

INFLUENCE DU NIVEAU ALIMENTAIRE DE GESTATION SUR LES PERFORMANCES DE REPRODUCTION ET LE COMPORTEMENT ALIMENTAIRE DE LA TRUIE EN LACTATION

J.Y. DOURMAD

I.N.R.A. Station de Recherches Porcines Saint-Gilles 35590 L'HERMITAGE

Avec la collaboration technique de J.C. HULIN, J. LEBOST, R. LEBONNOIS et J.P. GOURIOU pour les mesures sur animaux, de S. DUBOIS pour la mise au point du système de mesure du comportement et de Christiane VACHOT pour les analyses de laboratoire

INTRODUCTION

Les besoins nutritionnels de la truie en lactation sont étroitement dépendants du niveau de production laitière (NOBLET et ETIENNE 1987, ETIENNE et al 1989). Généralement, l'ingestion spontanée d'aliment ne permet pas de satisfaire ces besoins, sauf chez les truies faibles productrices. Il en résulte une mobilisation importante des réserves corporelles qui peut affecter les performances de reproduction ultérieures (REESE et al, 1984; KING et WILLIAMS, 1984). Divers facteurs sont susceptibles d'influencer le niveau de consommation spontanée d'aliment en lactation (DOURMAD, 1988). En particulier, l'augmentation des apports alimentaires en gestation entraîne une réduction de l'appétit au cours de la lactation suivante (SALMON-LEGAGNEUR 1969, BAKER et al 1968, BUITRAGO et al 1974, BROOKS, 1982; BURLACU, 1983) et s'accompagne toujours d'une perte de poids plus importante (HENRY et ETIENNE, 1978). Aussi, une stratégie d'alimentation cohérente au cours du cycle de reproduction doit tenir compte, non seulement des besoins instantanés mais également des effets éventuels à court ou à moyen terme sur les réserves corporelles et sur l'appétit, ce qui nécessite l'étude des interactions entre l'alimentation en gestation et en lactation.

L'objectif de ce travail est de déterminer l'influence du niveau alimentaire de gestation sur le comportement alimentaire de la truie en lactation et d'en étudier les conséquences sur l'évolution du poids vif et de la composition corporelle sur l'ensemble du cycle.

1. MATERIEL ET METHODES

Quarante huit truies nullipares de race Large-White sont mises en expérience à la saillie, au poids moyen de 147 Kg et suivies durant la gestation et la lactation. Elles sont réparties en trois lots recevant des niveaux alimentaires différents pendant la gestation : 1,8 , 2,25 et 2,7 kg respectivement pour les lots 1, 2 et 3. Pour des raisons pratiques, l'essai est conduit en 12 blocs de 4 truies, l'un des lots étant répété à chaque bloc. Au

cours de la lactation (durée : 28 jours) tous les animaux sont alimentés à volonté dès le lendemain de la mise-bas. Le régime distribué pendant la totalité de l'expérience est l'aliment standard "croissance-lactation" utilisé à la Station (Tableau 1). Au cours de la gestation l'aliment est présenté sous la forme de farine humidifiée. Les truies sont ensuite transférées dans les salles de lactation (100 j de gestation) et reçoivent l'aliment sous la forme de granulés, l'eau étant apportée dans un abreuvoir séparé. En gestation, la ration journalière est distribuée en une seule fois alors qu'en lactation quatre distributions sont effectuées à l'aide d'un dispositif automatique (2h30, 8h30, 14h30, 20h30) afin qu'il y ait en permanence de l'aliment dans l'auge. Les refus sont mesurés chaque matin.

TABLEAU 1
COMPOSITION DU RÉGIME EXPÉRIMENTAL

Composition %	
Blé	23,65
Maïs	18,0
Orge	24,0
Son	5,9
Mélasses de canne	3,0
Tourteau de soja 46	21,1
Carbonate de calcium	1,7
Phosphate bicalcique	1,7
Sel	0,45
C.O.V.	0,5
Caractéristiques nutritionnelles	
ED Calculée (Kcal/kg)	3170
Lysine Calculée, %	8,8
MAT, %	17,7
Cellulose Brute, %	3,6

Les truies sont pesées à la saillie, à 77 jours de gestation, avant et après la mise-bas et au sevrage. Les épaisseurs de lard

dorsal sont mesurée au niveau de la dernière côte à 6,5 cm de part et d'autre de la ligne médiane de l'animal, à la saillie, à la mise-bas et au sevrage.

