

L7301

LE BATIMENT DE SEVRAGE DES PORCELETS : L'IMPORTANCE DES CONDITIONS CLIMATIQUES ET DE L'AMÉNAGEMENT INTÉRIEUR SUR LES PERFORMANCES

J. LE DIVIDICH

I.N.R.A. - Station de Recherches sur l'Élevage des Porcs - 78350 Jouy-en-Josas

INTRODUCTION

La réduction de la durée d'allaitement s'est révélée au cours de cette dernière décennie, une voie efficace pour améliorer la productivité des truies. A partir de diverses études concernant les conséquences du sevrage précoce sur les performances ultérieures de reproduction des truies et sur l'alimentation du jeune animal, il a été possible de définir un âge optimum de sevrage (AUMAITRE, 1978) et de préciser les normes d'alimentation, énergétique et azotée, du porcelet sevré (HENRY et ETIENNE, 1978 ; DUEE et SEVE, 1978).

Toutefois, on constate encore des échecs dans l'application du sevrage précoce en particulier lorsque les porcelets sont placés dans des conditions défavorables de milieu ambiant (NIKUDIN et PURECKI, 1974). En effet, le porcelet sevré plus jeune est plus fragile et difficile à élever : il est sensible au milieu thermique (KOVACS et RAFAI, 1973) et susceptible aux agressions gastro-intestinales. Ainsi, l'élevage du porcelet sevré précocement dans un bâtiment adapté et bien isolé (BINA et al., 1973) permettant une bonne maîtrise des conditions d'ambiance, a été au point de départ du développement de la technique du sevrage précoce (VAN DER HEYDE, 1970). En outre, la recherche d'une utilisation optimale de la surface couverte du bâtiment, les améliorations des conditions hygiéniques et de la productivité de la main d'œuvre ont imposé l'élevage du porcelet en case à sol ajouré.

L'objet de ce rapport est de faire le point de nos connaissances actuelles sur l'influence des conditions climatiques du bâtiment et de l'aménagement de la case de sevrage sur les performances du porcelet sevré entre 3 et 4 semaines d'âge et élevé sur caillebotis. Nous aborderons successivement l'étude des diverses composantes du climat, les aspects relatifs à la case de sevrage et au mode d'exploitation du bâtiment.

II - LES CONDITIONS CLIMATIQUES

1 / Importance des conditions climatiques dans le bâtiment de sevrage

Le porcelet sevré précocement entre 21 et 28 jours d'âge présente, du point de vue thermique, une capacité limitée à conserver sa chaleur comparativement au porc plus âgé. Sa surface d'échange, relativement à son poids est élevée : $800 \text{ cm}^2 \cdot \text{kg}^{-1}$ pour un porcelet de 3 kg contre $400 \text{ cm}^2 \cdot \text{kg}^{-1}$ pour un porcelet de 14 kg (STOMBAUGH et al., 1973 ; STOMBAUGH et ROLLER, 1976). Son isolation thermique est mauvaise : sa couche de lard sous-cutanée est peu épaisse (3 à 5 mm selon CHEVALIER, 1971) et peut même diminuer considérablement au cours de la première semaine consécutive au sevrage (WHITTEMORE et AUMAITRE, 1978). De plus, la thermolyse est favorisée par les conditions actuelles d'élevage, parfois en cages entièrement métalliques qui augmentent la surface de contact entre le porcelet et le milieu ambiant.

Le sevrage est, par ailleurs, généralement associé à une sous-consommation temporaire d'aliment (SEVE, communication personnelle, LEIBBRANDT et al., 1975 ; RAMSEY, 1978) liée à l'apprentissage de l'animal à ingérer un aliment sec (PAPP, 1976) et parfois imposée pour prévenir les troubles gastro-intestinaux (NIELSEN, 1976). Dans ces conditions, la quantité d'extra-chaleur liée à l'ingestion de l'aliment qui pourrait être disponible pour sa thermorégulation est très limitée à une période où ses dépenses énergétiques sont augmentées par une activité physique exacerbée (FRASER, 1978).

Les conséquences zootechniques d'un bioclimat défavorable sont enfin plus lourdes chez le porcelet que chez l'animal âgé. En plus d'une baisse de la vitesse de croissance, elles se manifestent par une diminution de la synthèse des immunoglobines (KOVACS, RAFAI et PETHES, 1973) pouvant expliquer une augmentation de la sensibilité du porcelet aux maladies infectieuses et parfois une mortalité importante.

2 / Température de l'air

2.1 - Température critique du porcelet sevré

La température critique inférieure correspond à la limite inférieure de la zone de neutralité thermique où, production et pertes de chaleur s'équilibrent sans thermorégulation chimique. Le besoin énergétique d'entretien est alors minimum et la quantité d'énergie métabolisable disponible pour les synthèses, maximum. Sur le plan zootechnique, elle correspond à la "température minimum optimum" pour les productions.

La détermination de cette température critique effectuée à l'aide des méthodes calorimétriques, n'a fait, jusqu'à présent, l'objet que de rares mesures chez le porcelet entre 5 et 20 kg de poids vif, à l'inverse du nouveau-né ou du porc de plus de 20 kg (HOLMES et CLOSE, 1977). A partir des données collectées (tableau 1) on observe que les valeurs sont élevées (26-30° C) pour des porcelets de 5 à 6 kg de poids vif. D'après nos propres mesures réalisées dans les conditions actuelles d'élevage (groupe de porcelets placés en cage entièrement grillagée), elle est proche de égale à 28° C pendant les 10 premiers jours consécutifs au sevrage (LE DIVIDICH et al., 1978, données non publiées). Toutefois, elle décroît rapidement avec l'augmentation de poids et du niveau d'alimentation, à 18-20° C vers 20-22 kg de poids vif.

Ces données soulignent la nécessité d'une température élevée pour un bon démarrage des porcelets au cours de la phase initiale du sevrage à 21 jours. Placé à une température inférieure à sa température critique, les dépenses supplémentaires d'énergie pour la thermorégulation sont en effet assurées principalement par une oxydation des réserves grasses qui est d'autant plus importante que le milieu thermique est froid (LE DIVIDICH et al., 1978, données non publiées).

TABLEAU 1
ESTIMATION DE LA TEMPÉRATURE CRITIQUE DU PORCELET SEVRÉ

POIDS (kg)	AGE (jours)	GROUPE, G Individu, I	TEMPÉRATURE CRITIQUE INFÉRIEURE (°C)	AUTEURS
5,0	19,5	I	31,8 ± 1,0	STUDZINSKI, 1972
5,0 - 8,0	25 - 37	I	26,0	KOVACS et RAFAI, 1973
6,0	-	I	30,0	CAIRNIE et PULLAR, 1957
6,5	25	G	≈ 28,0	LE DIVIDICH et al., 1978
16 - 20	55 - 60	I	22,0	KOVACS et RAFAI, 1973
20,0	-	G	17 - 18 ⁽¹⁾	HOLMES et CLOSE, 1977
20,0	-	G	17 - 18	VERSTEGEN, 1971

(1) Valeur estimée pour une ingestion de 800 g d'aliment par jour.

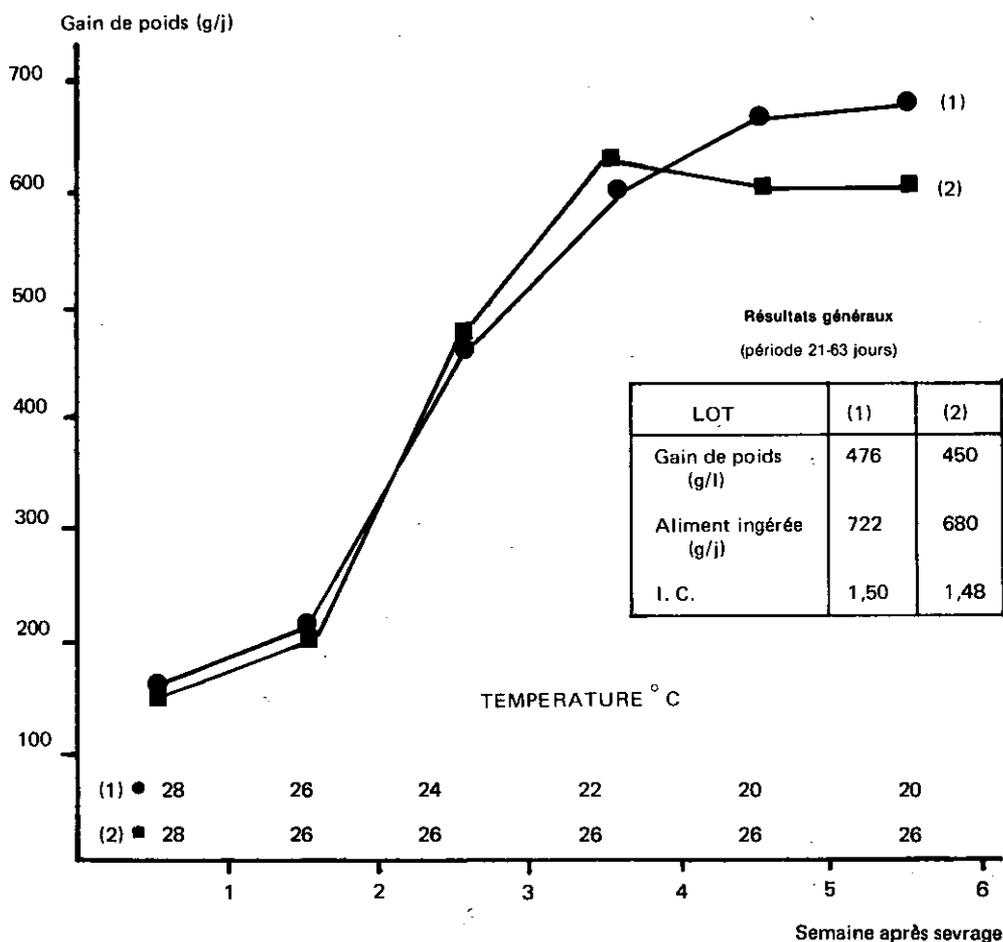
2.2 - Température optimum de l'air dans les bâtiments de sevrage

Peu de résultats **expérimentaux** sont disponibles sur ce sujet et de plus ils ne fournissent que des **valeurs moyennes** pour l'ensemble de la période du post-sevrage (LE DIVIDICH et AUMAITRE, 1978). Dans des conditions d'élevage sur **caillebotis**, les performances de croissance sont maximum entre 20 et 25° C chez le porcelet placé isolément (FULLER, 1965) et à 21-22° C chez les porcelets en groupe (LE DIVIDICH, AUMAITRE et BERBIGIER, 1977). Mais, sur sol plein avec litière, on observe aucune différence de croissance entre 16,5 et 32,2° C (COMBS et WALLACE, 1970).

