

L8003

LES CONDITIONS DE VENTILATION EN PORCHERIE D'ENGRASSEMENT : EFFETS DU DÉBIT ET DE LA VITESSE DE L'AIR

B. de la FARGE, R. GRANIER, C. TEXIER

Institut Technique du Porc

Service Bâtiment et Environnement - M.N.E. - 143, rue de Bercy, 75595 PARIS Cédex 12

La ventilation d'un bâtiment d'élevage est toujours une réalité, qu'elle soit voulue ou qu'elle soit subie, qu'elle soit dynamique ou qu'elle soit statique, qu'elle soit contrôlée ou qu'elle soit livrée à elle-même.

Dans tous les cas, cette ventilation fera que quatre critères vont varier obligatoirement les uns par rapport aux autres, ou vont agir les uns sur les autres, en ayant éventuellement une influence sur les performances zootechniques des animaux présents.

Ces quatre critères sont le débit de renouvellement de l'air neuf (et d'expulsion de l'air vicié), la vitesse de déplacement de l'air au niveau des animaux, le volume utile du bâtiment et enfin la température ambiante issue de l'apport d'air neuf à température extérieure et de l'apport des chaleurs sensible et latente émises par les animaux, plus ou moins bien conservées par l'isolation thermique du bâtiment et plus ou moins perdues par l'expulsion de l'air vicié.

Au cours de quatre expérimentations réparties sur deux ans (1979 et 1980), nous avons étudié successivement seize combinaisons de ces quatre paramètres afin de nous efforcer d'en tirer quelques conclusions d'ordre pratique.

I - RELATIONS ENTRE LA VENTILATION ET LA TEMPÉRATURE AMBIANTE (essais réalisés en hiver)

A - Vitesses d'air et températures (essai N° 1)

1 - Dispositif expérimental

Deux températures, deux vitesses d'air et deux modes d'alimentation. 144 porcelets (72 mâles castrés et 72 femelles) achetés le 15/11/1978 au poids de 26 Kg sont affectés aux quatre traitements climatiques suivants et logés par groupe de 9 individus de même sexe. 72 porcelets (36 mâles et 36 femelles) sont nourris à volonté au nourrisseur et les autres rationnés en limitant leur accès au nourrisseur à 5 heures/jour.

TRAITEMENTS	I	II	III	IV
(1) Température "boule" (° C)	14		20	
(2) Vitesse de l'air (m/s)	0,4	2,0	0,4	2,0

(1) Les températures sont maintenues à 14° C et à 20° C à l'aide de radiants infrarouges au propane commandés par thermostat.

(2) Les vitesses de 2,0 m/s sont réalisées en utilisant des ventilateurs intérieurs chargés de recirculer l'air ambiant. Les débits de ventilation sont identiques dans les 4 traitements.

2 - Résultats zootechniques (tableau 1)

Les différences entre mâles et femelles "rationnés" ou "à volonté" sont importantes en ce qui concerne les vitesses de croissance (100 g/j) mais non significatives en ce qui concerne les indices de consommation.

Les vitesses de croissance ne montrent aucun avantage pour l'un ou l'autre des traitements, quel que soit le rationnement.

Les comparaisons des indices de consommation révèlent par contre une influence négative de l'association d'une faible température et d'une vitesse d'air élevée. Les porcs rationnés préfèrent une température élevée associée à une faible vitesse d'air. Une vitesse élevée par recyclage, donne de meilleurs résultats en alimentation à volonté.

Il y a bien, lors du début de l'engraissement, un effet très favorable pour une température de 20° C associée à une faible vitesse d'air, surtout chez les animaux rationnés, mais cet effet est annulé lors de la suite de l'engraissement.

TABLEAU 1
CROISSANCE, CONSOMMATION ET CARCASSE (26 à 92 Kg)

TRAITEMENTS		I	II	III	IV
Température "boule" (° C)		14		20	
Vitesse de l'air (m/s)		0,4	2,0	0,4	2,0
Mâles et femelles "rationnés"	G.M.Q. (g)	634	589	629	620
	I.C. (Kg)	3,30	3,39	3,18	3,27
	Lard (mm)	29,4	26,3	27,3	29,4
	I + II %	50	44	50	39
Mâles et femelles "à volonté"	G.M.Q. (g)	714	709	722	737
	I.C. (Kg)	3,25	3,46	3,39	3,25
	Lard (mm)	30,0	29,9	30,4	30,5
	I + II %	22	39	17	39

3 - Résultats microclimatiques (tableau 2)

Si l'on considère seulement la température et l'hygrométrie de la salle d'engraissement, on distingue deux types d'ambiance :

— des ambiances "optimales" caractérisées par une température supérieure à 20° C et une hygrométrie inférieure à 60 % (traitements III et IV).