Les portées sont égalisées à la naissance à 11 porcelets en moyenne. Les porcelets reçoivent un aliment complémentaire à partir de 21 jours d'âge et sont pesés à 0, 13, 21, et 28 jours.

La composition corporelle des truies (poids de gras et de muscle) à la mise-bas et au sevrage est estimée à partir d'équations obtenues sur des animaux similaires en prenant en compte le poids vif et l'épaisseur de lard dorsal (ETIENNE et al, 1989). De même le bilan énergétique de lactation est calculé en supposant que le besoin énergétique d'entretien est de 110 KcalEM/Kg^{0,75} et que le rendement d'utilisation de l'énergie métabolisable (EM) pour le lait est 72% (NOBLET et ETIENNE, 1987). La quantité d'énergie exportée dans le lait est estimée à partir de la croissance de la portée (NOBLET et ETIENNE, 1989).

Le comportement alimentaire des truies au cours de la lactation est mesuré à l'aide d'une cellule infra-rouge placée dans

l'auge. A partir des enregistrements (sur micro-ordinateur), on a déterminé le temps de présence des animaux à l'auge en fonction de l'heure de la journée et du stade de lactation ainsi que le nombre d'accès à l'auge et la durée des repas. Pour le dépouillement des séquences alimentaires, la durée minimale d'un repas a été fixée à 60 secondes et l'intervalle entre deux repas à 15 minutes. L'ensemble des données de l'expérience ont été analysées à l'aide du modèle linéaire généralisé (SAS, 1985).

2. RESULTATS

2.1. Gestation

Les variations pondérales des truies pendant la gestation sont présentées dans le tableau 2. L'augmentation du niveau alimentaire de gestation entraîne un accroissement significatif du gain de poids total et du gain net: la réponse est strictement linéaire au cours des deux premiers tiers de la gestation, alors que, pendant le dernier tiers, seule la croissance des truies du lot 1 est inférieure.

TABEAU 2
EVOLUTION DU POIDS ET DE LA COMPOSITION CORPORELLE DES TRUIES AU COURS DE LA GESTATION.

	Lot 1	Lot 2	Lot 3	Er (3)	Effet Bloc (3)	Effet Lot (3)
Niveau alimentaire, Kg/j	1,80	2,25	2,70	●	●	●
Poids, Kg						
A la saillie	148,9	145,1	148,5		**	
Gain total	55,3	70,4	82,7	6,6		***
Gain net	37,1	53,3	64,3	5,6		***
Gain 0-77j	36,5	45,3	56,0	4,5	●	***
Gain 77-112j	19,0	25,5	28,0	4,5		***
Epaisseurs de lard, mm						
A la saillie	19,4	18,4	17,8	2,3	***	
Gain saillie mise-bas	4,2	8,0	11,4	2,9	**	***
Composition corporelle à la mise-bas, Kg						
Gras(1)	32,5	38,1	42,4	3,03	***	***
Muscle(2)	79,5	86,3	91,8	5,3	**	***

(1) Les données ont été ajustées pour l'épaisseur de lard à la saillie, la pente de la covariable est 1,24 P<0,001

(2) Les données ont été ajustées pour le poids vif à la saillie, la pente de la covariable est 0,37 P<0,001

(3) Signification statistique: Er Ecartype Résiduel

*** P<0,001; ** P<0,01; * P<0,05; ● P<0,10; NS P>0,10

L'épaisseur de lard dorsal augmente pour tous les lots entre la saillie et la mise-bas : 4,2, 8,0 et 11,4 mm respectivement pour les lots 1, 2 et 3, l'effet du traitement étant hautement significatif. La composition corporelle des truies à la mise-bas est également affectée. En effet, les truies des lots 2 et 3 déposent respectivement 4,4 et 8,8 Kg de gras et 5,8 et 11,1 kg de muscle de plus que celles du lot 1. Enfin, aucun des critères de reproduction n'est affecté par le niveau alimentaire de gestation.

2.2 - Lactation

Au cours de la lactation deux truies (une du lot 1 et une du lot 3) ont été éliminées en raison de problèmes sanitaires.

