

ARRÊT DE LA VENTILATION DYNAMIQUE EN PORCHERIE D'ENGRAISSEMENT : Dimensionnement et positionnement des ouvertures de sécurité.

R. GRANIER (1), P. ROUSSEAU (2), C. TRANCART ()*

(1) Institut Technique du Porc, Station Expérimentale, Les Cabrières, 12200 VILLEFRANCHE DE ROUERQUE.

(2) Institut Technique du Porc, Domaine de la Motte au Vicomte, B.P. 3 35650 LE RHEU.

En cas d'arrêt des ventilateurs dans une porcherie, une ambiance saturée en vapeur d'eau et caractérisée par une température élevée (proche de 35°C) s'oppose à la thermolyse des porcs et constitue les principales causes de la mort des animaux.

Dans ces conditions, dans un bâtiment avec des animaux situés entre 60 et 100 kg de poids vif, la production de vapeur d'eau est d'environ 280 g/h/porc. Son évacuation exige un taux de renouvellement de l'air se situant entre 10 m³/h/porc et 25 m³/h/porc selon les conditions climatiques extérieures (12 m³/h/porc avec une température extérieure de 26°C et une hygrométrie extérieure de 50 %, la température et l'hygrométrie dans le local se situant respectivement à 35°C et 85 %).

Avec des animaux de 100 kg de poids vif, une température extérieure inférieure à 28°C et une hygrométrie inférieure à 40 %, pour maintenir l'hygrométrie dans le local à un taux inférieur à 85 % il faut :

- si l'entrée d'air se fait par un volet latéral et la sortie par cheminée 45 cm² par porc pour le volet et 45 cm² par porc pour la cheminée,
- si le renouvellement de l'air se fait par volets latéraux il faut une surface d'ouverture de 120 cm² par porc.

Stopping of dynamic ventilation in a fattening pig unit : safety openings size and position

If ever fans are stopping in a piggery, water vapour saturated ambient air characterized by high temperature (near 35°C) is setting itself against pigs thermolysis and is prime cause of mortality.

Therefore in a fattening unit with pigs between 60 and 100 kg liveweight, water vapour production must be about 280 g/h/pig. Vapour exhaust needs fresh air make up rate between 10 m³/h/pig and 25 m³/h/pig according to outside climatic conditions (12 m³/h/pig with 26°C outside temperature and 50 % outside hygrometry, inside temperature and hygrometry being respectively 35°C and 85 %).

For 100 kg pigs, outside temperature lower than 28° C and hygrometry lower than 40 %, to maintain inside hygrometry rate lower than 85 %, following data must be applied :

- if air intake occurs through side flap and exhaust through air funnel, 45 cm² per pig for the flap and 45 cm² per pig for the funnel too.
- if fresh air make up occurs through side flaps, opening size must be 120 cm² per pig.

(*) Stagiaire BTS de l'Ecole d'Agriculture de RODEZ LAROQUE

INTRODUCTION

Dans une étude précédente, nous avons observé des porcs maintenus dans un module étanche avec mesure de l'évolution de quelques paramètres physiologiques et climatiques afin de mieux connaître les mécanismes qui interviennent lors de la mort d'animaux suite à un arrêt de la ventilation dynamique (ROUSSEAU, 1989). Les résultats montraient que l'augmentation de la température ambiante liée à une atmosphère saturée en vapeur d'eau ainsi qu'une teneur élevée de l'air ambiant en CO_2 (conséquence de l'arrêt de ventilation) constituent les causes de la mort des animaux.

En effet, à température élevée, la thermolyse s'effectue principalement par voie latente ; or, quand l'ambiance est saturée en vapeur d'eau, cette voie de déperdition est nulle. Alors, l'animal augmente son rythme respiratoire, qui devient supérieur à 180 mouvements par minute. Le poumon et la cage thoracique entrent en résonance. Cela se traduit par une mauvaise ventilation pulmonaire par augmentation des espaces morts. Les centres régulateurs du rythme respiratoire se saturent en CO_2 entraînant une diminution du rythme suivie de la mort de l'animal par mauvaise oxygénation du sang.

Ces mécanismes étant connus, le but de cette étude est :

- de déterminer expérimentalement le débit minimum nécessaire pour le maintien d'une atmosphère non saturée en vapeur d'eau, afin de permettre la thermolyse,
- de prévoir le positionnement et le dimensionnement des

ouvertures de secours pour que ces débits puissent être assurés.

