

Incidence du taux d'humidité relative de l'air ambiant sur les performances zootechniques du porc à l'engrais élevé à 28°C

R. GRANIER, P.MASSABIE, A. BOUBY

*Institut Technique du Porc
Station Expérimentale - Les Cabrières, 12200 Villefranche de Rouergue*

Incidence du taux d'humidité relative de l'air ambiant sur les performances zootechniques du porc à l'engrais élevé à 28°C

Une expérience portant sur 144 porcs charcutiers de type croisé a été effectuée afin de déterminer l'influence du niveau d'humidité relative de l'air sur les performances et l'état de santé des animaux. Trois niveaux ont été mis en place (45 %, 60 % et 75 %) et la température ambiante a été maintenue à 28°C. L'alimentation a été conduite à volonté et un seul aliment a été utilisé.

Les paramètres d'ambiance (température, hygrométrie, débit de renouvellement d'air, gaz, poussières, germes) ont été relevés ainsi que l'évolution de l'état sanitaire (comptage de toux et d'éternuements, traitements vétérinaires). À l'abattoir, la pneumonie a été notée.

L'augmentation de l'humidité relative apparaît comme étant un facteur de rationnement en diminuant de façon significative la consommation spontanée d'aliment. En moyenne, elle décroît de 140 g/jour et induit une baisse significative des performances de croissance sur l'ensemble de la période d'engraissement (-7% entre 45% et 75% d'humidité relative). Cependant, le métabolisme énergétique des animaux n'a pas été affecté, l'indice de consommation étant constant quel que soit le niveau d'hygrométrie.

La qualité de l'air a été sensiblement modifiée par l'application d'un taux d'hygrométrie élevé qui a favorisé l'augmentation du nombre de particules de poussières. Mais ceci a été sans incidence sur l'état de santé des animaux.

Effect of the humidity level of ambient air (temperature 28°C) on the growth performance of growing-finishing pigs

An experiment was carried out on 144 cross-bred growing-finishing pigs to determine the effect of ambient air relative humidity levels on growth performance and on animal health. Three relative humidity levels were studied (45%, 60% and 75%) while the ambient temperature was maintained at 28 °C. Only one diet was used and it was available ad libitum. The atmospheric conditions were measured (temperature, hygrometry, air replacement flow rate, gas, dust, germs) as well as the evolution in sanitary conditions (the incidence of coughing and sneezing and the number of veterinary treatments). The lungs were examined at the slaughterhouse.

Feed intake was significantly reduced by the increase in hygrometric level. The average decrease was 140g/day and growth rate was reduced by 7% when the relative humidity level increased from 45% to 75%. However the energy metabolism of the animals was unaffected and food conversion ratio remained constant whatever the hygrometric level.

Air quality was significantly modified by a high hygrometric level increasing the number of dust particles, however, this had no effect on the health status of the animals.

INTRODUCTION

Une expérimentation réalisée en 1996 à la station de l'Institut Technique du Porc à Villefranche de Rouergue a montré l'incidence du niveau d'hygrométrie sur les performances zootechniques du porc à l'engrais élevé à 24°C (GRANIER et MASSABIE, 1996). Si le métabolisme énergétique du porc n'a pas été affecté, l'application de niveaux d'hygrométries élevés est apparue comme étant un facteur de rationnement en diminuant de façon significative la consommation spontanée d'aliment. De plus, certains auteurs, MORISSON et al. (1969), GEORGIEV et al. (1977), CURTIS et al. (1985) cités par PAGANAKIS et KYRITSIS (1991), notent que c'est à température élevée que l'incidence de l'humidité relative est la plus marquée.

Or, pour pallier l'effet de températures élevées en période estivale sur le comportement alimentaire du porc qui réduit sa consommation d'aliment de 60 grammes par jour et par degré (MASSABIE et al., 1997), certains préconisent le refroidissement adiabatique de l'air. Il a pour intérêt de diminuer sensiblement la température ambiante, mais, dans le même temps, l'humidité de l'air peut être fortement augmentée.

Il apparaît donc primordial de mieux connaître le poids de ce paramètre sur les performances zootechniques et l'état de santé du porc charcutier élevé à 28°C.