Ces données ne conduisent pas à une recommandation précise de la température optimum dans le bâtiment de sevrage. Aucune ne tient compte en effet de son évolution avec le poids et l'âge des porcelets. Or la généralisation actuelle de la conduite du troupeau en bandes discontinues autorise un ajustement des conditions thermiques aux besoins de l'animal. Nos résultats présentés dans la figure 1 montrent sur le plan zootechnique, la possibilité et la nécessité d'un tel ajustement. Ainsi, globalement pendant 6 semaines après sevrage, il n'existe aucune différence significative entre les porcelets placés à une température constamment élevée (28 puis 26° C), et ceux soumis à une température de l'air décroissant de 28° C au cours de la première semaine consécutive au sevrage, à 20° C à l'issue de la quatrième semaine.

Au cours des 2 dernières semaines (périodes 43-63 jours), le maintien d'une forte température réduit la vitesse de croissance ($- 10 \%$, $P < 0,10$) et la consommation d'aliment ($- 15 \%$). Cette baisse spontanée de la consommation démontre ainsi, en accord avec les observations de BROBECK (1960), qu'une température de 26°C est sus-optimale pour le porcelet de plus de 7 semaines d'âge et justifie, conformément aux valeurs de la température critique, la nécessité d'une réduction de la température avec l'augmentation de poids des porcelets.

FIGURE 1
INFLUENCE DE LA TEMPÉRATURE DE L'AIR SUR L'ÉVOLUTION DE LA VITESSE DE CROISSANCE DES PORCELETS AVEC L'ÂGE
(données non publiées)



Nous avons tenté de préciser l'évolution de la température optimale à partir de l'application de diverses séquences dégressives sur les performances de croissance des porcelets (tableau 2a). Les résultats présentés dans le tableau 2b montrent que la vitesse de croissance et l'efficacité alimentaire des porcelets durant toute la période expérimentale à une température constante faible (20°C) sont significativement inférieures ($P < 0,05$) à ceux des animaux placés à des températures initialement élevées (28 à 32°C) puis décroissantes. Les performances de croissance sont maximum chez les porcelets placés pendant la première semaine à une température de 28°C , c'est-à-dire au niveau de leur température critique.

L'évolution de la vitesse de croissance en fonction de l'âge (figure 2) fait apparaître une interaction entre la nature de l'aliment et la température ambiante. Ainsi, la réduction de 15 à 5 % de la teneur en lait écrémé de l'aliment à l'issue de la troisième semaine, diminue la vitesse de croissance des porcelets placés à 20 et 24°C . Ce résultat, conforme à nos précédentes observations (LE DIVIDICH *et al.*, 1976) souligne que le porcelet est d'autant plus sensible à un changement de régime que le milieu thermique est éloigné des conditions optimales. Il suggère également qu'une température de 24°C pendant les trois premières semaines après le sevrage est sub-optimale pour le porcelet.

TABLEAU 2

INFLUENCE DE LA TEMPÉRATURE DE L'AIR, EN FONCTION DE L'ÂGE SUR LES PERFORMANCES DE CROISSANCE DES PORCELETS
(données non publiées)

A - MODALITÉS EXPÉRIMENTALES

LOT	1	2	3	4
SEMAINE APRES SEVRAGE	TEMPÉRATURE (BULBE SEC), °C			
1	20	24	28	32
2	20	24	26	29
3	20	24	24	26
4	20	20	22	24
5	20	20	20	22
6	20	20	20	20

B - PERFORMANCES DE CROISSANCE DES PORCELETS :

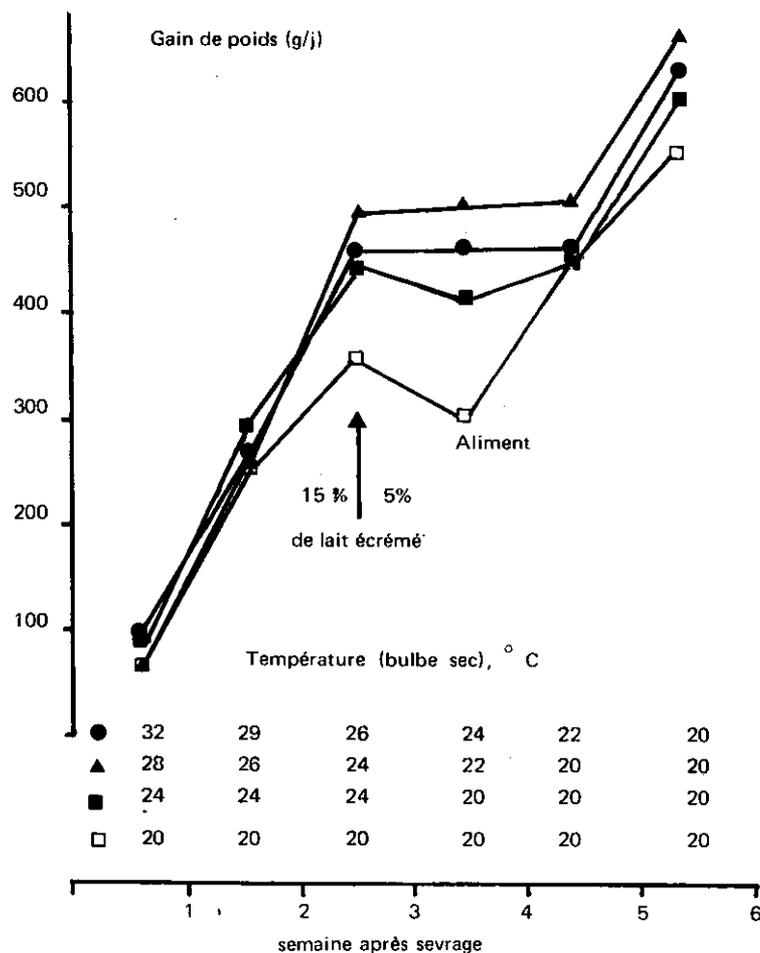
(24 porcelets par lot, âge et poids moyens au sevrage, $22 \pm 1,5$ jours et $5,5 \pm 0,7$ kg respectivement)

LOT	1	2	3	4	\bar{S}_x ; C.V. % (1)
Gain de poids (g/j)	337a	384b	413b	396b	16,5 ; 18,2
Aliment ingéré (g/j)	570a	582a	630a	593a	50,2 ; 14,7
Indice de consommation	1,70a	1,55b	1,50b	1,48b	0,03 ; 5,1

(1) \bar{S}_x , écart type de la moyenne (s/\sqrt{n}) ; C.V. %, coefficient de variation $s/\bar{x} \times 100$. Les moyennes non affectées du même indice sont significativement différentes au seuil 5 p. 100.

FIGURE 2

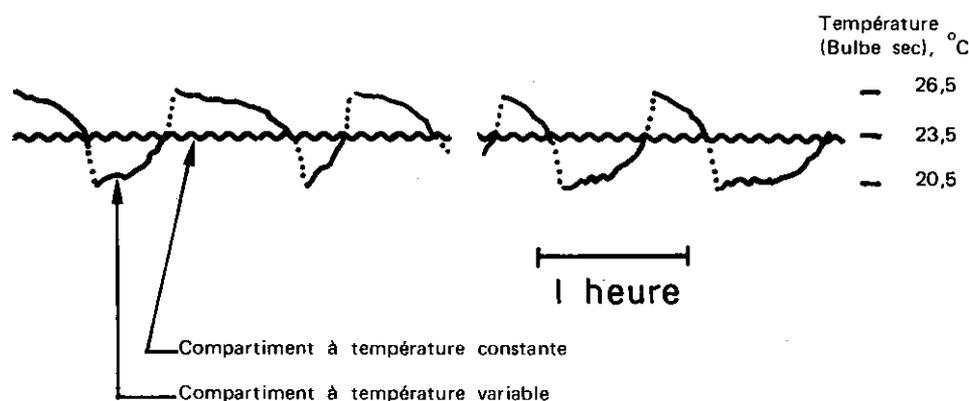
ÉVOLUTION DE LA VITESSE DE CROISSANCE DES PORCELETS AVEC L'ÂGE EN FONCTION DE LA TEMPÉRATURE AMBIANTE ET D'UNE RÉDUCTION DE LA TENEUR EN LAIT DE L'ALIMENT



2.3 - Signification biologique d'une température moyenne

Quelques auteurs ont souligné la susceptibilité du porcelet sevré précocement à des fluctuations continues de température (VAN DER HEYDE, 1970 ; BAXTER, 1972 ; BRENT et al., 1975). Cette situation est fréquente dans les bâtiments de sevrage dont l'ambiance est régulée par un thermostat peu sensible ou mal entretenu. Nous l'avons simulée expérimentalement dans 2 compartiments de même température moyenne (23,5° C), régulée soit à $\pm 0,5^\circ$ C, soit à $\pm 3^\circ$ C (figure 3).

