



Fiche thématique Protection des animaux

Valeurs et mesure du climat dans les porcheries

Importance du climat des locaux pour l'animal

Du point de vue de la protection des animaux, le climat des locaux joue un rôle déterminant pour la qualité d'un système de détention, tout autant que d'autres aspects, tels l'agencement des locaux, le système de stabulation, la manière de s'occuper des animaux ou de les affourager. Le climat interne se distingue plus ou moins du climat externe par la température, l'humidité relative et le déplacement de l'air et par la concentration de gaz nocifs et de particules de poussière. Les gaz nocifs sont le produit du métabolisme des animaux (respiration, excréments). La poussière provient principalement du fourrage, de la litière, des particules de peau, des plumes et des excréments séchés. Le climat des locaux représente un facteur complexe dans la détention des animaux de rente qui ne peut pas être considéré isolément des autres conditions de détention - construction des bâtiments, affouragement et manière de s'occuper des animaux.

D'une manière générale, il faut d'abord remarquer que les animaux sont toujours détenus dans un espace limité et que, de ce fait, leurs possibilités de se soustraire au climat des locaux restent limitées. Aux termes de l'ordonnance sur la protection des animaux, il doit régner dans les locaux et dans les enclos intérieurs un climat adapté aux animaux (art. 11 al. 1). Il incombe donc au détenteur de veiller à ce que le climat des locaux ne sollicite pas excessivement la faculté d'adaptation des animaux. Le détenteur dispose de deux solutions pour l'éviter. Soit il réagit aux changements climatiques internes des locaux ponctuellement selon les situations, en préservant les animaux d'une contrainte excessive par des mesures de gestion: Il ajoutera p. ex. de la litière sur l'aire de repos de la porcherie quand il fait froid ou actionnera des douches pour rafraîchir les animaux quand il fait chaud. Soit il structure le système de détention de telle manière que les animaux puissent rechercher eux-mêmes divers emplacements dans le local suivant les circonstances et leurs besoins. Dans certaines porcheries de porcs à l'engrais, les porcs ont la possibilité de se rendre régulièrement dans des caisses de repos si la température de l'air est fraîche ou, au contraire, de ne pas y aller si elle est élevée.

Il faut être particulièrement attentif lors du transfert d'un local de stabulation chaud vers un local de stabulation froid et vice versa, en cas de transformation p. ex. Généralement, les processus d'adaptation physiologiques ne déploient pleinement leurs effets qu'au bout de quelques jours. Les processus morphologiques nécessitent une période d'adaptation plus longue encore (pousse des poils, formation d'une couche de graisse). C'est pourquoi il peut être nécessaire de prendre des mesures de gestion pour réduire l'influence des facteurs climatiques dans ces phases de transition (p. ex. en mettant beaucoup de litière dans l'aire de repos).

Un autre aspect dont il faut tenir compte est le fait que les besoins spécifiques des animaux en ce qui concerne le climat des locaux peuvent varier selon les caractéristiques génétiques dues à leur race ou leur lignée. Les porcs p. ex. peuvent avoir beaucoup plus de difficultés que les sangliers à maintenir la température de leur corps lorsque la température de l'air est basse, leurs soies étant moins fournies et la couche de leur graisse étant rendue plus fine par des procédés zootechniques spécifiques. Chez

les truies d'élevage et les porcs à l'engrais, le métabolisme plus élevé peut rendre plus difficile un dégagement suffisant de la chaleur corporelle.

Evaluation du climat des locaux

Divers aspects doivent être pris en compte pour évaluer l'influence du climat des locaux sur l'animal: p. ex. l'âge de l'animal, le type d'élevage et de détention ainsi que la durée et l'intensité des facteurs influençant le climat. Il faut éviter également de considérer de manière isolée les divers facteurs: ils doivent être évalués en combinaison les uns avec les autres. P. ex. de basses températures associées à une faible humidité de l'air et à une faible vitesse du déplacement de l'air seront plus supportables qu'associées à un haut degré d'humidité et à une plus grande vitesse du déplacement de l'air.

L'évaluation du climat des locaux peut se baser dans certains cas sur des mesures. Aussi le présent document décrit-il des méthodes pour mesurer les divers facteurs du climat des locaux. Mais l'évaluation peut se baser aussi sur de simples indicateurs qui permettent de déceler des défauts de tel ou tel facteur. Ces indicateurs sont les sensations de l'homme, le comportement des animaux et l'état du système de stabulation et des installations techniques.

Les mesures du climat des locaux doivent en principe être effectuées dans la zone où les animaux se tiennent le plus souvent. Il faut tenir compte du fait que les valeurs peuvent varier suivant la saison ou le moment de la journée, le temps qu'il fait, l'emplacement dans le local, la couche d'air, l'influence exercée par la surface des éléments de construction et d'autres facteurs, bref suivant l'endroit et le moment de la mesure. Il s'ensuit que les mesures en divers endroits et sur une certaine période sont plus significatives que les mesures isolées. Il est important par ailleurs d'utiliser des instruments de mesure étalonnés. Si l'on veut obtenir des valeurs fiables et égales dans des conditions égales, il faut relever dans le détail le procédé et les circonstances de la mesure (l'endroit, l'heure de la journée, les conditions climatiques extérieures, etc.).