1. MATÉRIEL ET MÉTHODE

1.1. Bâtiment et équipements

L'expérimentation a été réalisée dans le bâtiment BIOCLIM de la station expérimentale de l'I.T.P. à Villefranche de Rouergue, de mai à août 1997.

Le bâtiment est de type caillebotis intégral (fil galvanisé) et composé de 4 modules identiques comportant 8 loges de 6 animaux.

La ventilation est menée en surpression avec une entrée d'air par plafond diffuseur (type Ventisol). Après avoir traversé le caillebotis, l'air est évacué par une gaine centrale placée sous le couloir d'alimentation des animaux, pour être ensuite dirigé vers l'extérieur à l'aide d'une cheminée.

Un logiciel spécifique pilote le système de climatisation et assure une maîtrise parfaite des paramètres température et hygrométrie, le débit de renouvellement d'air étant fixe sur de courtes périodes.

L'humidification ou la déshumidification de l'air sont réalisées dans les caissons de préparation avant l'insufflation dans le module.

Pour une des quatre salles, un système de brumisation d'eau a été installé. Il est composé de diffuseurs de brouillard montés sur une rampe inox et d'un ensemble surpresseur permettant l'ajustement de la pression d'eau entre 40 et 80 bars. Ainsi, dans cette salle, il est possible de maintenir l'humidité de l'air à des niveaux très élevés, près de la saturation.

1.2. Schéma expérimental

La maîtrise de l'hygrométrie étant réalisée de façon différente à l'intérieur d'une des salles, les résultats expérimentaux

qui y ont été obtenus n'ont pas été exploités dans le cadre de cette expérimentation, le principe spécifique d'humidification pouvant introduire un biais sur l'évolution de la qualité de l'air et, par conséquent, modifier le comportement des animaux.

Cent quarante quatre porcelets (LW x LR x P76), issus d'une même unité de naissance et élevés en post-sevrage à la station, ont été mis en lots à l'entrée à l'engraissement en fonction de leur sexe et de leur poids.

Trois niveaux d'humidité relative ont été fixés (45%, 60% et 75%) et la température ambiante a été maintenue à 28 °C sur l'ensemble de la période d'engraissement.

Quatre loges de 6 mâles castrés et 4 loges de 6 femelles composent chaque traitement, une salle représentant un traitement. Ainsi, 18 blocs individuels formés de 3 mâles castrés et de 3 femelles sont constitués.

Un aliment unique, présenté sous forme granulée, est distribué à volonté au nourrisseur monoplace. Il est formulé sur la base de 2300 kcal d'EN/kg avec un rapport LYS/ED égal à 3,7. L'abreuvement est réalisé séparément à l'aide d'abreuvoirs à bol.

Le débit de renouvellement d'air est identique pour les 3 traitements et évolue en fonction du poids des animaux. À l'entrée en porcherie, il est fixé à 15 m³/h/porc pour atteindre 50 m³/h/porc vers la fin de l'engraissement.

1.3. Variables mesurées

1.3.1. Sur les animaux

- Pesée individuelle, tous les 14 jours et au départ à l'abattoir.
- Bilan par loge de la consommation d'aliment tous les 7 jours.
- Comptage des toux et des éternuements par salle tous les 14 jours durant une période de 3 minutes.
- Notation des traitements vétérinaires effectués.
- À l'abattage, pour chaque animal, mesure du rendement, du taux de viande maigre (T.V.M.) et notation des lésions pulmonaires, de 0 à 28, selon la grille établie par MADEC et DERRIEN (1981).

1.3.2. Sur l'ambiance pour chaque salle

- Enregistrement en continu de la température et de l'hygrométrie par l'intermédiaire du logiciel de supervision (sonde hygrométrique de type capacitive, Mesuris réf. HUB - 0 à 100 %, précision +/- 2 %).
- Mesure des concentrations en NH₃, H₂S, CO₂ au centre de la salle tous les 14 jours, soit 5 séries de mesures, à l'aide de tubes réactifs Draeger.
- Concentration massique en poussières totales et nombre de germes présents dans l'air tous les 21 jours selon la méthode décrite par CHOSSON et al. (1989), soit 4 séries de mesure.
- Concentration massique et comptage des particules de poussières par classe granulométrique tous les 21 jours (Andersen Sampler et compteur de particules MET ONE).