1. MATÉRIEL EXPÉRIMENTAL ET MESURES

1. 1. Le module expérimental (figures 1 et 2)

FIGURE 1
COUPE DU MODULE EXPÉRIMENTAL

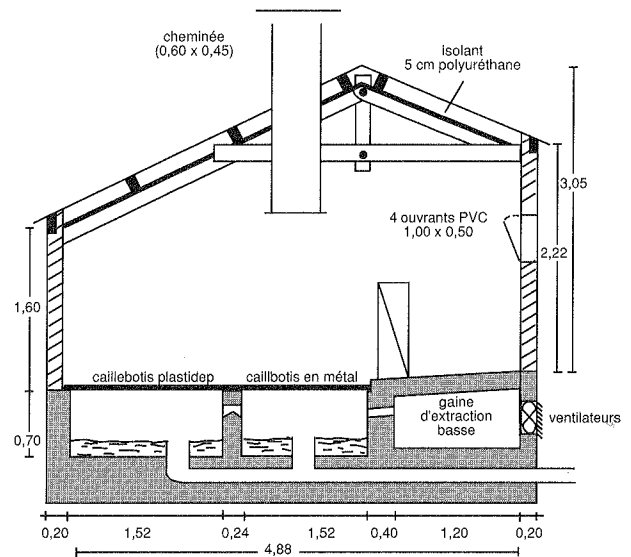
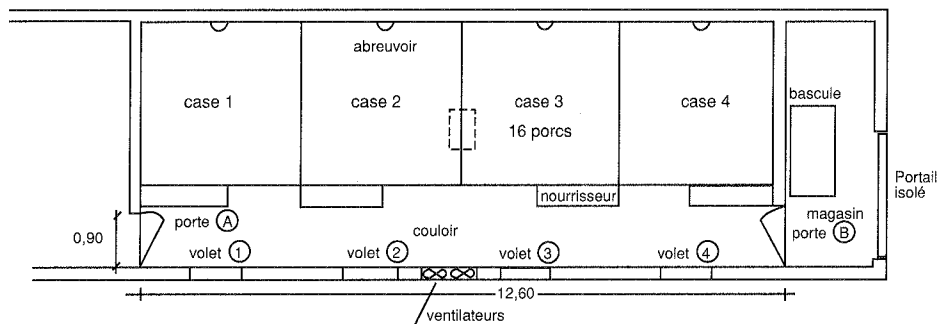


FIGURE 2
PLAN DU MODULE EXPÉRIMENTAL



Les expérimentations se sont déroulées dans un bâtiment de type caillebotis intégral, à la Station Expérimentale de Villefranche de Rouergue. Ce bâtiment est composé de deux modules totalement indépendants, chacun pouvant recevoir 64 animaux. Seul, un module a été utilisé au cours de ces expérimentations.

- **La coque** : les parois sont réalisées en béton cellulaire de 20 cm d'épaisseur, enduit sur les deux faces, et des plaques de mousse de polyuréthane de 6 cm d'épaisseur, posées sous la toiture d'amiante ciment, isolent le plafond.
- **Le sol** : Le sol de chaque case est constitué pour 50 % de caillebotis métallique triangulaires et pour 50 % de caillebotis plastique type plastidep. Les animaux sont répartis en 4 cases de 16 places. La surface disponible par porc est de $0,65 \text{ m}^2$. Un seuil de 12 cm en bout de caniveau permet au lisier de s'écouler en continu vers la station d'épuration. Le temps de séjour du lisier dans le caniveau est de 10 à 20 j selon le poids des animaux.

1. 2. Les équipements

- **La ventilation** : deux ventilateurs, de 35 cm de diamètre, installés en cascade et pilotés par une boîte de régulation électronique, évacuent l'air vicié du bâtiment à partir d'une gaine d'extraction située sous le couloir d'alimentation. L'air neuf est admis par quatre ouvrants réglables et isolés de $0,45 \text{ m}^2$ de surface, situés sur le long pan côté couloir d'alimentation. Le volume d'air disponible par porc est de $2,63 \text{ m}^3$, le volume compris entre le lisier et le caillebotis étant inclus ($0,28 \text{ m}^3/\text{porc}$).
- Afin de permettre la recherche du débit minimum nécessaire à la vie des animaux pour des températures ambiantes élevées ($30\text{-}35^\circ\text{C}$) une cheminée de $0,28 \text{ m}^2$ de section a été mise en place au centre du bâtiment. Elle est munie d'un ventilateur de diamètre 35 cm, piloté par un variateur manuel. Des ouvertures réglables ont été aménagées sur les deux portes du module.

1. 3. Les animaux

64 animaux croisés (LW x LR . LW x P) ont été disposés dans les 4 cases du module, soit deux loges de 16 femelles et deux loges de 16 mâles castrés. Ils sont alimentés en aliment granulé présenté au nourrisseur. Les quantités quotidiennes sont distribuées en une fois, le matin.

1. 4. Paramètres enregistrés et matériel de mesure

1. 4. 1. Facteurs caractérisant l'ambiance extérieure

La température et l'hygrométrie extérieures sont enregistrées en continu à l'aide d'un thermohygrographe dans une station météorologique située sur le centre expérimental. De plus, les paramètres extérieurs sont mesurés au niveau de l'entrée d'air à l'aide d'un thermohygromètre portable (marque SOLOMAT, type MPM 1000).

1. 4. 2. Facteurs caractérisant l'ambiance intérieure

- **Température** : une sonde est placée au centre du module à 1,20 m du sol. Elle est reliée à un appareil de mesure digital (résolution 0,10°C) et la valeur est relevée toutes les 30 minutes.