— des ambiances "froides" avec une température de 14° C et une hygrométrie supérieure à 75 % (traitements I et II).

Les variations observées au cours de la journée demeurent très faibles (fig. 1). L'index bioclimatique qui tient compte de la température, de l'hygrométrie, de la vitesse de l'air et du poids des animaux permet de classer les quatre ambiances, de la meilleure à la moins bonne, dans l'ordre suivant : III, IV, I, II.

Le traitement II (T = 14° C, HR = 80 %, V = 2,0 m/s) en principe le plus défavorable, est bien celui qui donne les indices de consommation les plus élevés.

TABLEAU 2
PARAMÈTRES CLIMATIQUES (du 16/11/1978 au 21/2/1979)

TRAITEMENTS	I	II	III	IV
Température "boule" (° C)	14		20	
Vitesse de l'air (m/s)	0,4	2,0	0,4	2,0
Index bioclimatique	- 4,5	- 7,5	+ 0,7	- 2,5
Température "boule" (°C)	13,9	13,5	21,0	20,5
Hygrométrie (%)	76	81	52	56
Vitesse de l'air (m/s)	0,4	2,0	0,4	2,0

FIGURE 1
RÉSULTATS MICROCLIMATIQUES (ESSAI N° 1)

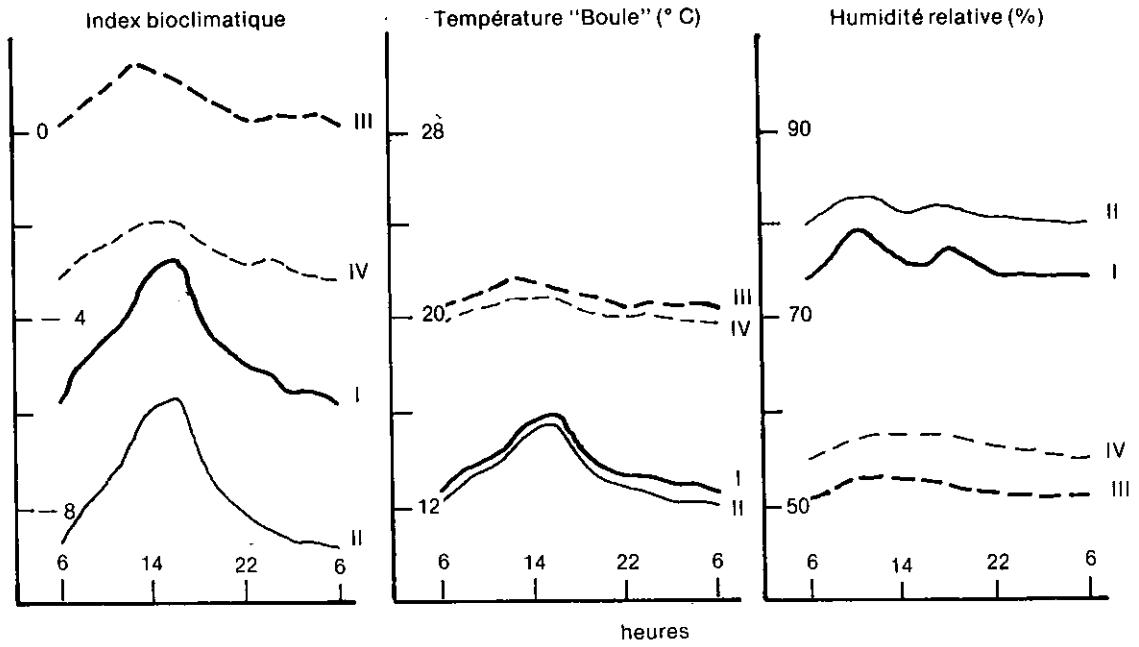
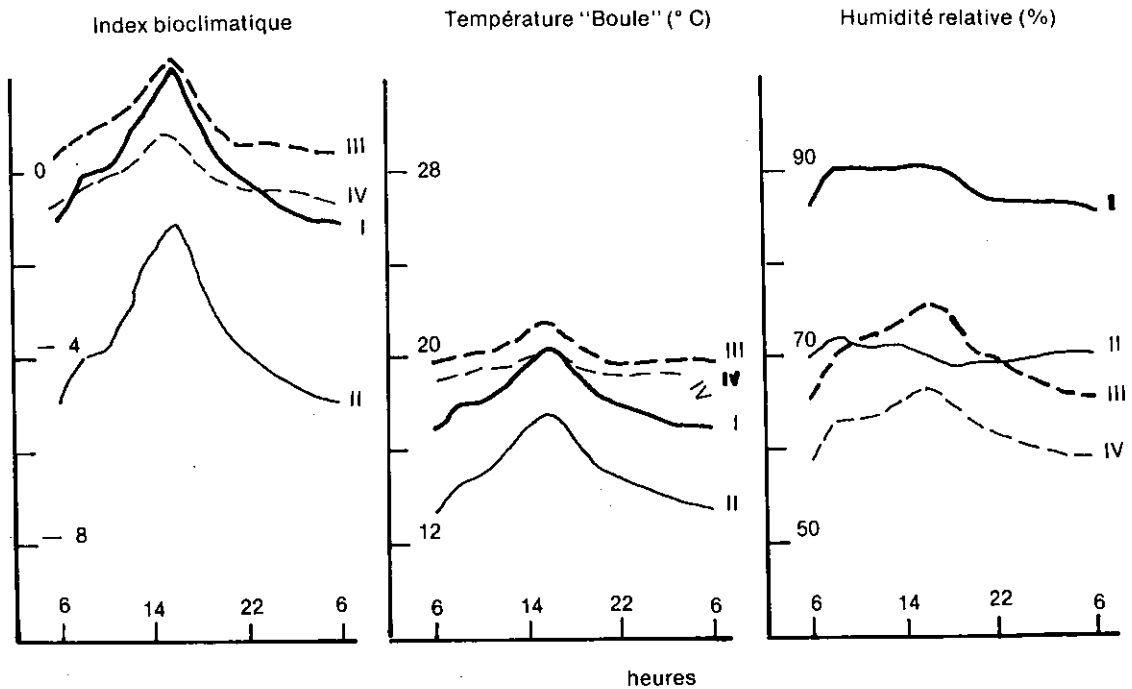


