

# **Influence de la quantité et de la nature des lipides alimentaires pendant la gestation et la lactation des truies sur le développement du tissu adipeux, les performances de croissance et la qualité de la viande des porcs charcutiers**

V. GERFAULT, Manuela ROMÃO, J. MOUROT, M. ÉTIENNE, A. MOUNIER

*Institut National de la Recherche Agronomique  
Station de Recherches Porcines - 35590 Saint-Gilles*

*Avec la collaboration technique de H. Demay, R. Bouetard*

## **Influence de la quantité et de la nature des lipides alimentaires pendant la gestation et la lactation des truies sur le développement du tissu adipeux, les performances de croissance et la qualité de la viande des porcs charcutiers**

Cette expérience a pour but de rechercher les effets de l'adjonction d'acides gras de différentes origines aux régimes de gestation et de lactation des truies sur la cellularité et la composition en acides gras des porcelets de 7 jours et sur les performances de croissance, la qualité de la carcasse et la cellularité du tissu adipeux des porcs au stade de 100 kg. Des truies multipares (8 par régime) recevaient des régimes contenant des matières grasses de différentes natures pendant toute la gestation et la lactation. Ces régimes qui contenaient 2,9 % d'huile de coprah, d'huile de tournesol ou de saindoux étaient comparés à un aliment témoin sans adjonction de lipides et distribué en quantité isoénergétique. Après le sevrage, tous les animaux recevaient un régime identique. La composition en acides gras du tissu adipeux est liée à la composition en acides gras des régimes des truies chez les porcelets de 7 jours, mais pas chez les porcs à 100 kg. La nature des acides gras et la quantité de lipides incorporés dans le régime des truies n'influencent pas les performances de croissance et la qualité de la carcasse chez les porcs à 100 kg. En revanche, le nombre d'adipocytes par gramme de tissu adipeux des porcs de 100 kg est augmenté quand le régime de leurs mères avait été supplémenté en lipides. L'augmentation du nombre d'adipocytes représente un potentiel de stockage des lipides plus important. La quantité de lipides alimentaires distribués chez la truie pourrait donc avoir des répercussions sur l'adiposité de la carcasse de ses descendants, notamment chez des porcs nourris à volonté.

## **Effects of quantity and source of lipids fed to sows during pregnancy and lactation on growth performance and meat quality of their progeny**

The present experiment was undertaken in order to assess the effects of the addition of fatty acids from various sources to the pregnancy and lactation diet of sows on cellularity of adipose tissue and fatty acid composition of piglets at 7 days of age and at 100 kg live weight, and on growth rate and carcass quality of pigs at 100 kg live weight. Three groups of multiparous sows (8/group) were fed diets containing 2.9 % copra oil, sunflower oil or lard during the whole pregnancy and lactation. They were compared to a control group fed a diet without fat supplementation and receiving the same daily amount of DE. All the piglets were fed same standard diets from weaning until slaughter at 100 kg according to a feeding scale. The fatty acid composition of adipose tissue was related to the fatty acid composition of sow diets in the pigs at 7 days of age, but not at 100 kg. Inclusion of fats in sow diets did not affect growth performance and carcass quality of their progeny at 100 kg. However, the number of adipocytes per gram of adipose tissue of the pigs at 100 kg was increased when diets of their dams had been supplemented with lipids. This increase corresponds to a higher potential of lipid storage. The quantity of fat added to sow diets could then affect fat content in the carcass of their progeny, at least if the pigs are fed ad libitum.

## INTRODUCTION

L'utilisation accrue des céréales et des sous-produits issus de l'industrie agroalimentaire dans l'alimentation des porcs s'est développée au cours des dernières années. L'association de ces matières premières dans le régime des porcs en croissance ou des truies conduit à une réduction de son contenu énergétique compensée par l'addition de matières grasses. Cette pratique amène à se demander si l'augmentation du taux de lipides du régime des truies a des conséquences sur la croissance et l'adiposité des porcs. En effet, une supplémentation en lipides alimentaires chez le porc en croissance peut entraîner une augmentation de l'adiposité de la carcasse (ALLEE et al., 1971; HENRY, 1977).