- **Humidité relative** : deux hygromètres à feuilles sensibles avec une précision de $\pm 3\%$ sont disposés dans les deux cases extrêmes du local et à 1,20 m du sol. La lecture est possible de l'extérieur grâce à une surface en plexiglas aménagée sur la porte qui permet par ailleurs d'observer le comportement des animaux. Un thermohygrographe enregistre en continu température et humidité relative. Les valeurs sont notées toutes les 30 minutes.

- **Gaz** : CO_2 , NH_3 , H_2S , CH_4 : l'air est prélevé par l'intermédiaire de trois tuyauteries aboutissant à 1,20 m du sol, une au centre de chaque case extrême et une au centre du bâtiment. Une quatrième tuyauterie aboutit sous le caillebotis. Les prélèvements se font par un appel d'air créé par la vidange d'une cloche de 5 litres remplie d'eau. Ce dispositif permet le renouvellement de l'air de la tuyauterie. Les concentrations en gaz sont contrôlées toutes les heures à l'aide de tubes réactifs Dräger (précision allant de - 15 à + 15 % par rapport à la valeur lue). Un anémomètre à fil chaud (SOLOMAT Type MPM 1000) permet la mesure des débits de renouvellement de l'air.

1. 5. Déroulement des épreuves

33 épreuves ont été réalisées dans le courant des mois de Juillet, Août et Septembre 1989. Chacune porte sur 64 animaux. Trois types d'épreuves ont été conduites :

- **Une épreuve préliminaire** : elle a pour but de contrôler l'allure générale de l'évolution des paramètres qui caractérisent l'ambiance lorsque le bâtiment est non ventilé et hermétique et de vérifier la correspondance entre ces résultats et ceux obtenus en module expérimental de 8 animaux (épreuves réalisées en 1988).

- **Des épreuves spécifiques** : qui concernent la recherche du débit minimum nécessaire au maintien d'une hygrométrie intérieure de 85 % lorsque la température intérieure est de 35°C.

- **Des épreuves techniques** : mettant en oeuvre différents positionnements et dimensionnements d'ouverture de sécurité, le but étant de contrôler leur efficacité et de corriger leur dimensionnement, un système de sécurité devant permettre le maintien de l'hygrométrie en dessous de 85 % pour des températures ambiantes dépassant 33°C.

1. 6. Conventions

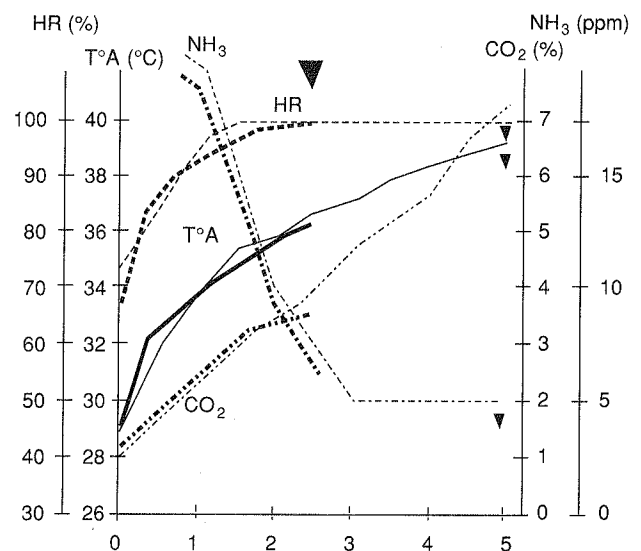
HRi	: Humidité relative intérieure	(%)
HRe	: Humidité relative extérieure	(%)
HAi	: Humidité absolue de l'air intérieur	(g/m ³)
HAe	: Humidité absolue de l'air extérieur	(g/m ³)
Ti	: Température ambiante intérieure	(°C)
Te	: Température extérieure sous abri	(°C)
D	: Débit d'apport d'air neuf	(m ³ /h/porc)

2. LES RÉSULTATS

2.1. Epreuve préliminaire

Elle est réalisée avec des animaux d'un poids moyen de 53 kg, le module étant totalement étanchéisé.

FIGURE 3
COMPARAISON DE L'ÉVOLUTION DES PARAMÈTRES
PHYSIQUES ENTRE LE MODULE DE 64 ANIMAUX
ET LE MODULE EXPÉRIMENTAL DE 8 ANIMAUX
EN CAS D'ARRÊT DE LA VENTILATION.