FIGURE 2
RÉSULTATS MICROCLIMATIQUES (ESSAI N° 2)



4 - Conclusions

De cet essai, nous retiendrons :

- que lorsque la température dans un bâtiment d'engraissement est basse, il est néfaste de surventiler (vitesse de déplacement d'air froid hivernal élevée).
- que le chauffage améliore l'indice de consommation des porcs rationnés, mais sans doute de manière insuffisante pour justifier amortissements et coûts de fonctionnement.
- qu'une température élevée associée à une vitesse d'air de 2 m/s améliore la croissance des animaux nourris à volonté, en stimulant leur consommation alimentaire.

B - Débits d'air et températures (essai N° 2)

Dans l'essai précédent, nous avons vu apparaître une interaction certaine de la vitesse de déplacement de l'air et de la température ambiante. Un an plus tard, à la même époque (du 15 novembre 1979 au 25 mars 1980), nous avons voulu essayer de mettre en évidence les éventuels effets conjugués de débits minimaux "normaux" (suffisants pour évacuer la vapeur d'eau émise par la respiration des animaux) ou faibles et de températures basses obtenues sans chauffage ou élevées, avec chauffage d'appoint. En particulier, nous voulions savoir quelles étaient les conséquences d'une technique appliquée par certains éleveurs et consistant à sous-ventiler en hiver afin de bénéficier de la chaleur animale.

1 - Dispositif expérimental

TRAITEMENTS	I	II	III	IV
Chauffage	NON		OUI	
(1) Débits (m ³ /h/porc)	15	30	15	30

- (1) 15 = débit normal de 20 à 60 Kg, sous normal au-delà
30 = débit normal de 60 à 100 Kg, sur ventilation en-deça.

NOTE : Les débits d'air différents sont obtenus par des "calages" différents des vitesses de rotation minimales des moteurs de ventilateurs.

Les vitesses d'air sont maintenues à un niveau identique, dans les quatre traitements, en faisant varier la surface des bouches de surpression.

160 porcelets (80 mâles castrés et 80 femelles) achetés le 15/11/1979 au poids de 22 Kg sont affectés à ces quatre traitements climatiques. Les mâles sont rationnés alors que les femelles sont nourries à volonté. Il y a 10 animaux de même sexe par loge.

2 - Résultats zootechniques (tableau 3)

La vitesse de croissance des femelles nourries à volonté est supérieure à celle des mâles castrés rationnés (+ 50 g/j) mais l'indice de consommation est détérioré de 0,12 point.