2. RÉSULTATS

2.1. Qualité de l'ambiance

La valeur des paramètres climatiques relevés toutes les 15 minutes (tableau 1) à partir du logiciel de supervision est conforme aux objectifs fixés. Les écarts types montrent une variabilité plus importante pour l'hygrométrie ($\pm 5\%$ HR) que pour la température ($< 1^\circ\text{C}$). Elle est liée à une variation nyctémérale importante de la production de chaleur latente du porc découlant de son activité.

Tableau 1 - Évolution des paramètres climatiques

		Salle 1	Salle 2	Salle 3
Phase 25-65 kg	Hygrométrie (%) (écart-type)	45,9 (5,8)	60,3 (3,3)	75,8 (3,6)
	Température (écart-type)	28,1 (1,0)	28,0 (0,7)	27,7 (1,2)
Phase 65-105 kg	Hygrométrie (%) (écart-type)	45,6 (5,2)	60,0 (3,8)	76,8 (1,8)
	Température (écart-type)	28,1 (0,7)	28,1 (0,5)	28,0 (0,6)

En moyenne, l'hygrométrie est maintenue à 1 point près et la température à 0,2 degré près sur l'ensemble de la période d'engraissement.

Les teneurs en dioxyde de carbone sont identiques pour les 3 traitements (tableau 2) et d'un niveau très faible (0,15%), conséquence d'un débit de renouvellement d'air élevé. Elles montrent que les taux de ventilation sont similaires dans chacune des salles.

Ceci conduit également à l'obtention de teneurs faibles en ammoniac (≈ 4 ppm). Malgré une concentration plus élevée dans la salle où l'hygrométrie est maintenue à 45% que dans les autres salles, il n'y a pas de différence significative.

Tableau 2 - Évolution des teneurs en gaz et de la quantité de poussières en suspension de l'air

	HR = 45 %	HR = 60 %	HR = 75 %
CO ₂ (%)	0,15	0,15	0,15
NH ₃ (ppm)	4,5	3,8	3,8
Poussières (mg/m ³)	2,13	1,66	1,33

En ce qui concerne l'analyse des poussières en suspension dans l'air, l'ensemble des critères mesurés montre que c'est dans l'ambiance où l'hygrométrie est la plus basse que la masse de particules est la plus importante.

En effet, dans ce cas, la concentration massique est égale à 2,13 mg/m³ et, respectivement, 1,66 mg/m³ et 1,33 mg/m³ lorsque l'hygrométrie est égale à 60% et 75 %.

Par ailleurs, l'analyse du tableau 3 représentant le nombre de particules en suspension dans l'air par classe granulométrique confirme ce constat. C'est dans l'ambiance la moins humide (45%) que le nombre de particules, dont le diamètre est supérieur à 5,0 μ , est le plus élevé. Ces particules constituent principalement la masse de poussières présentes dans l'air. Un abaissement de près de 40% est constaté dans l'ambiance où l'hygrométrie est égale à 60%. Pour une humidité relative de 75%, il est de 60%.

Tableau 3 - Répartition par classe granulométrique du nombre de particules en suspension dans l'air

Classe (μ)	Nombre de particules par litre d'air			Test stat. (1)
	HR = 45 %	HR = 65 %	HR = 75 %	
> 0,3	45301 b	49992 b	77451 a	P<0.05
> 0,5	27990 b	26293 b	44722 a	P<0.05
> 1,0	18171	13597	18670	N. S.
> 5,0	4739 a	3172 ab	2540 b	P<0.05

(1) N. S. : non significatif au seuil de 5%

À l'inverse, c'est dans l'atmosphère la plus saturée en eau que le nombre total de particules est le plus élevé. Il est principalement constitué de particules fines dont le diamètre est inférieur à 1,0 μ .