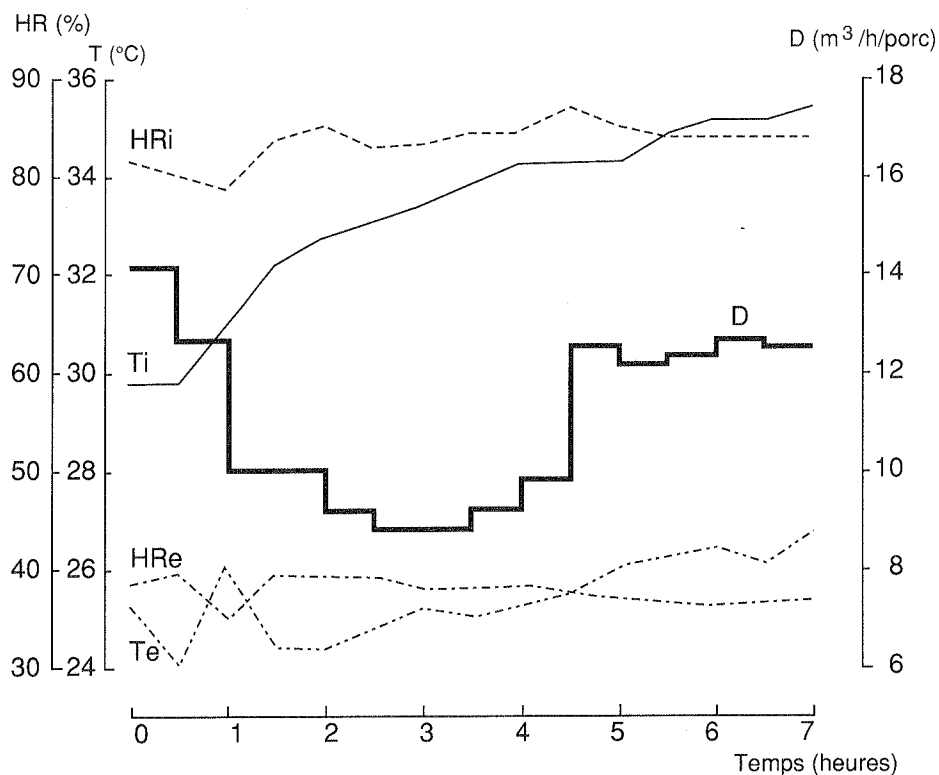
HR	: Hygrométrie
T°A	: Température ambiante
▼	: Ouverture
—	: Paramètres module expérimental (8 animaux)
—	: Paramètres porcherie expérimentale (64 animaux)

L'analyse des résultats présentés dans la figure 3 montre que l'évolution des paramètres caractérisant l'ambiance dans la salle de 64 animaux est strictement identique à l'évolution des paramètres physiques dans le module expérimental de 8 animaux. En conséquence, les résultats obtenus en module expérimental (ROUSSEAU, 1988) sont donc représentatifs de ce qui se passe dans une porcherie traditionnelle bien isolée et étanche.

2. 2. Recherche du débit minimum

Quatre épreuves ont été réalisées sur des animaux entre 60 kg et 95 kg.

FIGURE 4
EVOLUTION DU DÉBIT DE RENOUVELLEMENT D'AIR NEUF
EN FONCTION DES PARAMÈTRES CLIMATIQUES EXTÉRIEURS ET POUR UNE HYGROMÉTRIE INTÉRIEURE DE 85 %
(Poids des animaux : 93 kg).



HRi : Hygrométrie intérieure
HRe : Hygrométrie extérieure (sous-abri)
Ti : Température intérieure

Te : Température extérieure (sous-abri)
D : Débit de renouvellement d'air neuf

TABLEAU 1
QUANTITÉS D'EAU À ÉVACUER D'UNE PORCHERIE POUR MAINTENIR L'HYGROMÉTRIE À 85 % LORSQUE LA TEMPÉRATURE AMBIANTE EST ÉGALE À 35°C.

Poids des animaux (kg)	T° extérieure (°C)	Humidité extérieure (%)	T° intérieure (°C)	Humidité intérieure (%)	Débit d'air neuf (mesuré) m³/h/porc	Débit d'air extrait (calculé) (m³/h/porc)	Quantité d'eau extraite (calculée) (g/porc/h)
63	33.4	25	35.2	87	11.0	11.3	269
77	28.0	56	33.4	88	12.4	13.0	234
89	22.6	41	33.8	86	10.3	11.0	262
93	26.4	32	34.8	85	12.1	12.8	284

La figure 4 fait apparaître l'évolution du débit d'apport d'air neuf nécessaire au maintien d'une hygrométrie de 85 %. Au delà de 4 heures et demie d'expérimentation, tous les paramètres se stabilisent, notamment le débit qui se situe en moyenne à 12,1 m³/h/porc. Le tableau 1 est un récapitulatif des quatre expérimentations qui ont été menées où apparaît la valeur des paramètres une fois stabilisés. On peut en déduire la production d'eau à 35°C. Elle se situe entre 234 g et 284 g par heure et par porc. Aucune relation ne peut être établie entre la production d'eau et le poids des animaux. Pour cela, il aurait été nécessaire de multiplier les expérimentations par tranche de poids. Un abaque (tableau 2) a été établi, il détermine, à

partir des paramètres climatiques extérieurs, le débit minimum de renouvellement d'air neuf par porc nécessaire au maintien d'une hygrométrie de 85 % avec une température ambiante de 35°C. Nous avons retenu la production d'eau maximum : 280 grammes d'eau par porc et par heure.

Si on ne considère que les «fourchettes raisonnables» des paramètres climatiques extérieurs, soit une température et une hygrométrie variant respectivement de 22°C à 34°C et de 40 % à 60 %, le débit de renouvellement d'air minimum se situe aux environs de 10 m³/h/porc mais il peut atteindre voire dépasser dans certains cas extrêmes 25 m³/h/porc.