Le chauffage de la porcherie n'améliore pas la croissance des animaux et semble défavorable pour l'indice de consommation. La réduction du débit à 15 m³/h/porc pendant toute la durée d'engraissement se traduit par un ralentissement de la vitesse de croissance quand il n'y a pas de chauffage, alors que cette même croissance s'améliore si la porcherie est chauffée.

Les meilleures performances sont obtenues en réalisant l'association "pas de chauffage + débit de 30 m³/h/porc", notamment en alimentation rationnée.

En alimentation à volonté, par contre, cas des femelles, il y a équivalence des croissances et des indices de consommation pour les traitements climatiques II et III. Il n'y aurait par conséquent aucun intérêt à chauffer les porcs à l'engrais d'autant que cela se traduit par un coût énergétique supplémentaire de 16 ou 28 F/porc (cas des traitements III et IV) ceci correspond à des consommations respectives de propane de 9,3 et 16,7 Kg/porc.

TABLEAU 3
CROISSANCE, CONSOMMATION ET CARCASSE (22 à 91 Kg)

TRAITEMENTS		I	II	III	IV
Chauffage d'appoint		NON		OUI	
Débit de ventilation (m³/h/porc)		15	30	15	30
Mâles "rationnés"	G.M.Q. (g)	637	677	653	632
	I.C. (Kg)	3,18	2,98	3,11	3,20
	Lard (mm)	25,4	24,7	25,4	24,6
	I + II (%)	75	80	70	90
Femelles "à volonté"	G.M.Q. (g)	682	715	719	688
	I.C. (Kg)	3,17	3,19	3,21	3,39
	Lard (mm)	28,8	28,2	27,3	28,3
	I + II (%)	50	68	55	50

3 - Résultats microclimatiques (tableau 4)

En l'absence de chauffage, on constate une élévation importante de l'humidité relative lorsque la ventilation est réduite à 15 m³/h/porc. La valeur d'eau rejetée par les porcs n'est pas absorbée par le chauffage qui n'existe pas.

Si on augmente le débit on abaisse bien l'hygrométrie de la porcherie (— 20 points) mais aussi la température intérieure (— 3° C). Elle reste néanmoins correcte comme le prouve les performances des animaux.

TABLEAU 4
PARAMÈTRES CLIMATIQUES (du 16/11/1979 au 26/2/1980)

TRAITEMENTS		I	II	III	IV
Chauffage d'appoint		NON		OUI	
Débit de ventilation (m³/h/porc)		15	30	15	30
Index bioclimatique		+ 0,2	— 3,5	+ 1,0	— 0,1
Température "boule" (° C)		18,3	15,2	20,3	19,5
Hygrométrie (%)		89	70	70	63
Vitesse de l'air (m/s)		0,3	0,3	0,3	0,3

4 - Conclusions

De cet essai, nous pourrions retenir les points suivants ;

— il n'y a aucun avantage à sous-ventiler en hiver pour conserver la chaleur animale si la porcherie n'est pas chauffée.

— le chauffage n'apporte pas d'amélioration des performances zootechniques alors qu'il coûte entre 16 et 28 F/porc produit.

FIGURE 3
RÉSULTATS MICROCLIMATIQUES (ESSAI N° 3)