Consommation alimentaire

Les résultats concernant le niveau spontané de consommation

alimentaire sont rapportés au tableau 3. Globalement, sur l'ensemble de la lactation, on observe un effet du traitement de gestation ($P < 0,06$), les truies du lot 3 consommant signifi-

cament moins d'aliment que celles des lots 1 et 2 (4,3 Kg/j vs 4,9 et 4,7 pour les lots 1 et 2). La différence est marquée au cours de la première semaine de lactation et s'estompe par la suite.

TABEAU 3
CONSOMMATION ALIMENTAIRE SPONTANÉE AU COURS DE LA LACTATION (KG/JOUR)

	Lot 1	Lot 2	Lot 3	Er	Effet Bloc	Effet Lot
Semaine 1	4,69	4,64	3,67	0,97	•	**
Semaine 2	4,55	4,80	4,03	1,26		
Semaine 3	5,02	4,69	4,76	1,17		
Semaine 4	5,09	4,85	4,87	0,91		
Semaines 1 à 2	4,62	4,72	3,85	1,03		*
Semaines 1 à 3	4,85	4,71	4,16	1,00		*
Semaines 1 à 4	4,89	4,73	4,30	0,93		•

Variations du poids vif et de la composition corporelle

Bien que toutes les truies perdent du poids en lactation, on observe un effet marqué du traitement de gestation sur ce critère, les truies des lots 2 et 3 perdant respectivement 7,4 et 12,4 Kg de plus que celles du lot 1 (tableau 4). Cette perte de

poids s'accompagne d'une réduction de 8,2 mm de l'épaisseur de lard dorsal dans le lot 1 contre 10,2 et 11,4 mm dans le lot 2 et le lot 3. L'évolution de la composition corporelle en lactation est affectée par le traitement de gestation. On observe ainsi une augmentation significative de la mobilisation de gras et de muscle à la fois entre les lots 1 et 2 et entre les lots 2 et 3.

TABEAU 4
EVOLUTION DU POIDS VIF, DE L'ÉPAISSEUR DE LARD DORSAL ET DE LA COMPOSITION CORPORELLE ENTRE LA MISE-BAS ET LE SEVRAGE

	Lot 1	Lot 2	Lot 3	Signification statistique		
				Er	Effet Bloc	Effet Lot
Variation de :						
Poids, kg	-12,2	-19,6	-24,6	9,3	*	**
Épaisseur de lard dorsal, mm	-8,2	-10,2	-11,4	3,9	*	
Gras (1), kg	-10,1	-12,3	-14,8	4,67		*
Muscle (1), kg	-5,8	-9,6	-11,8	4,5	•	**
Valeurs ajustées (2)						
Poids, kg	-14,5	-19,3	-23,7	3,7	*	**
Épaisseur de lard dorsal, mm	-9,2	-10,4	-10,1	3,3	*	
Gras, kg	-11,4	-13,2	-13,2	3,7	*	
Muscle, kg	-6,9	-9,2	-11,3	3,0	**	**

(1) Calculé (voir matériel et méthode)

(2) Les données sont ajustées par analyse de covariance en fonction de la consommation alimentaire et de la production d'énergie dans le lait.

Croissance de la portée et bilan énergétique calculé

En moyenne les truies ont sevré 9,9 porcelets, les performances de croissance de la portée n'étant pas affectées par le

niveau alimentaire de gestation (tableau 5). Il en résulte que la quantité d'énergie exportée dans le lait et les besoins correspondants en EM sont comparables pour les trois lots. Les

besoins énergétiques d'entretien en lactation augmentent avec le poids métabolique et, de ce fait, varient significativement suivant le niveau alimentaire de gestation. Compte tenu des différences en EM ingérée, le bilan énergétique calculé

(énergie fixée) est affecté significativement : -2365, -3284 et -4180 Kcal/j respectivement pour les lots 1, 2 et 3, ce qui correspond à une sous consommation d'aliment par rapport aux besoins de 0,95, 1,32 et 1,67 Kg/jour

TABLEAU 5

CROISSANCE DE LA PORTEE (G/J) ET BILAN ENERGETIQUE CALCULE EN LACTATION (KCAL / JOUR)

	Lot 1	Lot 2	Lot 3	Er	Effet Bloc	Effet Lot
Porcelets sevrés	10,0	10,1	9,5	1,7		
Croissance de la portée, g/j	2103	2081	2176	433		
Bilan énergétique				2573	*	*
- Energie ingérée	14868	14210	12920	2790		
- Besoins d'entretien	5388	5599	5859	225	***	***
- EM pour le lait	12186	12616	12159	2732	*	
- Energie fixée (1)	- 2365	- 3284	- 4180	- 2110	*	*

(1) (EM ingérée - EM entretien - EM lait)*0,72/0,88 (d'après Noblet et Etienne, 1987).

