

ABSENCE DE RENOUELEMENT DE L'AIR DANS UN MODULE DE PORCHERIE EXPERIMENTALE : EVOLUTION DES PARAMETRES CLIMATIQUES ET PHYSIOLOGIQUES

P. ROUSSEAU (1), P. CHARRIER (1)*, C. CHOSSON (2), R. GRANIER (3)

INSTITUT TECHNIQUE DU PORC

(1) La Motte au Vicomte, 35650 LE RHEU

(2) 34, Bd de la Gare, 31500 TOULOUSE

(3) Station Expérimentale, Les Cabrières, 12200 VILLEFRANCHE DE ROUERGUE

INTRODUCTION

La maîtrise de la ventilation dynamique dans les porcheries impose des constructions de plus en plus étanches. Ceci, en cas d'arrêt des ventilateurs, conduit à des accidents de plus en plus nombreux durant la période estivale.

Des systèmes de sécurité existent : alarmes sonores ou téléphoniques, ouverture automatique de trappes, etc... Mais, ni le type de capteur hygrométrie ou température, ni le seuil de déclenchement, ni le dimensionnement et le positionnement des trappes ne sont connus avec précision.

Par ailleurs, les paramètres entrant en jeu lors de la mort des animaux sont mal cernés : excès de CO₂ ou température et hygrométrie trop élevées. Il est donc difficile de raisonner ces dispositifs de sécurité.

Le but de cette étude est de mieux connaître les mécanismes qui interviennent lors de la mort d'animaux suite à un arrêt de la ventilation dynamique, ainsi que de détecter des critères ou

des seuils qui nous permettront de poursuivre ultérieurement cette étude sur le terrain.

Pour cela nous avons observé des porcs maintenus dans un module étanche avec mesure de l'évolution de quelques paramètres physiologiques et climatiques.

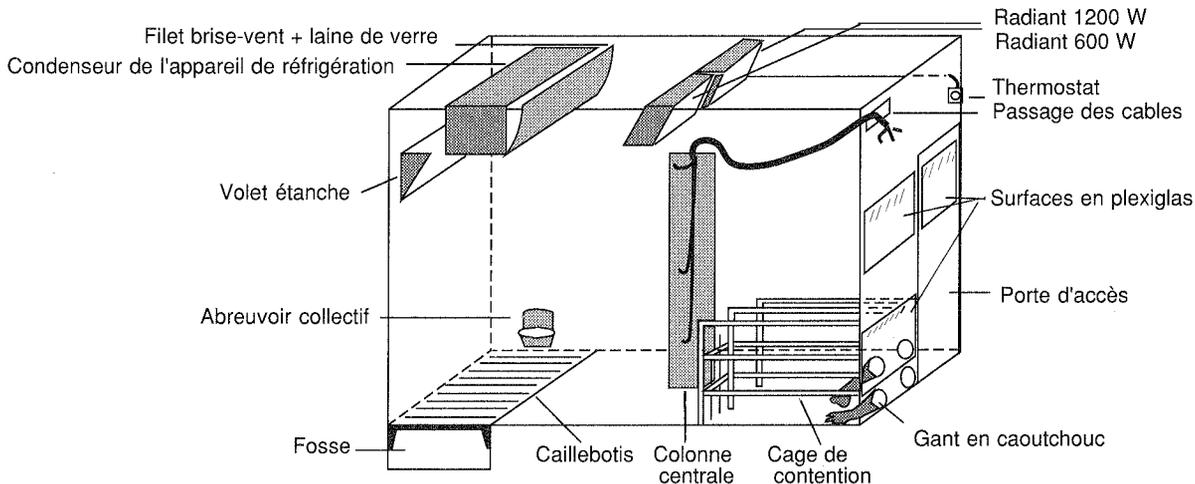
1. MATERIEL EXPERIMENTAL ET MESURES

1.1. Le module expérimental (figure 1)

Il s'agit de l'une des cases d'une porcherie d'engraissement de type caillebotis partiel de la station expérimentale de l'Institut Technique du Porc à Villefranche de Rouergue. Ce module permet de loger 8 animaux avec respectivement une surface et un volume de 0,93 m² et de 2,34 m³ par porc.