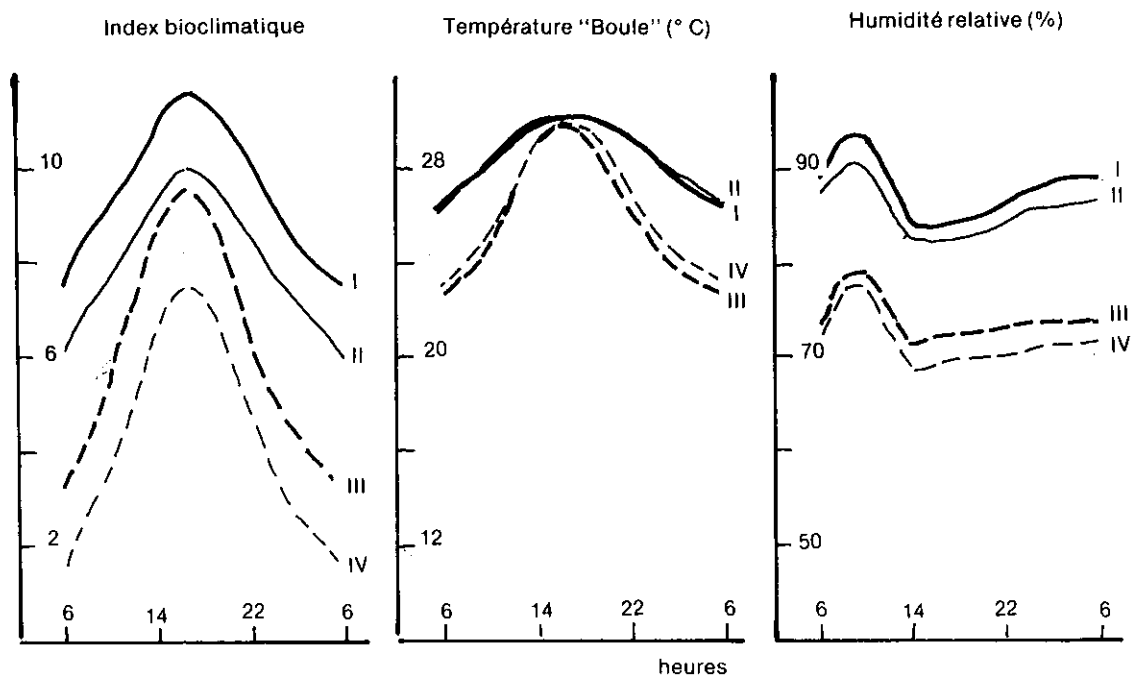
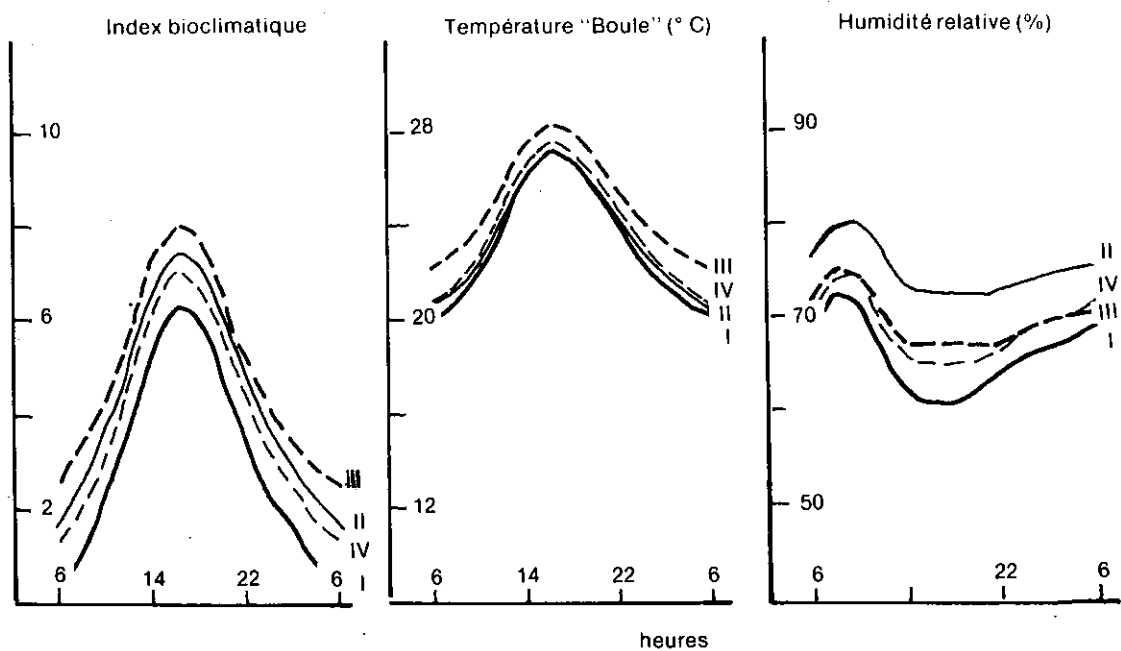


FIGURE 4
RÉSULTATS MICROCLIMATIQUES (ESSAI N° 4)



— l'association "pas de chauffage + débit minimal vital" procure les meilleurs résultats essentiellement au niveau des indices de consommation (les vitesses de croissance étant peu influencées).

— si on chauffe il faut sous-ventiler, si on ne chauffe pas il est préférable de ventiler correctement pour maintenir une bonne hygrométrie dans le local et éviter les risques de condensation.

II - RELATIONS ENTRE LE DÉBIT, LA VITESSE DE L'AIR ET LE VOLUME DU LOCAL (essais réalisés en été)

A - Vitesses d'air et débits (Essai N° 3)

On confond souvent vitesse d'air et débit de ventilation parce que l'on est obligé d'augmenter le débit pour accroître la vitesse. Dans cet essai on a dissocié ces deux paramètres pour mesurer leurs effets respectifs.