La nature des lipides ingérés est également un élément important à prendre en compte dans la fabrication des régimes car le degré d'insaturation des lipides alimentaires semble augmenter le potentiel de synthèse des acides gras du porc pendant la croissance (FREIRE et al., 1998) et à 100 kg (MOUROT et al., 1994).

Chez la truie en gestation recevant des régimes enrichis en lipides, les acides gras traversent la barrière placentaire (SEERLEY et al., 1974; GERFAULT et al., 1999) en dépit de sa faible perméabilité (ELPHICK et al., 1980; THULIN et al., 1989). Des études réalisées *in vitro* sur des lignées cellulaires (AILHAUD et al., 1996), mais aussi sur des cultures primaires (GERFAULT et al., 2000), ont mis en évidence un effet de la nature des acides gras sur la prolifération et la différenciation des préadipocytes chez le porc. Nous pouvons donc nous demander dans quelle mesure les acides gras ayant traversé la barrière placentaire pendant la gestation et ceux apportés au cours de la lactation peuvent influencer la mise en place et le développement des tissus adipeux chez le porcelet, et quelles en seront les conséquences sur les caractéristiques tissulaires du porc charcutier.

La présente expérience qui prolonge un travail antérieur (GERFAULT et al., 1999) a donc pour but de rechercher les effets de l'adjonction d'acides gras de différentes origines au régime de gestation et de lactation des truies sur le développement du tissu adipeux des porcelets à 7 jours d'âge et au stade de 100 kg, et sur les performances de croissance et la qualité de la carcasse des porcs à 100 kg.

## 1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

### 1.1. Animaux

L'expérience portait sur 3 répétitions de 8 truies gravides multipares LRxLW, de numéro de portée similaire ( $2,6 \pm 0,7$ ). Elles étaient maintenues à l'attache dans des salles de gestation, puis transférées dans des cellules de lactation. Le jour de leur insémination, les truies étaient réparties entre 4 lots sur la base de leur poids vif et de leur épaisseur de lard dorsal, respectivement de  $202,5 \pm 25,3$  kg et  $16,9 \pm 3,9$  mm. Elles recevaient un même aliment pendant la gestation et la lactation, témoin ou supplémenté en différentes sources de lipides: huile de coprah à teneur élevée en

acides gras saturés à chaîne moyenne, huile de tournesol riche en acide linoléique, ou saindoux à taux élevé d'acides gras longs saturés.

Les 6 femelles de chaque lot ont mis bas, à l'exception de 2 truies du lot "coprah" qui n'ont pas été fécondées. Dans chaque portée, un porcelet âgé de 7 jours et deux porcs de 100 kg de poids vif par portée étaient anesthésiés puis sacrifiés par saignée. La découpe d'une demi-carcasse était réalisée chez les porcs de 100 kg.

### 1.2. Régimes

Les régimes des truies étaient constitués de blé, d'orge et de tourteau de soja, auxquels étaient ajoutés 2,9 % des différentes matières grasses, ou 7 % d'amidon de maïs dans le régime témoin (tableau 1). Ils étaient formulés de telle sorte que seule la nature de la supplémentation d'énergie diffère entre les lots, mais que toutes les truies consomment la même quantité d'ED. Les porcelets disposaient d'un aliment complémentaire à partir de 2 semaines d'âge et étaient sevrés à  $28 \pm 1$  jours. Ils recevaient ensuite un aliment deuxième âge classique jusqu'à 25 - 27 kg, puis un aliment de croissance standard suivant une échelle de rationnement avec un plateau de 2,6 kg/j à partir de 75 kg. Les régimes étaient identiques pour tous les porcs.

La composition en acides gras des régimes des truies a été rapportée précédemment (GERFAULT et al., 1999). La teneur en acides gras des différentes matières grasses est bien caractéristique des régimes, à savoir des teneurs élevées en C10, C12 et C14 pour le régime renfermant l'huile de coprah, en C18:2 pour l'huile de tournesol, et en C16, et C18 et C18:1 pour le saindoux.

### 1.3. Mesures

Le foie était pesé et échantillonné lors de l'abattage, et des échantillons de tissus adipeux et de muscles étaient prélevés. Tous ces échantillons étaient conservés à  $-20^{\circ}\text{C}$  en vue des analyses chimiques.

