

INFLUENCE D'UNE RESTRICTION ALIMENTAIRE SUR LE DÉVELOPPEMENT DE LA JEUNE TRUIE.

1 - Performances de croissance et paramètres métaboliques

Christelle MARTIN, Anne-Marie MOUNIER, Armelle PRUNIER

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

Avec la collaboration technique de Françoise GIOVANNI, Y. LEBRETON et J. PORTAGUEN.

Vingt cochettes de race pure Large White âgées de 80 jours environ sont réparties intra-portée en deux lots expérimentaux. Celles du lot témoin (lot T) sont nourries selon un plan d'alimentation proche du niveau ad libitum et celles du lot restreint (lot R) reçoivent environ 60 % de cet apport. La puberté est recherchée par détection des chaleurs en présence d'un verrat et par contrôle de l'ovulation grâce au dosage de la progestérone. Des prélèvements de sang sont effectués par l'intermédiaire d'un cathéter vers 160 et 210 jours d'âge. Les concentrations plasmatiques de glucose, d'insuline, d'urée et d'acides gras libres sont mesurées après un jeûne de 15 heures, puis, 60, 120 et 300 minutes après un repas distribué le matin à 9h00. Les truies sont abattues 5 à 7 jours après la seconde série de prélèvements et la composition tissulaire est déterminée.

Sur l'ensemble de l'expérience, la consommation d'aliment et la vitesse de croissance sont réduites de près de 50 % ($P < 0,001$) sans que l'indice de consommation soit affecté ($P > 0,1$). Le développement du tissu gras est fortement réduit dans le lot R ($15,5 \pm 1,0$ contre $29,3 \pm 1,0$ %, $P < 0,001$), (moyenne \pm écart type de la moyenne). L'absorption de nutriments induit une augmentation de la glycémie, de l'insulinémie et de l'urémie et, une diminution de la concentration en acides gras libres chez les femelles du lot R aux deux âges et chez celles du lot T à 160 jours d'âge ($P < 0,05$). Les truies du lot T à 210 jours d'âge se caractérisent par une glycémie ($0,82 \pm 0,02$ mg/ml), une insulinémie ($8,7 \pm 1,4$ μ UI/ml) et une urémie ($0,31 \pm 0,02$ mg/ml) relativement élevées avant le repas tandis que la concentration en acides gras libres ($0,18 \pm 0,04$ μ mol/ml) est faible. Aussi, leur glycémie et leur concentration en acides gras libres varient peu après avec le repas ($P > 0,1$). Par ailleurs, dans ce groupe de femelles, la concentration en acides gras libres avant le repas est plus faible chez celles qui sont pubères le plus tôt (à 160 jours : $0,55 \pm 0,07$ contre $0,29 \pm 0,07$ μ mol/ml ; à 210 jours : $0,21 \pm 0,06$ contre $0,13 \pm 0,04$ μ mol/ml ; $P < 0,05$). Cette expérience montre donc une augmentation de la résistance au jeûne au cours de la croissance qui semble associée à l'acquisition de la maturité sexuelle.

Influence of nutritional restriction on development of the gilt. I - growth and metabolic parameters

Twenty Large White gilts aged around 80 days were allocated on a within litter basis to a control (C) or to a restricted group (R). C females were fed on a plane of nutrition close to ad libitum while R females were offered about 60 % of the C diet. Onset of puberty was determined by oestus detection with a mature boar and by control of ovulation after plasma progesterone measurement. Blood samples were collected at around 160 and 210 days of age through a jugular catheter. Plasma concentrations of glucose, insulin, urea and free fatty acids were determined after 15 hours of fasting and, 60, 120 and 300 minutes after a meal distributed at 9h00 in the morning. Females were slaughtered 5 to 7 days after the second series of blood sampling and tissue composition was determined.