1 - Dispositif expérimental

Deux débits, deux vitesses, quatre ambiances. 160 porcelets (80 mâles castrés et 80 femelles) fournis par le même élevage le 11/5/1979 au poids de 24 Kg sont logés par groupe de 10 dans 4 salles d'engraissement identiques. Elles sont soumises à des conditions d'ambiance qui diffèrent par le débit de ventilation et la vitesse de l'air au niveau des animaux (les vitesses élevées sont obtenues par le recyclage intérieur de l'air).

Les mâles castrés sont rationnés et plafonnés à 2,5 Kg/j à partir de 60 Kg de poids vif alors que les femelles sont nourries à volonté.

TRAITEMENTS		I	II	III	IV
Débit de ventilation (m ³ /h/porc)	avant 60 Kg		15	15 à 40	
	après 60 Kg		40	40 à 100	
vitesse de l'air (m/s)	avant 60 Kg	0,3	0,3 à 1,0	0,3	0,3 à 1,0
	après 60 Kg	0,3	1,0 à 2,0	0,3	1,0 à 2,0

2 - Résultats zootechniques (tableau 5)

Il y a un très fort effet sexe en faveur des femelles, que ce soit au niveau des vitesses de croissance (+ 60 g/j) ou que ce soit au niveau de l'indice de consommation (— 0,23 point). Lorsque l'alimentation des porcs est rationnée, cas des mâles castrés, on observe un effet positif sur les performances si la vitesse d'air augmente, alors que la variation du débit n'a aucune influence.

Dans le cas des femelles nourries à volonté, l'augmentation de ces deux paramètres d'ambiance améliore les croissances.

Mais c'est au niveau des combinaisons des deux facteurs qu'apparaissent des différences importantes. L'examen des résultats montre que les combinaisons comportant des vitesses d'air faibles pénalisent systématiquement les porcs, en particulier lorsqu'une vitesse d'air faible est associée à un débit d'air faible.

Les meilleures performances sont obtenues soit par l'association de débits faibles et de vitesses d'air élevées, soit par l'association de débits et de vitesses d'air élevées.

Pendant l'essai, nous avons effectué quelques observations pratiques. Les traitements "petit débit et grande vitesse" et "grand débit et faible vitesse" se traduisent par des bâtiments très sales et très malodorants où il est pénible de travailler. Une analyse olfactométrique a montré que l'association d'un débit et d'une vitesse d'air élevés rendait le bâtiment propre et peu odorant.

TABLEAU 5
CROISSANCE, CONSOMMATION ET CARCASSE (24 à 101 Kg)

TRAITEMENTS		I	II	III	IV
Débit (m ³ /h/porc) Vitesse de l'air (m/s)		15 et 40 0,3 0,3 à 2,0		15 à 100 0,3 0,3 à 2,0	
Mâles "rationnés"	G.M.Q. (g)	597	650	606	633
	I.C. (Kg)	3,64	3,36	3,60	3,43
	Lard (mm)	24,1	24,1	24,6	23,6
	I + II (%)	70	58	65	84
Femelles "à volonté"	G.M.Q. (g)	639	689	699	698
	I.C. (Kg)	3,26	3,19	3,37	3,34
	Lard (mm)	29,2	28,1	27,1	27,0
	I + II (%)	65	60	63	40

3 - Résultats microclimatiques (tableau 6)

L'accroissement des débits abaisse la température moyenne de la porcherie de 30° C environ et l'humidité relative de 14 points.

L'augmentation de la vitesse de l'air au niveau des porcs n'a aucun effet sur la température et l'hygrométrie dans le bâtiment, lorsque le débit est constant, alors que les performances zootechniques sont nettement meilleures.

TABLEAU 6
PARAMÈTRES CLIMATIQUES (du 19/5/1979 au 31/8/1979)

TRAITEMENTS		I	II	III	IV
Débit (m ³ /h/porc) Vitesse de l'air (m/s)		15 et 40 0,3 0,3 à 2,0		15 à 100 0,3 0,3 à 2,0	
Index bioclimatique		+ 9,7	+ 8,2	+ 6,3	+ 4,5
Température "boule" (°C)		28,9	29,1	26,1	26,5
Hygrométrie (%)		88	86	74	72
Vitesse de l'air (m/s)		0,3	1,5	0,4	1,5

4 - Conclusions

Dans cet essai, nous retiendrons les points suivants :

— des vitesses d'air relativement plus élevées que celles qui sont communément admises sont très favorables à une amélioration des performances zootechniques.