La teneur en lipides totaux des tissus était mesurée à froid par la méthode de FOLCH et al. (1957). La composition en acides gras des tissus adipeux était déterminée par chromatographie en phase gazeuse après dérivation au trifluorure de bore selon la technique de MORISSON et al. (1964).

Sur les animaux de 7 jours, les préadipocytes du tissu adipeux étaient isolés par digestion à la collagénase (GERFAULT et al., 1999) et les préadipocytes étaient dénombrés à l'aide de l'hémocytomètre de Bürker.

Chez les porcs de 100 kg, les adipocytes étaient isolés et fixés selon la méthode décrite par HIRSCH et GALLIAN (1968). Le tissu adipeux (1 g) fraîchement prélevé était découpé en petits fragments sous une lampe infrarouge afin de maintenir une température proche de  $37^{\circ}\text{C}$ . Après fixation à l'acide osmique puis digestion à l'urée, les cellules en suspension étaient placées entre lame et lamelle pour une analyse au microscope (grossissement  $\times 125$ ). La surface (S) de chaque cellule était déterminée à l'aide d'un logiciel développé par J.C. Folmer (INRA, Le Magneraud, France).

**Tableau 1** - Composition moyenne et valeur alimentaire des régimes de gestation et de lactation des truies et du régime croissance-finition des porcs après le sevrage

Régimes	Truies				Porcs Croissance-finition
	Témoin	Coprah	Tournesol	Saindoux	
<b>Aliment, % de l'aliment frais</b>					
Orge	22,43	23,30	23,30	23,30	24,0
Blé	38,94	40,46	40,46	40,46	24,62
Tourteau de soja 48	21,50	22,33	22,33	22,33	23,0
Son fin	-	-	-	-	5,0
Amidon de maïs	6,54	-	-	-	15,0
Huile de coprah	-	2,91	-	-	-
Huile de tournesol	-	-	2,91	-	-
Saindoux	-	-	-	2,91	-
Mélasse	2,80	2,91	2,91	2,91	3,0
Graisse 15	-	-	-	-	2,0
Pulpe de betterave	4,67	4,85	4,85	4,85	-
Phosphate bicalcique	1,40	1,46	1,46	1,46	1,20
Craie	0,28	0,29	0,29	0,29	1,4
Sel marin	0,42	0,44	0,44	0,44	0,45
Lysine-HCl	0,074	0,078	0,078	0,078	0,101
Oligo-éléments vitamines	0,93	0,97	0,97	0,97	0,5
<b>Apports/kg</b>					
ED, Kcal	3165	3260	3260	3260	3215
Lipides, g	20,0	45,3	47,6	47,5	38,5
Protéines, %	17,1	17,8	17,8	17,8	18,1
Lysine, g	9,1	9,5	9,5	9,5	9,5
<b>Niveau d'alimentation, kg/j</b>					
Gestation	2,7	2,6	2,6	2,6	
Lactation : J0	2,4	2,3	2,3	2,3	
J1	3,5	3,4	3,4	3,4	
J2	4,5	4,3	4,3	4,3	
J3 - J7	5,5	5,3	5,3	5,3	
J8 - J28	6,0	5,8	5,8	5,8	

Le nombre de cellules était évalué en tenant compte de la quantité de lipides présente par gramme de tissu et du contenu en lipides d'un adipocyte (0,915 kg/l) selon la formule de DI GIROLAMO et al., (1971).

#### 1.4. Analyse statistique

Les résultats étaient analysés par analyse de la variance en tenant compte de la nature de l'énergie apportée (amidon ou lipides) ou de la nature des lipides supplémentaires (SAS, 1989). La comparaison deux à deux des valeurs moyennes des régimes était réalisée à l'aide du test de Bonferroni.

## 2. RÉSULTATS ET DISCUSSION

### 2.1. Effet des régimes distribués aux truies sur la composition corporelle des porcelets de 7 jours

Le poids vif et le poids du foie des animaux dont les mères reçoivent le régime coprah sont plus faibles que dans les

autres lots, mais les différences ne sont pas significatives (tableau 2). Les taux de lipides totaux déposés dans le foie et dans le tissu adipeux ne sont pas influencés par la teneur en lipides ou la composition en acides gras du régime maternel. Ceci peut s'expliquer par le fait que les porcelets reçoivent une quantité similaire de lipides par le lait.