Overall feed intake and daily gain were reduced of about 50 % in R females ($P < 0,0001$) while feed conversion ratio was not altered ($P > 0,1$). Percentage of fat tissue was highly decreased in R gilts ($15,5 \pm 1,0$ versus $29,3 \pm 1,0$ %, $P < 0,001$), (mean \pm standard error of the mean). Nutrient absorption induced increases of plasma concentrations of glucose, insulin and urea and a decrease of free fatty acids in R females at both ages and in C females at 160 days of age only ($P < 0,05$). In this last group at 210 days of age and before the meal, concentrations of plasma glucose ($0,82 \pm 0,02$ mg/ml), insulin ($8,7 \pm 1,4$ μ UI/ml) and urea ($0,31 \pm 0,02$ mg/ml) were relatively high while that of free fatty acids was low ($0,18 \pm 0,04$ μ mol/ml). After the meal, concentrations of glucose and free fatty acids did not change ($P > 0,1$). In this group, concentration of free fatty acids before the meal was lower in females which reached puberty earlier (at 160 days : $0,55 \pm 0,07$ versus $0,29 \pm 0,07$ μ mol/ml ; at 210 days : $0,21 \pm 0,06$ versus $0,13 \pm 0,04$ μ mol/ml ; $P < 0,05$). This experiment shows an increase in resistance to fasting during growth of the gilt which seems associated to pubertal maturation.

INTRODUCTION

L'influence de l'alimentation sur l'apparition de la puberté chez la truie a fait l'objet de nombreuses études. Celles-ci ont montré qu'une restriction alimentaire sévère, supérieure à 30 % de l'alimentation à volonté, retarde l'apparition de la puberté (HAINES *et al.*, 1959; ETIENNE et DUEE, 1973; DEN HARTOG et NOORDEWIJER, 1984). Une telle restriction induit des modifications de la vitesse de croissance et de la composition corporelle. La concentration des métabolites circulants est affectée ce qui a vraisemblablement des répercussions sur la sécrétion de certains neuropeptides (opiacés) et de nombreuses hormones liées au métabolisme (insuline, GH, IGF1, cortisol, hormones thyroïdiennes). Tous ces changements sont susceptibles d'altérer le développement ovarien soit par une action directe, soit par l'intermédiaire d'une modification de la sécrétion des hormones gonadotropes (BRITT *et al.*, 1988; BOOTH, 1990). Malheureusement, les relations entre ces différents paramètres ont fait l'objet de très peu de travaux. Nous ne connaissons que trois études chez le porc, deux conduites sur des jeunes truies cycliques ou prépubères soumises à une restriction alimentaire telle que les animaux perdaient du poids (ARMSTRONG et BRITT, 1987; BRITT *et al.*, 1988), la dernière sur des truies prépubères recevant un apport énergétique permettant seulement de couvrir les besoins d'entretien (BOOTH, 1990).

Aussi, avons-nous utilisé comme modèle expérimental la jeune truie soumise à un plan d'alimentation restreint mais suffisant pour assurer une croissance réduite et nous avons mesuré les niveaux circulants de plusieurs métabolites (glucose, urée, acides gras libres), d'insuline, de LH et de FSH à deux stades au cours de la période péripubertaire. Dans cet article ne sont rapportés que les résultats concernant les paramètres métaboliques, ceux relatifs à la sécrétion des hormones gonadotropes sont publiés dans un second article (PRUNIER *et al.*, 1992).

1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

1.1. Mode d'élevage et alimentation des animaux

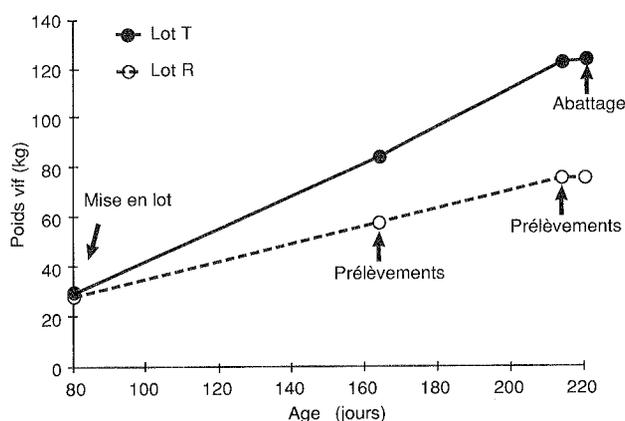
Vers 80 jours d'âge, 20 femelles Large White issues de 10 portées sont réparties par blocs de soeurs de portée en deux lots expérimentaux sur la base de leur poids vif. Les femelles du lot témoin (lot T) sont nourries suivant un plan d'alimentation libéral qui s'échelonne de 1,2 kg d'aliment à 25 kg de poids vif à 3,2 kg d'aliment à partir de 105 kg. Celles du lot restreint (lot R) reçoivent environ 60 % de cet apport, soit 0,7 kg d'aliment à 25 kg de poids vif et 1,9 kg d'aliment à partir de 105 kg. L'aliment distribué apporte 3,1 Mcal d'énergie digestible/kg, 17,3 % de matières azotées totales et 0,88 % de lysine. Pendant toute la durée de l'expérience, les truies sont alimentées individuellement et sont soumises à un éclairage artificiel pendant 16 heures/jour. Les refus éventuels sont cumulés et pesés une fois par semaine. Les animaux sont pesés toutes les deux semaines, lors de la pose des cathéters et à l'abattage.