FIGURE 3
EXEMPLE D'ENREGISTREMENT DE LA TEMPÉRATURE AMBIANTE DANS LES 2 COMPARTIMENTS
A TEMPÉRATURE CONSTANTE ET FLUCTUANTE



Les résultats présentés dans le tableau 3a (essai 1) montrent pour les animaux soumis à une trop forte amplitude de température sur l'ensemble de la période de mesure (21-63 jours d'âge) une diminution de 9 % ($P < 0,05$) de la vitesse de croissance et une augmentation de 7 % ($P < 0,05$) à l'indice de consommation. Il est de plus, intéressant de noter que les conséquences de ces fluctuations de température sur les performances se manifestent surtout immédiatement après le sevrage : l'écart de croissance qui est de 16 % au cours de la première quinzaine se réduit à 2,5 % au cours de la dernière quinzaine suivant le sevrage. Ceci a été confirmé dans un essai ultérieur (tableau 3b, essai 2) où l'application d'une température fluctuante durant la première semaine consécutive au sevrage, réduit en moyenne de 10 % la vitesse de croissance sur l'ensemble des 6 semaines de mesure.

TABLEAU 3
INFLUENCE D'UNE FLUCTUATION DE TEMPÉRATURE SUR LES PERFORMANCES DU PORCELET SEVRÉ
A - TEMPÉRATURE FLUCTUANTE PENDANT LA DURÉE ENTIÈRE DU POST-SEVRAGE (essai 1)
(29 porcelets par lot, poids moyen initial, $6,2 \pm 0,7$ kg)

	Température (1)	PÉRIODE (jours)			
		21-35	36-49	50-63	totale 21-63
Gain de poids (g/j)	F	124	443	541	369
	C	(18,7) (2)	(22,8)**	(21,8)	(16,4*)
Aliment ingéré (g/j)	F	200	637	1027	622
	C	204	(41,2)	(79,1)	(38,9)
Indice de consommation	F	1,61	1,44	1,89	1,69
	C	(0,18)	(0,04**)	(0,07)	(0,04*)

(1) Fluctuante $23,5 \pm 3^\circ$ C ; Constante $23,5 \pm 0,5^\circ$ C

(2) Ecart type de la différence ; *, $P < 0,05$; **, $P < 0,01$

B - TEMPÉRATURE FLUCTUANTE ($\pm 4^\circ\text{C}$) PENDANT LA PREMIÈRE SEMAINE APRÈS SEVRAGE (ESSAI 2)
(12 porcelets par lot, poids moyen initial $6,0 \pm 0,8\text{ kg}$)

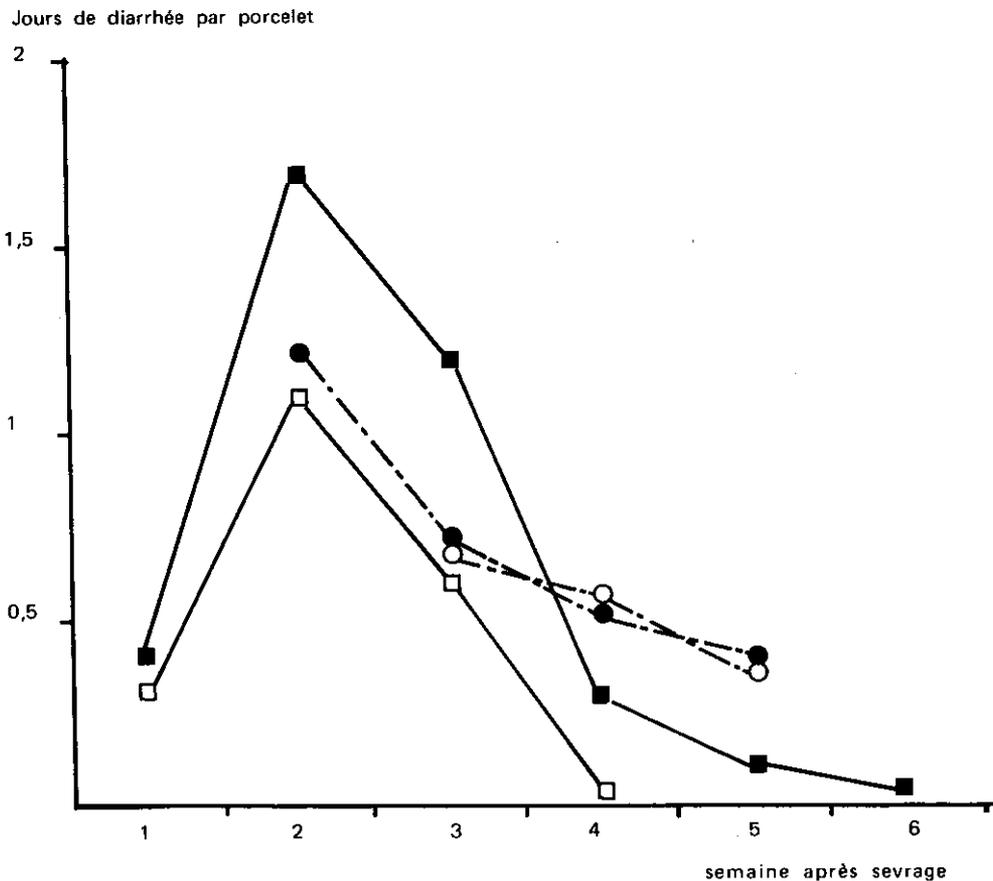
	TEMPÉRATURE (1)	
	C	F
Gain de poids (g/j)	476	427 ($P < 0,10$)
Aliment ingéré (g/j)	722	650
Indice de consommation	1,50	1,50

(1) Les températures moyennes sont : 28, 26, 24, 22, 20, 20°C au cours des semaines, 1, 2, 3, 4, 5 et 6 après sevrage ; C, constante $\pm 0,5^\circ\text{C}$; F, fluctuante, $\pm 4^\circ\text{C}$ au cours de la première semaine après sevrage, puis constante.

Les conséquences de la fluctuation des températures qui crée une situation de stress permanent chez le porcelet se répercutent également sur l'état sanitaire. Elle favorise notamment le déclenchement des diarrhées, leur fréquence et leur persistance (figure 4).

FIGURE 4

INFLUENCE DE LA QUALITÉ DE LA RÉGULATION DE LA TEMPÉRATURE SUR L'ÉTAT SANITAIRE DES PORCELETS



Essai 1: ■ $\pm 3^\circ\text{C}$ pendant toute la durée de l'essai

□ $\pm 0,5^\circ\text{C}$

Essai 2: ● $\pm 4^\circ\text{C}$ pendant la première semaine consécutive au sevrage, puis $\pm 0,5^\circ\text{C}$

○ $\pm 0,5^\circ\text{C}$

L'ensemble de ces données montre que la température de l'air (aspects quantitatifs, qualité de la régulation) peut faire varier les performances de croissance et l'état sanitaire des porcelets sevrés précocement. Des recommandations précises sur la nécessité d'une température élevée (26 à 28° C selon l'âge du sevrage) et constante pendant une courte période (première semaine après sevrage) découlent de nos observations. Une diminution de 2° C par semaine pour atteindre 20° C à 18-20 kg de poids vif est compatible avec des performances maximum des porcelets élevés sur caillebotis. Un chauffage d'ambiance est par ailleurs supérieur à un chauffage localisé par case propice à des variations constantes de températures au niveau des porcelets (MUELHING et JENSEN, 1961).

3 / Humidité relative de l'air

3.1 - Influence sur les pertes de chaleur

L'influence de l'hygrométrie relative sur le métabolisme énergétique du porc dépend étroitement de la température de l'air. A la neutralité thermique, les pertes de chaleur évaporative représentent entre 15 et 20 % des pertes totales (STOMBAUGH et ROLLER, 1976) et varient peu avec l'humidité relative de l'air.

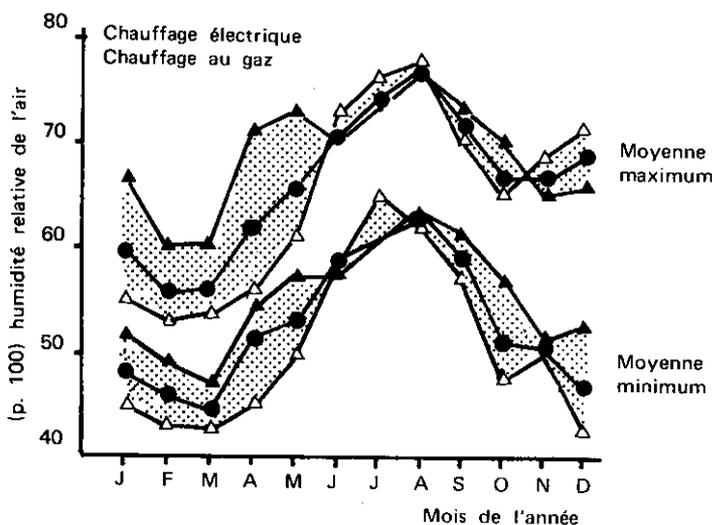
En revanche, aux températures élevées, la chaleur dissipée par l'évaporation de l'eau (perspiration cutanée et surtout évaporation à la surface des poumons) représente la principale voie d'élimination de la production de chaleur métabolique. Il en résulte qu'une forte hygrométrie de l'air accentue les effets dépressifs des températures élevées. Ainsi, l'élévation du taux d'hygrométrie de l'air de 60 à 80 % s'accompagne d'une augmentation de 5 % de la production de chaleur chez le porc de 85 kg placé à la température de 27° C et de 10 % à 33° C (RAFAI et RAPP, 1976).

3.2 - Influence sur les performances de croissance

Les données expérimentales relatives à l'influence propre du taux d'hygrométrie de l'air sur les performances de croissance du porcelet sevré sont rares. Toutefois, chez le porc en croissance (MORRISON *et al.*, 1966), une hygrométrie élevée associée à une température de l'air élevée (30° C) s'accompagne d'une diminution de la vitesse de croissance et de l'efficacité alimentaire. Une augmentation du taux d'hygrométrie dans les bâtiments de sevrage (figure 5) explique également, au moins en partie, la baisse de la croissance des porcelets (AUMAITRE, LE PAN et BINA, 1976). Enfin, une humidité élevée du milieu ambiant serait propice à la survie de certaines bactéries pathogènes (E. COLI notamment) responsables de la diarrhée chez le porcelet sevré (VAN DER HEYDE, 1970). Le maintien à 60 % du taux d'hygrométrie de l'air recommandé par cet auteur réduit notablement la teneur de l'air en germes ainsi que la fréquence des diarrhées.

