

## LA RECONSTITUTION DES RÉSERVES CORPORELLES CHEZ LA TRUIE MULTIPARE EN GESTATION : influence des apports d'énergie

M. ETIENNE (1), J.Y. DOURMAD (1), A. BARRIOS (2), J. NOBLET (1)

(1) Institut National de la Recherche Agronomique - Station de Recherches Porcines - 35590 Saint-Gilles.

(2) Instituto de Investigaciones Porcinas - Apartado 10132 - Punta Brava - La Havane - Cuba.

avec la collaboration technique de Nadine MÉZIERE, Christiane VACHOT, J.C. HULIN, J. LEBOST, Y. LEBRETON, A. ROGER.

Une expérience portant sur 21 truies multipares de race Large White a été effectuée afin de déterminer l'influence du niveau des apports d'énergie en gestation sur la reconstitution des réserves corporelles. A la saillie (numéro de portée: 4,9) qui suivait une lactation de 26 jours durant laquelle elles avaient perdu en moyenne 37,2 kg de poids vif, les femelles étaient réparties dans 3 lots recevant quotidiennement les mêmes quantités de protéines (330 g), d'acides aminés indispensables, de minéraux et de vitamines, mais des niveaux d'énergie différents: 7,43, 8,83 et 10,38 Mcal ED respectivement dans les lots B, M et H. Leur bilan azoté était mesuré pendant des périodes d'une semaine à 11, 32, 53, 82 et 102 jours de gestation. Leur poids et leur épaisseur de lard dorsal étaient mesurés régulièrement, et une biopsie de gras dorsal était prélevée au début, au milieu et à la fin de la gestation afin de suivre l'évolution du volume des adipocytes. Elles étaient abattues à 112 jours de gestation et les divers organes étaient pesés. Leur carcasse était découpée et disséquée en 4 compartiments: graisses externes et internes, muscles et gras intermusculaire, os et peau. Afin d'estimer leur composition corporelle au début de la gestation, 24 truies comparables servant de témoins, ayant subi le même traitement de lactation, étaient abattues une semaine après le sevrage et disséquées.

Le gain net de gestation des truies augmente avec les apports énergétiques, passant de 26 à 47 et à 59 kg respectivement dans les lots B, M et H. Les bilans mettent en évidence deux périodes pendant lesquelles la rétention azotée s'élève, l'une un mois après la saillie qui correspond à une augmentation de l'accrétion de protéines dans les tissus maternels, et l'autre pendant la deuxième moitié de la gestation qui est due à la croissance foetale. Pendant toute la gestation, l'énergie de l'aliment constitue le principal facteur limitant du dépôt azoté chez les truies multipares, tout au moins jusqu'au niveau de 10,4 Mcal ED/jour dans le cas d'un régime apportant quotidiennement 330 g de protéines et 13,8 g de lysine. Lorsque l'on augmente les apports d'énergie, le gain de poids des compartiments musculaire et adipeux, et la part du tissu adipeux dans ce gain, vont en augmentant. Cependant, les possibilités de reconstitution des réserves corporelles maternelles vont en se réduisant vers la fin de la gestation alors que la croissance des foetus s'accélère. Ce phénomène est particulièrement net dans le cas du tissu adipeux dont le poids ne s'accroît plus, voire même diminue pendant la deuxième moitié de la gestation chez les truies du lot B recevant des apports d'énergie proches des normes actuelles. Les recommandations en énergie des truies multipares en gestation doivent donc tenir compte de la diminution des réserves de protéines musculaires et de lipides qui sont intervenues au cours de la lactation précédente.

### **Reconstitution of body reserves in multiparous sows during pregnancy. Effects of energy intake.**

An experiment involving 21 Large White sows was undertaken to determine the effects of energy intake during pregnancy on the reconstitution of body reserves. The sows were allocated in three groups at mating (mean parity number : 4.9) that followed a 26-d lactation during which they lost 37.2 kg bodyweight. They received the same daily amount of protein (330 g), essential amino acids, minerals and vitamins, but different energy levels: 7.43, 8.83 and 10.38 Mcal DE in groups B, M and H, respectively. Nitrogen retention was measured during 7-d periods at 11, 32, 53, 82 and 102 days of gestation. Sows body weight and backfat depth were regularly measured and a backfat biopsy was taken in early, mid and late pregnancy in order to measure the evolution of the size of the adipocytes. They were slaughtered at 112 days of pregnancy and the different organs were weighed. Their carcass was dissected into four parts: external plus internal fat, muscle with intermuscular fat, bones and skin. Additional 24 multiparous sows similarly treated during lactation, used as controls, were slaughtered one week after weaning and dissected in order to predict the initial composition of the experimental sows.

Net gain of pregnancy increased with energy level and amounted 26, 47 and 59 kg in groups B, M and H, respectively. The balances showed two periods during which nitrogen retention increased. The first one which occurred at one month of gestation correspond to an increased nitrogen deposition in maternal tissues. The second one occurred during the second half of pregnancy and was related to foetal growth. During the whole gestation, energy level was the main limiting factor of nitrogen deposition in sows, at least until 10.4 Mcal DE/day, in the case of diets which supplied 330 g protein and 13.8 g lysine daily. When energy intake was elevated, the weight gain of muscle and fat and the fat/muscle ratio in weight gain were increased. However, the possibilities for maternal body reconstitution decreased towards the end of pregnancy when foetal growth increased. This is more obvious for adipose tissue whose weight no more increased or even decreased during the second half of pregnancy for the group B sows which received an energy allowance close to most present recommendations. Energy requirements of pregnant sows should then take into account the muscle and fat losses which occur during the previous lactation.