TABEAU 2
DÉBITS DE RENOUELEMENT D'AIR NEUF (m³/h/porc) NÉCESSAIRES AU MAINTIEN D'UNE HYGROMÉTRIE DE 85 %
EN FONCTION DES PARAMÈTRES CLIMATIQUES EXTÉRIEURS (température intérieure égale à 35°C)

		Hygrométrie extérieure (%) sous abri						
		20	30	40	50	60	70	80
Température extérieure sous abri	22	8.6	9.1	9.8	10.8	11.5	12.5	13.8
	24	8.8	9.5	10.3	11.2	12.4	13.7	15.6
	26	9.0	9.8	10.8	11.9	13.6	15.4	17.8
	28	9.3	10.2	11.5	12.8	15.0	17.5	21.4
	30	9.6	10.7	12.2	13.9	16.8	20.7	27.3
	32	9.9	11.2	13.1	15.4	19.4	25.7	39.0
	34	10.3	11.8	14.2	17.3	24.0	35.3	72.0

Formule de calcul $D = \frac{Q}{H_{Ai} \left(\frac{V_i}{V_e} \right) - H_{Ae}}$

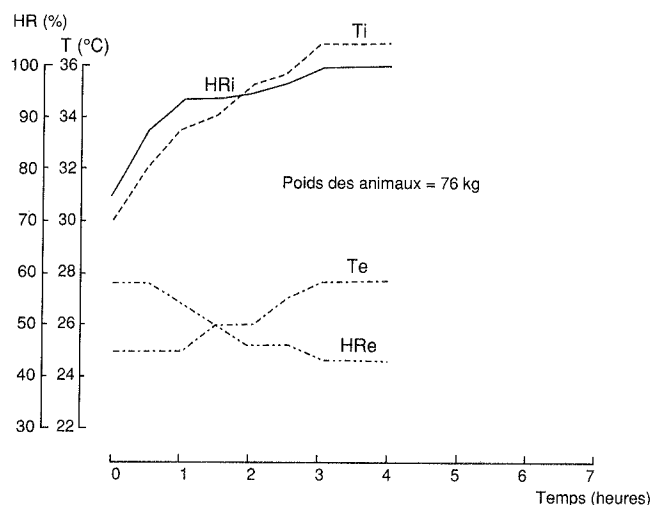
Q = Quantité d'eau à éliminer (280 g/porc/heure)
H_{Ai} = Humidité absolue de l'air intérieur (g/m³)
H_{Ae} = Humidité absolue de l'air extérieur (g/m³)
V_i = Volume spécifique de l'air intérieur (m³/kg)
V_e = Volume spécifique de l'air extérieur (m³/kg)

2. 3. Etude du positionnement et du dimensionnement des ouvertures de secours

2. 3. 1. Evacuation de l'air par cheminée (0,65 x 0,40)

- Entrée d'air assurée par un ou deux ventilateurs (diamètre 35) à l'arrêt.

FIGURE 5
EVOLUTION DES PARAMÈTRES CLIMATIQUES :
ENTRÉE D'AIR PAR UN VENTILATEUR,
SORTIE PAR CHEMINÉE



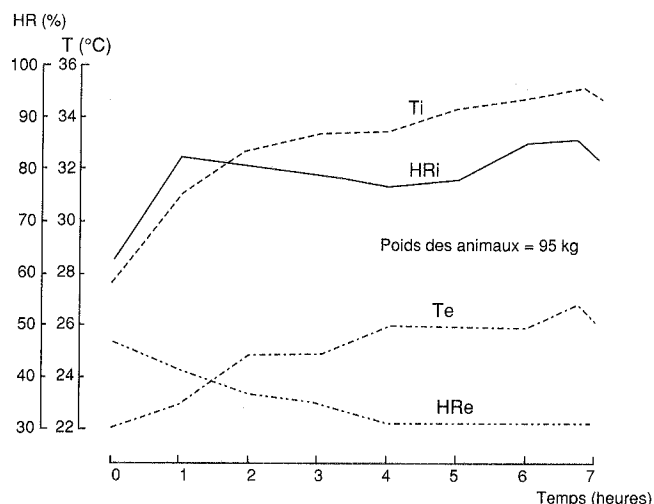
Trois épreuves ont été réalisées dont deux avec l'entrée d'air assurée par deux ventilateurs à l'arrêt. L'évolution des para-

mètres climatiques est identique dans tous les cas, l'hygrométrie atteignant 100 % après 3 h ou 4 h. Les débits mesurés à l'entrée varient de 5,6 m³/h/porc lorsque l'entrée d'air est assurée par un ventilateur, à 9,8 m³/h lorsque l'air neuf entre par les deux ventilateurs.

Dans nos conditions expérimentales, ce système n'est pas satisfaisant (surface d'entrée d'air trop faible). On peut supposer qu'il serait suffisant pour des températures extérieures ne dépassant pas 22 ou 23°C.