FIGURE 5

INFLUENCE DU TAUX D'HYGROMÉTRIE RELATIVE SUR LES PERFORMANCES DE CROISSANCE DES PORCELETS
(d'après AUMAITRE, LE PAN et BINA, 1976)



Saison x âge au sevrage et gain de poids par portée de 10 à 40 jours.

4 / Vitesse de l'air

4.1 - Influence sur les pertes de chaleur

Ce facteur est considéré, en région tempérée, comme étant d'importance égale à la température de l'air (GORDON, 1962). Les pertes de chaleur par convection s'expriment sous la forme suivante (MOUNT, 1968) :

$$P = Cc.S (ts - ta) Vv.t$$

où P = Pertes de chaleur

S = Surface d'échange

Cc = Coefficient de transfert convertif

ts = Température cutanée ; ta, t = Température ambiante

v = Vitesse de l'air

t = Temps

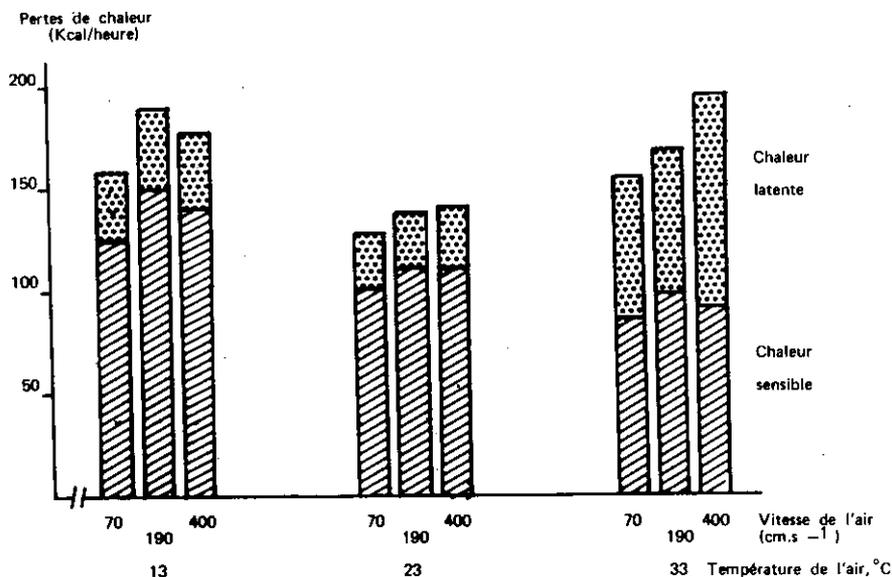
En condition d'air calme, elles représentent chez le porcelet environ 40 % des pertes totales de chaleur sensible (MOUNT, 1968) ; mais elles peuvent s'accroître avec l'augmentation de la vitesse de l'air surtout lorsque la température de l'air est basse et que l'animal est jeune et donc mal isolé (MOUNT et INGRAM, 1965). Ainsi, une augmentation de la vitesse de l'air de 15 à 45 cm.s⁻¹ n'a aucune influence sur le bilan énergétique du porc de 30 kg placé à la température de 20° C proche de sa température critique ; par contre à 15° C, son effet est équivalent à celui d'une diminution de 1,4° C de la température de l'air (VERSTEGEN et VAN DER HEL, 1976). Chez le jeune animal de 2 kg, l'augmentation de 10 à 56 cm.s⁻¹ de la vitesse de l'air provoque, en air calme, un effet équivalent à celui d'une baisse de 4° C de la température ambiante (MOUNT, 1965).

Aux températures supérieures à celle de la neutralité thermique, la vitesse de l'air n'a en revanche qu'un effet très limité sur les pertes de chaleur convective en raison notamment d'une forte diminution du gradient de température peau-air lorsque la température de l'air augmente. Toutefois, une augmentation du taux de renouvellement et de la vitesse de l'air favorise aux températures élevées, l'évacuation de la production de chaleur métabolique sous forme de chaleur latente. A une température de 33° C une augmentation de la vitesse de l'air de 0,7 à 4,1 m.s⁻¹ (figure 6) n'a aucune influence sur les pertes de chaleur sensible, mais entraîne une augmentation de 50 % environ des pertes sous forme de chaleur latente (VERGEL et HAZEN, 1972). Ces données montrent donc que l'effet de la vitesse de l'air sur le métabolisme énergétique du porc dépend étroitement de la température ambiante.

FIGURE 6

INFLUENCE DE LA VITESSE DE L'AIR SUR LES PERTES DE CHALEUR ET LEUR PARTITION EN FONCTION DE LA TEMPÉRATURE DE L'AIR CHEZ UN PORC DE 47 KG

(d'après VERGEL et HAZEN, 1972)



4.2 - Influence sur les performances du porcelet sevré

- Chez l'animal entre 20 et 90 kg de poids vif placé à une **température sub-optimale** (10 à 13° C), une vitesse d'air supérieure à 10 cm.s⁻¹ entraîne une diminution de la vitesse de croissance et de l'efficacité alimentaire (GUNNARSON et al., 1967 ; PETERSEN et PEDERSEN, 1977). Chez le porcelet sevré, des vitesses d'air supérieures à 12 cm.s⁻¹ perturbent les habitudes de défécation (NAVE et OLVER, 1963), et les observations de MUHELING et JENSEN (1961) montrent que les courants d'air froid ont une influence néfaste sur le gain de poids (- 6 %) et plus encore sur l'efficacité alimentaire (- 26 %).

- Lorsque la température ambiante est **sus-optimale**, pour le porc, l'influence bénéfique d'une augmentation de la vitesse de l'air sur les performances de croissance est controversée. Ainsi, selon MORRISSON, GIVENS et HEITMAN (1976), et PEDERSEN et PETERSEN (1977), une augmentation de la vitesse de l'air jusqu'à 40 - 50 cm.s⁻¹ procure une amélioration significative des performances de croissance du porc de 20 à 90 kg, placé à 23° C ou plus ; au delà de cette vitesse aucune amélioration additionnelle n'est observée. Selon BOND et al., (1965), au contraire, des vitesses d'air supérieures au minimum (17 cm.s⁻¹) indispensable à son renouvellement ne se justifient pas, même à température élevée (32° C). Chez le porcelet sevré précocement nous avons également montré que lorsque la température ambiante du bâtiment est élevé en raison des conditions climatiques extérieures, l'augmentation de la vitesse de l'air de 10 à 30 cm.s⁻¹ n'a aucune incidence sur la température, bulbe sec ou résultante boue, du bâtiment ; seule l'hygrométrie relative est légèrement réduite (- 7 %). Dans ces conditions, les performances des porcelets ne sont pas significativement différentes de celles des porcelets placés en air calme (LE DIVIDICH, AUMAITRE et BERBIGIER, 1977).

Toutefois, ces résultats ne fournissent aucune indication sur l'influence de la vitesse de l'air lorsque la température sus-optimale du bâtiment est la conséquence de la seule augmentation de la production de chaleur des porcelets. C'est ce que nous avons tenté de préciser (tableau 5a) au cours d'un essai réalisé dans des conditions climatiques extérieures clémentes (tableau 4). Durant 4 semaines après le sevrage, la température de consigne du ventilateur asservi n'a jamais été atteinte : les conditions climatiques (température, vitesse d'air, hygrométrie relative) et les performances de croissance des porcelets sont alors semblables dans les deux compartiments (figure 7, tableau 5b). Par la suite, en l'absence de chauffage, la température ambiante dépasse de 4 à 6° C l'optimum pour les porcelets (20° C) en raison d'une augmentation de leur production de chaleur. Dans de telles conditions, l'augmentation de la vitesse d'air dans le compartiment à ventilateur asservi, s'est traduite par une diminution de 2 à 4° C de la température ambiante entraînant chez le porcelet une amélioration significative de la vitesse de croissance (+ 6 %) et de la quantité d'aliment ingéré (+ 7,4 %). Les dépenses supplémentaires d'énergie sont négligeables pour la ventilation (40 Wh.jour⁻¹ par porcelet).

TABLEAU 4
CONDITIONS CLIMATIQUES EXTÉRIEURES :
NOMBRE D'HEURES PAR JOUR PENDANT LESQUELLES LA TEMPÉRATURE ÉTAIT SUPÉRIEURE A 20 OU 22° C

SEMAINE APRES SEVRAGE	1	2	3	4	5	6	7
Température de l'air, °C	Nombre d'heures x jour ⁻¹						
≥ 20	5,0	8,0	9,0	7,1	5,6	9,2	4
≥ 22	1,8	4,8	6,2	3,6	2,0	3,7	1,3

L'ensemble de ces données nous conduit à recommander, en période de chauffage, une vitesse d'air correspondant au taux minimum indispensable de renouvellement de l'air (0,2 à 0,3 m³.h⁻¹ par kg de poids vif, SAINSBURY, 1967 ; RIST, 1971), dans les bâtiments de sevrage. Lorsque la température ambiante est spontanément (sans chauffage) supérieure à l'optimum, l'effet d'une augmentation du débit et de la vitesse de l'air dépend d'avantage de son pouvoir à refroidir l'air qu'à en diminuer l'humidité relative. Lorsque l'élévation de la température résulte de la seule production de chaleur des porcelets, l'augmentation du débit et de la vitesse de l'air provoque une diminution favorable de la température ambiante. En revanche, lorsqu'elle est due aux conditions climatiques extérieures, l'augmentation du débit et de la vitesse de l'air ne semble avoir aucune incidence notable sur la température ambiante dans le bâtiment ni sur les performances de croissance des porcelets. Dans ces conditions, la teneur de l'air en gaz irritants ou toxiques (NH₃, SH₂...) restant généralement faibles (ADAM et ANDREAE, 1973), VAN DER HEYDE (1970) suggère de maintenir faible et constante la vitesse de l'air dans les bâtiments de sevrage.