## INTRODUCTION

Pendant les cycles de reproduction, le poids de la truie fluctue au rythme des phases de gestation et de lactation qui se succèdent. Ces variations traduisent essentiellement l'alternance de périodes de réplétion et de déplétion des réserves corporelles maternelles. En effet, en raison de l'inadéquation entre les besoins nutritionnels importants liés à la production laitière (NOBLET et al., 1988) et l'appétit limité des truies (O'GRADY et LYNCH, 1978; DOURMAD, 1988, 1989), ces réserves sont généralement mises à contribution après la parturition. La gestation apparaît dès lors comme une période propice à leur reconstitution. Aussi, dans l'approche des besoins énergétiques des truies reproductrices basée sur la démarche factorielle qui est proposée par NOBLET et al. (1990), les recommandations de gestation prennent également en compte le besoin résultant du déficit énergétique pendant la lactation précédente.

Cependant, s'il est désormais relativement aisé de raisonner en termes d'énergie, on connaît encore mal la nature et l'importance des tissus mobilisés pendant la lactation ou reconstitués pendant la gestation. Le tissu musculaire semble doué d'une grande plasticité, son poids pouvant, avec la même amplitude, diminuer en lactation (DUEE et al., 1983; ETIENNE et al., 1985, 1989) ou augmenter durant la gestation (DOURMAD, 1987; ETIENNE, 1991). Au contraire, les réserves lipidiques semblent plus difficiles à reconstituer puisque d'après WHITTEMORE et al. (1980, 1988), elles vont en diminuant au fur et à mesure des cycles de reproduction, alors que le poids des truies augmente. Ce problème se trouve aggravé par les conditions actuelles de production, les truies étant mises à la reproduction avec des réserves adipeuses limitées (DOURMAD et al., 1990) et un appétit réduit alors que leur productivité est de plus en plus élevée. De nombreux travaux récents réalisés par les équipes de REESE aux USA, de KING en Australie et de KIRKWOOD au Canada montrent qu'une déplétion excessive des réserves corporelles pendant la lactation est préjudiciable à la reproduction chez la truie. Aussi, de

façon à pouvoir maîtriser les modifications tissulaires, il est indispensable de les caractériser de façon précise, notamment dans leurs relations avec les apports nutritionnels au cours des diverses phases du cycle de reproduction. Compte tenu de l'absence de données sur les femelles multipares à productivité élevée, nous avons entrepris un programme expérimental destiné à préciser l'influence des apports nutritionnels pendant la gestation sur les modifications de leur composition tissulaire.

## 1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

### 1.1. Déroulement de l'expérience

L'expérience a été réalisée en deux répétitions successives sur des truies multipares Large White sélectionnées à la parturition. De façon à stimuler leur production laitière, les portées étaient égalisées à 11 à 12 porcelets à la naissance, et le sevrage était effectué à l'issue d'une lactation de  $26 \pm 1$  jours. Elles recevaient un régime de lactation de composition classique à raison de 2,5 kg le 1er jour, 3,5 kg le 2ème, puis 4,5 kg/jour jusqu'au sevrage afin de provoquer une mobilisation importante de leurs réserves corporelles.

L'étude proprement dite se déroulait pendant la gestation suivante. Les truies étaient inséminées au 1er retour en oestrus après sevrage, et seules celles ayant un intervalle sevrage-saillie fécondante de moins de 7 jours étaient gardées en expérience. Compte tenu des contraintes expérimentales, 21 truies effectivement gravides ont été utilisées. Elles pesaient  $208,4 \pm 16,5$  kg à la saillie, et leur numéro de portée était alors de  $4,9 \pm 1,5$ . Elles ont été réparties en 3 lots B, M et H et recevaient respectivement 2,3, 2,7 et 3,1 kg d'aliment/jour distribué en un seul repas pendant toute la gestation. La composition des régimes est rapportée dans le tableau 1. Les niveaux quotidiens d'ingestion de protéines, d'acides aminés indispensables, de minéraux et de vitamines étaient les mêmes pour tous les animaux, alors que les apports d'énergie diges-

**TABLEAU 1**  
COMPOSITION DES RÉGIMES ET RÉSULTATS D'ANALYSE

Lot	B	M	H
<b>Niveau alimentaire, kg/jour</b>	2,3	2,7	3,1
<b>Composition, %</b>			
Blé	20,00	17,04	14,84
Orge	25,00	21,30	18,54
Maïs	32,04	27,29	23,77
Tourteau de soja	8,52	7,26	6,32
Son de blé	10,00	8,52	7,42
Amidon de maïs	-	14,81	25,81
Phosphate bicalcique	1,05	0,89	0,78
Carbonate de calcium	2,37	2,02	1,76
Sel	0,52	0,44	0,39
Oligo éléments et vitamines	0,50	0,43	0,37
<b>Résultats d'analyse</b>			
Matière sèche (%)	87,6	87,4	87,2
Matière organique (%)	81,4	82,1	82,5
Matières azotées (Nx6,25, %)	14,8	12,1	10,8
Energie brute (kcal/g)	3760	3740	3711

tible (ED) différaient entre les lots. Ils étaient en moyenne de 330 g de protéines, et de 7,43 ; 8,83 et 10,38 Mcal ED respectivement dans les lots B, M et H. Les truies étaient maintenues au même régime jusqu'à l'abattage à 111,9 ± 0,9 jours de gestation.

Un lot témoin de 24 truies multipares a également été constitué afin d'estimer les modifications de la composition corporelle des truies expérimentales pendant la gestation. Ces femelles, qui avaient subi le même traitement en lactation et se trouvaient dans la même gamme d'âge et de poids que les truies expérimentales, ont été abattues environ une semaine après le sevrage.

## 1.2. Mesures effectuées

### 1.2.1. Bilans digestifs et métaboliques

Des bilans nutritionnels étaient effectués pendant 7 jours sur toutes les truies à 5 stades de la gestation, en moyenne à 11, 32, 53, 82 et 102 jours post coïtum. Trois bilans complets (fèces et urines) ont été mesurés sur chaque truie au cours de la première répétition (en principe, aux 1<sup>er</sup>, 3<sup>me</sup> et 5<sup>me</sup> stades) et deux au cours de la deuxième (en principe aux 1<sup>er</sup> et 5<sup>me</sup> stades). L'urine seule était collectée aux autres stades de mesure. Elle était recueillie sur acide au moyen de sondes vésicales maintenues en place pendant les 7 jours de chaque période de mesure. Sur des échantillons d'aliments représentatifs de la consommation des truies et de fèces, on déterminait les taux de matière sèche et de matière organique, les teneurs en azote par la méthode de Kjeldahl et en énergie dans un calorimètre adiabatique. Sur les urines, on mesurait également la teneur en azote. Afin de connaître l'énergie métabolisable des aliments, la concentration en énergie de l'urine était mesurée sur des échantillons lyophilisés représentatifs des périodes pendant lesquelles les fèces étaient également récoltées.

