d'élevage pour veaux en hiver et en été. Réglage par détermination des températures aux taux de renouvellement d'air minimum et maximum (plage de température).

régime et pour des faibles taux de renouvellement de l'air, ceci en raison de leurs performances plus élevées.

Comme les ventilateurs, et plus particulièrement les simples ventilateurs axiaux, ne peuvent plus être réglés à assez bas régime pour surmonter malgré tout la résistance qui leur est opposée, ils ne parviennent pas à assurer le faible taux de renouvellement de l'air nécessaire à de petits veaux par des jours froids d'hiver. La fig. 5 présente le taux de renouvellement nécessaire pour 50 veaux de 60 et 180 kg en fonction de la température extérieure, ainsi que le débit des ventilateurs à 30% et 100% de leur régime. A 30% du régime, le ventilateur débite par des journées froides environ 2200 m³/h, soit 5 fois les besoins des veaux de 60 kg.

3. Réglage

D'une part, il n'est pas possible de régler les ventilateurs de façon à ce qu'ils puissent satisfaire les besoins en air frais des animaux à toutes les saisons et à toutes les heures du jour. D'autre part, on dispose par contre d'une vaste plage de température ambiante. La fig. 7 présente une proposition dans laquelle les taux de renouvellement minimum (30%) et maximum (100%) doivent être atteints en hiver et, respectivement, en été. Les mêmes températures ambiantes sont postulées pour les petits et les gros veaux. Le taux maximal de renouvellement de l'air ne doit pas forcément être de 100%. Pour les petits veaux, 50% suffisent (fig. 5).

Alors qu'en hiver et dans l'entre-saison le taux de renouvellement minimum est assuré aussi longtemps que la température am-

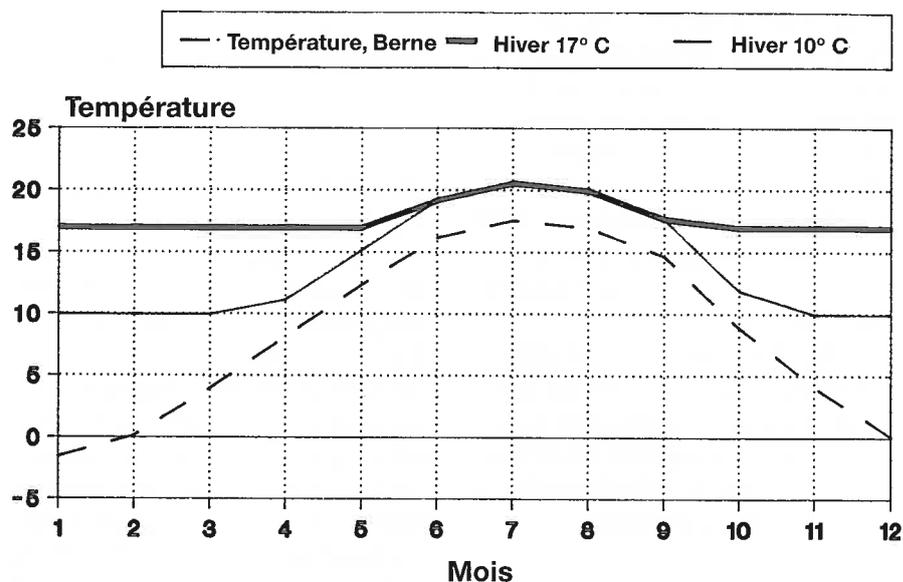


Fig. 8: Evolution de la température mensuelle moyenne dans le Mittelland bernois, en comparaison avec la température d'écurie.

biante ne dépasse pas 15° C, le taux de renouvellement maximum n'intervient qu'à partir d'une température d'écurie supérieure à 17° C (fig. 7). On appelle plage de température l'écart entre les températures correspondant aux taux de renouvellement minimum et maximum entre lesquels le ventilateur est réglé le plus souvent sans paliers. Cette plage est la plus importante en été (de juin à août), où elle peut atteindre 6° C ou plus. Le taux minimum de renouvellement de l'air est également disponible jusqu'à une température plus élevée de 18° C environ.

En hiver, le taux maximum de renouvellement est atteint dans une plage de 2° C d'élévation. Une plage plus grande n'est pas nécessaire, dans la mesure où, en hiver, les fluctuations de température journalières sont plus faibles qu'en été. Par contre en été (juin, juillet et août, fig. 8), au moment où les écarts de température entre le jour et la nuit sont plus importants et où la température moyenne de l'étable est plus élevée, une plage de température plus importante et une tempé-

ture plus élevée au taux minimum de renouvellement sont avantageuses. En cas de température ambiante élevée et de chute soudaine de la température extérieure, on évitera ainsi un trop fort tirage d'apport d'air froid, qui refroidirait l'étable en fonction de la chute de la température extérieure. Le taux de renouvellement de l'air est réduit sur une large plage de la température de l'étable.