1. Température de l'air

Il existe pour chaque animal une zone de température ambiante, dans les limites de laquelle l'organisme peut maintenir sa température physiologique avec un minimum de mesures régulatrices. Cette zone, dans laquelle la production de chaleur est pratiquement constante et indépendante de la température ambiante, est désignée comme une zone de neutralité thermique (figure 1, zone allant de B à B'). Vers le bas, cette zone est délimitée par la température critique inférieure (B). Au-dessous de cette limite, l'organisme met en action des mécanismes pour augmenter la production de chaleur (l'animal se met p. ex. à grelotter). La limite critique supérieure (B') est celle où compte tenu de l'augmentation de la température de l'air, l'animal commence à augmenter la production d'humidité (soit par la peau soit par les voies respiratoires) pour empêcher la montée de la température de son corps. Dans la zone de neutralité thermique se trouve la zone d'indifférence thermique dans laquelle la température du corps reste constante sans intervention des mécanismes homéostatiques et dans laquelle l'animal ne subit pas d'inconvénients dus au froid ou à la chaleur (figure 1, zones allant de A à A').

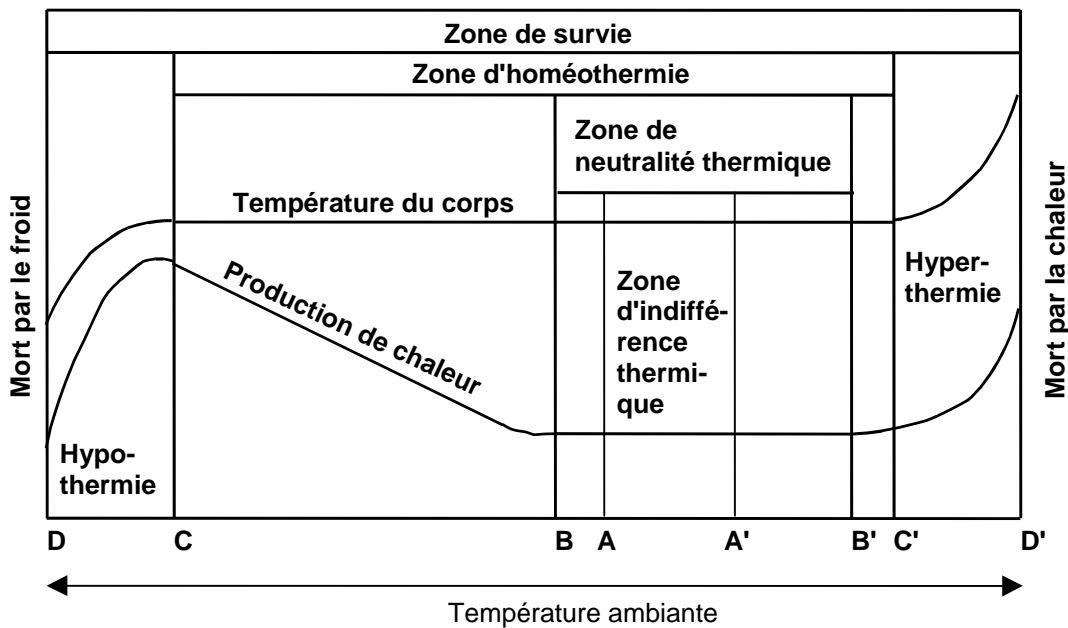


Figure 1: Températures et zones critiques pour la thermorégulation, d'après Bianca (1976).

La faculté d'adaptation des animaux à la température ambiante est trop sollicitée lorsque les mécanismes de thermorégulation ne suffisent plus pour maintenir la température du corps (figure 1, en dehors de la zone délimitée par C et C'), que ce soient des mécanismes physiologiques (p. ex. grelotter de froid, haleter, prendre plus ou moins de nourriture) ou des mécanismes éthologiques (p. ex. rechercher l'ombre, se baigner dans une bauge, se coucher « en tas »). Inversement, on peut partir de l'idée que la faculté d'adaptation des animaux n'est pas excessivement sollicitée à l'intérieur de la zone allant de C à C'.

La température de la zone de neutralité thermique est nettement plus élevée chez les nouveau-nés que chez les adultes de la même espèce : les jeunes ont un plus grand besoin de chaleur que les adultes et la largeur de la zone de neutralité thermique est notablement plus étroite chez les premiers que chez les seconds. Pour les porcelets, elle ne couvre que quelques degrés de température. Les porcelets ont donc besoin de températures élevées et relativement constantes dans l'aire de repos pour un développement optimal.

Plages de température optimale

Le tableau 1 indique les plages de température optimale où la rentabilité des porcs est la plus élevée selon les données de l'expérience.

Les plages optimales sont différenciées en fonction des différentes catégories d'animaux : elles sont nettement plus élevées chez les jeunes animaux que chez les animaux adultes. Elles sont applicables à l'environnement immédiat où les animaux séjournent longtemps (micro-climat), p. ex. l'aire de repos. Elles sont moins étendues que les zones de température dans les limites desquelles les animaux peuvent s'adapter. Lorsque le rendement augmente, elles se décalent vers le bas. Lors de la conception ou de l'évaluation du climat des locaux dans un cas particulier, il faut tenir compte du fait que l'économie de la chaleur corporelle des animaux subit l'influence de divers facteurs. Le tableau 2 montre que les animaux qui ont un rendement élevé et les animaux de grande taille auront plutôt des problèmes avec le chaud qu'avec le froid.

Dans les locaux de stabulation non isolés du froid et de la chaleur (locaux de stabulation à climat extérieur), la température, qui dépend de l'extérieur, varie plus fortement que dans les locaux de stabulation fermés, de sorte que des valeurs extrêmes peuvent apparaître. Il faut donc aménager

dans les locaux de stabulation à climat extérieur des zones appropriées avec un micro-climat adapté (niches, abris, matelas de litière profonde, surfaces ombragées, etc.)

Grâce au succès grandissant des locaux de stabulation non isolés, on a pu acquérir une grande expérience au cours des 25 dernières années en matière d'adaptation des différentes catégories et espèces d'animaux de rente aux températures de l'air très élevées ou très basses.