FIGURE 7

INFLUENCE DE LA VITESSE DE L'AIR (□ ■) SUR LA TEMPÉRATURE AMBIANTE (○ ●) ET L'HYGROMÉTRIE RELATIVE (△ ▲) DANS LES 2 COMPARTIMENTS A VITESSE D'AIR CONSTANTE (SYMBOLES CLAIRS) ET ASSERVIES A LA TEMPÉRATURE (SYMBOLES SOMBRES)

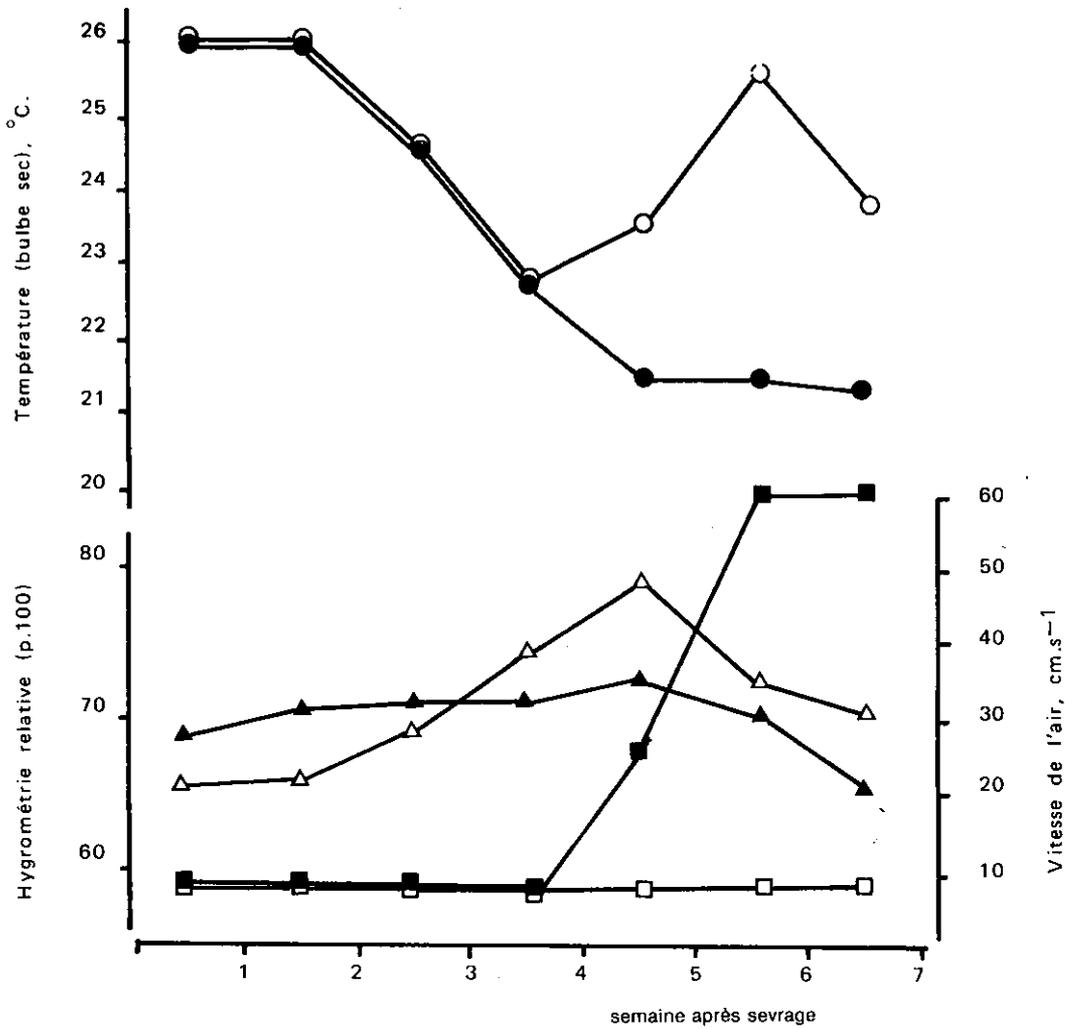


TABLEAU 5

INFLUENCE DE LA VITESSE ET DU DÉBIT D'AIR SUR LES PERFORMANCES DE CROISSANCE DES PORCELETS SEVRÉS PRÉCOCEMENT EN PÉRIODE ESTIVALE (données non publiées)

A - SCHÉMA EXPÉRIMENTAL

COMPARTIMENT (lot)	SEMAINE APRES SEVRAGE						
	1	2	3	4	5	6	7
1 (1) et 2	Température (bulbe sec), °C						
	26	26	24	22	20	20	20
2 (2)	Température de consigne du ventilateur, °C :						
	29	29	27	25	21	21	21

(1) Vitesse de l'air indépendante de la température ambiante ;

(2) Accélération automatique du ventilateur si température ambiante > température de consigne

B - PERFORMANCES DE CROISSANCE DES PORCELETS

(36 porcelets par lot ; poids vif moyen initial, 6,6 kg ; poids vif moyen final, 29 kg, données non publiées)

	PÉRIODE (jours)	Lot (1)		SIGNIFICATION STATISTIQUE $s_{\bar{d}}$
		1	2	
Gain de poids (g/j)	21 - 49	327	322	13 NS
	49 - 70	614	650	12 (P < 0,05)
	21 - 70	451	462	7 NS
Aliment ingéré (g/j)	21 - 49	414	427	23 NS
	49 - 70	1121	1204	21 (P < 0,05)
	21 - 70	703	760	27 (P < 0,10)
Indice de consommation (kg/kg)	21 - 49	1,32	1,33	0,04 NS
	49 - 70	1,82	1,86	0,04 NS
	21 - 70	1,62	1,65	0,03 NS

(1) Lot (1) compartiment à vitesse d'air constante — Lot (2) compartiment à ventilateur asservi par un thermostat.

5 / Lumière

En tant que paramètre de l'environnement, la lumière n'a pas d'incidence notable sur les performances de croissance du porc de 20 kg à l'abattage. Chez le porcelet au sevrage, l'élevage en obscurité complète est considéré comme un élément favorable à la quiétude des animaux (BEARS et al., 1974). Il réduit également l'agressivité au moment du mélange des portées (VAN DER HEYDE, 1970). Mais l'influence à long terme d'une telle pratique, notamment sur le déclenchement de la puberté, n'est pas connue.

6 / Influence des conditions climatiques sur la composition corporelle

Placé à des températures inférieures à sa température critique, le porcelet augmente sa production de chaleur pour compenser les pertes. La nature du substrat (lipides, protéines) catabolisé pour faire face aux dépenses énergétiques supplémentaires pour la thermorégulation peut ainsi avoir des conséquences importantes sur la composition corporelle.

A partir des résultats d'abattage, il apparaît chez le porcelet de 5 à 7 semaines élevé à basse température (6-7° C) une tendance à être plus gras que ceux placés à 25-26° C (KOVACS, RAFAI et PETHES, 1974). Mais les données de SUGAHARA et al., (1970), ne mettent aucune différence significative entre l'épaisseur du lard des porcelets élevés à 7,23 et 33° C nourris à volonté puis abattus à poids constant. En revanche, en alimentation égalisée, les porcelets abattus à âge fixe sont significativement plus maigres lorsqu'ils sont élevés à basse température (HACKER et al., 1973).

TABLEAU 6

INFLUENCE DE LA TEMPÉRATURE DE L'AIR SUR LE MÉTABOLISME ÉNERGÉTIQUE ET AZOTÉE CHEZ LE PORCELET

TEMPÉRATURE DE L'AIR °C	10	15	20	25	30	AUTEURS
Nurinaire excrété %	58,9	58,7	58,3	57,6	51,8	FULLER, 1965
N absorbé						
C.U.P. N %	—	53,6	52,2	49,0	58,5	VOLOSCHIK et MOROZOV, 1973
C.U.P. E %	33,9	39,0	40,0	41,8	43,3	FULLER, 1965
Énergie retenue (1)						
— lipides	—	—	— 15	— 9	+ 6,6	LE DIVIDICH et al., 1978
— protéines	—	—	30,6	30,1	30,4	

(1) Kcal/kg 3/4 par jour.

D'après les études réalisées en cage à bilan, FULLER (1965), VOLOSCHIK et MOROZOV (1973), n'observent aucun effet de la température sur la rétention azotée (tableau 6) ; mais le coefficient d'utilisation pratique de l'énergie décroît de 41,8 % à 25° C à 33,9 % à 10° C (FULLER, 1965). Nos résultats font également apparaître chez le porcelet au sevrage élevé, à une température sub-optimale, une priorité du dépôt azoté sur le dépôt lipidique ; ils montrent de plus que les dépenses supplémentaires d'énergie pour la thermorégulation au sevrage sont assurées aux dépens des lipides, en accord avec les observations de LEIBBRANDT et al., (1975) et de WHITTEMORE et AUMAITRE (1978).