Entre la mise en lot et 150 jours d'âge, les cochettes sont élevées en groupes de 5 par loge. A 150 jours d'âge, elles sont transférées dans une cellule où elles sont maintenues à l'attache par une sangle ventrale. A partir de 160 jours d'âge, une détection quotidienne des oestrus est effectuée en présence d'un verrat mature.

1.2. Prélèvements sanguins

Des prélèvements sériés de sang ont lieu à deux stades au cours de la croissance, vers 160 et 210 jours d'âge (figure 1), par l'intermédiaire d'un cathéter posé dans la veine jugulaire sous anesthésie générale 4 à 6 jours plus tôt. Après centrifugation, le plasma est recueilli et conservé à -20°C jusqu'aux dosages.

Figure 1 - Âge et poids vif des truies à la mise en lot et lors des observations expérimentales



Les animaux du lot T pèsent en moyenne 85 et 125 kg de poids vif et ceux du lot R, 59 et 77 kg, lors des prélèvements de 160 et 210 jours d'âge respectivement. Toutes les femelles sont mises à jeûn la veille des prélèvements à partir de 17h00. Le jour des prélèvements, elles reçoivent la totalité de leur ration à 9h00. Compte tenu de leur poids vif, les femelles du lot T reçoivent 2,85 à 3,0 kg d'aliment à 160 jours et 3,2 kg à 210 jours; celles du lot R reçoivent 1,4 à 1,65 kg à 160 jours et 1,7 à 1,8 kg à 210 jours.

Les concentrations plasmatiques d'insuline, de glucose, d'urée et d'acides gras libres (AGL) sont déterminées sur des prélèvements effectués à 8h00, 10h00, 11h00 et 14h00. Celles d'insuline sont mesurées par un dosage radioimmunologique permettant de détecter 5 µl/ml et ayant un coefficient de variation proche de 10 %. Celles des métabolites sanguins sont mesurées par dosages enzymatiques avec des kits de chez Bio Merieux (Charbonnières les Bains, France) pour le glucose et l'urée et, de chez Wako Chemical (Neuss, Allemagne) pour les acides gras libres.

1.3. Abattage

Les femelles sont abattues 5 à 7 jours après la seconde série de prélèvements. La teneur en muscle et en tissu gras est estimée après découpe des carcasses suivant les équations définies par DESMOULIN *et al.* (1988).

1.4. Analyses statistiques

Les calculs statistiques sont effectués à l'aide du modèle linéaire généralisé (SAS, 1989). Pour les variables mesurées à l'abattage, le modèle d'analyse de la variance inclut le niveau alimentaire et la portée. Pour les autres variables, le modèle en split plot inclut les effets du niveau alimentaire, du bloc de portée, de l'animal, de l'âge et de l'interaction entre le niveau alimentaire et l'âge. Lorsque l'interaction tend à être significa-

tive ($P < 0,1$), les effets de l'âge et du niveau alimentaire sont analysés séparément en incluant dans le modèle soit l'effet de l'animal avec l'âge soit celui de la portée avec le niveau alimentaire. Enfin pour le lot T, l'influence de la précocité sexuelle est recherchée en comparant les performances relatives aux femelles pubères avant la fin de l'expérience ($n = 4$) à celles des autres ($n = 6$) par le test de Student pour les variables analysées à l'abattage, et par analyse de variance en incluant les effets de l'animal, de l'âge et de l'interaction entre la précocité sexuelle et l'âge pour les autres variables. Cette étude de l'influence de la précocité sexuelle n'a pu être réalisée dans le lot R puisqu'aucune femelle n'était pubère avant la fin de l'expérience.

2. RÉSULTATS

2.1. Performances de croissance (tableau 1)

Pendant la durée de l'expérience, la consommation totale d'aliment est réduite de 47 % et la vitesse de croissance de 50 % chez les femelles restreintes par rapport aux témoins. L'indice de consommation est similaire dans les deux lots. La composition tissulaire des femelles à l'abattage est modifiée par le niveau alimentaire : le développement du tissu gras est très fortement réduit dans le lot R. La précocité sexuelle des truies du lot T n'a d'influence significative sur aucun de ces critères ($P > 0,1$).