Si des box de mise bas sont utilisés dans des porcheries non isolées, il faut s'assurer que les porcelets peuvent trouver immédiatement après leur naissance une zone où règne un micro-climat avec une source de chaleur particulière. Pour l'élevage des porcelets et la détention des porcs à l'engrais deux systèmes ont fait leur preuve lorsque les températures de l'air sont basses: les systèmes à litière profonde (qui se réchauffent par eux-mêmes) et les étables munies de caisses de repos où les animaux réchauffent leur aire de repos par la chaleur qui se dégage de leur corps. Pour éviter que les porcs à l'engrais d'un poids de plus de 70 kg se regroupent « en tas », la température de l'air ne devrait pas être inférieure à 9 °C dans les systèmes de détention avec litière (mais pas à litière profonde) et à 15 °C dans les box à caillebotis intégral.

Tableau 1: Plages optimales de la température de l'air

Catégorie d'animaux	Poids (kg)	Plage optimale (°C)
Porcs		
porcelets ²⁾	2-25	33 → 22 ¹⁾
porcs à l'engrais en période de croissance ²⁾	25-60	22 → 15 ¹⁾
porcs à l'engrais en période de finition ²⁾	60-100	18 → 9 ¹⁾
truies d'élevage et verrats ²⁾	150-350	8-15
truies allaitantes (porcelets voir ci-dessus) ²⁾	150-250	5-15

Remarques:

- 1) Dégressif au fur et à mesure de la prise de poids des animaux.
- 2) Micro-climat: est applicable aux niches, et aux emplacements de la porcherie qui garantissent localement un climat adapté à la catégorie d'animaux correspondante.

Tableau 2: Facteurs qui permettent à l'animal de supporter plus facilement (+) ou plus difficilement (-) les températures ambiantes plus élevées ou plus basses

Facteur	Température ambiante	
	Basse	Élevée
Accroissement de l'âge (jeunes animaux - animaux adultes)	+	(-)
Consommation élevée d'aliment	+	-
Rendement élevé	+	-
Gestation	+	-
Mouvement	+	-
Pelage épais	+	-
Litière abondante et sèche	+	-
Détention en groupe	+	-
Détention individuelle	-	+
Vent	-	+
Rayonnement solaire	+	-
Acclimatation (au froid ou au chaud)	+	+

Des températures de l'air élevées peuvent être très éprouvantes, surtout pour les porcs. Ceux-ci doivent avoir la possibilité de se rafraîchir les jours où il fait particulièrement chaud, grâce à des douches, ou des surfaces de repos fraîches, éventuellement humides; tous les animaux d'un même box doivent avoir la possibilité de s'étendre au même moment. Le rafraîchissement peut aussi être assuré par une augmentation de la vitesse de déplacement de l'air dans certaines zones de la porcherie.

Mesure de la température de l'air

Un thermomètre étalonné peut être utilisé pour déterminer la température à un moment donné. Des mesures quasi continues (intervalles de moins d'une heure entre les mesures) doivent être effectuées sur une période assez longue pour obtenir une évaluation significative. Il existe des appareils permettant de mesurer et d'enregistrer les données qui, en outre, combinent souvent la mesure de la température et celle de l'humidité relative.

Indicateurs des défauts relatifs à la température de l'air

Les porcs présentent des réactions comportementales évidentes lorsque le climat d'étable ne correspond pas à leurs besoins. Lorsque les températures sont basses, ils ne se couchent plus sur le côté, mais sur le ventre pour réduire le dégagement de chaleur par le corps sur le sol. Si les températures baissent encore, on observe que les porcs se regroupent de plus en plus « en tas »: les animaux se mettent les uns sur les autres, car ils perdent trop de chaleur s'ils entrent en contact avec le sol et l'air. Cette situation peut causer des perturbations importantes dans le box, car les animaux qui sont couchés dans les bords du « tas » cherchent à en gagner le milieu. Aux cris agressifs poussés par les porcs en conflit, s'ajoutent les cris de ceux qui se plaignent. Un autre indicateur évident de températures trop basses est le fait que les porcs grelottent. Il faut aussi considérer comme critiques les situations où, par basses températures, l'aire de repos est mouillée ou fortement salie ou pas assez spacieuse pour permettre à tous les porcs de se coucher en même temps. Dans les box de mise bas, des températures trop basses peuvent augmenter la mortalité des porcelets, que ce soit pendant la mise bas ou dans les premiers jours qui suivent. L'art. 27 de l'ordonnance sur la détention des animaux de rente et des animaux domestiques précise les limites de température au-dessous desquelles des mesures particulières doivent être prises selon chaque catégorie de porcs.

Lorsque les températures sont trop élevées, les porcs essayent de dégager la chaleur de leur corps en se couchant sur des surfaces fraîches et de préférence humides. Ils ne se couchent alors plus dans l'aire de repos du box prévue à cet effet, mais dans l'aire d'activités et de défécation. Ils s'étendent sur le côté, autant que possible sans entrer en contact avec les congénères du box. Il arrive que des animaux manipulent des installations servant à l'abreuvement pour créer une zone humide à proximité de l'abreuvoir où ils peuvent se coucher. L'état de propreté des porcs est un indicateur indirect de température: les porcs se salissent beaucoup en se couchant et en se vautrant dans l'aire d'activité et de défécation. Le halètement rapide des porcs indique également que les températures sont trop élevées. De plus l'appétit des porcs diminue lorsque les températures sont élevées: les auges ne sont pas vidées et les animaux sont peu nombreux auprès des automates à fourrage pour l'alimentation à volonté.

Dans les porcheries nouvellement aménagées, les porcs de 25 kg et plus détenus en groupe et les verrats doivent avoir une possibilité de se rafraîchir par temps chaud (art. 46 OPAn). L'art. 48 de l'ordonnance sur la détention des animaux de rente et des animaux domestiques indique les seuils de température à partir desquels il faut mettre à la disposition des porcs des moyens de se rafraîchir et leur donner la possibilité de se protéger du chaud.