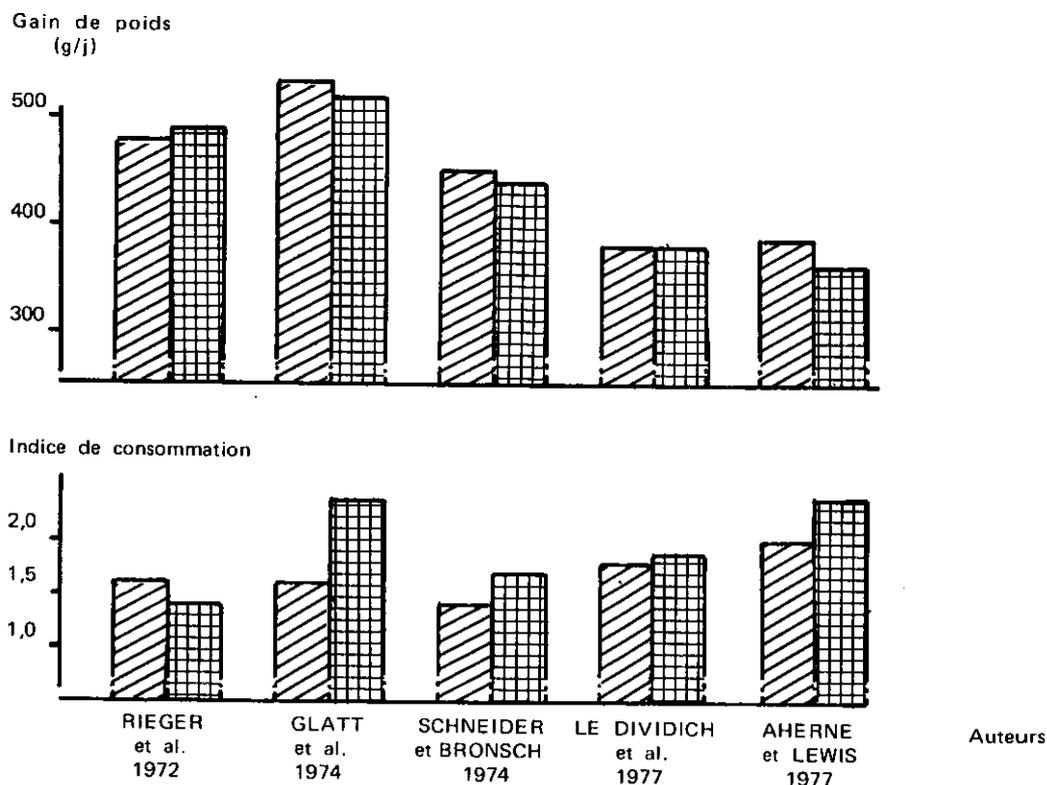
En définitive, chez le porcelet sevré, comme chez le porc en croissance-finition (VERSTEGEN, BRASCAMP et VAN DER HEL, 1978), il semble que l'intensité des dépôts lipidiques soit en relation avec le milieu thermique. Il serait intéressant de confirmer cette hypothèse et de préciser l'influence de la composition corporelle du porcelet à l'issue du sevrage sur sa composition finale à l'abattage.

III - AMÉNAGEMENT INTÉRIEUR DU BATIMENT

1 / Nature du sol

A conditions climatiques semblables, les performances de croissance des porcelets élevés sur sol classique de béton paillé ou sur caillebotis de diverses natures sont similaires (figure 8) ; les dépenses d'énergie pour le chauffage sont également comparables (AUMAITRE, LE PAN et BINA, 1976). Toutefois, la surface par porcelet élevé au sol est environ de moitié supérieure à celle recommandée sur caillebotis (GLATT, GLENDE et RICHTER, 1974). La surface totale du bâtiment augmente ainsi que le volume à chauffer, et l'hétérogénéité du milieu thermique s'accroît à l'intérieur d'une case dans le cas d'un chauffage localisé. Enfin, l'élevage sur sol paillé diminue de moitié la productivité de la main d'œuvre (GLATT, GLENDE et RICHTER, 1974 ; LORENZ, 1975).

FIGURE 8
INFLUENCE DE LA NATURE DU SOL ( , béton paillé ;  caillebotis métallique)
SUR LES PERFORMANCES DES PORCELETS SEVRÉS PRÉCOCEMENT, SELON DIFFÉRENTS AUTEURS



En ce qui concerne la nature du caillebotis, les données de SCHREMMER et KLATT (1972) mettent en évidence l'influence de la nature des matériaux constitutifs sur les performances des porcelets. Ces dernières sont plus faibles sur tôle perforée que sur caillebotis en polychlorure de vinyle ou polyéthylène qui réduisent les pertes de chaleur par conduction. Ces types de caillebotis isolants, présentent toutefois l'inconvénient d'être glissants et de favoriser la fréquence et l'intensité des lésions sur les membres (GLATT, GLENDE et RICHTER, 1974). Enfin, les résultats de ROUSSEAU et al., (1977) ne font pas apparaître de différence entre un caillebotis métallique et en béton. Pour ce dernier type cependant, la largeur des "vides" estimée d'après une étude morphologique des pieds du porcelet ne doit pas dépasser 15 mm (MITCHELL et SMITH, 1978).

2 / Densité et nombre de porcelets par case

L'équipement d'un bâtiment de sevrage en batteries à un ou plusieurs étages, représente un investissement important estimé entre 30 et 40 % des dépenses totales du bâtiment (BAXTER, 1972 ; AUMAITRE, LE PAN et BINA, 1976). L'exploitation intensive de ce matériel nécessite donc la connaissance précise de la surface minimum optimum pour le porcelet et du nombre optimum d'animaux par case.

2.1 - Surface par porcelet

Lorsque l'on fait varier le nombre de porcelets dans les cases de mêmes dimensions (tableau 7) la croissance des porcelets ne disposant que de 0,18 m² chacun est, sur l'ensemble de la durée du post-sevrage (21-63 jours), inférieure de 13 % en moyenne ($P < 0,05$) à celle des porcelets disposant de 0,24 m² ou plus. En accord avec les observations effectuées chez le porc en croissance-finition (HEITMAN et al., 1961 ; PHUAH, 1976) cette infériorité apparaît comme la conséquence d'une réduction volontaire de la consommation d'aliment (— 14 % en moyenne). En revanche l'efficacité alimentaire n'est pas affectée contrairement aux observations de RIEGER et al. (1972). En outre, la surpopulation se manifeste par quelques cas de cannibalisme (morsure de queue et des oreilles) vers la fin de la période de mesure.

TABLEAU 7
INFLUENCE DE LA SURFACE PAR ANIMAL SUR LES PERFORMANCES DE CROISSANCE DU PORCELET (1)
(données non publiées)

SURFACE PAR ANIMAL m ²	0,36 (4) (2)	0,24 (6)	0,18 (8)	ÉCART TYPE RÉSIDUEL, s
Gain de poids (g/j)	443a	440a	384b	97
Aliment ingéré (g/j)	690a	704a	606b	34
Efficacité alimentaire	0,64a	0,63a	0,63a	0,05

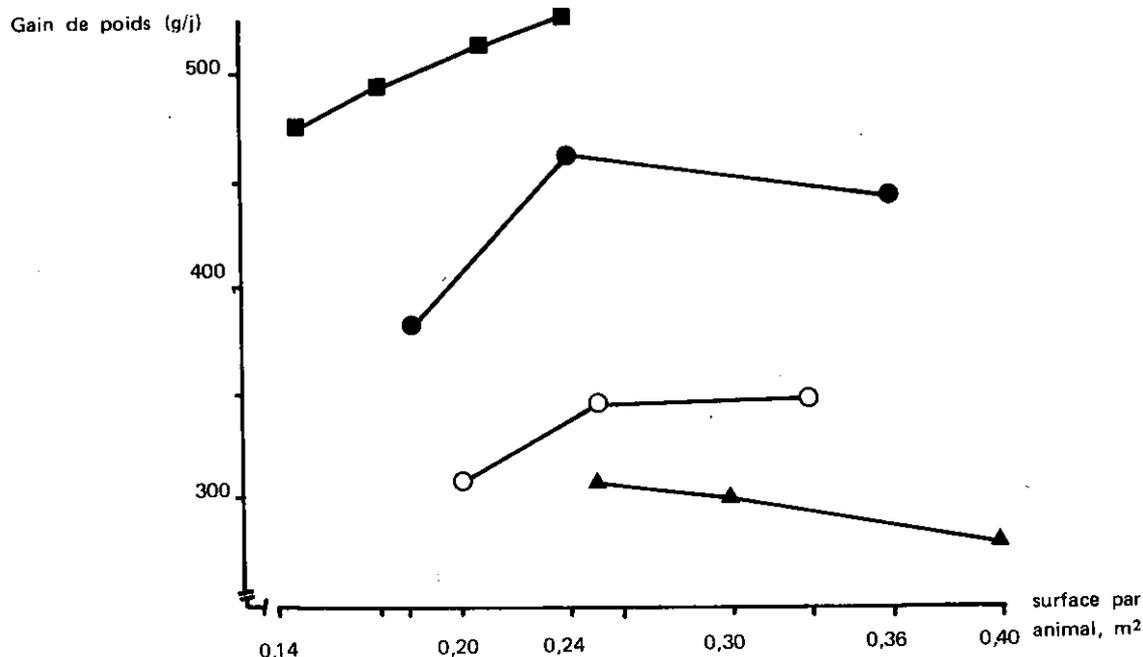
(1) 4 groupes d'animaux par lot

(2) () nombre de porcelets par case de 1,44 m² de surface totale

La comparaison de nos résultats avec ceux de la littérature (figure 9) montre clairement que dans l'hypothèse d'une conduite en bandes, la surface moyenne optimum pour des porcelets de 5-7 à 27-30 kg de poids vif est de 0,24-0,25 m² par animal. Toutefois l'optimum économique dépend du coût supplémentaire des cases en relation avec le gain de poids additionnel des porcelets dans l'hypothèse d'une durée fixe d'occupation du bâtiment ou avec le nombre de passages de bandes dans l'hypothèse d'une sortie des porcelets à poids constant.

FIGURE 9

INFLUENCE DE LA SURFACE PAR ANIMAL SUR LES PERFORMANCES DE CROISSANCE DES PORCELETS SUR CAILLEBOTIS SELON DIFFÉRENTS AUTEURS (■ , RIEGER et al., 1972 ; ● , LE DIVIDICH, 1977 ; données non publiées ; ○ LE DIVIDICH et LE PAN, 1977, données non publiées ; ▲ , VOLOSCHIK et al., 1973).