Durant les manipulations, afin de faciliter certaines mesures, l'un des porcs est bloqué dans un système de contention prévu

FIGURE 1
LE MODULE EXPERIMENTAL



* Stagiaire du Bureau des Productions Animales de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

à cet effet.

Cette enceinte est thermiquement isolée avec un coefficient K moyen de $1 \text{ W/m}^2 \times ^\circ\text{C}$. Elle est parfaitement étanche.

Un volet extérieur permet en cas de besoin d'aérer la salle sans avoir recours à l'ouverture de la porte.

La façade intérieure présente trois surfaces transparentes en plexiglas permettant le suivi du comportement des animaux, 4 orifices circulaires munis de gants permettent l'accès à l'animal en contention notamment pour la prise de températures rectales.

L'abreuvement de l'animal en contention est assuré par une tétine, les autres animaux disposent d'un abreuvoir à palette.

Une colonne centrale composée de 3 caillebotis métalliques permet la protection des capteurs et de la sonde de prise d'air.

1.2 . Les équipements

. *Un groupe de réfrigération* est constitué d'un condenseur à ailettes suspendu à 20 cm du plafond et d'un compresseur de 1 200 W.

La circulation de l'air sur le condenseur est forcée par deux ventilateurs afin de ne pas dépasser des vitesses de 0,2 m/s au sol un panneau diffuseur en laine de verre se trouve devant cet appareil.

Ce groupe permet, pour certaines manipulations, de refroidir l'ambiance de l'enceinte ou d'abaisser son taux d'hygrométrie relative suite à de la condensation de vapeur d'eau sur les ailettes du condenseur.

. *Un dispositif de chauffage*

Il est constitué de deux radiateurs, l'un de 1 200 W, l'autre de 600 W réglé par un variateur manuel, ces appareils sont dirigés vers le plafond de manière à éviter de chauffer directement le sol de la case. Ils permettent de maîtriser la température ambiante et de réduire le taux d'humidité relative de l'enceinte par augmentation de la pression de vapeur saturante.

. *Un dispositif de fixation du CO₂*

Il est réalisé par une colonne remplie de chaux sodée et disposée à 1 m du sol, un ventilateur de forge permet la circulation de l'air dans ce dispositif. Il permet de maintenir le CO₂ de l'air à un taux ne dépassant pas 3 %.

. *Un dispositif d'adjonction d'O₂ à l'air ambiant.*

Il est composé d'une bouteille d'oxygène sous une pression de 200 atmosphères munie d'un détendeur permettant d'injecter de l'oxygène dans le local sous 0,4 atmosphère. Ceci nous permet de maintenir le taux d'oxygène dans le module entre 19 et 23 %.

1.3. Paramètres enregistrés et matériel de mesure

1.3.1. Facteurs caractérisant l'ambiance

. *Ambiance extérieure*

La température extérieure, l'hygrométrie et la pression atmosphérique sont enregistrés toutes les heures dans une station

météorologique attenante au centre expérimental.

. *Ambiance dans le module*

- Température :

Trois sondes thermostatiques en platine et verre nu (100Ω à 0°C) sont placées dans la colonne centrale à 0,2, 1 m et 2 m du sol. Leurs précisions est de $+ 0,1^\circ\text{C}$ et leur temps de réponse de 11 secondes/ $0,5^\circ\text{C}$ les enregistrements se font sur un potentiomètre.

- Humidité relative :

Relevée toutes les 30 mn à partir d'un hygromètre à feuilles sensibles avec une précision de $\pm 3 \%$.

- Gaz : CO₂, NH₃, O₂, H₂S

L'air est prélevé par l'intermédiaire d'une tuyauterie aboutissant à la colonne centrale du module. Les prélèvements se font par un appel d'air créé par la vidange d'une cloche de 5 l remplie d'eau, ce dispositif permet le renouvellement de l'air de la tuyauterie.

La teneur en gaz de l'air ambiant est mesurée par utilisation de tubes réactifs Dager avec une précision allant de - 15 à + 15 % par rapport à la valeur lue.

La fréquence des mesures est : toutes les heures pour NH₃, toutes les 30 mn pour CO₂, en début, milieu et fin de manipulation pour H₂S et en fin de manipulation pour l'oxygène.