### 1.2.2. Mesures sur animaux

Les truies étaient pesées après la mise bas et au sevrage précédant l'expérience, à la saillie, puis avant et après chaque période de collecte et à l'abattage. Les épaisseurs de lard étaient mesurées aux ultra-sons à 65 mm de part et d'autre de la ligne médiane aux niveaux de l'épaule et du dos à la parturition et au sevrage au cycle précédent, puis toutes les 2 semaines à partir de la saillie et le jour de l'abattage. Un échantillon de lard sous-cutané dorsal était prélevé grâce à un pistolet à biopsie au début et au milieu de la gestation, et à l'abattage en fin de gestation. Après dilacération du tissu adipeux, les adipocytes étaient fixés au tétroxyde d'osmium et séparés à l'urée selon la méthode de HIRSCH et GALIAN (1968) modifiée par ETHELTON et al. (1977). Pour chaque échantillon, on établissait les histogrammes de répartition du diamètre et du volume des adipocytes estimés par microscopie optique couplée à un logiciel d'analyse d'image mis au point par J.C. FOLMER (INRA du Magneraud). Les mêmes mesures et prélèvements que ceux réalisés sur les truies expérimentales étaient effectués pendant la lactation et à l'abattage des truies témoins.

### 1.2.3. Mesures à l'abattage

La composition corporelle des truies témoins et expérimentales était mesurée après découpe parisienne et dissection

partielle de la demi-carcasse droite en quatre compartiments: peau, graisses externes + graisses internes, muscles (comportant le gras intermusculaire) et os. De plus, au moment de l'abattage, le sang et les différents organes (mamelle, utérus, tube digestif, foie, reins, abats rouges: coeur, poumons et rate) étaient récupérés et pesés. Le tube digestif était ensuite vidé et pesé.

### 1.2.4. Calculs et analyses statistiques

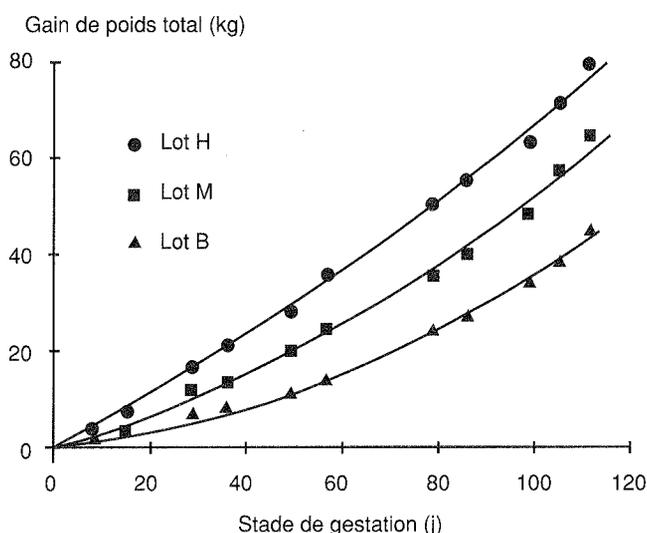
Les résultats obtenus étaient testés par analyse de la variance (GLM, SAS, 1988). Les variations de poids des truies, leurs performances et les résultats de digestibilité étaient comparés avec le niveau d'apport d'énergie comme seul facteur de variation. Pour chaque truie, la quantité d'azote absorbé pendant les périodes où les fèces n'étaient pas collectées était estimée en supposant que la digestibilité de l'azote était égale à la moyenne des valeurs mesurées au cours des autres périodes. Les résultats des bilans azotés étaient ensuite analysés suivant un schéma en split-plot. Le modèle incluait les effets du niveau d'alimentation, de la période et de l'interaction entre ces facteurs. Les effets du traitement étaient dissociés en leurs composantes linéaires et quadratiques.

La composition corporelle des truies et le poids de leurs organes étaient estimés à partir des dissections et mesures effectuées sur les femelles témoins. On a donc recherché par régression linéaire multiple à relier le poids des tissus et organes de ces femelles à leur poids vif, leurs épaisseurs de lard et au diamètre moyen des adipocytes. Les variations d'épaisseur de lard, de volume des adipocytes et de composition corporelle des truies étaient analysées par analyse de covariance en prenant comme covariables les valeurs correspondantes au début de la gestation. Pour toutes les analyses statistiques effectuées, les lots étaient comparés deux à deux par le test de Duncan.

## 2. RÉSULTATS

### 2.1. Variations de poids et performances des truies

FIGURE 1  
ÉVOLUTION DU GAIN DE POIDS DES TRUIES  
PENDANT LA GESTATION



Le traitement pendant la lactation précédant l'expérience a provoqué une perte de poids importante des truies ( $37,2 \pm 6,8$  kg). Au cours de la gestation qui suit, toutes les femelles gagnent du poids, le gain évoluant de façon exponentielle avec le stade de gestation (Figure 1). Le gain total comme le gain net de gestation augmentent parallèlement avec le niveau alimentaire (Tableau 2). Ces écarts se retrouvent pour

la vitesse de croissance des truies pendant le 1er et le 2me tiers de la gestation, alors qu'il n'y a pas de différence significative entre les lots pendant le 3me tiers. Les performances de reproduction mesurées à l'abattage, non présentées, sont bonnes et similaires dans les trois lots:  $11,9 \pm 3,6$  porcelets pesant  $1,24 \pm 0,15$  kg à un âge foetal moyen de 112 jours et un poids total de contenus utérins de  $19,1 \pm 6,3$  kg.