Comportement alimentaire

Au cours de la lactation, le temps passé à l'auge représente 54 minutes par jour (tableau 6). On note un effet hautement significatif du traitement de gestation sur ce critère. Ainsi pour les lots 1, 2 et 3 les durées sont respectivement de 60,3, 52,8, et 50,7 minutes/j. Le nombre d'accès quotidien à l'auge est en moyenne de 7, 5,8 et 7,4; il est significativement inférieur pour

le lot 2 (tableau 6). D'autre part, le temps de présence à l'auge et le nombre d'accès augmentent avec le stade de lactation. La quantité d'aliment consommée par seconde de présence à l'auge ne diffère pas significativement suivant le lot (1,35 g/s), par contre elle diminue significativement avec l'avancement de la lactation (tableau 6).

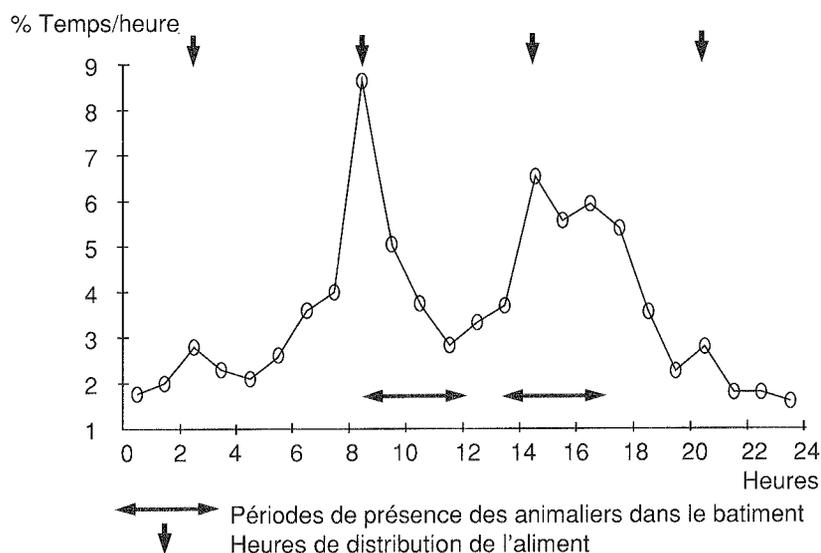
TABLEAU 6

EFFET DU NIVEAU ALIMENTAIRE DE GESTATION ET DU STADE DE LACTATION SUR LE COMPORTEMENT ALIMENTAIRE DES TRUIES PENDANT LA LACTATION

	Lot 1	Lot 2	Lot 3	effet lot	Sem. 1	Sem. 2	Sem. 3	Sem. 4	effet semaine	Er
Temps, mn	60,3	52,8	50,7	**	42,8	50,6	59,0	65,6	***	16,0
Nombre de repas /jour	7,0	5,8	7,4	**	5,9	7,1	7,1	6,6	**	2,1
Vitesse d'ingestion, g/s	1,41	1,52	1,53	NS	1,70	1,49	1,43	1,34	***	0,37

FIGURE 1

EVOLUTION DE L'ACTIVITE ALIMENTAIRE DE LA TRUIE EN LACTATION AU COURS DU NYCTHEMERE.



L'évolution de l'activité alimentaire au cours du nycthémère n'étant pas affectée par le niveau alimentaire de gestation, les données des 3 lots ont été regroupées pour l'étude de ce facteur. Dans les conditions de l'expérience, l'activité alimentaire est essentiellement diurne. En effet près de 70% du temps de présence à l'auge a lieu entre 8 et 19 heures. Sur la figure 1 on peut noter l'existence de deux périodes privilégiées de consommation : entre 8h et 11h et entre 14h et 18h. Deux autres pics beaucoup moins marqués apparaissent à 2h et 20h soit au moment des distributions d'aliment.