1.3.2. Paramètres physiologiques

Sur l'animal en contention sont mesurés :

- le rythme respiratoire par comptage direct ou par lecture de l'électrocardiogramme,

- le rythme cardiaque grâce à un électrocardiogramme de type RACIA donnant une bonne précision tant que le rythme respiratoire ne dépasse pas 100 mouvements par minute au-delà, la lecture devient impossible.

- la température rectale relevée toutes les 30 mn au moyen d'un thermomètre médical classique, ce qui constitue un procédé fiable mais qui ne permet pas la lecture quand la température dépasse 42°C , de plus ce procédé est peu pratique. Des essais ont été réalisés avec utilisation d'une sonde thermométrique placée dans le rectum ou le vagin pour les femelles et maintenue en place durant toute la manipulation. Cette technique a été abandonnée compte tenu de la fragilité des sondes.

- la température cutanée à l'oreille. Une sonde thermométrique en forme de plaquette est fixée à l'oreille, elle est isolée du rayonnement extérieur par des feuilles en aluminium, la lecture pouvant se réaliser toutes les 5 mn sur un multimètre.

- le rythme respiratoire est également mesuré toutes les 30 mn sur les animaux en groupe.

1.3.3. Facteurs comportementaux

Les animaux sont observés durant la manipulation au travers de la paroi en plexiglas ; sont mentionnés : leurs positions, leurs degrés d'agitation, les manifestations vocales et la carac-

térisation de leur rythme respiratoire. Enfin des autopsies furent réalisées sur les animaux morts en cours de manipulation.

1.4. Les animaux

64 porcs issus d'un croisement truies (Landrace x Large White) et verrats (Large White x Piétrain) répartis en 8 cases de 8 animaux composées de 4 castrats et de 4 femelles ont été utilisés pour les épreuves qui se sont déroulées durant les mois de Juillet, Août et Septembre. Ces porcs présentaient respectivement des poids moyens de 35 kg et de 100 kg en début et fin de la période concernée par les épreuves.

Les animaux sont alimentés aux granulés au sol à raison de deux repas par jour, sauf le dimanche où ils ne disposent que d'un seul repas. Les pesées ont lieu au début de chaque épreuve.

1.5. Déroulement des épreuves et effets testés

32 épreuves portant chacune sur 8 animaux ont été réalisées dans le courant des mois de Juillet, Août et Septembre 1988.

Il n'a pas été procédé à des manipulations le lundi afin que les résultats ne soient pas perturbés par l'effet de la suppression du repas du dimanche soir.

De manière à réduire les effets d'accoutumances au moins trois semaines séparent deux passages successifs du même lot de porc dans le module.

Deux types d'épreuves ont été réalisées :

1.5.1. Des épreuves préliminaires, elles ont pour but :

- de déterminer l'allure générale de l'évolution des paramètres,
- de déterminer les critères présentant une influence prédominante sur la rapidité de l'évolution des paramètres, c'est ainsi qu'il a été déterminé que si la durée de la manipulation ne doit pas excéder 4 à 5 heures, la température extérieure doit être supérieure à 25°C.
- de déterminer des valeurs seuil pour certains paramètres nous indiquant qu'au moins un animal va mourir dans les 30 mn suivantes.

1.5.2. Des épreuves spécifiques : pour lesquelles un paramètre est maintenu à un niveau relativement bas. Les manipulations étant comparées à d'autres pour lesquelles les conditions sont pratiquement identiques mais sans maîtrise de ces critères.

Ont été testés les effets : température ambiante, CO₂, humidité relative, poids des animaux, proximité du repas; effet d'un anti-stress.

2. LES RESULTATS

2.1. Les épreuves préliminaires

Elles ont été réalisées sur des animaux d'un poids situé entre 35 et 50 kg.

Quatre manipulations furent réalisées avec : le repas vers 8 h, fermeture du module vers 10 h avec une température extérieure proche de 19°C, celle-ci évoluant dans la journée jusqu'à 29°C. Dans ces conditions, vers 20 h, les animaux présentent quelques signes d'inconfort, agitation légère, recherche du décubitus latéral maximum, grognements, mais le rythme respiratoire ne dépasse pas 90 mouvements par minute malgré une humidité relative de 100 % et un taux de CO₂ pouvant atteindre 7 %, la température intérieure ne dépassant jamais 35,5°C.