L'analyse de la répartition massique des poussières par classe granulométrique (tableau 4) montre une élévation de la masse des particules inférieures à 3,3 μ avec le niveau d'hygrométrie. Elles représentent 19,5% de la masse totale pour une ambiance à 75% d'hygrométrie alors qu'elles ne constituent que, respectivement, 9,1% et 7,0% à 60% et 45% d'humidité.

Tableau 4 - Répartition par classe granulométrique de la masse de poussières en suspension dans l'air

Classe (μ)	Masse de poussières par classe (%)		
	HR = 45 %	HR = 65 %	HR = 75 %
$\geq 9,0$	53,3	52,7	47,0
9,0 < > 5,8	20,3	20,8	16,0
5,8 < > 4,7	11,8	9,8	8,4
4,7 < > 3,3	7,6	7,6	8,9
3,3 < > 2,1	3,3	4,2	7,7
< 2,1	3,7	4,9	11,8

Au niveau bactériologique, il n'y a pas de corrélation entre le nombre de germes présents dans l'air et le taux d'humidité relative (tableau 5, p 334). La contamination bactérienne est sensiblement identique dans chaque traitement.

2.2. État sanitaire

Le nombre de toux et d'éternuements est très faible et aucune différence n'est observée entre traitements.

Tableau 5 - Évolution des teneurs en germes de l'air

Poids des animaux (kg)	Nombre de colonies ($10^4/m^3$)*			Test stat. (1)
	HR = 45 %	HR = 60 %	HR = 75 %	
50	5,6	8,6	15,4	N. S.
60	9,5	9,7	10,0	N. S.
73	17,3	12,0	12,0	N. S.
92	12,3	4,1	7,4	N. S.
Moyenne	11,2	10,5	11,2	

(1) N. S. : non significatif au seuil de 5%

* Chaque valeur représente la moyenne des observations de sept prélèvements

De même, les interventions sanitaires individuelles réalisées sur les animaux sont pratiquement inexistantes.

Enfin, les lésions pulmonaires notées à l'abattoir ne sont pas significativement différentes et présentent un niveau très faible (note inférieure à 1,5 et révélatrice d'un bon état sanitaire).

2.3. Résultats zootechniques

L'examen du tableau 6 révèle une baisse des performances

de croissance liée à l'augmentation du niveau d'hygrométrie quelle que soit la période considérée. Elle est significative en phase de croissance (25-65kg) entre les animaux soumis à 45% et les animaux soumis à 75%. Pour la période de finition (65-105kg), la tendance est identique avec un écart statistiquement significatif entre les animaux élevés à 45% et les animaux élevés à 60% et 75%.

Sur l'ensemble de la période d'engraissement, les performances de croissance diminuent lorsque le taux d'humidité relative augmente. Cette différence est significative entre chacun des trois traitements.

Ceci s'explique par une consommation spontanée d'aliment qui décroît linéairement avec l'augmentation de l'hygrométrie ($P < 0,01$). Elle est réduite de 7% lorsque l'hygrométrie passe de 45% à 75%. Quel que soit le sexe, l'évolution est identique et représente en moyenne 140 grammes d'aliment par porc et par jour (160g pour les mâles castrés et 110g pour les femelles). L'équation de prédiction de la consommation d'aliment (C exprimée en kilo d'aliment par porc et par jour) peut s'écrire:

$$C = 2,28 - 0,005 \times HR \quad \text{avec } r^2 = 0,29$$

Enfin, la modification de la qualité de l'ambiance n'a pas d'effet sur la composition corporelle.

Tableau 6 - Résultats sur les animaux

	HR = 45 %	HR = 60 %	HR = 75 %	Test stat. (1)
Poids début (kg)	27,1	27,0	27,0	N. S.
Poids abattage (kg)	108,4 a	107,5 ab	107,0 b	$P < 0,05$
GMQ 25-65 kg (g/j)	815 a	793 ab	767 b	$P < 0,05$
GMQ 65-105 kg (g/j)	861 a	823 b	791 b	$P < 0,05$
GMQ 25-105 kg (g/j)	836 a	806 b	776 c	$P < 0,05$
I.C. (kg/kg)	2,46	2,43	2,45	N. S.
Consommation (kg/j)	2,05 a	1,98 ab	1,90 b	$P < 0,05$
Muscle (T. V. M.) (%) (2)	60,5	60,7	61,1	N. S.
Toux	0,2	0,0	0,2	
Éternuements	3,0	3,8	1,0	
Note moyenne de pneumonie par porc	1,5	0,8	1,3	N. S.