— les associations de vitesses d'air élevées et de faibles débits (techniques de recyclage) améliorent les performances zootechniques quel que soit le mode d'alimentation.

— l'élévation de la vitesse de l'air (sans modification de la température) est un bon moyen de correction des conditions d'habitat défavorables pour des faibles débits.

B - Volumes utiles par porc et débits (essai 4)

Les ventilations disponibles "dans le commerce" donnent un débit minimal toujours trop élevé. Aussi, pour le respecter, peut-on être tenté d'utiliser des ventilateurs moins puissants dont le débit maximal risque alors d'être trop faible en été.

D'autre part, un volume d'air disponible par porc important, peut compenser la faiblesse d'un débit.

1 - Dispositif expérimental

108 porcelets de 23 Kg (54 mâles castrés et 54 femelles) achetés le 26/6/1980 sont répartis entre les quatre traitements climatiques suivants :

TRAITEMENTS		I	II	III	IV
Débit de ventilation (m ³ /h/porc)	extrêmes moyen	15 et 50 "30"		30 et 100 "60"	
Volume utile (m ³ /porc)		2,5	5,0	2,5	5,0
Renouveau d'air (nbre/heure)		12	6	24	12

L'effectif logé, dans deux des salles, était réduit de moitié, de manière à doubler le volume disponible par animal sans faire varier ni l'effectif par case ni la surface par porc (en ne remplissant qu'une case sur deux). Les résultats zootechniques ne concernent que 36 mâles castrés et 36 femelles, les 36 autres animaux étant hors expérience.

2 - Résultats zootechniques (tableau 7)

On retrouve, comme dans les autres essais, la différence de performances liée au modes d'alimentation des animaux. Supériorité des vitesses de croissance des femelles (+ 67 g/j) et meilleur indice de consommation (— 0,08 point).

Au niveau de la carcasse, l'alimentation à volonté se traduit par une épaisseur supérieure du lard dorsal et un plus faible pourcentage de carcasses classées dans les deux catégories supérieures.

Un accroissement du volume utile par porc améliore à la fois croissance et indice de consommation des mâles rationnés comme des femelles à volonté. Il en va de même lorsque le débit moyen de ventilation est réduit de 60 à 30 m³/h/porc.

Les meilleures performances sont obtenues en associant débit réduit et grand volume en alimentation à volonté. En alimentation rationnée un faible débit de ventilation est encore préférable mais le volume disponible par porc est indifférent.

Le facteur "débit réduit" semble avoir un effet prédominant. En effet, le facteur "volume utile" ne pénalise pas systématiquement les performances, bien que cela se produise souvent chez l'éleveur. Ainsi, l'un des traitements "faible volume + débit réduit" a-t-il été supporté par des mâles castrés, ce qui pourrait aussi démontrer qu'un débit d'air réduit aux seuls besoins des animaux peut avoir un effet améliorant.

TABEAU 7
CROISSANCE, CONSOMMATION ET CARCASSE (23 à 103 Kg)

TRAITEMENTS		I	II	III	IV
Débit moyen (m³/h/porc)		"30"		"60"	
Volume utile (m³/porc)		2,5	5,0	2,5	5,0
Mâles "rationnés"	G.M.Q. (g)	713	714	645	691
	I.C. (Kg)	3,08	3,12	3,43	3,17
	Lard (mm)	25,2	24,5	22,4	23,1
	I + II (%)	66	89	100	78
Femelles "à volonté"	G.M.Q. (g)	761	773	741	758
	I.C. (Kg)	3,21	2,96	3,18	3,12
	Lard (mm)	29,5	26,5	27,2	29,1
	I + II (%)	56	88	71	56

3 - Résultats microclimatiques (tableau 8)

Les quatre ambiances obtenues en faisant varier le débit et le volume utile par porc sont très semblables. Le seul phénomène intéressant est l'élévation de 10 points de l'humidité relative de l'air lorsque le volume disponible par porc augmente de 2,5 à 5,0 m³. Il semble qu'un taux de renouvellement horaire égal à 6 soit insuffisant pour éliminer la vapeur d'eau produite par les porcs.