Dans ces conditions, un séjour de 10 h dans le module étanche ne provoque pas la mort des animaux, d'où une recherche de conditions plus défavorable. Ceci s'est traduit par : deux épreuves, par journée chaude et peu ventilée avec entrée des animaux dans le module vers 11 h, distribution du repas à 16 h 15 et fermeture de la cellule à 16 h 30 : la température intérieure se situe alors vers 28°C. A partir de 5 heures d'observation, trois animaux sont morts pour l'une des épreuves, l'autre a été arrêtée à temps pour éviter la mortalité à partir de 5 h 30 d'observation. Les températures intérieures étant respectivement de 39° et de 37°C.

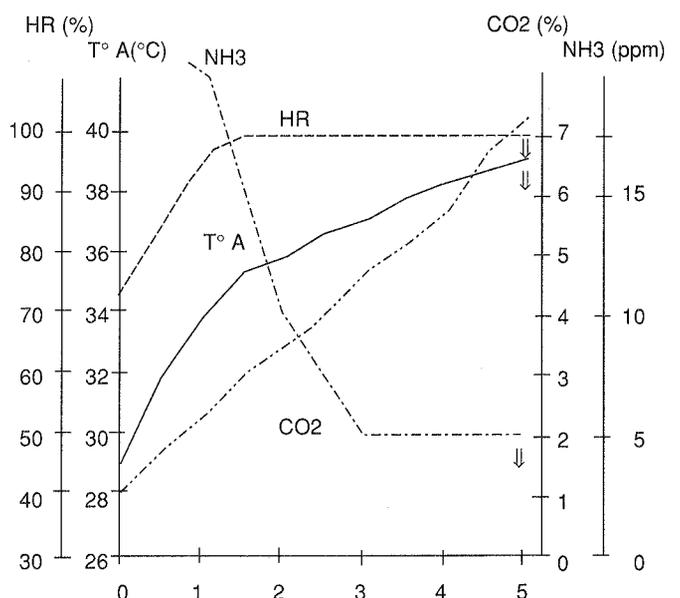
Les différences entre ces résultats et les précédents peuvent s'expliquer par :

- une évolution rapide de la température du module par un effet de paroi (ensoleillement et chaleur dégagée par les animaux),
- la prise du repas immédiatement avant le test n'est probablement pas étrangère à cette évolution.

2.1.1. Evolution des paramètres

. Paramètres d'ambiance (figure 2)

FIGURE 2
PARAMETRES AMBIANTS



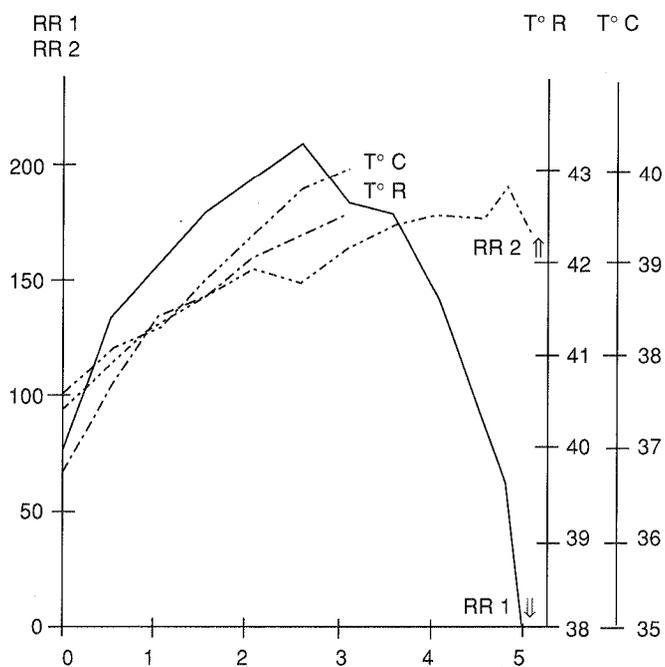
HR = Hygrométrie
T° A = Température ambiante
⇒ = Ouverture

La température ambiante suit d'abord une augmentation constante à raison de 2°C par 30 mn puis s'infléchit compte tenu des pertes de chaleur par les parois qui augmentent quand la différence entre la température intérieure et la température extérieure s'accroît.