Si l'on recherche une température ambiante encore plus basse, on peut régler à 10 ou 12° C en hiver et de 15 à 25° C en été. Il faudrait toutefois laisser ce réglage d'été en vigueur de mai à septembre (fig. 8). Les étables dont la température ambiante est basse et dont l'isolation thermique est bonne (voir encadré) ont moins, voire pas du tout, besoin d'être chauffées.

Si le ventilateur tire, en hiver, plus d'air que nécessaire dans l'écurie, l'air excédentaire doit être réchauffé si l'on entend que l'écurie reste chaude. Afin d'économiser des frais de chauffage, on n'enclenche souvent le chauffage qu'une fois que la température

s'est écartée de 3° C ou plus du minimum de renouvellement de l'air (15 ou 10° C). Si le taux d'humidité relative de l'air extérieur est élevé, celui de l'étable l'est également. Il sera plus faible si le chauffage s'enclenche déjà 0,5° C en dessous de la température du minimum de renouvellement de l'air.

Le chauffage de l'apport d'air a l'avantage que l'air amené dans l'étable est de 5° C plus chaud environ que l'air extérieur. Un chauffage non thermostatisé conduit à un gaspillage d'énergie.

4. Circulation de l'air

Des apports d'air trop importants en cas de faible température extérieure provoquent d'importants mouvements d'air dans l'étable. Il n'est pas rare de rencontrer des courants de plus de 15 cm/s à la hauteur des animaux en hiver dans de telles conditions. On dépasse ainsi la valeur limite de 10 cm/s [9]. Une telle circulation de l'air n'est toutefois pas dangereuse pour les animaux si l'air apporté peut être suffisamment réchauffé avant qu'il ne parvienne au niveau des animaux [5].

Des perturbations du régime de la circulation d'air peuvent cependant être dangereuses. Dans une écurie, on a constaté qu'à la hauteur d'une poutre de 3 m de long et de 14 cm de haut qui se trouvait, au plafond, parallèlement au canal d'amenée d'air à 40 cm de celui-ci, l'air entrant était dévié sur les animaux avec une vitesse de 1 m/s (fig. 9). Les maladies diminuèrent après que l'air sortant du canal ait été maintenu au plafond par des volets d'orientation.

5. Conclusions

Les précautions suivantes aident à prévenir les maladies dans les écuries chaudes pour veaux équipées d'une ventilation forcée (en général un ventilateur axial) et d'un chauffage:

La **température ambiante** est souvent réglée **trop haut**, dans l'idée que cela soit favorable à l'état de santé. Selon les normes de climats d'écurie autrichiennes, les veaux supportent parfaitement des températures jusqu'à 3° C sans perte de rendement, sur litière profonde toutefois. Les normes suisses de climat prescrivent 16° C. De faibles températures ambiantes réduisent la différence de température entre l'intérieur et l'extérieur de même que les coûts de chauffage, alors qu'elles augmentent le taux de renouvellement de l'air nécessaire.

En hiver et pendant l'entre-saison, la plage de température entre les taux de renouvellement

minimum et maximum devrait être de 2° C.

En été, le taux de renouvellement minimum est réglé à une température de 3 à 5° C plus élevée, alors que la plage de température entre les taux de renouvellement minimum et maximum est de 6° C ou plus.

Pour les petits veaux, 50% du débit maximum du ventilateur ou respectivement du taux de renouvellement d'été suffisent.

Du fait qu'on ne peut pas baisser assez le réglage des ventilateurs axiaux sans perdre trop de puissance d'évacuation, le **taux de renouvellement est trop élevé** en hiver, ce qui provoque un brassage trop important de l'air. De plus, les coûts de chauffage augmentent proportionnellement aux excédents d'air amenés dans l'écurie si l'on ne réduit pas la température ambiante. Il est possible de réduire les mouvements d'air et les coûts de chauffage de différentes façons:

Si, en été, l'air est pris du côté nord de l'écurie ou dans la fourragère d'un bâtiment frais, il est possible de ne pas trop réchauf-