Tableau 1 - Effets du niveau alimentaire sur les performances de croissance et la composition tissulaire à l'abattage (moyenne et écart-type de la moyenne)

	Lot T	Lot R	Signification statistique
Vitesse de croissance (g/jour)	694 ± 15	350 ± 15	***
Indice de consommation (kg/kg)	3,74 ± 0,06	3,96 ± 0,18	NS
Composition tissulaire			
Tissu gras (%)	29,3 ± 1,0	15,5 ± 0,8	***
Tissu musculaire (%)	48,6 ± 0,8	56,9 ± 0,6	***

Seuils de signification statistique : NS : $P > 0,1$; *** : $P < 0,001$.

2.2. Glycémie (figure 2, tableau 2)

Dans le lot R, aux deux âges, la glycémie augmente après le repas et est significativement plus élevée 60, 120 et 300 mn après le début du repas qu'avant. Par contre, dans le lot T, elle ne varie pas de façon significative à 210 jours d'âge et

n'augmente qu'à 60 et 300 mn après le repas à 160 jours. La glycémie avant le repas est plus élevée chez les femelles témoins que chez les restreintes alors que 60 et 120 mn après le repas elle devient plus forte chez les restreintes. Dans le lot T, à aucun moment par rapport au repas, la glycémie ne varie entre les truies de précocité sexuelle différente ($P > 0,1$).

Tableau 2 - Effets du niveau alimentaire et de l'âge sur la glycémie à différents moments par rapport au début du repas (mg/ml, moyenne et écart-type de la moyenne)

	Lot T	Lot R	Signification statistique
Avant le repas			
160 jours d'âge	0,77 ± 0,03	0,73 ± 0,04	Niv. alim : **
210 jours d'âge	0,82 ± 0,02	0,74 ± 0,02	Age : NS Niv. alim.*âge : NS
60 mn après le début du repas			
160 jours d'âge	↑1,11 ± 0,09	↑1,05 ± 0,07	Niv. alim. : +
210 jours d'âge	→0,89 ± 0,04	↑1,09 ± 0,10	Age : NS Niv. alim.*âge : NS
120 mn après le début du repas			
160 jours d'âge	→0,82 ± 0,06	↑0,90 ± 0,06	Niv. alim. : **
210 jours d'âge	→0,80 ± 0,03	↑0,95 ± 0,06	Age : NS Niv. alim.*âge : NS
300 mn après le début du repas			
160 jours d'âge	↑0,90 ± 0,04	↑0,89 ± 0,03	Niv. alim. : NS
210 jours d'âge	→0,89 ± 0,05	↑0,94 ± 0,03	Age : NS Niv. alim.*âge : NS

→ la différence avec la glycémie avant le repas n'est pas significative pour un âge et un niveau alimentaire donnés ($P > 0,1$).

↑ la différence avec la glycémie avant le repas est significative pour un âge et un niveau alimentaire donnés ($P < 0,05$).

Seuils de signification statistique : NS : $P > 0,1$; + : $P < 0,1$; * : $P < 0,05$; ** : $P < 0,01$.

2.3. Insulinémie (figure 2, tableau 3)

L'insulinémie augmente significativement après le repas dans les deux lots aux deux âges. Cependant, les concentrations d'insuline mesurées avant le repas ou 300 mn après le début du repas tendent à être inférieures chez les femelles restreintes ($P < 0,08$) alors que celles observées 60 et 120 mn après le repas ne diffèrent pas entre les deux niveaux alimentaires. Dans le lot T, à aucun moment par rapport au repas, l'insulinémie ne varie entre les truies de précocité sexuelle différente ($P > 0,1$).

2.4. Acides gras libres (figure 2, tableau 4)

La concentration plasmatique en acides gras libres diminue

après le repas aux deux âges dans le lot R et seulement à 160 jours dans le lot T. A jeûn, elle est plus élevée chez les femelles restreintes que chez les témoins à 210 jours d'âge alors que 300 mn après le repas, elle est plus faible chez les restreintes aux deux âges. Enfin, 120 et 300 mn après le repas, la concentration en acides gras libres augmente avec l'âge dans les deux lots.