**TABLEAU 2**  
VARIATIONS DE POIDS DES TRUIES PENDANT LA GESTATION

	Lot			Rsd (1)	Sign. stat. (2)
	B	M	H		
Poids à la saillie (kg)	206,8	201,1	206,2	18,2	NS
Gain total de gestation	44,7 a	64,5 b	79,8 c	9,1	***
Gain net de gestation	25,6 a	46,8 b	59,2 c	7,1	***
GMQ 1er tiers (g)	256 a	440 b	654 c	121	***
GMQ 2e tiers (g)	380 a	518 b	684 c	100	***
GMQ 3e tiers (g)	625	854	867	200	.
GMQ gestation (g)	420 a	598 b	732 c	84	***

(1) Rsd, Ecart-type résiduel

(2) Les valeurs sur une même ligne indexées par une lettre différente sont significativement différentes.

\*\*\*,  $P < 0,001$ ; \*\*,  $P < 0,01$ ; \*,  $P < 0,05$ ; .,  $P < 0,10$ ; NS,  $P > 0,10$ .

## 2.2. Digestibilité des nutriments et bilan azoté

**TABLEAU 3**  
NIVEAU D'INGESTION ET DIGESTIBILITÉ DES NUTRIMENTS

Lot	B	M	H	Rsd (1)	Sign. stat. (2)
<b>Niveaux quotidiens d'ingestion</b>					
Matière sèche, kg	2,01	2,36	2,70		
Matière organique, kg	1,87	2,22	2,55		
Energie brute, Mcal	8,63	10,10	11,48		
Azote, g	54,40	52,30	53,50		
ED, Mcal	7,43 a	8,83 b	10,38 c	0,16	***
EM, Mcal	7,06 a	8,48 b	10,02 c	0,15	***
EM % ED	95,1 a	96,1 b	96,6 c	0,5	***
<b>Digestibilité apparente (%)</b>					
Matière sèche	84,0 a	85,7 b	89,3 c	1,1	***
Matière organique	87,9 a	89,1 b	92,0 c	0,8	***
Energie	86,1 a	87,3 b	90,4 c	1,0	***
Azote	85,9 a	84,5 b	86,8 a	1,4	**

(1,2) Voir Tableau 2

La digestibilité de la matière sèche, de la matière organique et de l'énergie augmentent significativement ( $P < 0,0001$ ) avec le niveau des apports énergétiques (Tableau 3). Il en va de même pour le rapport EM/ED, qui passe de 95,0 à 96,6 % entre les lots B et H. En ce qui concerne la digestibilité apparente de l'azote, elle est plus faible dans le lot M que dans les autres lots.

L'interaction lot x stade n'est pas significative pour les paramètres du bilan azoté, sauf pour l'azote ingéré et l'azote absorbé.

Aussi les résultats du tableau 4 sont présentés en fonction des effets principaux. D'une façon générale, la quantité d'azote fixé, le coefficient de rétention azotée et le coefficient d'utilisation pratique de l'azote augmentent avec le niveau des apports énergétiques, les différences entre les lots étant toujours significatives, sauf pour la fixation d'azote entre les lots B et M. Les écarts observés sont importants puisqu'entre les lots B et H, l'azote fixé passe de 9,8 à 14,5 g/jour, le CRN de 21 à 31 % et le CUPN de 18 à 27 %. Ces critères évoluent de la même

façon avec le stade de gestation. Leurs valeurs sont minimales au début, augmentent à 32 jours post coïtum, et retrouvent les valeurs initiales au milieu de la gestation. Elles s'accroissent ensuite de façon régulière pendant la deuxième moitié de la gestation et atteignent leur maximum à l'approche de la parturition. Les variations de ces 3 critères au cours de la

gestation sont similaires dans les 3 lots (voir Figure 2 pour le cas de la fixation journalière d'azote): les résultats sont d'autant plus élevés que les apports énergétiques sont importants, sauf au début et à la fin de la gestation où il n'y a pas de différence significative.

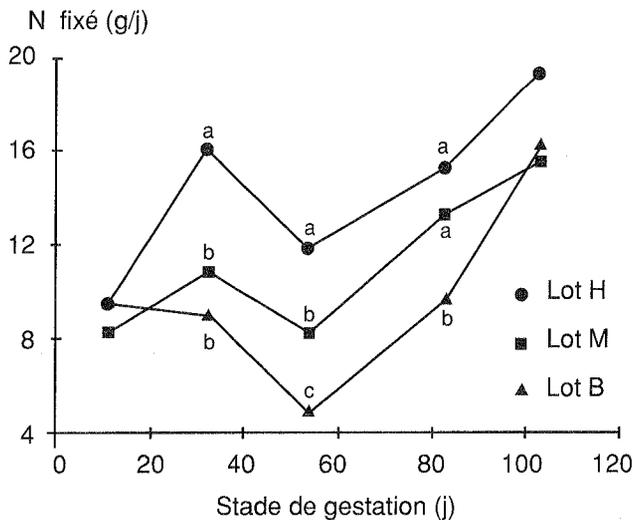
TABLEAU 4  
MÉTABOLISME AZOTÉ

	Lot			Stade de gestation (1)					Rsd (2)	Effet Lot	Effet Stade	Effets (3)	
	B	M	H	11	32	53	82	10				Truie	Lot x Stade
Azote ingéré (g/j)	54,4 A	52,3 B	53,5 AB	52,7 a	53,2 a	53,2 a	53,9 b	53,8 b	1,0	Q*	***	***	*
Azote absorbé (g/j)	46,8 A	44,3 B	46,5 A	45,3 a	45,6 a	45,6 a	46,2 b	46,4 b	1,0	Q**	**	***	*
Azote fixé (g/j)	9,9 A	11,3 A	14,5 B	9,2 a	12,2 b	8,6 a	13,0 b	17,2 c	3,6	L***	***	NS	NS
CRN %	21,1 A	25,6 B	31,0 C	20,2 a	26,6 b	18,8 a	28,1 b	36,9 c	7,8	L***	***	NS	NS
CUPN %	18,1 A	21,6 B	27,0 C	17,4 a	22,9 b	16,1 a	24,1 b	31,9 c	6,7	L***	*	***	NS

(1) Stade moyen de gestation à la mesure du bilan (en jours).