2.3 - Bilan de cycle

La quantité supplémentaire d'aliment consommé en lactation par les truies des lots 1 et 2 compense partiellement les niveaux plus faibles pratiqués en gestation. En moyenne, sur l'ensemble du cycle la consommation journalière d'aliment est de 2,4, 2,7 et 3 Kg respectivement pour les lots 1, 2 et 3.

L'évolution pondérale au cours du cycle de reproduction (saillie - sevrage) est positive dans les trois lots (tableau 7). Le bilan

TABLEAU 7
ÉVOLUTION DU POIDS VIF ET DE L'ÉPAISSEUR DE LARD DORSAL ENTRE LA SAILLIE ET LE SEVRAGE

	Lot 1	Lot 2	Lot3	Er	Effet	
					Bloc	Lot
Poids, kg	24,9	33,7	39,7	11,5		*
Épaisseur de lard dorsal, mm	- 4,05	- 2,20	- 0,03	2,28	*	***

pondéral des truies des lots 2 et 3 est supérieur à celui du lot 1 de respectivement 8,8 et 14,8 Kg alors qu'après la mise-bas l'écart était de 16,2 et 27,6 Kg. Sur la même période, on constate une réduction de l'épaisseur de lard dorsal, l'effet du traitement étant linéaire. Il en résulte que sur le cycle, l'épaisseur de lard est maintenue seulement pour les truies du lot 3.

DISCUSSION-CONCLUSION

Consommation alimentaire

L'augmentation des apports alimentaires en gestation se traduit par une réduction du niveau de consommation spontanée en lactation. Ce résultat est en accord avec les observations de SALMON-LEGAGNEUR (1969), BAKER et al (1968), BUI-TRAGO et al (1974). On peut estimer à partir de cet essai à 200 g par jour la réduction de consommation consécutive à un accroissement des apports énergétiques de 1000 Kcal/j en gestation. DOURMAD (1987) estime cet effet à 170 g/j à partir de la bibliographie.

Peu d'explications à ce phénomène ont été proposées jusqu'à présent. Il semble que l'état des réserves corporelles à la mise-bas, en particulier adipeuses, soit le principal facteur explicatif. En effet, la prise en compte de l'épaisseur de lard à la mise-bas comme covariable dans l'analyse statistique fait disparaître complètement l'effet du niveau alimentaire de gestation. On peut ainsi établir une relation entre l'épaisseur de lard dorsal à la mise-bas et le niveau de consommation spontanée en lactation. Au cours de la première semaine la pente est de -95 g/j/mm de lard et de -64 g/j/mm en moyenne sur la lactation (EQ 1 et 2 ci-après). Cette hypothèse est en accord avec la théorie lipostatique de régulation de l'appétit mise en évidence principalement chez le rat (LE MAGNEN, 1985).

Le niveau de consommation est également lié au niveau de production laitière (EQ 3 et 4) sans que l'on puisse définir lequel des deux facteurs est déterminant. On peut cependant penser que, compte tenu de l'absence d'effet à court terme d'une restriction alimentaire sur le niveau de production

(O'GRADY et al, 1975, NOBLET et ETIENNE, 1987), il s'agirait d'un effet du niveau de production laitière sur le niveau de consommation et non l'inverse. L'augmentation de la production de lait de 1 Mcal/j s'accompagne ainsi d'un accroissement de la consommation de 190 g/j environ, soit 0,57 Mcal d'EM ou encore l'énergie nécessaire pour produire 0,4 Mcal de lait. L'augmentation de consommation couvre donc seulement 40% du besoin énergétique supplémentaire.

EQ 1 : Cons. S1 = 6835 - 94.6xUSDOS R = 0.49
EQ 2 : Cons. S1à4 = 6314 - 63.4xUSDOS R = 0.39
EQ 3 : Cons. S1 = 4989 - 87.8xUSDOS +188xELSEV R = 0.61
EQ 4 : Cons. S1à4 = 4411 - 56.5xUSDOS +194xELSEV R = 0.59

SEM.1 : Consommation au cours de la semaine 1 (g/j)
SEM 1 à 4 : Consommation au cours de la semaine 1 à 4 (g/j)
USDOS : Épaisseur de lard à la mise-bas (mm)
ELSEV : Énergie du lait (Mcal /j)

Pour des régimes équilibrés en protéines et en acides aminés la régulation du niveau alimentaire est basée essentiellement sur l'ingéré énergétique. Aussi, pour assurer des apports journaliers convenables en nutriments (acides aminés, minéraux etc) est-il important d'ajuster le rapport nutriments / énergie en fonction de l'appétit des animaux. Une alimentation libérale en gestation devrait donc s'accompagner de régimes plus riches en certains nutriments en lactation (acides aminés, minéraux) (ETIENNE et al, 1989).