Certaines études montrent une augmentation de la teneur en lipides du lait lorsque le régime de lactation des truies est supplémenté en graisses (PETTIGREW, 1981; DOURMAD, 1987), mais la quantité de lipides ajoutés était beaucoup moins importante dans la présente expérience. En revanche, la composition en acides gras du tissu adipeux des porcelets dépend de la nature des acides gras du régime maternel (tableau 2). Elle est similaire dans les lots témoin et saindoux. Par contre, il y a davantage de C12 et C14 ( $P < 0,001$ ) dans le lot coprah, et de C18:2 ( $P < 0,001$ ) dans le lot tournesol. Ceci peut s'expliquer d'une part par le passage des acides gras à travers la barrière placentaire (SEERLEY et al., 1974; GERFAULT et al., 1999), et d'autre part par les effets du régime sur la composition en acides gras du lait (SALMON-LEGAGNEUR, 1964, GERFAULT et

al., 1999). Il en résulte une modification de la composition en acides gras des tissus adipeux comme l'avaient observé LE DIVIDICH et al. (1991).

Le nombre de préadipocytes par gramme de tissu adipeux n'est pas affecté par la teneur en lipides ou la composition en acides gras du régime chez les porcelets après 7 jours de lactation (tableau 2). Cependant, ce nombre apparaît plus

élevé chez les porcelets dont les mères reçoivent le régime à base de coprah, sans que ces variations soient significatives. Ces observations vont dans le même sens que celles effectuées chez le rat où la prolifération des préadipocytes est plus élevée chez des rats adultes nourris avec des régimes riches en acides gras saturés que chez les rats nourris avec des régimes riches en acides gras polyinsaturés (SHILLABER

**Tableau 2** - Effets des régimes des truies sur les caractéristiques de la carcasse, la teneur en lipides totaux dans le foie et le tissu adipeux et sur la composition en acides gras (AG) du tissu adipeux des porcelets de 7 jours

Régimes	Témoin	Coprah	Tournesol	Saindoux	ETR (2)	Effet
<b>Poids vif (g)</b>	2974	2553	2817	2853	389	NS
<b>Poids du foie (g)</b> 96,9	91,3	95,2	92,5	9,3	NS	
<b>Foie/carcasse (%)</b> 3,30	3,59	3,44	3,25	0,39	NS	
<b>LT foie (%)</b>	3,12	2,78	2,82	3,06	0,61	NS
<b>LT tissu adipeux (%)</b>	36,8	39,8	38,5	41,4	6,8	NS
<b>Diamètre adipocytes (µm)</b>	29,63 <sup>a</sup>	32,25 <sup>ab</sup>	31,65 <sup>ab</sup>	35,92 <sup>b</sup>	2,88	0,01
<b>Nombre préadipocytes / g tissu adipeux (x 10<sup>6</sup>)</b> 11,9	14,2	11,4	12,8	4,2	NS	
<b>Composition en AG (en % du tissu adipeux (1)) :</b>						
C12:0	0,11 <sup>a</sup>	1,26 <sup>b</sup>	0,13 <sup>a</sup>	0,16 <sup>a</sup>	0,15	0,001
C14:0	2,4 <sup>a</sup>	5,6 <sup>b</sup>	2,3 <sup>a</sup>	2,3 <sup>a</sup>	0,29	0,001
C16:0	27,7 <sup>a</sup>	28,5 <sup>a</sup>	25,2 <sup>b</sup>	27,0 <sup>ab</sup>	1,56	0,01
C16:1	9,4	10,1	7,8	9,0	2,44	NS
C18:0	5,6	5,0	4,7	4,9	1,41	NS
C18:1	42,0 <sup>a</sup>	36,5 <sup>b</sup>	32,9 <sup>b</sup>	41,7 <sup>a</sup>	3,76	0,001
C18:2	9,9 <sup>a</sup>	9,6 <sup>a</sup>	23,5 <sup>b</sup>	11,2 <sup>a</sup>	1,90	0,001
C18:3	0,63	0,62	0,70	0,72	0,13	NS
C20:0	0,13	0,22	0,11	0,18	0,08	NS
C20:1	0,52	0,50	0,53	0,57	0,12	NS
C20:4	0,72	0,95	0,75	0,80	0,38	NS