Dans le lot T, la concentration en acides gras libres avant le repas est plus élevée aux deux âges chez les femelles pubères le plus précocément (à 160 jours : $0,55 \pm 0,07$ contre $0,29 \pm 0,07$ $\mu\text{mol/ml}$; à 210 jours : $0,21 \pm 0,06$ contre $0,13 \pm 0,04$ $\mu\text{mol/ml}$; $P < 0,05$). Après le repas, il n'y a pas de différence significative entre les deux groupes de précocité sexuelle.

Tableau 3 - Effets du niveau alimentaire et de l'âge sur l'insulinémie à différents moments par rapport au début du repas ($\mu\text{UI/ml}$, moyenne et écart-type de la moyenne)

	Lot T	Lot R	Signification statistique
Avant le repas			Niv. alim. : +
160 jours d'âge	$6,7 \pm 1,4$	$6,1 \pm 0,7$	Age : NS
210 jours d'âge	$8,7 \pm 1,4$	$5,5 \pm 0,3$	Niv. alim.*âge : NS
60 mn après le début du repas			Niv. alim. : NS
160 jours d'âge	$\uparrow 150 \pm 27$	$\uparrow 163 \pm 24$	Age : +
			Niv. alim.*âge : NS
120 mn après le début du repas			Niv. alim. : NS
160 jours d'âge	$\uparrow 96 \pm 17$	$\uparrow 83 \pm 15$	Age : +
210 jours d'âge	$\uparrow 56 \pm 11$	$\uparrow 66 \pm 11$	Niv. alim.*âge : NS
300 mn après le début du repas			Niv. alim. : +
160 jours d'âge	$\uparrow 35 \pm 12$	$\uparrow 34 \pm 8$	Age : NS
210 jours d'âge	$\uparrow 52 \pm 7$	$\uparrow 31 \pm 5$	Niv. alim.*âge : NS

\uparrow la différence avec l'insulinémie avant le repas est significative pour un âge et un niveau alimentaire donnés ($P < 0,05$).

Seuils de signification statistique : NS : $P > 0,1$; + : $P < 0,1$; * : $P < 0,05$; ** : $P < 0,01$.

Tableau 4 - Effets du niveau alimentaire et de l'âge sur la concentration plasmatique en acides gras libres à différents moments par rapport au début du repas ($\mu\text{mol/ml}$, moyenne et écart-type de la moyenne)

	Lot T	Lot R	Signification statistique
Avant le repas			Niv. alim. : +
160 jours d'âge	$0,46 \pm 0,07^v$	$0,48 \pm 0,10^b$	Age : *
210 jours d'âge	$0,18 \pm 0,04^{au}$	$0,46 \pm 0,08^b$	Niv. alim.*âge : *
60 mn après le début du repas			Niv. alim. : NS
160 jours d'âge	$\downarrow 0,08 \pm 0,02$	$\downarrow 0,14 \pm 0,08$	Age : NS
210 jours d'âge	$\rightarrow 0,13 \pm 0,06$	$\downarrow 0,11 \pm 0,02$	Niv. alim.*âge : NS
120 mn après le début du repas			Niv. alim. : NS
160 jours d'âge	$\downarrow 0,09 \pm 0,01$	$\downarrow 0,07 \pm 0,01$	Age : **
210 jours d'âge	$\rightarrow 0,21 \pm 0,05$	$\downarrow 0,15 \pm 0,02$	Niv. alim.*âge : NS
300 mn après le début du repas			Niv. alim. : **
160 jours d'âge	$\downarrow 0,08 \pm 0,01$	$\downarrow 0,06 \pm 0,01$	Age : ***
210 jours d'âge	$\rightarrow 0,21 \pm 0,02$	$\downarrow 0,14 \pm 0,02$	Niv. alim.*âge : NS

u, v : la différence entre les 2 âges est significative ($P < 0,05$) lorsque l'interaction niveau alimentaire*âge tend à être significative ($P < 0,1$)