- l'humidité relative de l'air croît rapidement sous l'effet de la thermolyse pour atteindre la saturation au bout d'une heure.
- la teneur en NH₃ se situant en début d'épreuve vers 22 ppm décroît rapidement pour se stabiliser au bout de trois heures vers 5 ppm. Ceci est principalement lié à la dissolution de ce gaz dans l'eau de condensation dont le pH passe de 7,2 à 8,6.
- la teneur de l'air en CO₂ suit une courbe pratiquement linéaire avec une évolution allant de 1 % à 7,5 % (teneur moyenne dans une porcherie de 0,10 à 0,20 %) et ceci malgré une augmentation du rythme respiratoire.

2.1.2. Paramètres physiologiques (figure 3)

FIGURE 3
PARAMETRES PHYSIOLOGIQUES



RR 1 = Rythme respiratoire de l'animal en contention
 RR 2 = Rythme respiratoire le plus rapide parmi les animaux libres
 T° C = Température cutanée
 T° R = Température rectale
 ⇒ = Ouverture

- Le rythme respiratoire

Pour l'animal en contention, ce critère croît plus vite que pour les animaux en liberté pour atteindre un rythme de 200 à 210 mouvements par minute. Ceci pourrait être lié au fait que cet animal ne peut s'étendre ni se souiller pour favoriser la thermolyse. Puis une diminution rapide et brutale du rythme respiratoire précède la mort de l'animal. Cette phase de diminution du rythme respiratoire est très importante car elle précède la mort de l'animal d'environ 30 mn.

- Température cutanée et rectale

La température cutanée croît plus vite que la température rectale probablement suite à des phénomènes de thermolyse. La température rectale ayant atteint 42,5° après trois heures d'observation.

2.1.3. Facteurs comportementaux

Nous pouvons les classer en 4 phases :

- **phase 1** : (température ambiante à 30°, peu de CO₂, hygrométrie vers 80 %) les animaux mangent, boivent, sont calmes, se couchent plus ou moins séparément en décubitus sterno-latéral.
- **phase 2** : (température ambiante voisine de 33°, CO₂ à 2,5 %, hygrométrie à 100 %).

Les animaux se couchent en décubitus latéral maximum ou le long des parois qui sont à une température inférieure à la température ambiante. Ils se salissent, on dénote peu d'activité, les quelques déplacements donnent lieu à une certaine agressivité.

- **phase 3** : (température ambiante voisine de 35°, CO₂ à 5 %). Cette étape se traduit par :

- . des manifestations vocales, grognements et cris stridents,
- . oeil entr'ouvert, bouche grande ouverte avec les lèvres maxillaires tirées,
- . grande dilatation des naseaux

Les animaux recherchent une position plus confortable et sont de ce fait plus agités.

- **phase 4** : Curieusement les animaux auraient tendance à se rassembler, ils se mettent dans une position prostrée, les naseaux sont dilatés au maximum. Des périodes d'agitation très intenses se succèdent. Les animaux semblent très inquiets.

Ouverture de la fenêtre, les animaux se rassemblent près de la porte, dans la partie la plus ventilée.

Ouverture de la porte, les animaux courent dans tous les sens et se roulent dans des zones humides, ceci peut se comparer à des manifestations d'ivresse.

Lors d'une épreuve, l'ouverture brutale des ouvrants s'est manifestée par des pertes d'équilibre, des convulsions et pédalage.

Arrivés dans leur case les animaux se précipitent sur le repas et sur l'abreuvoir, ils présentent une faculté de récupération extraordinaire.

2.1.4. L'autopsie des animaux morts en cours d'épreuve dénote :

- une coloration violette des téguments,
- une viande PSE
- un appareil digestif congestionné
- le larynx et la trachée congestionnés et présentant un liquide rouge spumeux.

Lorsque apparaissent les signes comportementaux décrits en phase 4 et surtout l'abaissement du rythme respiratoire, l'ouverture du volet devient une opération urgente quand ceci est respecté, nous n'aboutissons pas à la mort d'animaux.