2. Humidité de l'air

Les espèces d'animaux de rente vivant sous nos latitudes sont tout à fait capables de s'adapter à de grandes variations de l'humidité relative de l'air. Rien ne s'oppose donc à ce qu'on les détienne dans des locaux de stabulation ouverts dans lesquels l'humidité de l'air présente les mêmes variations que l'humidité de l'air à l'extérieur.

Les situations où un fort taux d'humidité se combine avec une température élevée de l'air peuvent être très éprouvantes pour les animaux. Il leur est alors presque impossible de dégager de la chaleur corporelle. De plus, un fort taux d'humidité favorise la prolifération des bactéries, des parasites et surtout des moisissures.

Une autre situation critique pourrait être celle où des animaux trempés seraient exposés sur une période prolongée à un fort taux d'humidité et à de basses températures de l'air.

Humidité relative optimale de l'air

Le taux optimal de l'humidité relative de l'air pour les animaux de rente dans l'agriculture est de 50 % à 80 %.

Mesure de l'humidité de l'air

L'humidité relative de l'air est mesurée par un psychromètre. Des mesures quasi continues (intervalles de moins d'une heure entre les mesures) doivent être effectuées sur une période assez longue pour obtenir une évaluation significative. On utilisera à cet effet des appareils permettant de mesurer et d'enregistrer les données, munis de capteurs d'humidité.

Indicateurs des défauts liés à l'humidité de l'air

Le manque d'humidité est souvent accompagné d'une forte concentration de poussière ce qui provoque, quelque temps après l'entrée dans le local, une toux irritative.

Mais un trop fort taux d'humidité provoque également des sensations désagréables chez l'homme. Combiné avec une température élevée de l'air, un taux d'humidité trop élevé rappelle le climat qui règne dans un bain de vapeur, alors que, combiné avec une température basse de l'air, il rappelle les sensations ressenties dans une cave. Des signes évidents d'un taux d'humidité trop élevé sont la formation d'eau de condensation au plafond ou sur les murs; par ailleurs, les sols sèchent difficilement. A long terme, un taux d'humidité trop élevé entraîne la formation de moisissures grises ou noires sur les murs et au plafond.

3. Déplacement de l'air

Le déplacement de l'air combiné avec la température de l'air joue un rôle déterminant par rapport au dégagement de la chaleur lorsqu'il fait chaud et à l'évitement de l'hypothermie lorsqu'il fait froid. Il faudrait donc augmenter de manière appropriée la vitesse du déplacement de l'air quand les températures sont élevées et, inversement, offrir aux animaux la possibilité de se retirer en des endroits exempts de courant d'air quand il fait froid.

La vitesse élevée de l'air a un double effet. D'une part, elle augmente le transfert de chaleur selon les degrés de différence de température entre la surface de l'animal et l'air, d'autre part elle réduit l'isolation thermique en détruisant le film d'air protecteur du pelage. L'animal est le plus gêné lorsque l'air déplacé a une température moins élevée que l'air du local où il se trouve et que l'air touche toujours une partie du corps en provenance d'une même direction. Il subit un « courant d'air ». La vitesse de l'air n'est pas le seul facteur qui joue un rôle: il faut aussi prendre en compte les turbulences de l'air. Plus les turbulences sont élevées plus forte est l'impression de courant d'air.

Valeurs optimales du déplacement de l'air

La vitesse optimale du déplacement de l'air dépend essentiellement de la température de l'air. En été, un déplacement d'air assez élevé peut être le bienvenu pour éviter l'accumulation de chaleur et assurer le rafraîchissement des animaux. En hiver par contre, une vitesse de déplacement de l'air trop élevée peut entraîner de grandes déperditions de chaleur. A température égale, le rafraîchissement est d'autant plus grand que la vitesse de l'air est élevée.

Les courants d'air devraient être évités chez toutes les espèces animales. L'absence de courants d'air est surtout importante sur l'aire de repos, où les animaux peuvent au besoin se protéger contre les déperditions de chaleur; elle est également importante chez les animaux trempés exposés à de basses températures.

Mesure du déplacement de l'air

Le déplacement de l'air peut être mesuré à l'aide d'un anémomètre à résistance électrique. L'appareil permet des mesures à partir d'environ 0,1 m/s et convient donc spécialement pour mesurer de faibles vitesses. Les valeurs mesurées ne dépendent pas de la direction de l'air.

Des vitesses de l'air plus élevées peuvent être mesurées à l'aide d'un anémomètre à moulinet. Cet appareil ne convient pas lorsqu'il y a des turbulences dans le local de stabulation. Les valeurs mesurées dépendent de la direction de l'air.

Si nécessaire, la direction du courant d'air peut être établie au moyen d'un appareil fumigène (indicateur de courant d'air).

Indicateurs de défauts liés au déplacement de l'air

Le déplacement de l'air doit être évalué dans la zone où séjournent les animaux. Il ne faut pas tirer de conclusions sur le déplacement de l'air dans les box en se basant sur le courant d'air perçu dans le corridor du local de stabulation. L'homme ressent particulièrement le courant d'air sur la nuque ou le dos de la main.

Les courants d'air dans l'aire de repos des porcs peuvent inciter ces derniers à éviter cette zone ou à ne s'y coucher que sur le ventre en dépit d'une température de l'air agréable, voire les pousser à se regrouper de plus en plus « en tas ». Les courants d'air dans l'aire de repos peuvent occasionner chez diverses espèces d'animaux de rente une perte de rendement et une plus grande sensibilité aux maladies.