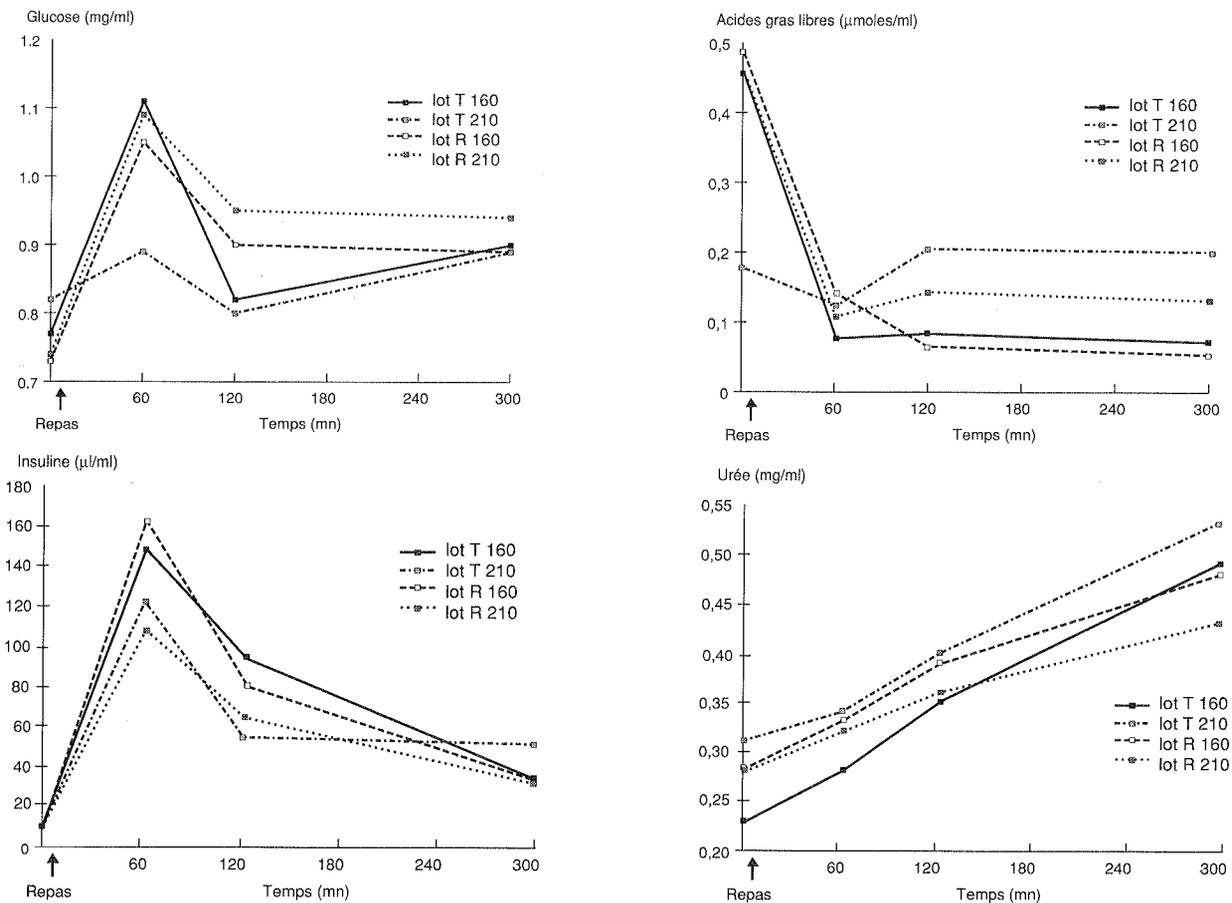
a, b : la différence entre les 2 lots est significative ($P < 0,05$) lorsque l'interaction niveau alimentaire*âge tend à être significative ($P < 0,1$)

\rightarrow la différence avec la concentration avant le repas n'est pas significative pour un âge et un niveau alimentaire donnés ($P > 0,1$).

\downarrow la différence avec la concentration avant le repas est significative pour un âge et un niveau alimentaire donnés ($P < 0,05$).

Seuils de signification statistique : NS : $P > 0,1$; + : $P < 0,1$; * : $P < 0,05$; ** : $P < 0,01$; *** : $P < 0,001$.