TABEAU 8
PARAMÈTRES CLIMATIQUES (du 26/6/1980 au 15/10/1980)

TRAITEMENTS		I	II	III	IV
Débit moyen (m³/h/porc)		"30"		"60"	
Volume utile (m³/h/porc)		2,5	5,0	2,5	5,0
Index bioclimatique		+ 3,2	+ 4,6	+ 5,1	+ 4,1
Température "boule" (°C)		23,6	23,8	25,1	24,0
Hygrométrie (%)		66	75	69	69
Vitesse de l'air (m/s)		0,65	0,30	0,45	0,45

4 - Conclusions

— Un taux de renouvellement important (24 fois) est à déconseiller pour des mâles rationnés même si les carcasses sont très bien commercialisées.

— Les meilleurs résultats sont obtenus avec des taux de renouvellement faibles (6 fois) en alimentation à volonté.

— Un faible volume, qui serait néfaste par lui-même, peut être corrigé par une élévation du débit de renouvellement.

— Les débits de renouvellement d'air trop élevés diminuent les performances des porcs à l'engrais, quel que soit leur sexe.

— Les volumes utiles faibles (surcharge, bâtiment trop bas) constituent un facteur de dégradation des performances.

— L'association dans un même bâtiment de débits de ventilation élevés et de volumes utiles faibles est un moyen sûr d'obtenir de mauvaises performances zootechniques (taux de renouvellement trop important).

— L'association dans un même bâtiment de débits de ventilation réduits et de volumes utiles élevés est un bon moyen d'amélioration des performances ou tout au moins de maintien de performances correctes.

— La diminution de la puissance des ventilateurs est donc une bonne solution car elle permet d'obtenir en été les meilleures performances et en hiver des débits suffisamment bas.

— Enfin, le taux de renouvellement semble être un bon moyen d'appréciation de la qualité de la ventilation car il n'y a rigoureusement aucune différence entre les deux traitements I et IV où des taux de renouvellement identiques ont été obtenus de manière différente (30 + 2,5 et 60 + 5,0). Toutefois, cette conclusion est à restreindre, pour le moment, aux périodes chaudes de l'année. Il n'est pas encore possible de l'étendre à des conditions hivernales.

III - CONCLUSIONS GÉNÉRALES ET DISCUSSION

Après avoir comparé plusieurs combinaisons des 4 paramètres principaux d'une installation de ventilation (débit de renouvellement, vitesse de déplacement de l'air, volume utile du bâtiment et température ambiante). Quelles conclusions retenir ?

— Un débit estival trop élevé diminue les performances zootechniques.

— Un bâtiment où le volume utile est faible est responsable de mauvais résultats.

— L'association d'un volume utile élevé et d'un débit estival bas assure des performances améliorées.

— L'association d'un volume utile faible (2,5 m³/animal) et d'un débit trop élevé variant de 30 à 100 m³/h/animal diminue les performances des mâles et des femelles.

— Les vitesses d'air élevées (adaptées à la température ambiante) ont un effet favorable sur les animaux.

— Une vitesse d'air élevée associée à un débit normal (évacuant la vapeur d'eau de respiration) comme à un débit élevé améliore croissance et indice.

— Une surventilation (débit et vitesse élevés) qui apporte trop d'air neuf et froid dans un bâtiment non chauffé dégrade les performances.

— Un débit minimal vital correct correspondant à l'élimination de la chaleur latente, associé à de basses températures permet des performances correctes.

— La technique qui consiste, en hiver, à sous-ventiler pour conserver la chaleur émise par les animaux n'apporte aucun avantage, et devient préjudiciable à la longévité du bâtiment.

— Enfin, dans nos conditions expérimentales, il est apparu que le chauffage n'améliore pas de manière satisfaisante les performances zootechniques des porcs à l'engrais.

Ces conclusions nous permettent d'imaginer le bâtiment d'engraissement suivant :

- Grand volume (3,5 m³/porc)
- Bonne isolation thermique pour compenser sans trop de frais les pertes dues à la ventilation minimale nécessaire.
- Ventilation où le débit minimal vital est contrôlable, où le débit estival est réduit, où un recyclage hivernal est possible, où des vitesses d'air élevées sont obtenues avec ou sans accroissement du débit d'air neuf. Ces conditions sont réalisables avec une ventilation dynamique en surpression réglable, ou avec une ventilation dynamique par extraction basse et un système de brassage d'air intérieur.

Ce type de bâtiment mérite d'être expérimenté pour que nous puissions y apporter toutes les améliorations nécessaires.

BIBLIOGRAPHIE

- TEXIER C. et al., (1979) - Journées Rech. Porcine en France, 11, 153-164. I.T.P. Éd. Paris.