(1) N. S. : non significatif au seuil de 5%

(2) T.V.M. : Teneur en Viande Maigre

3. DISCUSSION

3.1. Qualité de l'air

Aucune incidence du taux d'humidité relative n'apparaît sur les teneurs en gaz de l'air, ammoniac et dioxyde de carbone. Ceci confirme nos précédents résultats (GRANIER et al., 1996) et les observations de DEBLIQUY et al. (1991) et NICKS et al. (1993) qui ne mettaient en évidence aucune corrélation entre l'humidité relative et les concentrations en NH_3 et CO_2 .

Cependant, dans nos conditions expérimentales, le taux d'humidité relative influe sur la quantité et la structure des poussières présentes dans l'air. En effet, on constate une diminution en masse et une augmentation en nombre de particules lorsque l'atmosphère est chargée en eau. Cette évolution massique n'a pas été montrée lors de l'essai antérieur (GRANIER et al., 1996) pour des animaux placés dans un environnement thermique égal à 24°C; mais on note une évolution similaire de la qualité physique des particules avec une augmentation des fines quel que soit le principe de

mesure utilisé (comptage de particules par classe, concentration massique par classe).

On peut supposer que dans un atmosphère humide les « grosses » particules de poussière (diamètre > 10,0µm) s'imprègnent d'eau et donc s'alourdissent pour sédimenter. Ainsi la masse totale en suspension dans l'air diminue. Ceci confirme les résultats présentés par HONEY et MC QUITTY (1979) qui ont montré, pour des porcs nourris à volonté, une diminution de la concentration en poussières quand l'hygrométrie est élevée.

Par ailleurs, l'augmentation du nombre de particules dans un air à 75% d'humidité n'a pas d'incidence sur la contamination bactérienne. Ceci est en accord avec les résultats de l'étude précédente (citée plus haut) réalisée à température ambiante égale à 24°C où les écarts, pour des hygrométries de 45% à 75%, sont faibles, mais un doublement du nombre de colonies étant constaté à 90%.

3.2. État de santé et performances zootechniques

Au cours de cet essai, il n'y a pas de différence tant pour le nombre de toux et d'éternuements que pour les lésions pulmonaires relevées à l'abattoir.

La qualité de l'ambiance sur le plan des teneurs en gaz et des contaminants bactériens étant homogène pour l'ensemble des traitements, il est logique de ne constater aucune différence sur l'état de santé des animaux. Un très bon état sanitaire à l'entrée à l'engraissement a pu limiter également l'effet néfaste de l'augmentation du nombre de particules fines sur la gravité de la pneumonie.

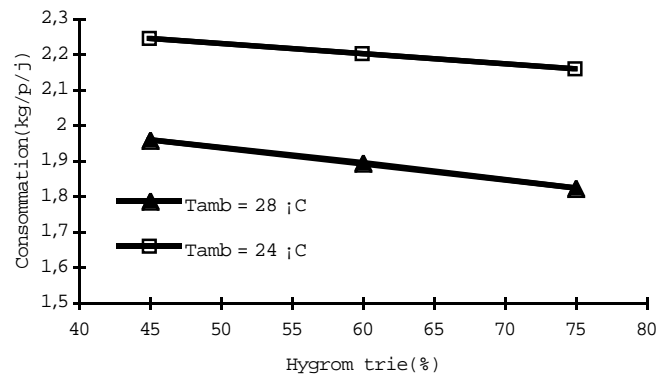
Concernant les performances zootechniques, aucune différence n'apparaît sur les indices de consommation, quel que soit le niveau d'hygrométrie. Ceci confirme les résultats obtenus lors de l'essai réalisé en 1996 et est en accord avec les conclusions de GEORGIEV et al. (1977) précisant que, dans un environnement thermique compris entre 15°C et 30°C, le métabolisme énergétique du porc n'est pas affecté par le niveau d'hygrométrie. Au delà de ces bornes thermiques, une humidité relative égale à 90% provoque, selon le même auteur, une augmentation des pertes de chaleur.