Un déplacement de l'air insuffisant peut être indiqué par une augmentation de la concentration des gaz nocifs (ammoniac). Un déplacement d'air insuffisant - résultant d'une trop faible capacité de la ventilation ou d'une canalisation inappropriée de l'air - peut aussi donner l'impression que l'air du local est suffocant (humide) ou poussiéreux. Dans les locaux de stabulation munis d'une aération artificielle, il faudrait vérifier dans ces cas l'efficacité de l'aération ou l'entrée et la sortie de l'air.

4. Gaz nocifs

Nos espèces d'animaux de rente ne peuvent s'adapter aux fortes concentrations de gaz nocifs propres aux locaux de stabulation, puisque de telles concentrations n'apparaissent pas dans la nature. A long terme, elles portent préjudice au bien-être des animaux et sont dommageables à leur santé et doivent donc absolument être évitées.

L'expérience montre que les fortes concentrations de gaz nocifs constituent surtout un problème dans les locaux de stabulation chauds et insuffisamment aérés, alors que les locaux de stabulation à climat extérieur avec un bon échange d'air ne posent pas de problème de ce point de vue. Le stockage de

purin sous le sol à caillebotis peut être problématique pour l'hygiène de l'air dans le local de stabulation.

Le **dioxyde de carbone (CO₂)** est un gaz expiré qui est plus lourd que l'air mais qui se répartit relativement bien dans le local de stabulation. Dans les concentrations usuelles dans nos locaux de stabulation, le CO₂ n'est pas toxique.

L'ammoniac (NH₃) est un gaz qui résulte de la transformation de l'urée par l'uréase. Il est plus léger que l'air. Néanmoins sa concentration est plus élevée au sol, près du fumier dont il émane, que sous le plafond, où il est dilué et évacué par les influences thermiques et les courants d'air. Chez l'homme et l'animal, le NH₃ provoque surtout de fortes irritations des muqueuses et des voies respiratoires.

L'hydrogène sulfuré (H₂S) est un gaz de décomposition très toxique, qui provient du purin. Il est plus lourd que l'air et forme dans les endroits les plus bas - donc dans les canaux à purin et les fosses - de véritables nappes. Dès que les concentrations sont mesurables, l'homme et l'animal peuvent courir des risques. De l'hydrogène sulfuré est libéré lors du brassage du purin; des nuages de gaz se forment alors souvent dans l'air du local de stabulation. Dans ces conditions, les concentrations de H₂S peuvent présenter un risque mortel.

Pour éviter de trop fortes concentrations de gaz nocifs, il est essentiel que les canaux conduisant le purin à la fosse soient pourvus d'un siphon suffisamment efficace et de veiller à une aération suffisante lorsque le purin est brassé ou vidangé. En cas d'utilisation de systèmes produisant du fumier liquide, il faut tenir compte des principes permettant d'empêcher les gaz nocifs (conformément aux directives de la SPAA)

Outre les principaux gaz nocifs mentionnés, d'autres gaz peuvent encore se dégager (p. ex. du méthane, du monoxyde de carbone, du peroxyde d'azote). La combinaison de plusieurs gaz peut avoir un effet cumulatif nocif. Aussi la concentration en gaz nocif doit-elle être maintenue au plus bas niveau que possible.

Les chaufferettes à gaz comportent un risque de formation de monoxyde de carbone (CO) toxique. Il faut donc les contrôler souvent et les entretenir régulièrement. Le réglage du brûleur doit être irréprochable et il faut veiller à un apport d'air frais.

Concentrations maximales de gaz nocifs admises

Le tableau 3 mentionne les concentrations maximales de trois gaz nocifs - le CO₂, le NH₃ et le H₂S - conformément aux recommandations du « Scientific Veterinary Committee » (1997). Il faut s'efforcer de concevoir l'aération et le système d'évacuation du fumier de façon à éviter les concentrations trop élevées de gaz nocifs.

Tableau 3: Concentrations maximales des trois principaux gaz nocifs selon les recommandations du « Scientific Veterinary Committee » (1997)

Gaz nocif	Concentration maximale
CO ₂ (dioxyde de carbone)	3000 ppm
NH ₃ (ammoniac)	10 ppm
H ₂ S (hydrogène sulfuré)	0,5 ppm (temporairement 5 ppm lors de l'évacuation du fumier)

L'art. 11 al. 2 OPAn stipule que dans les locaux fermés, équipés d'une installation d'aération artificielle, l'apport d'air frais doit être garanti même en cas de panne de l'installation. Cette exigence

peut être remplie soit par un système d'alarme fonctionnel actionnant des fenêtres auto-ouvrantes (à l'aide d'un fermail magnétique p. ex.) soit au moyen d'un groupe électrogène.

Mesures des concentrations de gaz nocifs

Le dioxyde de carbone (CO₂) peut être mesuré de manière relativement fiable par une analyse de l'infrarouge ou à l'aide d'un tube réactif (Dräger). L'ammoniac (NH₃) peut être mesuré par diverses méthodes: selon le principe hydro-chimique (flacons d'absorption), par analyse de l'infrarouge, par un senseur électro-chimique (une réaction Redox engendrée par un courant électrique), avec un tube réactif (Dräger) ou à l'aide du principe de la chimioluminescence. Pour la mesure de l'hydrogène sulfuré (H₂S), on peut utiliser des cellules électro-chimiques (intervalle de mesure 1-1000 ppm) ou un tube réactif (Dräger).

Les grandes variations des concentrations de gaz nocifs dans les locaux de stabulation, aussi bien du point de vue spatial que du point de vue temporel, font qu'il n'est pas très judicieux de faire des mesures isolées pour obtenir une évaluation significative du climat des locaux. Lorsque l'on a de bonnes raisons de suspecter des concentrations très élevées de gaz nocifs, il faudrait effectuer des mesures quasi continues (p. ex. à l'aide d'un analyseur de gaz). Des mesures ponctuelles d'hydrogène sulfuré sont nécessaires le cas échéant lors du brassage. Les concentrations maximales ne devraient pas être durablement dépassées, à savoir pas plus d'un jour par semaine. Il serait donc judicieux d'étendre les mesures sur une semaine au moins.