Figure 2 - Influence du repas au temps 0 sur les concentrations plasmatiques de glucose, d'insuline, d'acides gras libres et d'urée chez des truies soumises à une alimentation libérale (lot T) ou restreinte (lot R), prélevées à 160 et à 210 jours d'âge



2.5. Urémie (figure 2, tableau 5)

L'urémie augmente après le repas dans les deux lots aux deux âges. Il n'existe une différence entre les deux lots qu'à 210 jours d'âge et 300 mn après le repas. Chez les femelles témoins,

l'urémie augmente avec l'âge quel que soit le moment par rapport au repas bien que la différence ne soit pas toujours significative. Par ailleurs, dans ce groupe, l'urémie n'est influencée par la précocité sexuelle à aucun moment par rapport au repas ($P > 0,1$)

Tableau 5 - Effets du niveau alimentaire et de l'âge sur l'urémie à différents moments par rapport au début du repas (mg/ml, moyenne et écart-type de la moyenne)

	Lot T	Lot R	Signification statistique
Avant le repas			
160 jours d'âge	0,23 ± 0,02 ^u	0,28 ± 0,02	Niv. alim. : NS
210 jours d'âge	0,31 ± 0,02 ^v	0,28 ± 0,02	Age : +
			Niv. alim.*âge : +
60 mn après le début du repas			
160 jours d'âge	↑ 0,28 ± 0,02 ^u	↑ 0,33 ± 0,02	Niv. alim. : NS
210 jours d'âge	→ 0,34 ± 0,02 ^v	↑ 0,32 ± 0,02	Age : NS
			Niv. alim.*âge : NS
120 mn après le début du repas			
160 jours d'âge	↑ 0,35 ± 0,02 ^u	↑ 0,39 ± 0,02	Niv. alim. : NS
210 jours d'âge	↑ 0,40 ± 0,02 ^v	↑ 0,36 ± 0,03	Age : NS
			Niv. alim.*âge : +
300 mn après le début du repas			
160 jours d'âge	↑ 0,49 ± 0,03 ^b	↑ 0,48 ± 0,03	Niv. alim. : *
210 jours d'âge	↑ 0,53 ± 0,02 ^b	↑ 0,43 ± 0,02 ^a	Age : NS
			Niv. alim.*âge : *

a, b : la différence entre les 2 lots est significative ($P < 0,05$) lorsque l'interaction niveau alimentaire*âge tend à être significative ($P < 0,1$)

→ la différence avec l'urémie avant le repas n'est pas significative pour un âge et un niveau alimentaire donnés ($P > 0,1$).

↑ la différence avec l'urémie avant le repas est significative pour un âge et un niveau alimentaire donnés ($P < 0,05$).

Seuils de signification statistique : NS : $P > 0,1$; + : $P < 0,1$; * : $P < 0,05$.

3. DISCUSSION

La restriction alimentaire pratiquée à partir de 25 kg de poids vif a réduit significativement la vitesse de croissance et l'adiposité des jeunes truies conformément aux résultats de la bibliographie (HAINES et al., 1959; ETIENNE et DUEE, 1973; DEN HARTOG et NOORDEWIJER, 1984). L'amplitude de la réduction de la vitesse de croissance est très proche de celle du niveau de restriction (environ 50 %). Aussi, l'indice de consommation n'est pas affecté. Cependant, il faut remarquer qu'il est calculé sur des périodes de même durée. Si l'on avait prolongé la durée d'engraissement des femelles restreintes jusqu'à ce qu'elles atteignent le même poids que les témoins, cet indice aurait fortement augmenté. La restriction pratiquée a induit un retard de puberté (PRUNIER et al., 1992) conformément à ce qu'on attendait (HAINES et al., 1959; ETIENNE et DUEE, 1973; DENHARTOG et NOORDEWIJER, 1984).

Avant le repas, chez les truies du lot restreint aux deux âges et chez celles du lot témoin à 210 jours, la glycémie, l'urémie et l'insulinémie sont faibles alors que la concentration plasmatique en acides gras libres est élevée conformément aux résultats de la bibliographie (WANGSNESS et al., 1981; RERAT et al., 1984; ARMSTRONG et al., 1986; BENGALA FREIRE et al., 1990). Ceci traduit une mobilisation des lipides des réserves corporelles pour assurer l'apport en énergie nécessaire aux animaux. Après le repas chez ces femelles, la glycémie, l'urémie et l'insulinémie augmentent alors que la concentration en acides gras libres diminue conformément aux travaux précédemment cités. L'énergie nécessaire aux animaux provient alors des nutriments absorbés lors du repas.