(1) Pourcentage relatif des acides gras identifiés

(2) Écart type résiduel

Les valeurs affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%

**Tableau 3** - Effets des régimes des truies sur les performances de croissance des porcs et la qualité de leur carcasse à 100 kg

Régimes	Témoin	Coprah	Tournesol	Saindoux	ETR (1)	Effet
<b>Poids à la mise en lot (kg)</b>	28,6	26,7	27,2	28,0	2,9	NS
<b>Poids à l'abattage (kg)</b>	100,0	99,5	98,5	99,1	2,7	NS
<b>GMQ (g/i)</b>	793,0	759,8	737,9	784,8	63,5	NS
<b>Consommation (kg/i)</b>	1,95	1,90	1,99	1,97	0,08	NS
<b>Indice de consommation</b>	2,47	2,49	2,71	2,53	0,18	NS
<b>Demi-carcasse (kg)</b>	37,5	36,6	36,4	36,8	1,3	NS
<b>Foie (g)</b>	1799	1818	1732	1776	195	NS
<b>Jambon (g)</b>	9682	9501	9367	9373	508	NS
<b>Longe (g)</b>	10042	9932	9731	10040	510	NS
<b>Bardière (g)</b>	1918	1709	1928	1906	330	NS
<b>Panne (g)</b>	783	738	758	810	215	NS
<b>Poitrine (g)</b>	4731	4526	4512	4443	316	NS
<b>Carcasse, TVM (2)</b>	61,4	62,3	60,7	61,0	1,9	NS

(1) Écart - type résiduel

(2) Le taux de viande maigre (TVM) dans la carcasse est estimé par mesure avec le Fat O'Meter selon le classement UNIPORC

**Tableau 4** - Effets des régimes des truies sur la teneur en lipides totaux (LT) dans le tissu adipeux, le foie, les muscles semimembraneux et long dorsal et sur la composition en acides gras (AG) dans le tissu adipeux de leurs descendants à 100 kg

Régimes	Témoin	Coprah	Tournesol	Saindoux	ETR (2)	Effet
LT tissu adipeux (%)	69,8	67,9	69,7	70,0	5,6	NS
LT Foie (%)	3,99	4,24	4,22	4,24	0,28	0,04
LT semimembraneux (%)	2,03	2,01	2,13	2,23	0,49	NS
LT long dorsal (%)	1,70	1,60	1,65	1,63	0,47	NS
<b>Composition en AG (en % du tissu adipeux (1)) :</b>						
C12:0	0,49	0,35	0,25	0,45	0,18	NS
C14:0	1,46	1,25	1,26	1,4	0,33	NS
C16:0	23,2	21,9	22,4	22,7	1,94	NS
C16:1	2,09	2,48	2,29	2,31	0,39	NS
C18:0	15,9	14,7	15,3	14,5	1,94	NS
C18:1	39,0	40,8	40,6	40,3	4,05	NS
C18:2	11,5	11,4	11,9	12,1	1,87	NS
C18:3	0,93	1,03	0,90	0,86	0,33	NS
C20:0	0,34	0,38	0,36	0,40	0,16	NS
C20:1	1,35	1,45	1,27	1,47	0,37	NS
C20:4	0,56	0,41	0,47	0,38	0,35	NS

(1) Pourcentage relatif des acides gras identifiés

(2) Écart - type résiduel

et LAU, 1994). Il en est de même pour les cultures de préadipocytes de porcs laissant apparaître une inhibition de la prolifération avec des acides gras à chaîne longue saturée ou insaturée (GERFAULT et al., 2000).