(2,3) Voir Tableau 2; L, effet linéaire; Q, effet quadratique.

FIGURE 2  
VARIATIONS DU BILAN AZOTÉ DES TRUIES AU COURS DE LA GESTATION



### 2.3. Évolution de la composition corporelle des truies

Les variations de l'épaisseur du lard dorsal des truies au cours du cycle de reproduction sont rapportées dans le tableau 5. Au cours de la lactation précédant l'expérience, elle s'est trouvée réduite en moyenne de 4,2 mm. Dans tous les lots, elle s'accroît pendant la gestation, mais la variation reste beaucoup plus faible dans le lot B (+ 1,3 mm) que dans le lot M (+ 4,4 mm) et surtout dans le lot H (+ 5,5 mm). Le gain d'épaisseur de lard dépend de la période de la gestation: c'est au cours du 2<sup>me</sup> tiers qu'il est le plus important, et du 3<sup>me</sup> qu'il est le plus faible et ne diffère pas significativement entre les trois lots. L'épaisseur de lard au niveau de l'épaule varie parallèlement à celle du dos. La figure 3, qui présente l'évolution de l'épaisseur du lard dorsal, illustre bien les écarts entre les lots. En particulier, cette mesure n'augmente plus guère pendant la 2<sup>me</sup> moitié de la gestation chez les truies du lot B, et tend même à diminuer vers la fin. Les différences entre les

lots et entre les stades se manifestent également à travers les variations du volume moyen des adipocytes (Figure 4). Pendant la gestation, le volume n'augmente pas dans le lot B, mais s'accroît dans le lot M et surtout le lot H. Comme pour l'épaisseur de lard, l'augmentation est beaucoup plus nette au début qu'à la fin de la gestation.

Des équations de prédiction du poids à la saillie des différents organes et tissus des truies expérimentales ont été établies à partir des dissections effectuées sur les femelles témoins. Celles obtenues pour les tissus musculaire et adipeux (exprimés en g) sont les suivantes:

$$\begin{aligned} \text{Muscle} &= 0,58 (\pm 0,06) X - 0,72 (\pm 0,36) Y & (R^2 = 0,87) \\ \text{Gras} &= - 25938 (\pm 7584) + 1426 (\pm 413) Y + 293 (\pm 95) Z & (R^2 = 0,91) \end{aligned}$$

où X représente le poids vif (en g), Y l'épaisseur du lard dorsal (en mm) et Z le diamètre moyen des adipocytes du gras dorsal (en  $\mu$ ) des truies à l'abattage. A partir de ces résultats, on a pu estimer les modifications de composition corporelle intervenant entre la saillie et la fin de la gestation chez les truies expérimentales (Tableau 6). D'une façon générale, il n'y a pas de différences entre les 3 lots pour les modifications du poids des organes. L'appareil génital (vide) et la mamelle sont ceux qui subissent une évolution importante pendant la gestation (respectivement + 4,7 kg et + 8,5 kg, en moyenne), alors que le poids des autres organes varie peu. De même les poids d'os et de peau demeurent inchangés (respectivement 10,4 et 5,2 % du poids de la carcasse). Au contraire, celui des tissus musculaire et adipeux s'accroît d'autant plus que le niveau des apports énergétiques de gestation est élevé. Mais le gain de poids du compartiment musculaire augmente davantage entre les lots B et M (+ 10,5 kg) qu'entre les lots M et H (+ 4,1 kg), au contraire du tissu adipeux dont l'accroissement est proportionnel à l'élévation du niveau d'énergie.

## 3. DISCUSSION

### 3.1. Variations de poids des truies

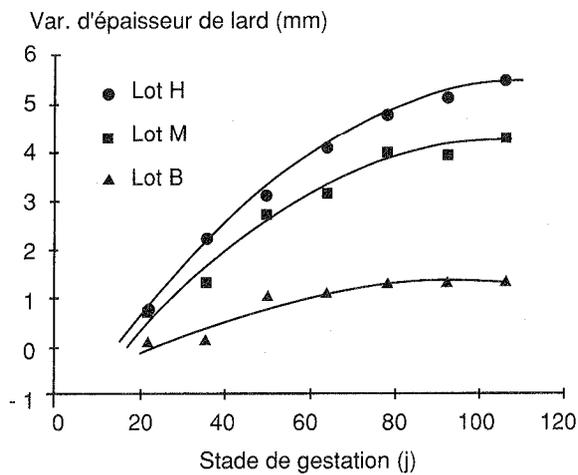
La relation qui existe entre le niveau des apports énergétiques

**TABLEAU 5**  
MODIFICATIONS DE L'ÉPAISSEUR DE LARD DORSAL (mm) DES TRUIES PENDANT LE CYCLE DE REPRODUCTION

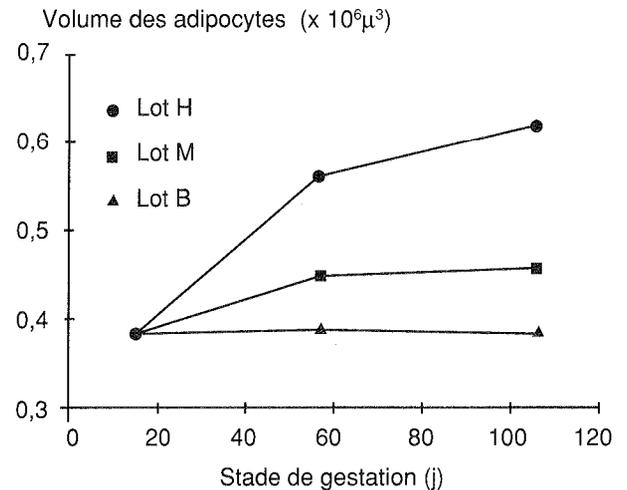
	Lot			Rsd (1)	Signif stat. (2)
	B	M	H		
<b>Pendant la lactation précédant l'expérience</b>					
Perte de poids	- 38,8	-39,0	- 34,9	6,8	NS
Variation d'épaisseur	- 4,6	- 5,2	- 2,9	3,2	NS
<b>Pendant la gestation</b>					
Moyenne à la saillie	17,0	14,3	15,8	4,1	NS
Variation totale	1,3 a	4,4 b	5,5 b	1,5	***
Variation 1er tiers	0,1 a	1,3 b	2,3 c	0,7	***
Variation 2e tiers	1,2 a	2,7 b	2,5 b	1,0	*
Variation 3e tiers	0,1	0,4	0,8	0,8	NS

(1,2) Voir Tableau 2.