L'expérience montre que le problème de concentrations élevées de gaz nocifs sur une longue durée concerne surtout les locaux de stabulation isolés du froid durant les mois d'hiver, lorsque l'aération est réduite pour empêcher la déperdition de chaleur. Mais les concentrations maximales ne devraient pas être dépassées en permanence, même dans ces cas. Il faudrait alors augmenter le nombre des aérations brèves durant la journée à intervalles réguliers (minuterie), de manière à faire descendre les concentrations de gaz nocifs au-dessous des valeurs maximales.

Indicateurs de défauts liés aux concentrations de gaz nocifs

A faible concentration, l'ammoniac est perçu par l'homme comme une odeur piquante. A des concentrations élevées, l'ammoniac provoque des picotements des yeux et des muqueuses des voies respiratoires. Les yeux coulent et une irritation qui donne envie de tousser apparaît.

Le dioxyde de carbone est inodore. Néanmoins, une forte concentration de ce gaz s'accompagne d'une aération insuffisante de sorte que l'air du local de stabulation est ressenti comme suffocant.

L'hydrogène sulfuré sent les œufs pourris. Des concentrations augmentées de ce gaz nocifs peuvent apparaître à court terme lors du brassage de purin. A partir d'un certain degré de concentration ce gaz nocif ne peut plus être perçu olfactivement, car il paralyse alors les nerfs olfactifs, et il peut être mortel pour l'animal et l'homme.

Lorsque les concentrations de gaz nocifs sont élevées, on ressent le besoin de quitter le local au plus vite. Il est alors judicieux de contrôler l'aération et le système d'évacuation du fumier.

5. Poussière

Les animaux de rente ne sont pas non plus préparés à se protéger contre les poussières en suspension dans l'air, car ils n'ont pas développé de mécanisme de protection à leur rencontre dans l'évolution. La poussière dans l'air du local se compose essentiellement de particules organiques, provenant de la litière, du fourrage, des particules de peau / de poils / de plumes et d'excréments. Mais la composition spécifique n'est pas le seul facteur qui joue un rôle déterminant; la grandeur des particules est également d'une grande importance. Les poussières fines sont particulièrement

préjudiciables à la santé du détenteur et des animaux, car elles peuvent s'introduire dans les plus fins embranchements des poumons (poussières fines dites alvéolaires; grandeur des particules < 5 µm). Ces poussières peuvent se déposer dans les poumons et y provoquer des irritations mécaniques et physico-chimiques; une forte concentration de particules devrait donc être évitée, aussi dans l'intérêt du détenteur d'animaux qui n'est pas le dernier à en pâtir.

Les effets nocifs de la poussière peuvent être aggravés par le fait que des gaz nocifs (l'ammoniac p. ex.), des micro-organismes ou des toxines émanant des bactéries (endotoxines) peuvent être introduits dans les poumons par le biais des particules de poussière où ils se sont fixés. Les concentrations de poussière sont particulièrement élevées dans les poulaillers de volailles à l'engrais, suivis par les porcheries de porcs à l'engrais, les poulaillers de poudeuses, les porcheries de porcs d'élevage et les étables de bovins. Les concentrations élevées de poussières en suspens dans l'air peuvent aussi apparaître dans des systèmes de stabulation sans litière.

Concentration maximale de poussière admise

Pour le moment, il n'existe pas en Suisse de réglementation fixant les concentrations maximales de poussière dans les locaux de stabulation. En Suède une valeur-limite de 10 mg/m³ est applicable pour les particules de poussière organiques (poussière globale) dans les locaux de stabulation. Au Danemark par contre, la valeur-limite n'est que de 3 mg/m³.

Mesure de la concentration de poussière

Pour mesurer l'évolution de la concentration de poussière en suspension dans l'air, on peut utiliser p. ex. des photomètres de lumière diffusée ou des appareils de mesure TEOM. Les appareils TEOM enregistrent continuellement la teneur en poussière de l'air sans étalonnage régulier. Le procédé de mesure repose sur le changement de fréquence de la vibration d'un pendule suivant le dépôt de poussière.

Étant donné que la concentration de poussière peut varier non seulement dans le cours d'une journée mais aussi d'un jour à l'autre, il faut effectuer des mesures quasi continues durant au moins une semaine et tirer une moyenne par 24 heures. La mesure ne doit porter que sur les particules de poussière respirables (grandeur des particules < 10 µm).

Indicateurs des défauts relatifs à la concentration de poussière

Des concentrations élevées de poussière font tousser et éternuer l'homme. Les particules de poussière en suspension peuvent être remarquées dans les bandes de lumière. Dans les grands bâtiments, les concentrations de poussière importantes font que l'extrémité opposée du local de stabulation est difficile à percevoir clairement. Les concentrations élevées de poussière dans l'air sont aussi indiquées par les épaisses couches de poussière sur les installations. A la fin de la visite, le bloc pour écrire et les habits sont pleins de poussière.

6. Éclairage

La lumière du jour, qui permet l'orientation des animaux dans l'espace, remplit aussi d'autres fonctions dont l'importance est d'ordre physiologique (rayonnement ultra-violet, cycle nyctéméral, stimulation des glandes sexuelles). L'éclairage du local de stabulation ne remplace pas entièrement la lumière du soleil. Un rayonnement trop faible exerce une influence négative sur la fertilité. Le passage du clair à l'obscur et les variations de clarté offrent des stimulations supplémentaires aux animaux.