- Entrée d'air assurée par les volets 1 et 4 (section d'entrée d'air : 44 cm²/porc)

FIGURE 6
EVOLUTION DES PARAMÈTRES CLIMATIQUES :
ENTRÉE D'AIR PAR DEUX VOILETS



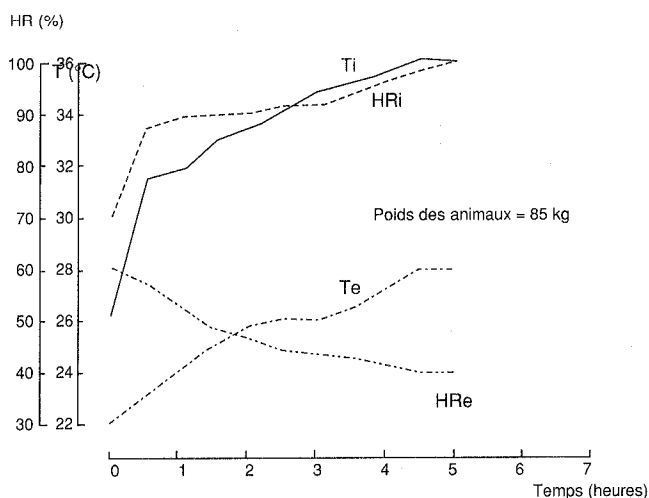
À l'issue de 7 heures d'épreuve, l'hygrométrie dans le bâtiment ne dépasse pas 86 % (figure 6). D'autres épreuves ont été réalisées avec des animaux de 70 et 90 kg de poids vif. L'hygrométrie s'est stabilisée respectivement à 79 et 76 %. Par contre, il a été impossible de mesurer le débit de renouvellement de l'air, le flux étant fluctuant (entrant et sortant).

On peut en déduire que ce système de sécurité, assuré par des ouvrants latéraux et une cheminée est satisfaisant pour des températures extérieures allant jusqu'à 27 ou 28°C. La section de 40 cm²/porc d'entrée et de sortie d'air paraît être alors une limite inférieure en dessous de laquelle il ne faudrait pas descendre.

2. 3. 2. Ouvertures de secours assurées par les ouvrants latéraux

- Section des ouvrants : 44 cm² /porc plus 1 ventilateur de diamètre 35 cm à l'arrêt.

FIGURE 7
EVOLUTION DES PARAMÈTRES CLIMATIQUES

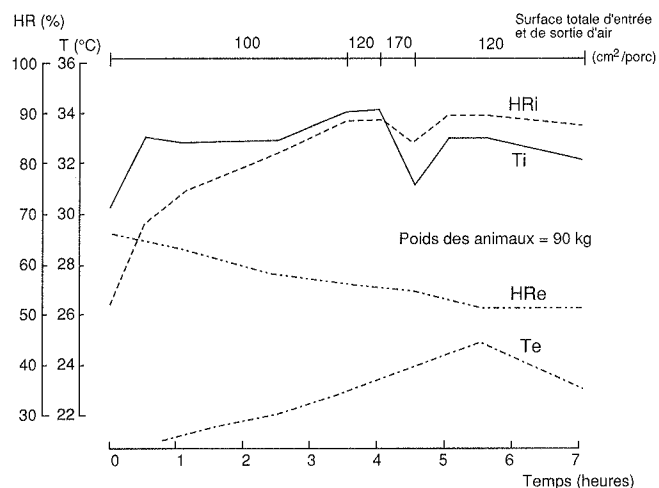


Lorsque les ouvertures de secours sont assurées par les quatre ouvrants latéraux, en plus du ventilateur à l'arrêt une section totale de 44 cm²/porc est insuffisante pour le maintien d'une hygrométrie intérieure inférieure à 88 % (figure 7).

- Section des ouvrants variable plus un ventilateur

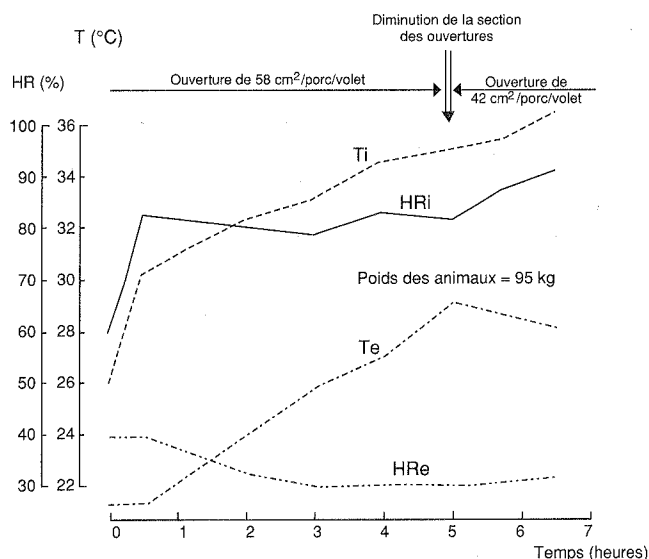
Quand nous faisons varier la section des ouvertures (figure 8), l'analyse de l'évolution des paramètres climatiques ambiants montre qu'une section totale de 120 cm²/porc, soit 60 cm²/porc d'entrée d'air et 60 cm² de sortie d'air sont nécessaires lorsque la température extérieure est de 25°C. Pour des températures plus élevées, il sera nécessaire d'augmenter cette section.