**FIGURE 3**  
MODIFICATIONS DE L'ÉPAISSEUR DE LARD DORSAL DES TRUIES PENDANT LA GESTATION



**FIGURE 4**  
ÉVOLUTION DU VOLUME DES ADIPOCYTES DU TISSU ADIPEUX SOUS-CUTANÉ DORSAL



**TABLEAU 6**  
POIDS INITIAL ET VARIATIONS DU POIDS DES TISSUS ET DE CERTAINS ORGANES DES TRUIES PENDANT LA GESTATION

	Poids initial	Variation de poids			Rsd (1)	Effet Lot (2)
		B	M	H		
Muscle	103,6	3,3 a	13,8 b	17,9 b	6,0	**
Graisse	27,8	1,0 a	8,8 b	17,5 c	4,9	***
Os	16,2	0,5	- 1,0	- 0,1	1,5	NS
Peau	8,2	1,3	0,9	0,5	1,0	NS
Foie	2,4	0,5	0,7	0,7	0,5	NS
Abats rouges	3,9	0,5	0,4	0,2	0,3	NS
Tube digestif vide	8,0	- 1,3	0,1	0,9	1,9	NS
Appareil génital	1,4	4,7	4,7	4,7	1,6	NS
Contenus utérins	-	19,1	17,1	20,6	6,3	NS
Mamelle	4,1	6,1	9,9	9,2	4,3	NS

(1,2) Voir Tableau 2.

et le gain de poids des truies a été mise en évidence dans de très nombreux travaux. Dans une synthèse bibliographique, HENRY et ETIENNE (1978) ont établi une relation linéaire étroite entre l'augmentation de ces apports et celle du gain total (8,4 kg/Mcal ED supplémentaire pendant toute la durée de la gestation) ou du gain net de gestation (7,8 kg/Mcal ED). Les valeurs correspondantes obtenues dans ce travail sont plus élevées (respectivement 11,9 et 11,4 kg/Mcal ED). Cela s'explique en partie par l'état de déplétion extrême des femelles à l'issue de la lactation précédente qui a entraîné une restauration importante de leurs réserves, et notamment du tissu musculaire dont le coût énergétique est relativement faible. De plus, la différence de niveau d'alimentation entre les lots B et H est relativement limitée, ce qui se traduit certainement par une moins bonne précision dans la relation. Il faut cependant noter que le gain de poids est plus important pendant le 3<sup>me</sup> tiers de la gestation et ne diffère pas significativement entre les lots. Ceci s'explique par le fait que le développement des produits de la conception, relativement indépendant des apports nutritionnels, devient plus important durant cette période au détriment du gain de poids des tissus maternels.

### 3.2. Bilan azoté des truies

Tout comme le gain de poids, le bilan azoté s'accroît de façon linéaire avec le niveau des apports énergétiques, en raison d'une diminution des pertes urinaires. Ceci a également été observé sur truies nullipares (ETIENNE et HENRY, 1973; KEMM, 1974; WILLIS et MAXWELL, 1984; ETIENNE, 1991). A même apport d'énergie, les niveaux de rétention azotée sont cependant moins élevés sur truies multipares que nullipares: WILLIS et MAXWELL (1984) notent une fixation moyenne d'azote de 18 g/jour pour 7,44 Mcal ED/jour, et ETIENNE (1991) montre qu'elle passe de 15,8 à 21,7 g/jour entre 6,5 et 10,1 Mcal ED/jour. Par rapport aux autres expériences, la collecte de l'urine par sonde vésicale pratiquée dans cette étude permet de limiter la sous-estimation des pertes azotées. De plus, à niveau énergétique identique, l'énergie disponible pour les productions est plus faible chez les truies multipares que chez les primipares car elles sont plus lourdes, et leur besoin d'entretien est donc supérieur. Enfin, il est vraisemblable que le potentiel d'augmentation du poids des muscles, et donc de fixation d'azote, est moindre chez les truies adultes que chez les femelles nullipares encore en croissance. Il n'en demeure pas moins que, chez les truies multipares comme chez les plus jeunes, l'énergie constitue le facteur limitant de l'accrétion de protéines des régimes de gestation apportant 330 g de protéines et 13,8 g de lysine/jour, au moins jusqu'au niveau quotidien de 10,4 Mcal ED. Par ailleurs, la réduction des pertes urinaires d'azote explique l'amélioration du rapport EM/ED entre les lots B et H.

Dans les 3 lots, la rétention azotée et le CRN s'élèvent régulièrement entre 53 et 102 jours de gestation. Ce phénomène a bien été décrit chez la truie multipare par SALMON-LEGAGNEUR (1965). ROMBAUTS (1962) observe un excédent de rétention azotée chez des truies âgées gravides par rapport à des femelles vides qui va en augmentant avec l'avancement de la gestation. Chez les truies nullipares, les résultats sont controversés. ELSLEY et al. (1966) et NOBLET et ETIENNE (1987) parviennent à la même conclusion, contrairement à CLOSE et al. (1985) et ETIENNE (1991). Il se pourrait que chez les jeunes femelles, la croissance qui se poursuit contribue à masquer un tel effet en maintenant un niveau élevé de rétention en début de gestation, ou qu'un déséquilibre de la ration empêche cet anabolisme à la fin

(ETIENNE, 1991). Quoi qu'il en soit, il est à présent établi chez la truie nullipare que, lorsqu'elle existe, l'amélioration de l'utilisation métabolique de l'azote absorbé en gestation bénéficie uniquement aux foetus et à leurs annexes (HOVELL et al., 1977; DE WILDE, 1980; CLOSE et al., 1985; WALACH-JANIAK et al., 1986b; NOBLET et ETIENNE, 1987).