2.2 - Effectif de porcelet par case, à surface constante par animal

L'effectif de porcelets par case et la surface par animal constituent les deux composantes qui déterminent la taille optimum de la case. Les résultats présentés à la figure 10 font apparaître une interaction entre la surface par animal et l'effectif par case. Lorsque cette surface est **sus-optimale** (0,30 m² par individu), il n'existe aucune différence significative entre les performances de croissance des porcelets par groupe de 8 à 24 par case (JENSEN et al., 1966 ; ROUSSEAU et al., 1977). En revanche, lorsque la surface est **sub-optimale** (0,16 m² par individu) l'augmentation de la taille du groupe de 10 à 30 porcelets par case conduit à une diminution linéaire de la vitesse de croissance (SÜSS et al., 1977). En d'autres termes, pour un même niveau de production, l'utilisation de la surface ne semble optimisée que pour un effectif limité de porcelet par case ; inversement une augmentation de l'effectif par case, s'accompagne d'une augmentation de la surface unitaire par animal et donc de la surface totale du bâtiment de sevrage. Nous suggérons d'utiliser la surface à l'optimum et de limiter le nombre de porcelets à 8-10 par case. Ceci présente par ailleurs l'avantage de minimiser le mélange des portées et de faciliter la surveillance des animaux.

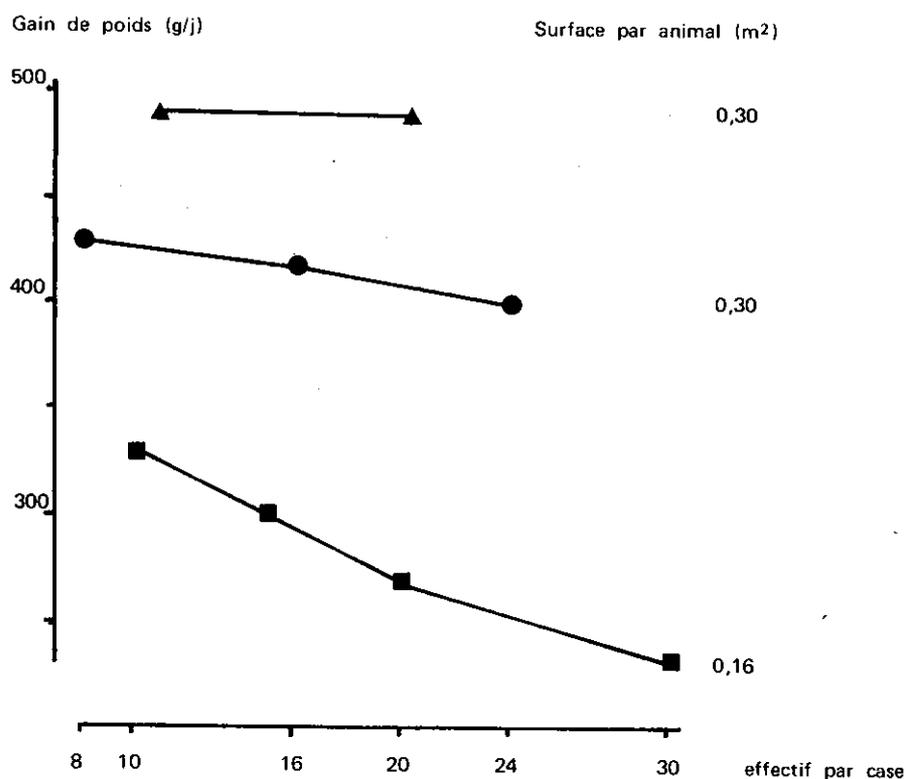
IV - AMÉNAGEMENT DES BATIMENTS ET ÉTAT SANITAIRE DES PORCELETS

Les désordres digestifs (diarrhées) sont fréquemment observés à la suite du sevrage précoce et sont responsables d'une mortalité importante (DYRENDHAL et al., 1958 ; ZEBROWSKI et RYKOWSKI, 1975). Ils sont souvent associés à une surconsommation d'aliment consécutive à une période de jeûne initiale (PALMER et HULLAND, 1965 ; ARAMBAWELA et al., 1975 ; SEVE, communication personnelle). Aussi, le rationnement des porcelets est-il recommandé pendant les deux semaines suivant le sevrage (NIELSEN, 1976 ; LUTTER, 1977).

Les conditions climatiques influencent également l'état sanitaire des porcelets. Ainsi, une température **sub-optimale** (ARMSTRONG et CLINE, 1977), voire une mauvaise régulation de l'ambiance (voir § II, 2-3) prédisposent le porcelet aux diarrhées non infectieuses. De plus, les faibles températures diminuent l'immunité générale du porcelet (KOVACS, RAFAI et PETHES, 1974 ; FURUCHI et SHIMIZU, 1976). L'élevage sur caillebotis, en limitant le contact entre l'animal et ses déjections est un élément favorable à l'état sanitaire du jeune animal. Sa réponse aux adjuvants de croissance recommandés pour prévenir les diarrhées de sevrage est en effet limitée lorsqu'il est élevé sur grillage comparativement au sol plein (SCHNEIDER et BRONSCH, 1974 ; BRONSCH et al., 1976).

FIGURE 10

INFLUENCE DE L'EFFECTIF DE PORCELETS PAR CASE, A SURFACE CONSTANTE PAR ANIMAL, SUR LES PERFORMANCES DE CROISSANCE (selon les données de ROUSSEAU et al., 1977 (▲); JENSEN et al., 1966 (●) et SÜSS et al., 1977 (■))



Le sevrage entre 21 et 28 jours d'âge correspond à une période de protection immunitaire minimale chez le porcelet (SHARPE et al., 1966). Il est alors essentiel que le porcelet sevré rentre dans un bâtiment sain et propre ; ceci souligne l'intérêt d'une conduite en bandes discontinues permettant le nettoyage et la désinfection du local et l'observation d'un vide sanitaire entre chaque passage d'animaux. Par rapport à une conduite en continue, cette technique, en effet, améliore (tableau 8) considérablement les performances de croissance des porcelets (SCHNEIDER et BRONSCH, 1973).

Les diarrhées de sevrage ont une origine complexe et multiple, mais le respect de quelques règles élémentaires (rationnement, bonnes conditions climatiques, conduite en bande discontinue) peuvent les limiter considérablement.

TABLEAU 8

INFLUENCE DU MODE DE CONDUITE (CONTINUE OU DISCONTINUE)
SUR LES PERFORMANCES DE CROISSANCE DU PORCELET SEVRÉ (d'après SCHNEIDER et BRONSCH, 1973)

MODE DE CONDUITE	BANDES CONTINUES	BANDES DISCONTINUES
Gain de poids (g/j)	400	503**
(val. relative)	(100)	(126)
Efficacité alimentaire	1,89	1,74
(val. relative)	(100)	(92)

** , P < 0,01

V - CONCLUSION : RECOMMANDATIONS ET PERSPECTIVES

Nous présentons, en résumé, (tableau 9) quelques recommandations concernant les conditions climatiques et l'aménagement de la case de sevrage.

TABLEAU 9
QUELQUES RECOMMANDATIONS CONCERNANT LES PARAMÈTRES DE L'AMBIANCE ET L'AMÉNAGEMENT DE LA CASE DE SEVRAGE PRÉCOCE A 3 SEMAINES

PARAMETRES DE L'AMBIANCE					CASE DE SEVRAGE (sol caillebotis)		
Semaine après sevrage	Poids moyen des porcelets kg	Température de l'air (bulbe sec, °C)		Vitesse de l'air	Humidité relative	Surface par animal	Effectif par case
		P1	C2				
1 2	6 - 7	22 - 24 22 - 24	26 - 28 26	} $\leq 10 \text{ cm s}^{-1}$, air calme	50 - 70 p. 100	0,25 m ²	8 à 10
3 4 5 6 7	12 - 13 18 - 20 27 - 30	20 - 22 20 18 18 16 - 18	24 22 20 20 18 - 20				

(1) P Chauffage localisé sur sol paillé

(2) C Chauffage d'ambiance sur caillebotis

(3) θ , température extérieure

Elles ne sont toutefois valables que dans le cas d'une conduite en bande qui permet une adaptation des conditions climatiques à chaque stade de la vie du porcelet sevré.

Les perspectives de recherches dans le domaine des bâtiments de sevrage sont encore nombreuses. Parmi les priorités nous retenons (AUMAITRE et al., 1978) :

- L'étude des possibilités de limiter les dépenses d'énergie pour le chauffage en relation avec l'isolation thermique et par la récupération de la chaleur du bâtiment. En outre l'ajustement des conditions thermiques au comportement du porcelet, moins actif de nuit que le jour, (ACHEBE, 1975) mériterait d'être précisé.
- La qualité de l'air notamment sa teneur en gaz toxiques ou irritants et en poussière. Leurs effets individuels sont plus ou moins bien connus mais on ignore pratiquement tout de leurs effets combinés (ADAM et ANDREAE, 1973).
- L'un des objectifs du bâtiment de sevrage est de contribuer à la réussite du sevrage, il doit fournir également un animal apte à l'engraissement. Dans ce contexte, il serait intéressant de préciser l'influence des performances du porcelet sevré et de sa composition corporelle sur sa carrière ultérieure.
- Enfin, si une taille optimum d'une case peut être définie, tout reste à faire sur celle du bâtiment en relation notamment avec sa charge en porcelets et le microbisme.