à celui décrit lors des épreuves préliminaires, mais avec une rapidité plus ou moins grande selon le traitement soumis aux animaux, ont été testés les effets de l'antériorité du repas avant l'épreuve, du poids, de la température ambiante, de l'hygrométrie du CO₂ et de l'adjonction d'anti-stress.

3. LES EPREUVES SPECIFIQUES

Toutes les épreuves se déroulent selon un schéma analogue

Effet repas

TABLEAU 1
CONDITIONS EXPERIMENTALES (EFFET REPAS)

	Poids moyen (kg)	Heures repas	Température extérieure (°)		Hygrométrie extérieure (%)		Pression atmosphérique (mm C Hg)	
			maxi	mini	maxi	mini	maxi	mini
Epreuve 1	82	Fermeture	29	-	40	37	749	744
Epreuve 2	84	7 h. avant fermeture	30	22,5	46	42	741	740

TABLEAU 2
RÉSULTATS : EFFET REPAS

Temps	Paramètres physiologiques						Paramètres d'ambiance							
	RR		t. rectale		t. cutanée		t. ambiante		HR (%)		CO ₂ (%)		NH ₃ (ppm)	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
0	66	96	39,1	39,3	38,2	38,0	28	30	87	82	1,0	0,5	15	15
1 h.	132	150	39,6	40,0	38,7	39,0	33	33	100	100	2,5	2,0	8	10
2 h.	162	120	40,3	40,4	39,5	39,2	35	34	100	100	4,0	3,3	4	8
2 h.30	186	132	40,8	40,7	39,7	39,5	35	35	100	100	4,8	3,7	-	-
2 h.45	96	-	41,2	-	40,0	-	36	-	-	-	5,3	-	-	-
3 h 10	-	132	-	41,2	-	39,7	-	36	-	-	-	4,2	-	-

Par rapport à l'épreuve avec repas, l'épreuve sans repas présente :

- une croissance moins rapide de la température ambiante,
- un pourcentage de CO₂ plus faible,
- une élévation de la température cutanée plus élevée en début d'épreuve,

- la diminution du rythme respiratoire est retardée d'au moins 30 mn.

La distribution d'un repas à la fermeture constitue donc un facteur néfaste pour des porcs soumis à ces conditions

Effet température ambiante

TABLEAU 3
CONDITIONS EXPERIMENTALES : EFFET TEMPERATURE AMBIANTE

	Poids des animaux (kg)	Traitement	Température extérieure (°)		Hygrométrie extérieure (%)		Pression atmosphérique (mm C Hg)	
			maxi	mini	maxi	mini	maxi	mini
Epreuve 1	82	sans réfrigération	29	-	40	37	749	744
Epreuve 2	86	avec réfrigération	17	15	70	52	741	738

TABLEAU 4
RÉSULTATS : EFFET TEMPÉRATURE AMBIANTE

Temps	Paramètres physiologiques						Paramètres d'ambiance							
	RR		t. rectale		t. cutanée		t. ambiante		HR (%)		CO ₂ (%)		NH ₃ (ppm)	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
0	66	30	39,1	39,2	38,2	36,4	28	25	87	85	1	0,5	15	20
1 h.	132	24	39,6	-	38,7	37,2	33	27	100	98	2,5	1,5	8	10
2 h.	162	48	40,3	39,2	39,5	38,2	35	29	100	100	4,0	3,0	4	6
3 h.	96	54	41,2	39,2	40,0	38,0	36	29	100	-	5,3	4,2	-	5
4 h.	-	60	-	-	-	-	-	30	-	-	-	5,2	-	4

L'évolution du rythme respiratoire et de la température rectale ne semblent pas subir de perturbation dans le cas où la température ambiante est maintenue en dessous de 30°C et ceci malgré une ambiance saturée en vapeur d'eau et renfermant plus de 5 % de CO₂.

L'élévation de la température ambiante joue donc un rôle déterminant lors de la mort des animaux.