Intensité minimale de l'éclairage

Les locaux dans lesquelles les animaux séjournent le plus souvent doivent être éclairés par la lumière du jour. L'intensité de l'éclairage durant la journée doit être d'au moins 15 lux, sauf dans les aires de

repos et de retraite et dans les pendoirs si les animaux peuvent se rendre en permanence sur un autre emplacement suffisamment éclairé. Pour la volaille domestique, l'intensité de l'éclairage est fixée à l'art. 67 OPAn (art. 33 al. 3 OPAn). La période de lumière ne doit pas être prolongée artificiellement plus de 16 heures par jour (art. 33 al. 5 OPAn). Il est interdit d'utiliser des programmes d'éclairage qui comportent plus d'une période d'obscurité par 24 heures (art. 33 al. 6 OPAn)..

Dans les locaux existants le 1^{er} septembre 2008, il faut utiliser des sources de lumière artificielle adéquates supplémentaires si l'intensité lumineuse ne peut être obtenue avec de la lumière du jour naturelle moyennant un investissement ou un travail raisonnables pour la pose de fenêtres ou de surfaces translucides (art. 33 al. 4 OPAn). Une minuterie pour régler l'éclairage artificiel n'est pas exigée. Dans certains cas cependant, elle peut être judicieuse, dans la mesure où il n'est pas garanti que le détenteur d'animaux enclenche et déclenche manuellement la lumière artificielle selon les besoins.

Les lampes à UVC (ultra-violet) utilisées pour la désinfection de l'air des locaux de stabulation ne peuvent pas remplacer la lumière du jour, le spectre de longueurs d'ondes des lampes à UVC ne correspondant pas au spectre de la lumière du jour permettant l'orientation dans l'espace. Il faut veiller à maintenir une distance entre la lampe (partie inférieure) et les animaux (tête et dos) d'au moins 1,2 m. Dans les locaux de stabulation de faible hauteur, les animaux doivent être protégés par des écrans (réflecteurs au bas des lampes) contre un rayonnement direct à trop courte distance. Les animaux ne doivent être exposés qu'à un rayonnement indirect, de façon à n'être atteints que par des rayons dispersés. Le rayonnement direct sur les yeux et la peau de l'animal ou de l'homme peut, suivant la sensibilité individuelle ainsi que l'intensité du rayonnement, entraîner des conjonctivites de même que la formation d'érythèmes (rougeurs inflammatoires de la peau). Les lampes à UVC ne doivent donc pas être en service lorsque le personnel pénètre dans le local de stabulation (interrupteur de sécurité branché sur la porte). La distance entre les lampes à UVC dépend de la puissance de chaque lampe et par conséquent de l'intensité du rayonnement, qui diffère suivant les modèles.

Mesure de l'intensité de l'éclairage

Une intensité lumineuse de 15 lux permet à l'homme de s'orienter dans l'espace; elle est juste suffisante pour lire ou écrire pendant un certain temps.

La mesure de l'intensité lumineuse s'effectue, autant que possible dans la zone où se situe la tête de l'animal, avec un luxmètre corrigé en ce qui concerne les couleurs et en fonction de l'angle d'incidence d'après la loi du cosinus. Pour déterminer la quantité totale de lumière reçue par l'animal, il est judicieux d'appliquer la mesure dite des « 6 plans ». Cela signifie que l'élément photo-électrique doit être tenu à la hauteur de la tête des animaux, contre en haut et contre en bas ainsi que dans la direction des quatre points cardinaux. On prend la moyenne des six valeurs obtenues.

Indicateurs des défauts relatifs à l'éclairage

L'intensité de l'éclairage doit être évaluée dans l'aire où se tiennent les animaux et à hauteur de l'animal. Lorsque l'intensité n'est pas suffisante, il est difficile de lire ou d'écrire pendant un certain temps à cette hauteur-là. Une évaluation approfondie de l'éclairage est surtout indiquée lorsque la surface totale laissant passer la lumière du jour dans les parois et au plafond correspond à moins d'un vingtième de la surface au sol lorsque les surfaces vitrées ne sont disposées que d'un côté dans les locaux de stabulation de faible hauteur, ou lorsque les surfaces vitrées sont sales ou obstruées par des objets.