Par contre, l'incidence de l'augmentation du taux d'humidité relative sur la consommation spontanée d'aliment est confirmée. Avec une baisse significative des performances de croissance (60g /jour entre 45% et 75% d'humidité) et une diminution linéaire des consommations d'aliment (50g /jour pour une variation de 10 % d'humidité) l'effet de l'hygrométrie est plus marqué lorsque l'animal est placé dans un environnement thermique à 28°C que lorsqu'il est placé à 24°C (GRANIER et al, 1996). C'est également à 28°C que MORISSON et al. (1969) note qu'une hygrométrie élevée

accentue les effets d'une température élevée sur la consommation d'aliment. Cependant, pour CURTIS et al. (1985) cités par PAGANAKIS et KYRITSIS (1991), lorsque la température de l'air est inférieure à 30°C, l'humidité de l'air a peu ou pas d'effet sur les performances du porc.

La figure 1 montre, en tendance, l'évolution de la consommation spontanée d'aliment en fonction de l'environnement climatique.

Figure 1 - Consommations d'aliment en fonction de la température et de l'hygrométrie ambiantes :
Courbes de tendance



CONCLUSION

Dans nos conditions expérimentales, le niveau d'humidité relative de l'air ambiant, s'il se situe entre 45% et 75%, tout en modifiant sensiblement la qualité physique des particules de poussière en suspension, n'a pas d'incidence sur l'état de santé du porc charcutier élevé dans une température égale à 28°C.

Par contre, l'augmentation de l'humidité relative apparaît comme étant un facteur de rationnement en diminuant de façon significative la consommation spontanée d'aliment. En moyenne, elle décroît de 140 g/j/p et induit une baisse significative des performances de croissance sur l'ensemble de la période d'engraissement (-7% entre 45% et 75% d'humidité relative). Ceci apparaît plus marqué à 28°C qu'à 24°C.

Mais la conjugaison de températures et d'hygrométries élevées induit-elle l'addition des effets de chacun de ces paramètres sur la consommation d'aliment ? De plus, au-delà de 30°C, l'interaction entre ces deux paramètres n'a pas été mesurée. Les réponses apportées à ces interrogations permettront une meilleure maîtrise et une meilleure gestion de l'ambiance des porcheries d'engraissement en période chaude.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- CHOSSON C., LAPORTE E., GRANIER R., 1989. Journées Rech. Porcine en France, 21, 231-238.
- DEBLIQUY F., NICKS B., CANART B., BUZITU S., DEWAELE A., 1991. Ann. Méd. Vét., 135, 215-230.
- GEORGIEV J., GEORGIEVA R., KEHRER A., WEIL S., 1977. Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 90, 392-396
- GRANIER R., MASSABIE P., 1996. Journées Rech. Porcine en France, 28, 195-200
- GRANIER R., N. GUINGAND, MASSABIE P., 1996. Journées Rech. Porcine en France, 28, 209-216
- HONEY L.F., Mc QUITTY J.B., 1979. Can. Agric. Eng., 21, 9-14.
- MADEC F., DERRIEN H., 1981. Journées Rech. Porcine en France, 13, 231-236.
- MASSABIE P., GRANIER R., ROUSSEAU P., 1994. Journées Rech. Porcine en France, 26, 63-70.
- MASSABIE P., GRANIER R., LE DIVIDICH J., 1997, Int. Livestock Environment Symposium, V, 1010-1016.
- MORISSON S.R., HEITMAN H.J., BOND J.E., 1969. Int. J. Biometeor, 20, 337-343.
- NICKS B., CANART B., VAN DEN HEEDE M., 1993. Pig News and Information, 14, 77N-78N.
- PANAGAKIS P., KYRITSIS S., 1991. Farm Building Progress, 105, 16-18.