Comportement alimentaire

A notre connaissance, aucune autre étude du comportement alimentaire n'a été réalisée chez la truie en lactation. Par contre, chez le porc à l'engrais alimenté à volonté et soumis à une variation nycthémérale de l'éclairage, plusieurs auteurs montrent, en accord avec les résultats de cet essai, que l'activité alimentaire du porc est essentiellement diurne (AUFFRAY et MARCILLOUX, 1983; WANGSNESS et al, 1980; MONTGOMERY et al, 1978). De même WANGSNESS et al (1980) et MONTGOMERY et al (1978) mettent en évidence chez le porc à l'engrais deux à trois périodes préférentielles de consommation, à des moments correspondant bien

à ceux observés ici. On peut penser que cette répartition est sous l'influence de différents paramètres de l'environnement: la luminosité, le rythme d'apport de l'aliment ou encore l'activité humaine dans le bâtiment.

Le nombre de prises alimentaires, en moyenne de 6,7 par jour, est voisin de ce qui est obtenu chez le porc en croissance : 8,5 (LIANG et al, 1983) et 9,3 (MONTGOMERY et al, 1978) ou le porc adulte : 5 à 6 (AUFFRAY et al, 1983). LIANG et al (1983) ont montré que la vitesse d'ingestion augmente avec le poids vif (0,2 g/s à 20 Kg et 0,8 g/s à 80 Kg). Chez le porc Large-White adulte AUFFRAY et MARCILLOUX (1983) obtiennent une vitesse d'ingestion de 1,23 g/s très voisine de ce que nous observons chez la truie en lactation.

En conclusion, la réduction de consommation observée dans le lot 3, et dans une moindre mesure dans le lot 2, résulte donc principalement d'une diminution de la durée des repas et de la quantité ingérée par repas, sans que le nombre ou le rythme de ces repas ne soit affecté.

Variation pondérale et composition corporelle

L'accroissement des apports alimentaires en gestation (énergie et nutriments) entraîne une augmentation importante du gain total et du gain net de gestation qui s'explique par des dépôts maternels au niveau du tissu adipeux et musculaire plus importants. L'augmentation du gain net entre le lot 1 et le lot 3 (+15%) est comparable à celle du muscle (+15,5%) mais reflète assez mal l'effet sur l'épaisseur le lard dorsal (+32%) et la quantité de lipides (+30%). Le poids vif et le gain net ne sont donc pas des indicateurs suffisants de l'état des réserves adipeuses ou énergétiques à la mise bas, en accord avec les résultats de WHITTEMORE et al (1988), WALACH-JANIACK et al (1986) et DOURMAD (1987).

L'influence du niveau alimentaire de gestation sur les varia-

tions pondérales en lactation a été mis en évidence aussi bien pour un niveau alimentaire constant en lactation (HENRY et ETIENNE, 1978; CASTAING et al, 1988; WHITTEMORE et al, 1988) qu'en alimentation à volonté (SALMON-LEGAGNEUR, 1969; BAKER et al, 1968; BUITRAGO et al, 1974). Dans notre étude, il est difficile de dissocier les effets directs du niveau alimentaire de gestation de ceux du niveau d'ingestion de lactation. Cependant lorsque l'on ajuste les données pour une même consommation en lactation (4,64 Kg/j) et une même production laitière (8875 Kcal / j) (tableau 4) on constate que l'effet du traitement de gestation persiste sur la perte de poids vif ou de muscle mais n'est plus significatif pour les variations d'épaisseur de lard ou de quantité de gras. L'augmentation de la mobilisation de lipides consécutive à une élévation du niveau alimentaire de gestation s'expliquerait donc essentiellement par la réduction du niveau de consommation alors que la mobilisation dans le muscle serait aussi liée à l'état de la masse musculaire à la mise-bas. Dans cette expérience, les apports azotés de gestation étaient très élevés, ce qui a favorisé les dépôts de protéines musculaires (DOURMAD, 1987). Ceci explique en partie les effets importants observés sur la perte de poids et de muscle durant la lactation. Sur l'ensemble du cycle (saillie-sevrage), le bilan pondéral est positif alors que l'épaisseur de lard dorsal diminue. Ne disposant pas d'équations d'estimation de la quantité de gras à la saillie, il n'est pas possible de calculer la variation de la masse adipeuse sur l'ensemble du cycle. On peut penser qu'elle évolue de la même manière que l'épaisseur de lard dorsal. Un bilan pondéral positif (+27,9, +33,7 et +39,7 Kg respectivement pour les lot 1, 2 et 3) peut donc s'accompagner d'une stabilisation voire d'une diminution des réserves énergétiques et adipeuses. Ce phénomène a été clairement mis en évidence par ETIENNE et al (1982), ETIENNE (1987) et WHITTEMORE et al (1988), et modélisé par WILLIAMS et al (1985) et DOURMAD (1987). Ceci montre le risque de raisonner les apports alimentaires uniquement en fonction d'objectifs de gain de poids (ARC, 1981), sans tenir compte de l'évolution de la composition corporelle.