Bibliographie

- Bianca W., 1976. The significance of meteorology in animal production. *International Journal of Biometeorology* 20, 139-156.
- Bianca W., 1979. Nutztier und Klima. *Der Tierzüchter* 31, 188-192.
- Blendl H.M., 1985. UV-Strahler in der Schweinehaltung, *Handbuch Schweine* 3, Kap. 23, 199-206.
- Clarke A.F., 1993. Stable dust – threshold limiting values, exposures variables and host risk factors. *Equine Vet. J.* 25, 172-174.
- Danuser B., Weber C., Künzli N., Schindler C. und Nowak D., 2001. Respiratory symptoms in Swiss farmers: an epidemiological study of risk factors. *Am. J. Ind. Med.* 39, 410-418.
- Driemer J. und Van den Weghe H., 1997. Der Einsatz eines gravimetrischen Messgerätes zur kontinuierlichen Bestimmung der Schwebstaubkonzentrationen in Stallungen. Tagung: Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, 11.-12. März 1997, D-Kiel.
- Jakobsson C., 1999. Ammonia emissions – current legislation affecting the agricultural sector in Sweden. In: Kunisch M. und Eckel H. (Hrsg.) *Regulation of animal production in Europe*. KTBL-Arbeitspapier 270, 208-213.
- Janeczek W., Hibner A. und Lukaszewski Z., 1985. Einfluss der Beleuchtungsstärke im Kuhstall auf einige Parameter der Kühefertilität. *Proceedings of International Congress on Animal Hygiene, D-Hannover 1985*, 429-433.
- Kunz P. und Montandon G., 1985. Vergleichende Untersuchungen zur Haltung von Kälbern im Warm- und Kaltstall während der ersten 100 Lebenstage. *FAT-Schriftenreihe Nr. 26*, FAT, Tänikon.
- Mayer C., 1999. Stallklimatische, ethologische und klinische Untersuchungen zur Tiergerechtheit unterschiedlicher Haltungssysteme in der Schweinemast. *FAT-Schriftenreihe Nr. 50*, FAT, Tänikon.
- Nosal D. und Steiner T., 1986. Système d'évacuation du lisier: fonctionnement et formation de gaz toxiques, *Rapport FAT No 292*, FAT, Tänikon.
- Nosal D., 1997. Gaz nocifs dans les stabulations libres pour bétail laitier, *Rapport FAT No 500*, FAT, Tänikon.
- Schweizerische Stallklimakommission, 1983. *Schweizerische Stallklimanorm*. Institut für Nutztierwissenschaften, ETH Zürich. 41 p.
- Scientific Veterinary Committee, 1997. *The welfare of intensively kept pigs*. European Commission, Brussels. 187 S.
- SPAA, 1995a. *La sécurité dans la construction et la transformation des bâtiments agricoles*. SPAA, Schöftland.
- SPAA, 1995b. *Dangers dus au gaz dans l'agriculture*. SPAA, Schöftland.
- Takai H. et al., 1998. Concentrations and emissions of airborne dust in livestock buildings in Northern Europe. *Journal of Agricultural Engineering Research* 70, 59-77.
- Van Caenegem L. und Wechsler B., 2000. Stallklimawerte und ihre Messung. *FAT-Schriftenreihe Nr. 51*, FAT, Tänikon.
- Zeitler-Feicht M.H., 1993. Mindestanforderungen an die Beleuchtung und Stallluft in der Pferdehaltung unter Tierschutzgesichtspunkten. *Tierärztl. Umschau* 48, 311-317.

Législation:

Ordonnance sur la protection des animaux (OPAn), Ordonnance d' OSAV sur la détention des animaux de rente et des animaux domestiques (suivant O animaux de rente et animaux domestiques)

Art. 11 OPAn Climat dans les locaux

1. Dans les locaux et dans les enclos intérieurs, il doit régner un climat qui soit adapté aux animaux.
2. Dans les locaux fermés équipés d'une aération artificielle, l'apport en air frais doit être garanti même en cas de panne de l'installation.

Art. 33 OPAn Eclairage

1. Les animaux domestiques ne doivent pas être détenus en permanence dans l'obscurité
2. Les locaux dans lesquels les animaux séjournent le plus souvent doivent être éclairés par de la lumière du jour.
3. L'intensité de l'éclairage durant la journée doit être d'au moins 15 lux, sauf dans les aires de repos et de retraite et dans les pendoirs si les animaux peuvent se rendre en permanence sur un autre emplacement suffisamment éclairé. L'intensité de l'éclairage pour la volaille domestique est fixée à l'art. 67.
4. Il faut utiliser des sources de lumière artificielle adéquates supplémentaires si l'intensité lumineuse dans les locaux au 1er septembre 2008 ne peut être obtenue avec de la lumière du jour naturelle moyennant un investissement ou un travail raisonnables pour la pose de fenêtres ou de surfaces translucides.
5. La période de lumière ne doit pas être prolongée artificiellement plus de 16 heures par jour. Cette règle ne s'applique pas aux poussins durant les trois premiers jours de vie pendant lesquels la période de lumière peut être prolongée à 24 heures. La période de lumière peut être réduite dans les élevages de poules pondeuses éclairés au moyen d'un programme d'éclairage.
6. Il est interdit d'utiliser des programmes d'éclairage qui comportent plus d'une période d'obscurité par 24 heures.

Art. 46 OPAn Protection contre la chaleur

1. Dans les porcheries nouvellement aménagées, les porcs de 25 kg et plus détenus en groupe et les verrats doivent avoir une possibilité de se rafraîchir par temps chaud.

Art. 27 O Animaux de rente et animaux domestiques Protection contre le froid

1. Le sol de l'aire de repos doit être isolé, recouvert de suffisamment de litière ou muni d'un chauffage si les températures descendent au-dessous des valeurs suivantes:
 - a. 24 °C pour les porcelets jusqu'au sevrage;
 - b. 20 °C pour les porcelets à partir de leur sevrage jusqu'à ce qu'ils atteignent 25 kg;
 - c. 15 °C pour les porcs d'un poids entre 25 et 60 kg;
 - d. 9 °C pour les porcs à partir de 60 kg.

2. Durant les trois premiers jours qui suivent la naissance des porcelets, la température dans le nid doit être de 30 °C au moins..
3. Les porcelets à la mamelle doivent avoir en tout temps accès à leur nid.
4. Dans les porcheries à climat extérieur, les porcs doivent disposer d'une caisse de repos ou d'un dispositif semblable ou avoir la possibilité de s'enfourir dans une litière profonde.

Art. 28 O Animaux de rente et animaux domestiques Protection contre le chaud

1. Dans les porcheries nouvellement aménagées pour des groupes de porcs d'au moins 25 kg ou pour des verrats, les animaux doivent avoir la possibilité de se rafraîchir si la température dans la porcherie dépasse 25 °C.
2. La température peut être rafraîchie par les moyens suivants: par un échangeur de chaleur souterrain, par un conditionneur d'air, par le rafraîchissement du sol, par des installations de vaporisation d'eau ou par des installations d'humidification agissant directement sur les animaux, telles des douches ou des bauges.
3. Pour les porcs détenus en plein air, il faut prévoir à partir d'une température de 25 °C à l'ombre une bauge et en cas de fort ensoleillement une aire ombragée suffisamment vaste en dehors des cabanes de repos.