On constate une amélioration significative transitoire de la rétention azotée et du CRN à 32 jours de gestation. Il est possible que ceci reflète une capacité particulière de la femelle multipare à reconstituer les réserves de protéines mobilisées pendant la lactation précédente (ETIENNE et al., 1985). Toutefois, contrairement à ce que l'on aurait pu imaginer, cette aptitude ne se manifeste pas dès le début de la gestation, et son déterminisme reste à étudier. A notre connaissance, seuls ROMBAUTS (1962) et SALMON-LEGAGNEUR (1965) ont décrit l'évolution de la rétention azotée au cours de la gestation chez la truie multipare, mais ils n'ont pas observé un tel effet. Cependant, le type génétique et les conditions de production des animaux ont considérablement évolué depuis l'époque où leurs travaux étaient réalisés. Les truies sont actuellement mises à la reproduction plus jeunes, à un poids plus faible, disposent de réserves corporelles plus faibles et ont un appétit plus limité. Leur productivité s'est accrue, et les lactations plus courtes n'autorisent plus la reconstitution des réserves avant le sevrage comme cela pouvait autrefois être le cas dès le 2<sup>me</sup> mois de lactation, lorsque la production laitière diminuait. Il est bien établi que, contrairement au développement des contenus utérins, le gain de poids net de la truie dépend étroitement des apports alimentaires (LODGE, 1971; HENRY et ETIENNE, 1978). Or, dans cette étude, l'amélioration de la rétention azotée mesurée un mois après la saillie dépend du niveau des apports énergétiques, mais non celle qui est trouvée en fin de gestation. Les constatations faites précédemment sur l'évolution du gain de poids pendant les diverses phases de la gestation vont d'ailleurs dans le même sens. Le parallélisme qui existe entre toutes ces observations suggère donc que l'anabolisme azoté en début de gestation correspond bien à la reconstitution des réserves corporelles maternelles, et qu'un anabolisme lié à la croissance foetale s'y substitue progressivement en fin de gestation.

### 3.3. Modifications de la composition corporelle

Parmi les organes, seuls ceux qui sont impliqués dans la fonction de reproduction ont un poids qui augmente au cours de la gestation. SALMON-LEGAGNEUR (1965) ne signalait pas non plus de modification claire pour tous les autres organes des truies multipares. Par contre, dans les 3 lots, le poids des muscles et des tissus adipeux disséquables s'accroît pendant la gestation. Comme HOVELL et al. (1977) et WALACH-JANIAK (1986a) l'avaient constaté sur truies nullipares, les variations de poids des deux compartiments sont d'autant plus marquées que les apports énergétiques sont élevés. Ce résultat est en accord avec les constatations faites pour le bilan azoté et les variations d'épaisseur de lard et de volume des adipocytes. Celles-ci permettent en outre de penser que l'évolution des dépôts n'est pas constante, l'accrétion de protéines et de lipides dans les tissus maternels allant en diminuant avec l'avancement de la gestation, au contraire des produits de la conception. On peut l'expliquer par l'augmentation concomitante du besoin énergétique d'entretien des truies, dont le poids vif s'élève, et des besoins en énergie et en protéines pour la croissance foetale. On peut même penser que dans le lot B, les apports énergétiques deviennent insuffisants en fin de gestation et que des lipides corporels sont

alors mobilisés. Notre étude montre que l'augmentation de ces apports pendant les deux premiers tiers de la gestation profite aux tissus maternels. Mais elle ne permet pas de savoir ce qui se passerait au niveau de ces tissus si l'élévation du niveau d'alimentation intervenait seulement pendant la dernière partie, comme cela est pratiqué dans certains élevages.

La comparaison des trois lots démontre l'existence d'une hiérarchie dans la nature des tissus reconstitués. En effet, partant du lot B où les gains sont faibles, l'élévation des apports énergétiques (lot M) provoque un accroissement relativement plus important du poids des muscles que du tissu adipeux, alors que cet ordre s'inverse quand on passe du lot M au lot H. Les résultats suggèrent même l'existence d'un seuil au-delà duquel le poids du tissu musculaire n'augmente plus que faiblement, contrairement au tissu adipeux. En d'autres termes, il est possible de moduler la nature des réserves reconstituées pendant la gestation en faisant varier le niveau des apports d'énergie, son augmentation ayant pour effet de diminuer le rapport muscles/grasses dans le gain de poids.

La comparaison de la composition corporelle de nos truies multipares en fin de gestation avec celle des nullipares que nous avons établie précédemment (ETIENNE et al., 1985, 1989) permet de faire certaines remarques. En particulier, les truies adultes du lot B sont relativement plus maigres que les femelles plus jeunes, puisque leur carcasse renferme pratiquement la même quantité de grasses (respectivement 28,8 et 27,3 kg), alors que la masse musculaire est beaucoup plus importante chez les premières (106,9 contre 78,7 kg). Seule l'application du régime H permet de retrouver une composition tissulaire proche pour les deux types d'animaux. De même, WHITTEMORE et al. (1980, 1988) observaient que l'épaisseur du lard dorsal des truies allait en diminuant au fur et à mesure des cycles successifs. Cette étude montre également que le niveau d'énergie dans le lot B, très proche des 7,5 Mcal ED/jour préconisées par l'INRA (1984) et supérieur aux recommandations du NRC (1988), de l'ARC (1981) ou de l'AFRC (1990), ne permet pas aux truies multipares fortes productrices de retrouver en fin de gestation l'épaisseur de lard qu'elles avaient à la

mise bas précédente. Cet objectif n'est atteint qu'à partir du lot M, c'est à dire pour un apport de 8,5 Mcal ED/jour.