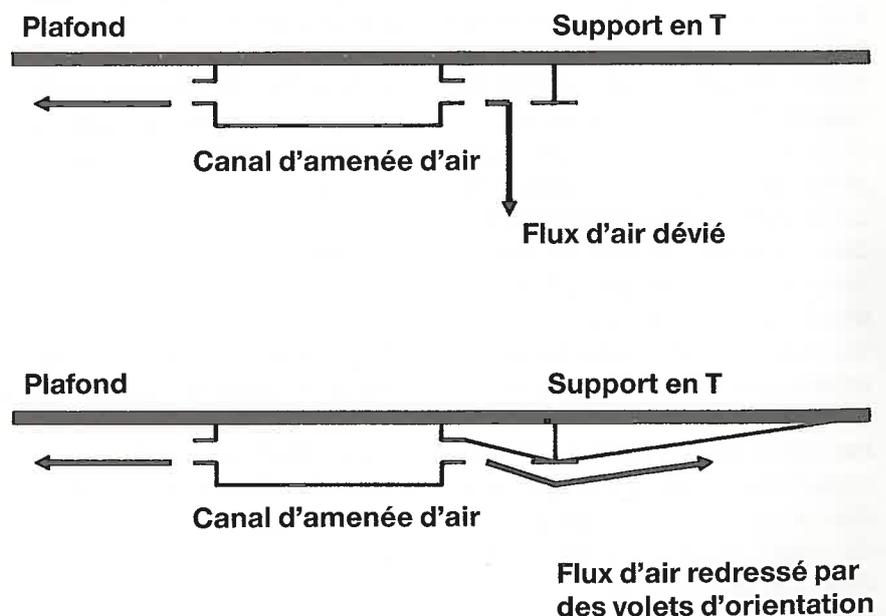


Fig. 9: Déviation de l'air entrant par une poutre placée devant les orifices des entrées d'air. A éviter dans des constructions neuves. Sinon, prévoir l'installation de volets d'orientation lors de transformations.

fer l'écurie. Dans ce cas, on peut prévoir un ventilateur un peu plus petit. Son débit maximum doit représenter environ les trois quarts du taux de renouvellement théorique d'été pour 50 Pa de résistance et 3° C de différence de température entre l'intérieur et l'extérieur. A 30% de son régime, il atteint un débit inférieur.

Il est également possible de choisir un plus petit ventilateur si, en été, l'air pénètre dans l'écurie par la fenêtre plutôt que par le canal. La résistance à la circulation de l'air est plus faible avec des fenêtres. Le plus petit ventilateur doit toutefois toujours être capable de surmonter une résistance suffisante à 30% de son régime.

Les systèmes de ventilation isobares (ventilateurs axiaux d'amenée et d'évacuation d'air, double consommation de courant avec deux ventilateurs), permettent de réduire le taux de renouvellement minimum de 20%, du fait que les ventilateurs sont couplés en série, ce qui double leur potentiel de pression.

Les ventilateurs radiaux (consommation de courant plus importante que les ventilateurs axiaux pour le même débit) peuvent fonctionner à plus bas régime du fait de leur potentiel de pression plus élevé.

Le problème du renouvellement d'air trop important provoqué par le ventilateur est souvent résolu en mélangeant de l'air ambiant en lieu et place de l'amenée d'air excédentaire. L'air ambiant mélangé est dit air circulant. Un fonctionnement en air circulant ne permet qu'une ventilation en surpression, dans laquelle un ventilateur force l'entrée de l'air circulant dans l'écurie. L'air circulant ramène toutefois également des agents pathogènes dans l'écurie.

Les écuries fonctionnant en ventilation statique en hiver et avec une ventilation par les fenêtres en

Types d'écuries à veaux et problèmes de maladies

Ecuries chaudes

- valeur K du plafond et des parois inférieure à 0,5 W/m²K pour les nouvelles constructions;
- ventilation en dépression dans une écurie étanche. Section des aménées et sortie d'air 0,012 m²/veau. Apport d'air sans courants. Thermostat dans le milieu de l'écurie, à 1,5 m de hauteur, ou suspendu devant le ventilateur d'évacuation d'air;
- chauffage afin d'abaisser l'humidité relative de l'air et d'éviter une chute trop importante de la température. Chauffage électrique dans le flux d'air entrant. Circulation d'eau chaude raccordée au circuit de la maison ou diffuseur pour le chauffage du volume de l'écurie. Echangeurs de chaleur moins appropriés, dans la mesure où ils ne dégagent pas assez de chaleur pour les petits veaux.

Ecuries froides (peu ou pas isolées)

- dans des granges: séparation par des planches. Faux plafond à 3 m de haut à cause de la chute d'air froid;
- écurie à front ouvert (fermée sur trois côtés, côté ouvert environ en direction sud), fermer les clapets de tirage à l'opposé du front ouvert en hiver;
- huttes pour veaux (igloo).