BIBLIOGRAPHIE

- A.R.C.(Agricultural Research Council), 1981. In : The nutrient Requirements of Pigs. Commonwealth Agri. Bureaux, UK, 307 p.
- AUFFRAY P., MARCILLOUX J.C., 1983. *Reprod. Nutr. Dévelop.*, **23**,517-524.
- BAKER D.H., BECKER D.E., NORTON H.W., SASSE C.E., JENSEN A.H., HARMON B.G., 1968. *J. Nutrition*, **97**, 489-495.
- BROOKS P.H., 1982. *Proceedings Pig Veterinary Society*, **9**, 84-102.
- BUITRAGO J. Al, MANER J.H., GALLO J.T., POND W.G., *J. Anim. Sci.*, **39**, 47-52.
- DOURMAD J.Y., 1987. *Journées Rech. Porcine en France*, **19**, 203-214.
- DOURMAD J.Y., 1988. *INRA Prod. Anim.*, **1**,141-146.
- ETIENNE M., PICHOT J.P., DESMOULIN B.,1982. *Journées Rech. Porcine en France*, **14**, 97-108.
- ETIENNE M., NOBLET J., DOURMAD J.Y., FORTUNE H., 1989. *Journées Rech. Porcine en France*, **21**, 101-108.
- HENRY Y., ETIENNE M., 1978. *Journées Rech. Porcine en France*, **10**,119-165.
- KING R.H., WILLIAMS I.H., 1984. *Anim. Prod.*, **38**,241-247.
- LIANG CHOU HSIA, WOOD-GUSH, 1983/84. *Applied Animal Ethology*, **11**, 271-282.
- LE MAGNEN J. 1985, In : *Hunger*, Cambridge University Press, London, pp 160.
- MONTGOMERY G.W., FLUX D.S., CARR J.R., 1978. *Physiology and Behavior*, **20**, 693-698.
- NOBLET J., ETIENNE M., 1987. *Journées Rech. Porcine en France*, **19**, 197-202.
- NOBLET J., ETIENNE M., 1989. *J. Anim. Sci.*, Sous Presse.
- O'GRADY J.F., ELSLEY F.W.H., Mac PHERSON R.M., Mac DONALD I., 1973. *Anim. Prod.*, **17**, 65-74.
- REESE D.E., PEO E.R., LEWIS A.J., 1984. *J. Anim. Sci.*, **58**,1236-1244.
- SALMON-LEGAGNEUR, 1969. *Journées Rech. Porcine en France*, **12**, 77-81.
- SAS/STATtm Guide for Personal Computer, Version 6 Edition.
- WALACH-JANIACK M., RAJ St., FANDREJEWski H., 1986. *Live-stock Production Science*, **15**, 249-260.
- WANGSNESS P.J., GOBBLE J.L., SHERRITT G.T., 1980. *Physiology and Behavior*, **24**, 407-410.
- WHITTEMORE C.T., SMITH W.C., PHILLIPS P., 1988. *Anim. Prod.*, **47**, 123-130.
- WILLIAMS I.H., CLOSE W.H., COLE D.J.A., 1985. In : *Recent Advances in Animal Nutrition*, Butterworths, London, pp. 133-147.