## CONCLUSION

Ce travail montre que la truie est capable de reconstituer ses réserves corporelles pendant la gestation, mais si les apports nutritionnels restent constants, cette possibilité va en se réduisant lorsque la croissance des foetus s'accélère. L'établissement de bilans azotés sur femelles multipares met en évidence deux périodes privilégiées au cours desquelles la rétention est plus élevée. La première, à 1 mois de gestation, correspond à une accréation de protéines dans les tissus maternels qui est en relation avec les mobilisations intervenues antérieurement et dépend des apports énergétiques du régime. La deuxième, qui débute au cours du 3<sup>me</sup> mois, est liée au développement des produits de la conception. Tout comme chez les femelles nullipares, l'énergie de l'aliment constitue le principal facteur limitant du dépôt azoté chez les truies multipares, tout au moins jusqu'au niveau de 10,4 Mcal ED/jour dans le cas d'un régime renfermant 330 g de protéines et 13,8 g de lysine. Même chez des truies réalisant un gain net de 26 kg (lot B), la prise de poids des tissus musculaire et adipeux est faible. Lorsqu'à partir de ce niveau, on augmente les apports énergétiques, le gain de poids des compartiments musculaire et adipeux et la proportion du tissu gras dans ce gain vont en s'accroissant. La variation du poids vif des truies ne constitue donc pas un bon indicateur des modifications de leurs réserves corporelles. Notre expérience confirme que l'application des normes énergétiques actuellement en vigueur réduit progressivement l'importance des réserves adipeuses pendant la carrière de la femelle, ce qui pourrait contribuer à la détérioration des performances de reproduction des truies à productivité élevée (WHITTEMORE et MORGAN, 1990). Ceci conforte notre choix de la démarche factorielle, développée récemment (NOBLET et al., 1990), pour déterminer les besoins énergétiques des truies, car elle permet d'adapter les apports nutritionnels à leurs dépenses et prend en compte un besoin lié à la reconstitution de leurs réserves corporelles pendant la gestation.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AFRC Technical Committee on responses to nutrients, Report Number 4, Nutrient requirements of sows and boars, 1990. Nutr. Abstr. Rev., 60, 383-406.
- CLOSE W.H., NOBLET J., HEAVENS R.P., 1985. Brit. J. Nutr., 53, 267-279.
- DE WILDE R.O., 1980. Livest. Prod. Sci., 7, 497-504.
- DOURMAD J.Y., 1987. Journées Rech. Porcine en France, 19, 203-213.
- DOURMAD J.Y., 1988. INRA Prod. Anim., 1, 141-146.
- DOURMAD J.Y., 1989. Journées Rech. Porcine en France, 21, 109-114.
- DOURMAD J.Y., PRUNIER A., ETIENNE M., LE JOSSEC P., 1990. Journées Rech. Porcine en France, 22, 251-258.
- DUEE P.H., DESMOULIN B., ETIENNE M., DURAND G., 1983. Ann. Zootech., 32, 21-42.
- ELSLEY F.W.H., ANDERSON D.M., McDONALD I., MacPHERSON R.M., SMART R., 1966. Anim. Prod., 8, 391-400.
- ETHERTON T.D., THOMSON E.H., ALLEN C.E., 1977. J. Lipid. Res., 18, 552-557.
- ETIENNE M., 1991. Journées Rech. Porcine en France, 23, 69-74.
- ETIENNE M., DOURMAD J.Y., NOBLET J., FORTUNE H., 1989. Journées Rech. Porcine en France, 21, 101-108.
- ETIENNE M., HENRY Y., 1973. Ann. Zootech., 22, 311-326.
- ÉTIENNE M., NOBLET J., DESMOULIN B., 1985. Reprod. Nutr. Dévelop., 25, 341-344.
- HENRY Y., ETIENNE M., 1978. Journées Rech. Porcine en France, 10, 119-166.
- HIRSCH J., GALIAN, G.E., 1968. J. Lipid. Res., 9, 110-116.
- HOVELL F.D.DeB., MacPHERSON R.M., CROFTS R.M.J., SMART R.I., 1977. Anim. Prod., 25, 281-290.
- INRA, 1984. L'alimentation des animaux domestiques: porc, lapin, volailles. INRA, Paris, pp 282.
- KEMM E.H., 1974. PhD Thesis, Stellenbosch University, RSA.
- LODGE G.A., 1971. In D.J.A. COLE (Ed.). Pig production. Butterworths, London, 399-416.
- NOBLET J., DOURMAD J.Y., ETIENNE M., 1990. J. Anim. Sci., 68, 562-572.
- NOBLET J., ETIENNE M., 1987. Livestock Prod. Sci., 16, 243-257.
- NRC, 1988. Nutrient requirements of swine. Ninth revised Edition. Nutrient requirements of domestic animals. National Academic Press, Washington, DC, USA, pp 93.
- O'GRADY J.F., LYNCH P.B., 1978. Ir. J. Agric. Res., 17, 15.
- ROMBAUTS P., 1962. Ann. Zootech., 11, 39-51.
- SALMON-LEGAGNEUR E., 1965. Ann. Zootech., 14, N° HS 1, pp 135.

- S.A.S., 1988. SAS User's Guide: Statistics. SAS Inst., INC., Cary, NC, USA.
- WALACH-JANIAK M., RAS St., FANDREJEWSKI H., 1986a. Livest. Prod. Sci., 15, 249-260.
- WALACH-JANIAK M., RAS St., FANDREJEWSKI H., 1986b. Livest. Prod. Sci., 15, 261-269.
- WHITTEMORE C.T., FRANKLIN M.F., PEARCE B.S., 1980. Anim. Prod., 31, 183-190.
- WHITTEMORE C.T., SMITH W.C., PHILLIPS P., 1988. Anim. Prod., 47, 123-130.
- WHITTEMORE C.T., MORGAN C.A., 1990. Livest. Prod. Sci., 26, 1-37.
- WILLIS G.M., MAXWELL C.V., 1984. J. Anim. Sci., 58, 647-656.