Problèmes de maladies

On rencontre couramment des pertes de l'ordre de 10 à 15% dans les quatre premières semaines de vie [8].

Des animaux provenant de différentes exploitations amènent différents germes, contre lesquels les autres ne sont pas immunisés. Les animaux réagissent au changement d'écurie, au transport, à la forme de l'écurie, à la densité du peuplement, à l'hygiène, au changement d'alimentation, aux médicaments, à l'abreuvement, au personnel et au climat (gaz toxiques, forte humidité relative en particulier en hiver avec une température élevée et des courants d'air).

Des diarrhées (infectieuses ou diététiques, sans rapport avec le climat d'écurie) marquent une recrudescence dans la première et la deuxième semaine de vie ou après un changement d'écurie. Des affections des voies respiratoires sont possibles simultanément ou en conséquence.

été parviennent également au but recherché.

Il est également possible de combiner une ventilation statique en hiver et une ventilation par dépression en été. Dans les deux cas, les mêmes cheminées d'évacuation sont suffisantes. Inversement, de petits ventilateurs peuvent ventiler tout ou partie de l'écurie en hiver, alors qu'en été l'ouverture des portes et fenêtres sera suffisante.

Il ne faut pas négliger l'importance de la **circulation de l'air dans l'écurie**. Un apport d'air froid doit toujours être mélangé à l'air ambiant avant de parvenir au niveau des animaux, particulièrement si le taux de renouvellement est plus élevé que nécessaire. Des obstacles au niveau de la circulation dévient le flux d'air. Des volets d'orientation avant et après les obstacles permettent de maintenir ce flux au plafond.

6. Littérature

- [1] Bartussek, H., OeKL-Anleitung - Stallklima, Verlag J. Dressler, Wien, 1983.
- [2] DIN 18910, Klima in geschlossenen Ställen, Entwurf 1987.
- [3] Eggersglüss, W., Knaak, K., Tschel, M., Wenzlaff, R., Stallklima III, RKL, Kiel, 1988.
- [4] Göbel, W., Kaltställe, Luftraten und Stallausbildung, FAT-Berichte 373, Tänikon, 1989.
- [5] Göbel, W., Stalllüftungstechnik und Störfaktoren, Blätter für Landtechnik 49, Tänikon, 1973.
- [6] Kunz, P., Montandon, G., Vergleichende Untersuchungen zur Haltung von Kälbern im Warm- und Kaltstall während der ersten 100 Lebenstage, Schriftenreihe der FAT 26, Tänikon, 1985.
- [7] OeKL-Anleitung - Stallklima, Kuratorium für Landtechnik, Wien, 1983.
- [8] Raue, F., Ellersiek, H., Bau-Briefe Landwirtschaft, Hannover, 31/1989.
- [9] Stallklimakommission, Schweizer Stallklimanorm, ETH Zürich, 1983.
- [10] Wanner, M., Medizinalfutter - manchmal nötig, UFA-Revue, 12/1989.

Des demandes éventuelles concernant les sujets traités ainsi que d'autres questions de technique agricole doivent être adressées aux conseillers cantonaux en machinisme agricole indiqués ci-dessous. Les publications et les rapports de textes peuvent être obtenus directement à la FAT (8356 Tänikon).

| | | |
|----|---|----------------------|
| BE | Furer Willy, 2732 Loveresse | Tél. 032 - 91 42 71 |
| FR | Lippuner André, 1725 Grangeneuve | Tél. 037 - 82 11 61 |
| TI | Müller A., 6501 Bellinzona | Tél. 092 - 24 35 53 |
| VD | Gobalet René, 1110 Marcelin-sur-Morges | Tél. 021 - 801 14 51 |
| VS | Pitteloud Camille, Châteauneuf, 1950 Sion | Tél. 027 - 36 20 02 |
| GE | A.G.C.E.T.A., 15, rue des Sablières, 1214 Vernier | Tél. 022 - 41 35 40 |
| NE | Fahrni Jean, Le Château, 2001 Neuchâtel | Tél. 038 - 22 36 37 |
| JU | Donis Pol, 2852 Courtemelon/Courtételle | Tél. 066 - 22 15 92 |

Les numéros des «Rapports FAT» peuvent être également obtenus par abonnement en langue allemande. Ils sont publiés sous le titre général de «FAT-Berichte». Prix de l'abonnement: Frs. 40.- par an. Les versements doivent être effectués au compte de chèques postaux 30 - 520 de la Station fédérale de recherches d'économie d'entreprise et de génie rural, 8356 Tänikon. Un nombre limité de numéros photocopiés en langue italienne sont également disponibles.