FIGURE 8
EVOLUTION DES PARAMÈTRES CLIMATIQUES :
OUVERTURES DES VOILETS LATÉRAUX



2. 3. 3. Ouvertures de secours assurées par un volet positionné sur chaque porte du module

FIGURE 9
EVOLUTION DES PARAMÈTRES CLIMATIQUES



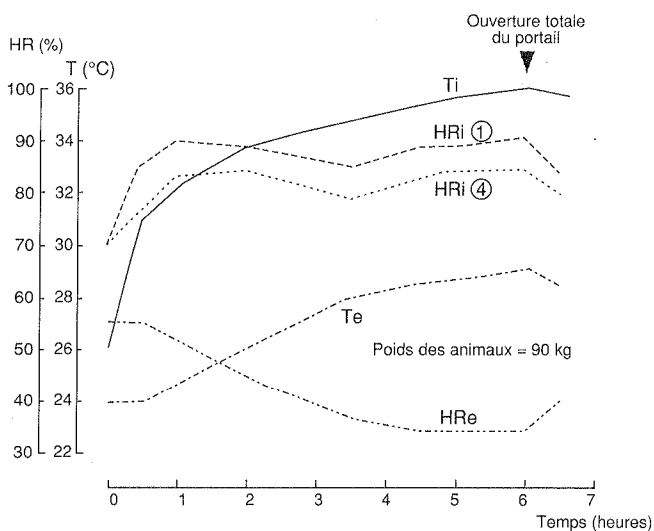
Au cours de ces manipulations, une ouverture de section variable a été réalisée sur chaque porte du module afin de simuler un système de secours assuré par un volet installé sur chaque long pan dans le cas de salles transversales avec un couloir de service extérieur.

Plusieurs épreuves ont fait l'objet d'observations. Pour obtenir des conditions ambiantes intérieures acceptables, le couloir

de service extérieur doit être correctement ventilé. En effet, dans le cas où il n'existe sur le bardage du couloir de circulation que des ouvertures situées à 1,20 m du sol, l'hygrométrie intérieure se situe aux environs de 90 % au bout de 4 heures. Lorsque le couloir extérieur est correctement ventilé (entrées d'air hautes et basses), l'hygrométrie intérieure peut être maintenue en dessous de 85 % pour des températures extérieures atteignant 28°C, avec une section totale d'ouverture (entrée + sortie) de 60 cm²/porc (figure 9).

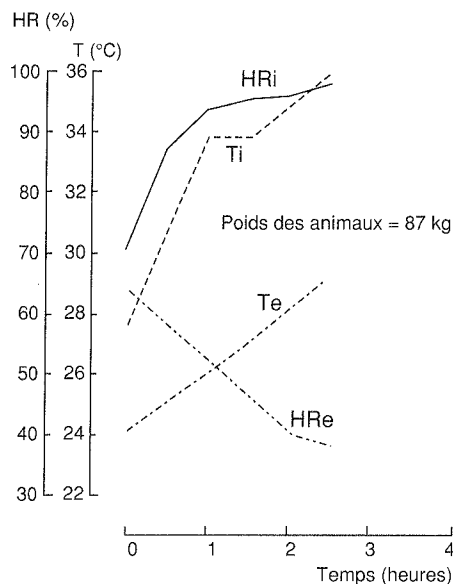
2. 3.4. Ouverture de sécurité assurée par la porte côté magasin

FIGURE 10
EVOLUTION DES PARAMÈTRES CLIMATIQUES OUVERTURE
SUR TOUTE LA HAUTEUR DU PORTAIL
(porte de la porcherie ouverte)



HRI ① : Hygrométrie mesurée dans la loge ①
HRI ④ : Hygrométrie mesurée dans la loge ④

FIGURE 11
EVOLUTION DES PARAMÈTRES CLIMATIQUES
Ouverture de 0,5 m à 1,20 m du sol dans le portail
(porte de la porcherie ouverte)



Quatre manipulations ont été réalisées. Dans deux cas, le portail extérieur est ouvert sur toute la hauteur (1,85 m). Dans les deux cas suivants, une ouverture de 1 m x 0,50 m et positionnée à 1,20 m de hauteur est mise en place sur le portail. La porte (porte B) représente une section d'ouverture de 250 cm²/porc.

- Ouverture de section égale à 0,5 m² positionnée à 1,20 m du sol sur le portail.

L'analyse de l'évolution des paramètres climatiques ambiants montre que, comme pour le cas précédent, si le couloir de service extérieur est correctement ventilé (entrées d'air hautes et basses ou ouvertures aux deux extrémités, l'hygrométrie intérieure peut être maintenue à 85 % (figure 10). Dans le cas contraire (figure 11), l'atmosphère peut être saturée en eau au bout de deux heures.

DISCUSSION - CONCLUSION

Des expérimentations, non présentées dans cette étude, concernant la recherche du débit minimum, ont montré que, dans le cas d'un arrêt brutal de la ventilation, la température intérieure évolue très rapidement pour atteindre 35°C lorsque la température extérieure est supérieure à 22°C. Par ailleurs, il est nécessaire de maintenir l'humidité relative ambiante de la porcherie inférieure à 85 % afin d'éviter la mort des animaux par étouffement. En effet, au dessus de ce niveau, la capacité évaporative de l'air est insuffisante pour permettre à l'animal d'évacuer sa production de chaleur par voie latente.