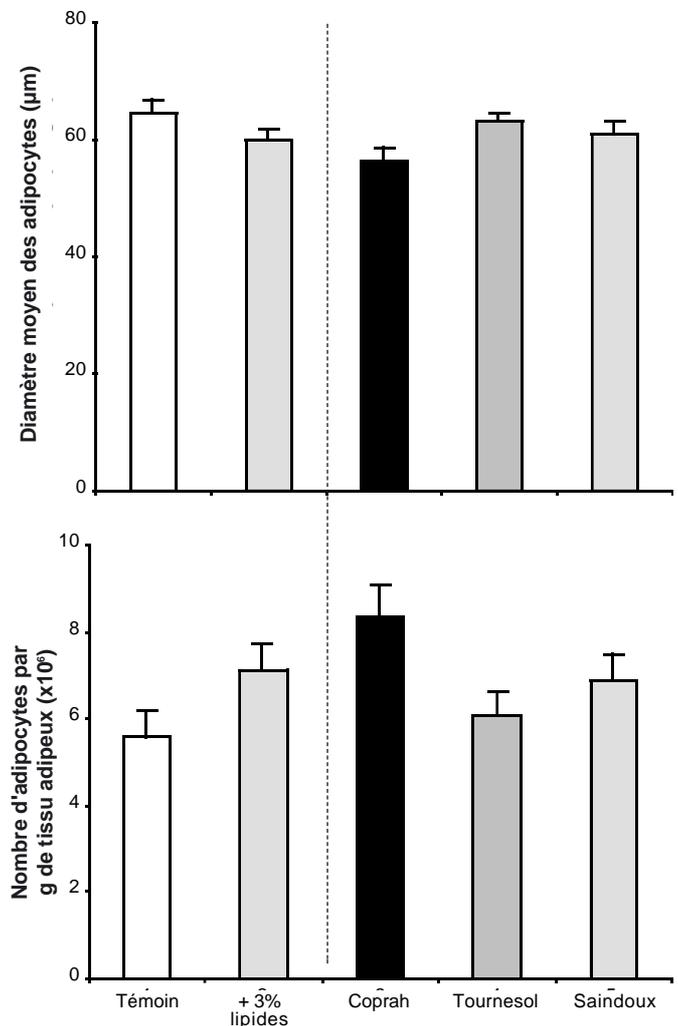
Le diamètre des adipocytes des tissus adipeux est supérieur chez les animaux dont les mères reçoivent les régimes supplémentés en lipides ( $P < 0,01$ ). L'effet semble davantage marqué pour le régime saindoux que pour les régimes tournesol et coprah. La quantité des lipides alimentaires consommés par la truie durant la gestation et la lactation affecte donc les capacités futures de développement des tissus adipeux externes des porcelets.

## 2.2. Effet des régimes distribués aux truies sur la composition corporelle des porcs de 100 kg.

La nature des régimes distribués pendant la gestation et la lactation n'affecte pas les performances de croissance des porcs et la qualité de leur carcasse à 100 kg (tableau 3). Le poids des différents morceaux de découpe est identique chez tous les animaux, ce qui traduit une adiposité équivalente.

La composition en acides gras du tissu adipeux à 100 kg n'est pas non plus affectée (tableau 4). Elle est déterminée par le régime de croissance-finition, et les effets que l'on observait chez les porcelets de 7 jours ont disparu. Ce résultat est en accord avec les observations montrant que la nature des acides gras ingérés agit directement sur la composition en acides gras des tissus adipeux (DESMOULIN et al., 1983, GIRARD et al., 1988, MOUROT et al., 1991). Ceci s'explique par l'importance relativement faible des lipides déposés avant le sevrage par rapport à leur accréation ultérieure, ainsi que par le "turn-over" des acides gras qui intervient tout au long de la vie de l'animal. Au contraire, la

**Figure 1** - Effets des régimes des truies sur le diamètre moyen et le nombre d'adipocytes par gramme de tissu adipeux chez les porcs à 100 kg



teneur en lipides du foie des porcs provenant des lots supplémentés en matières grasses est plus élevée.

Contrairement à l'absence d'effet sur la quantité de lipides déposés et leur composition, le nombre d'adipocytes par gramme de tissu adipeux est supérieur ( $P < 0,02$ ) chez les animaux dont les mères ont reçu une supplémentation en lipides (figure 1). Ces animaux présentent donc un potentiel d'accumulation de lipides supérieur qui pourrait se traduire par un développement plus important de la masse adipeuse s'ils n'avaient pas été rationnés pendant leur croissance.