Effet hygrométrie

TABLEAU 5
CONDITIONS EXPÉRIMENTALES : EFFET HYGROMÉTRIE

	Poids des animaux (kg)	Traitement	Température extérieure (°)		Hygrométrie extérieure (%)		Pression atmosphérique (mm C Hg)	
			maxi	mini	maxi	mini	maxi	mini
Epreuve 1	82	sans diminution H ₂ O	29	-	40	37	749	742
Epreuve 2	78	condensation de vapeur H ₂ O	30	28	36	35	742	-

TABLEAU 6
RÉSULTATS : EFFET D'HYGROMÉTRIE

Temps	Paramètres physiologiques						Paramètres d'ambiance							
	RR		t. rectale		t. cutanée		t. ambiante		HR (%)		CO ₂ (%)		NH ₃ (ppm)	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
0	66	48	39,1	39,2	38,2	37,2	28	28,5	87	100	1,0	1,2	15	18
1 h	132	48	39,6	39,6	38,7	37,0	33	31,0	100	81	25,0	3,0	8	8
2 h	162	72	40,3	39,8	39,5	37,6	35	33,7	-	69	4,0	4,2	4	6
3 h	96	78	41,2	40,1	40,0	38,7	36	36,2	-	64	5,3	5,5	-	-
4 h	-	126	-	40,5	-	39,0	-	37,5	-	65	-	6,7	-	4

La température rectale et le rythme respiratoire présentent une augmentation beaucoup moins rapide dans le cas où l'hygrométrie est maintenue à un niveau inférieur à 70 %. La thermolyse par perte de chaleur par voie latente est possible dans le

cas d'une faible hygrométrie.

L'hygrométrie élevée constitue une cause déterminante pour la mort des animaux.

Effet CO₂ et O₂

TABLEAU 7
CONDITIONS EXPÉRIMENTALES : EFFET CO₂

	Poids des animaux (kg)	Traitement	Température extérieure (°)		Hygrométrie extérieure (%)		Pression atmosphérique (mm C Hg)	
			maxi	mini	maxi	mini	maxi	mini
Epreuve 1	82	Sans piégeage CO ₂	29	-	40	37	749	744
Epreuve 2	80	Avec piégeage CO ₂	29	28	50	49	745	-

TABLEAU 8
RESULTATS : EFFET CO₂

Temps	Paramètres physiologiques						Paramètres d'ambiance							
	RR		t. rectale		t. cutanée		t. ambiante		HR (%)		CO ₂ (%)		NH ₃ (ppm)	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
0	66	96	39,1	39,5	38,2	38,0	28,5	29,0	87	96	1,0	1,0	15	15
1 h	132	156	39,6	-	38,7	38,5	33,0	33,7	100	100	2,5	1,7	8	6
1 h 45	-	240	-	41,0	-	39,1	-	35,5	-	-	3,5	2,5	4	4
2 h	162	180	40,3	41,3	39,5	39,2	35,0	36,0	-	-	4,0	2,7	-	-
3 h	96	-	41,2	-	40,0	-	36,0	-	-	-	5,3	-	-	-

Le piégeage partiel du CO₂ s'est traduit dans notre cas par une apparition plus rapide de la phase diminution du rythme respiratoire.

Mais il faut signaler que même avec piégeage nous opérons à des taux élevés de CO₂ d'où le manque d'effet. Il est par ailleurs probable que l'effet température supplante l'effet CO₂.

Etant donné que le taux de CO₂ augmente linéairement en fonction du temps alors que le taux d'O₂ baisse dans les mêmes rapports on arrive à des taux de CO₂ et d'O₂ incompatibles à la vie. Le taux de CO₂ joue donc un rôle dans la mort des animaux mais il est supplanté par les effets température et hygrométrie.

Une épreuve a été réalisée avec adjonction d'oxygène et son maintien dans le module à un taux de 19 %.

Ceci s'est traduit dans nos conditions par le retardement de la phase critique d'une heure. La diminution de la pression d'oxygène atmosphérique apparaît donc comme étant un élément favorisant pour la mortalité des animaux.

Effet poids

D'après nos observations, plus les animaux sont lourds plus la situation critique apparaît rapidement.

Nous avons observé l'abaissement du rythme respiratoire au

bout de 4 h 30 pour des animaux de 57 kg et seulement 2 h pour des porcs de 80 kg.

Ceci s'explique par la moindre capacité de thermolyse des animaux lourds du fait d'une diminution du rapport surface d'échange sur volume et de l'augmentation de l'isolation thermique de l'animal par un accroissement de l'épaisseur du tissu adipeux.