BIBLIOGRAPHIE

- ACHEBE Ch., 1975 - Vergleichende Untersuchungen einiger Verhaltensweisen von konventionellen und frühabgesetzten Ferkeln unter Berücksichtigung des Tierschutzes. Thesis. Institut für Tierproduktion der Technischen Universität Berlin. 273 pp.
- ADAM Th., ANDREAE U., 1973 - Zuchtungskunde **45**, 161-178.
- AHERNE F.X., LEWIS A.J., 1977 - Agricultural and Forestry Bulletin. The 56th feeder's day report. pp 8-10.
- AMSTRONG W.D., CLINE T.R., 1977 - J. Anim. Sci., **45**, 1042-1050.
- ARAMBAWELA W.J., NIELSEN H.E., DANIELSEN U., EGGUM B.O., 1975 - Livestock Prod. Sci., **2**, 281-288.
- AUMAITRE A., LE PAN J., BINA L., 1976 - Journées Rech. Porcine en France, I.T.P. éd. Paris, pp 305-315.
- AUMAITRE A., 1978 - Journées Rech. Porcine en France, I.T.P. éd., Paris, pp 251-273.
- AUMAITRE A., BINA L., LE DIVIDICH J., RETTAGLIATTI J., 1978, Bull. Techn. Inf. 193-207.
- BAXTER S.H., 1972 - The implications of early weaning in term of building requirements. In. The improvement of sow productivity. Paper n° 11, pp 123-142.
- BEARS W.H., HACKER R.R., BATRA T.R., 1974 - J. Anim. Sci., **39**, 153 (Abts).
- BINA L., RETTAGLIATI J., BICHON F., AUMAITRE A., 1973 - Journées Rech. Porcine en France I.T.P. éd., Paris, pp 249-262.
- BOND T.E., HEITMAN H., KELLY C.F., 1965 - Trans. A.S.A.E., **8**, 167-169.
- BRENT G., HOVELL D., RIDGEON R.F., SMITH M.J., 1975 - **Early weaning of pigs.** Farming Press Ltd., 134 pp.
- BROBECK J.R., 1960 - Recent. Prog. Horm. Res., **16**, 439-466.
- BRONSCH K., SCHNEIDER D., RIGAL-ANTONELLI F., 1976 - Tierphysiol. Tierenähr. Futtermittelk. **36**, 211-220.
- CAIRNIE A.B., PULLAR J.D., 1957 - J. Physiol. (London), **139**, 15 pp.
- CHEVALIER J., 1971 - Mémoire de fin d'études. E.N.S.F.A. Rennes. 52 pp.
- COMBS G.E., WALLACE H.D., 1970 - Mimeo Series n° AN 70-9. Florida Agric. Exp. Sta. Gainesville, Florida 2 pp.
- DUEE P.H., SEVE B., 1978 - Journées Rech. Porcine en France, I.T.P. éd., Paris, pp, 167-208.
- DYRENDHAL S., HELLEBERG A., EHLERS T., FREDRIKSSON Y., 1958 - Acta Agric. Scand. **8**, 20-40.
- FRASER D., 1978 - Anim. Behav., **26**, 22-30.
- FULLER M.F., 1965 - Brit. J. Nutr., **19**, 531-546.
- FURUUCHI S., SHIMIZU Y., 1976 - Infect. Immun., **13**, 990-992.
- GLATT G., GLENDE P., RICHTER H., 1974 - Tierzucht., **27**, 231-234.
- GORDON W.A.M., 1962 - Brit. Vet. J., **118**, 171-205.
- GUNNARSON H.J., BUTCHBAKER A.F., WITZ R.L., DINUSSON W.E., 1967 - Trans. A.S.A.E., **10**, 715-717 et 722.
- HEITMAN H., LE ROY H., KELLY C.F., BOND T.E., 1961 - J. Anim. Sci. **20**, 543-548.

- HACKER R.R., STEFANOVIC M.P., BATIA T.R., 1973 - J. Anim. Sci., **37**, 739-744.
- HENRY Y., ETIENNE M., 1978 - Journées Rech. Porcine en France, I.T.P. éd., Paris pp 119-166.
- HOLMES C.W., CLOSE W.H., 1977 - **Nutrition and the climatic environment**. W. HARESIGN, H. SWIN and D. LEWIS, ed. Butterworth, London pp 51-73.
- JENSEN A.H., BECKER D.E., HARMON B.G., 1966 - J. Anim. Sci., **25**, 1273 (Abts).
- KOVACS F., RAFAI P., PETHES G., 1974 - Magyar Ao. Lapja, **29**, 531-538.
- KOVACS F., RAFAI P., 1973 - Magyar Ao. Lapja., **28**, 182-187.
- LE DIVIDICH J., AUMAITRE A., BINA L., RETTAGLIATI J., 1976 - Journées Rech. Porcine en France, I.T.P. éd., Paris, pp 317-324.
- LE DIVIDICH J., AUMAITRE A., BERBIGIER P., 1977 - Journées Rech. Porcines en France, I.T.P. éd. Paris pp 297-304.
- LE DIVIDICH J., AUMAITRE A., 1978 - Livestock Prod. Sci., **5**, 71-80.
- LEIBBRANDT V.D., EWAN R.C., SPEER V.C., ZIMMERMAN D.R., 1975 - J. Anim. Sci. **40**, 1070-1076.
- LORENZ J., 1975 - Schweinezucht und Schweinemast., **6**, 170-174.
- LUTTER K., 1977 - Monatsch Vet. Med. **32**, 408-411.
- MITCHELL C.D., SMITH W.J., 1978 - Farm Building Progress **51**, p 7-9.
- MORRISSON S.R., GIVENS R.L., HEITMAN H. Jr, 1976 - Int. J. Biometeor **20**, 337-343.
- MORRISSON S.R., HEITMAN H. Jr, BOND T.E., 1969 - Int. J. Biometeor **13**, 135-139.
- MOUNT L.E., 1965 - In. Energy metabolism. K.L. BLAXTER, Academic Press, éd. London, pp 379-385.
- MOUNT L.E., 1968 - **The climatic physiology of the pig**. Arnold Ltd, London, 271 pp.
- MOUNT L.E., INGRAM D.L., 1965 - Res. Vet. Sci., **6**, 84-91.
- MUHELING A.J., JENSEN A.H., 1961 - Environmental studies with early weaned pigs. Univ. ILL. Agric. Exp. Sta. Bull. 670, 39 pp.
- NAVE W.R., OLVER E.F., 1963 - Proc. Am. Soc. Agric. Eng. Miami Beach, Florida. (cited by JENSEN A.H., 1964, J. Anim. Sci., **23**, 1185-1196).
- NIELSEN H.E., 1976 - Nutrition of early weaned piglets and resulting carcass quality. Paper presented at the 27th annual meeting of E.A.A.P. Zurich, August 23rd-26th.
- NIKULIN U., PURECKIJ V., 1974 - Svinovodstvo, **2**, 20-22.
- PALMER N.C., HULLAND T.T., 1965 - Can. Vet. J. **16**, 310-316.
- PAPP J., 1976 - Weaning time in reflection of behaviour of piglets. Paper presented at the 27th annual meeting of E.A.A.P. Zurich, August 23rd-26th.
- PEDERSEN S., PETERSEN E.S., 1976 - Seartryk of Ugeskr. f. Agron. Hort, Forst. og. Lic. **121**, 1119-1123.
- PHUAH C.H., 1976 - Malaysian Agric. J., **50**, 507-512.
- RAFAI P., PAPP Z., 1976 - Allatenyesztes **25**, 342-350.
- RAMSEY J., 1978 - Proceeding of swine short course. Texas Animal Agriculture Conference April 3-4, pp 15-24.

- RIEGER O., PIEPER E., FIEDLER E., PETRI W., 1972 - Versuchs-und Erfahrungsbericht, Statl Versuchs und Lebranstalt für Schweinezucht und haltung, Forcheim.
- ROUSSEAU P., THELOT O., LATIMIER P., CORLOUER A., 1977 - Post sevrage : nombre de porcelets par case. Document I.T.P. - E.D.E., 14 pp.
- ROUSSEAU P., THELOT O., LATIMIER P., CORLOUER A., 1977 - Cases post-sevrage, comparaison : caillebotis béton - caillebotis métallique. Document I.T.P. - E.D.E. 17 pp.
- RIST M., 1971 - Conférence Internationale du Génie Rurale., Piacenza. Thème 1, 239-245 A.
- SAINSBURY D.W.B., 1967 - **Animal health and housing**. London : Baillière, Tindall P. CASSEL.
- SCHNEIDER D., BRONSCH K., 1973 - Züchtungskunde, **45**, 53-60.
- SCHNEIDER B., BRONSCH K., 1974 - Züchtungskunde, **46**, 366-375.
- SCHREMMER H., KLATT G., 1972 - Monatsch. Vet. Med. **27**, 408-413.
- STOMBAUGH D.P., ROLLER W.L., ADAMS T., TEAGUE H.S., 1973 - Am. J. Physiol., **225**, 1192-1198.
- STOMBAUGH D.P., ROLLER W.L., 1976 - A.S.A.E. Paper n° 76.40600, A.S.A.E., St Joseph, Mich 99085.
- SHARPE H.B.A., 1966 - Res. Vet. Sci. **7**, 74-80.
- SUGAHARA M., BAKER D.H., HARMON B.G., JENSEN A.H., 1970 - J. Anim. Sci. **31**, 59-62.
- STUDZINSKI T., 1972 - J. Physiol. (London) **224**, 305-316.
- SÜSS M., KOLLER G., PESCHLE W., MUGGENTHALER A., 1977 - Bayer Landw Jb, **54**, 232-238.
- VAN DER HEYDE H., 1970 - Conférence Internationale du Génie Rural, Gent. ser 25 1-12.
- VERGEL M.M., HAZEN T.E., 1972 - A.S.A.E. Paper n° 72-416. A.S.A.E., St-Joseph Mich 49085.
- VERSTEGEN M.W.A., 1971 - Thesis 71-2, Mededelingen Landbouwhogeschoal Wageningen, Nederland.
- VERSTEGEN M.W.A., VAN DER HEYDE W., 1976 - E.A.A.P. Publication n° 19 - pp 347-350.
- VERSTEGEN M.W.A., BRASCAMP E.W., VAN DER HEL W., 1978 - Canad. J. Anim. Sci., **58**, 1-13.
- VOLOSCHIK P., MOROZOV V., 1973 - Zhivotnovodstvo, **4**, 74-76.
- VOLOSCHIK P.D., DMITRIEVA N.M., MOROZOV V.N., 1973 - Nauchnye Trudy. Nauchno - Issledovatel'skū Institut Sel'skogo Khozyaistva Tsentral'nykh Raionov Nechernozemnoi Zony. **30**, 59-62.
- ZEBROWSKY Z., RYSKOWSKI J., 1975 - Prace i Mater. Zootechn., **7**, 79-95.
- WHITTEMORE C.T., AUMAITRE A., 1978 - Anim. Prod. **26**, 369 (abstr).