## CONCLUSION

La quantité et la qualité des lipides des régimes de gestation

et de lactation des truies affectent la composition en acides gras des porcelets allaités et le développement de leur tissu adipeux à 100 kg. Le nombre d'adipocytes par gramme de tissu adipeux est plus élevé lorsque leur mère a reçu un aliment supplémenté en lipides. Ceci représente un potentiel de développement des tissus adipeux plus important. La carcasse n'est pas modifiée dans nos conditions expérimentales, mais l'adiposité de la carcasse aurait peut-être été accrue si les animaux n'avaient pas été rationnés pendant leur croissance. Cette expérience ne permet pas de dissocier les effets de la supplémentation en lipides pendant la gestation et pendant la lactation. Des études complémentaires sont donc nécessaires, mais il apparaît dès maintenant que la quantité de lipides alimentaires distribués à des truies peut avoir des répercussions à long terme sur l'adiposité de la carcasse des porcs qui en sont issus.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.

- AILHAUD G., AMRI E.Z., GRIMALDI P.A., 1996. Proc. Nutr. Soc., 55, 151-154.
- ALLEE G.L., BAKER D.H., LEVEILLE G.A., 1971. J. Anim. Sci., 33, 1248-1254.
- DESMOULIN B., GIRARD J.P., BONNEAU M., FROUIN A., 1983. Journées Rech. Porcine en France, 15, 177-192.
- DI GIROLAMO M., MENDELINGE S., FERTIG J.W., 1971. Am. J. Physiol., 221, 850-858.
- DOURMAD J.Y., 1987. Rev. Alim. Anim., 405, 1-5.
- ELPHICK M.C., FLECKNELL P., HULL D., McFAYDEN I.R., 1980. J. Dev. Physiol., 2, 347-356.
- FOLCH J., LEES M., SLOANE-STANLEY G. H., 1957. J. Biol. Chem., 226, 497-509.
- FREIRE J.P., MOUROT J., CUNHA L.F., ALMEIDA J.A.A., AUMAÏTRE A., 1998. Ann. Nutr. Metab., 42, 90-95.
- GERFAULT V., MOUROT J., ÉTIENNE M., MOUNIER A., 1999. Journées Rech. Porcine en France, 31, 191-197.
- GERFAULT V., LOUVEAU I., ÉTIENNE M., MOUROT J., 2000. J. Nutr., (sous presse).
- GIRARD J.P., BOUT J., SALORT D., 1988. Journées Rech. Porcine en France, 20, 255-278.
- HENRY Y., 1977. Ann. Biol. Bioch. Biophys., 17, 923-952.
- HIRSCH J., GALLIAN E., 1968. J. Lipid Res., 9, 110-119.
- LE DIVIDICH J., ESNAULT Th., LYNCH B. et al, 1991. J. Anim. Sci., 69, 2480-2488.
- MORRISON W. R., SMITH L. M., 1964. J. Lipid Res., 5, 600-608.
- MOUROT J., CHAUVEL J., LE DENMAT M., MOUNIER A., PEINIAU P., 1991. Journées Rech. Porcine en France, 23, 357-364.
- MOUROT J., PEINIAU P., MOUNIER A., 1994. Reprod. Nutr. Dev., 34, 213-220.
- PETTIGREW J.E., 1981. J. Anim. Sci., 53, 107-117.
- SALMON-LEGAGNEUR E., 1964. Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys., 4, 141-155.
- SAS, 1989. SAS/STAT® User's Guide: Statistics (Version 6). SAS Inst. Inc., Cary, NC, USA.
- SEERLEY R.W., PACE T.A., FOLEY C.W., SCARTH R.D., 1974. J. Anim. Sci., 38, 64-70.
- SHILLABEER G., LAU D.C., 1994. J. Lipid Res., 35, 592-600.
- THULIN A.J., ALLEE G.L., HARMON D.L., DAVIS D.L., 1989. J. Anim. Sci., 67, 738-745.