L'effet d'un sédatif

Trois épreuves ont été réalisées avec utilisation de sédatif, les résultats sont très variables, néanmoins quand les animaux sont calmes au moment de l'injection du sédatif, le rythme respiratoire reste faible, par contre l'évolution de la température rectale et cutanée sont variables et semblent perturbées par rapport aux autres épreuves. Quand les animaux sont agités au départ les rythmes respiratoires et cardiaques demeurent élevés durant l'épreuve. Il existe probablement des facteurs individuels et il est possible que des animaux sensibles au stress réagissent plus rapidement que les autres, mais ce facteur n'a pas été testé lors de nos essais.

3. DISCUSSION - CONCLUSION

Les résultats d'autopsie semblent montrer que les animaux meurent par asphyxie, or ceci se produit alors que la teneur de l'ambiance en oxygène se situe encore entre 15 et 18 %, ce qui

est compatible avec la vie.

En réalité l'augmentation de la température ambiante liée à une atmosphère saturée en vapeur d'eau s'opposent à la thermolyse. Pour lutter contre l'élévation de la température l'animal augmente son rythme respiratoire, ce phénomène est accru par l'augmentation du taux de CO₂ et la diminution du taux d'oxygène dans l'ambiance du module.

Ceci se traduit par un rythme respiratoire supérieur à 180 mouvements par minute, le poumon et la cage thoracique entrent alors en résonance d'où une mauvaise ventilation pulmonaire par augmentation des espaces morts. Les centres régulateurs du rythme respiratoire seaturent en CO₂ d'où une diminution du rythme suivie par la mort de l'animal par mauvaise oxygénation du sang.

Par ailleurs, l'augmentation de la température centrale suite à une incapacité de thermolyse tant par voie sensible que latente, constitue également l'une des causes de la mort mais ceci est très lié aux causes précédentes.

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 CO₂ et un taux faible en O₂, constituent les causes de la mort des animaux.

Par ailleurs, de part son anatomie, fragilité de l'appareil respiratoire, isolation du corps par une couche de gras et de sa sensibilité au stress, le porc est mal armé pour lutter dans ces

conditions extrêmes. D'autres facteurs comme la proximité de l'ingestion d'un repas, le poids, et l'état de santé notamment d'un point de vue pulmonaire constituent des facteurs favorisants.

Les gaz comme NH₃ n'ont été détectés qu'à de faibles teneurs suite à une dissolution dans la vapeur d'eau, H₂S n'a été détecté qu'à des teneurs infimes, les gaz se comporteraient-ils de la même manière dans une porcherie sur caillebotis total ?

Cette étude nous a permis de détecter et de mesurer les principaux paramètres intervenant lors de la mort d'animaux placés dans un module étanche.

Des critères comme l'élévation de température, l'hygrométrie, le taux de CO₂ ainsi que le comportement des animaux nous permettront dans une phase ultérieure de mieux cerner nos observations sur des porcheries en vraie grandeur dans le but de mieux raisonner le dimensionnement des ouvertures de secours ainsi que les types de capteurs à mettre en oeuvre pour assurer leur ouverture.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier :

- les Professeurs RUCKBUCH et MALBERT de l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE pour leur appui scientifique,
- GROUPAMA pour sa participation financière et la collaboration du Docteur VERSHOORE

BIBLIOGRAPHIE

- CLARK J.A. Environmental aspects of housing for animal product. Butterworths.
- HUBERT C., STANTON Ph.D., HARRY J., MERSMANN Ph.D., Swine in cardiovascular Research, vol. 1 et II, CRC press inc.
- INGRAM D.L., LEGGE K.F., 1969. The effect of environmental Temperature on respiratory ventilation in the pig. **70** (8), 1-12, North Holland publishing company.
- INGRAM D.L. ARC institute of Animal physiology, Cambridge. Res. Vet. Sci. **64**, 5, 348.
- MOUNT L. E. Adaptation to thermal environment. 1979 contemporary biology.
- MUEHLING A.J. Gases and odors from stored swine wastes. University of Illinois, Urbana - Champaign.
- WEBB N.G. Sudden deaths in sweat box piggeries. Farm building Progress July 8 D 13-24.