Pour maintenir l'humidité relative à un niveau inférieur ou égal à 85 %, il est nécessaire de mettre en place des ouvertures de sécurité qui permettent un renouvellement d'air qui varie selon les conditions atmosphériques de 10 m³/h/porc à 25 m³/h porc voire davantage (tableau 2).

Dans nos conditions expérimentales et pour les systèmes testés, la vitesse d'entrée d'air neuf a fluctué entre 0,6 m/s et 1,2 m/s. Si on considère des cas extrêmes (HRe = 70 % et Te = 34°C), les sections d'entrées d'air doivent être supérieures à 160 cm²/porc. Il en est de même pour les sections de sortie. Ainsi pour un bâtiment de 120 places, cela représente 2 m² de surface d'entrée d'air et 2 m² de surface de sortie, soit 7 cheminées de 0,60 m x 0,45 m. Ces contraintes ne sont pas réalistes.

Nous nous limiterons donc aux conditions climatiques extérieures rencontrées dans la plupart des cas, soit une hygrométrie comprise entre 40 et 80 % et une température allant de 22 à 28°C.

Dans ces conditions, des surfaces équivalentes d'entrée d'air latérales et de sorties par cheminée, au moins égales à 45 cm²/porc seront suffisantes pour assurer une sécurité dans 80 % des cas. Notons que les systèmes dont l'entrée d'air est essentiellement assurée par les ventilateurs d'extraction basse à l'arrêt ne peuvent que très rarement donner satisfaction.

Lorsque le bâtiment est équipé d'ouvrants latéraux situés sur les longs pans, dans nos conditions expérimentales, une section de 45 cm²/porc n'est pas suffisante. Il faut alors prévoir 60 cm²/porc à chaque extrémité de la salle.

Les systèmes qui utilisent essentiellement l'ouverture de la

porte située en bout de couloir d'alimentation peuvent être efficaces à condition que le couloir de circulation extérieur commun à toutes les salles soit correctement ventilé (entrées d'air hautes et basses et/ou les deux extrémités du couloir libres). De plus dans nos conditions expérimentales, ils ne concernent que les salles de taille réduite (60 porcs).

Ces systèmes peuvent être améliorés et utilisés pour des salles de plus grande capacité en y apportant quelques améliorations. Ils présentent l'avantage d'une maintenance plus suivie : la porte est actionnée tous les jours. Ainsi, dans le cas d'une salle de 120 porcs à l'engrais, on peut concevoir un système de sécurité permettant l'ouverture de la porte et de deux ouvrants situés sur le long pan opposé. La section totale de ces ouvrants doit être de $60 \text{ cm}^2/\text{porc}$ (figure 12). Une autre solution consiste à mettre en place deux cheminées dont la section serait de $45 \text{ cm}^2/\text{porc}$ (figure 13).

En conclusion, différents systèmes de sécurité peuvent être mis en place pour pallier les défauts de ventilation en période chaude. Le respect de leur dimensionnement est une condition nécessaire à leur efficacité. Il n'en reste pas moins vrai que pour certaines situations atmosphériques extrêmes le problème est pratiquement difficile à résoudre.

RÉFÉRENCE BIBLIOGRAPHIQUE

- ROUSSEAU P., CHARRIER P., CHOSSON C., GRANIER R., 1989. Journées Rech. Porcine en France, 21, 253-260.

FIGURE 12

EXEMPLE DE POSITIONNEMENT ET DE DIMENSIONNEMENT D'UN SYSTÈME DE SÉCURITÉ ASSURÉ PAR L'OUVERTURE DE LA PORTE ET DEUX OUVRANTS LATÉRAUX POUR UNE PORCHERIE D'ENGRAISSEMENT DE 120 PLACES.

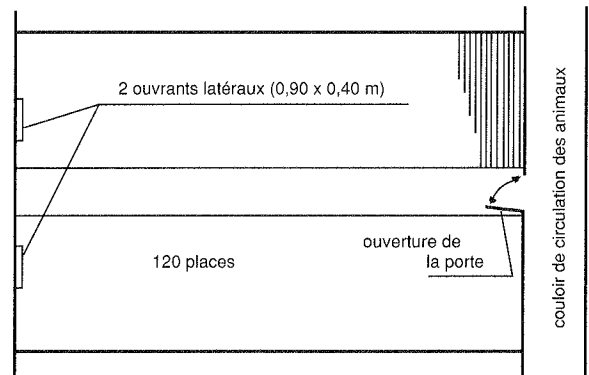


FIGURE 13

EXEMPLE DE POSITIONNEMENT ET DE DIMENSIONNEMENT D'UN SYSTÈME DE SÉCURITÉ ASSURÉ PAR L'OUVERTURE DE LA PORTE ET DEUX CHEMINÉES POUR UNE PORCHERIE D'ENGRAISSEMENT DE 120 PLACES