Les femelles du groupe témoin présentent un comportement particulier à 210 jours d'âge. Avant le repas, leur glycémie et urémie sont relativement élevées alors que la concentration en acides gras libres est basse puis, malgré la prise d'aliment, la glycémie et la concentration en acides gras libres ne varient pas de façon significative. Aussi, on peut supposer que chez ces truies, un jeûne de 16 heures est insuffisant pour induire un état métabolique caractéristique de l'animal à jeûn contrairement à ce qui se passe pour les femelles du même groupe à 160 jours ou pour les femelles du groupe restreint aux deux stades considérés. Les femelles du groupe T à 210 jours se caractérisent par un poids vif et des réserves corporelles plus élevés et, par un degré de maturité sexuelle plus avancé. Chez le singe mâle, Cameron et al. (1985) ont montré que le passage d'un état métabolique caractéristique d'un état nourri à celui du jeûne était plus lent chez l'animal sexuellement mature que chez le prépubère. Aussi, on peut supposer, que le même phénomène se produit chez la jeune truie. Ceci est d'autant plus vraisemblable que, dans le lot T, où on a pu comparer deux groupes de femelles de précocité sexuelle différente, la concentration en acides gras libres avant le repas est plus faible chez les plus précoces aussi bien à 160 jours, alors qu'aucune truie n'est encore pubère, qu'à 210 jours d'âge, où toutes les femelles du groupe le plus précoce sont déjà cyclées. Le développement corporel ne semble pas être le facteur explicatif puisqu'à l'abattage, quelques jours après la seconde série de prélèvements, le poids vif et la composition corporelle sont similaires dans ces deux groupes de femelles.

La comparaison des femelles témoins et restreintes montre que la glycémie et l'insulinémie avant repas tendent à diminuer avec le niveau alimentaire. Cette influence de la restriction alimentaire sur la glycémie avant repas est similaire à celle observée par BOOTH (1990) sur des femelles nourries *ad libitum* jusqu'à 75 ou 85 kg de poids vif puis recevant un apport

énergétique permettant seulement de couvrir leur besoin d'entretien. Par contre, ARMSTRONG et BRITT (1987) observent une glycémie préprandiale plus élevée chez des femelles restreintes que chez des témoins. Cependant, il est à noter que dans cette étude les femelles témoins reçoivent un apport énergétique quotidien (1,8 kg d'aliment contenant 3,16 Mcal ME/kg) inférieur à nos restraints pour un poids vif supérieur compris entre 115 et 140 kg et que les restreintes reçoivent 12 fois moins (0,23 kg d'aliment contenant 2,1 Mcal ME/kg) pour un poids vif qui diminue de 110 à 90 kg environ. La réduction de l'insulinémie préprandiale avec le niveau alimentaire que nous observons est conforme aux résultats obtenus chez la jeune truie (ARMSTRONG et BRITT, 1987; BRITT et al., 1988) ou chez le rat (GREY et al., 1970).

Après le repas, nos résultats montrent une glycémie plus élevée chez les femelles recevant l'apport alimentaire le plus faible, alors que l'insulinémie ne diffère pas entre les deux lots. Cependant, ces résultats sont basés sur des prélèvements relativement espacés les uns des autres et il serait nécessaire de réaliser la même étude à partir de prélèvements beaucoup plus serrés pour déterminer si la sécrétion d'insuline a réellement été similaire chez toutes les femelles. Contrairement à nous, ARMSTRONG et BRITT (1987) n'observent pas d'influence de l'apport énergétique sur la glycémie post prandiale et, tout comme BRITT et al. (1988) et BOOTH (1990), ils constatent une augmentation fortement réduite de l'insulinémie après le repas lorsque le niveau alimentaire est faible. Cependant, la grande différence des apports énergétiques aussi bien dans les groupes témoins qu'expérimentaux explique vraisemblablement la divergence des résultats entre les études.

Notre expérience montre une influence de la restriction alimentaire sur la concentration en acides gras libres avant repas à 210 jours d'âge seulement. Cette différence est alors vraisemblablement due au fait que les femelles témoins n'ont pas atteint un état caractéristique de l'animal à jeûn qui mobilise ses réserves adipeuses.

Dans les deux premières heures qui suivent le repas, la concentration en acides gras libres est similaire dans les deux lots alors que 5 heures après le repas, elle est plus élevée dans le lot témoin. Ceci peut s'expliquer par un *turn over* plus important des acides gras libres chez des femelles ayant une masse adipeuse plus importante et déposant davantage de tissu gras. Une seconde hypothèse est que chez les femelles restreintes, la mobilisation des acides gras pendant la période de jeûne a été plus élevée, et que les adipocytes s'étant plus fortement vidés, la captation des acides gras circulants est plus rapide. Enfin, on peut supposer que chez les femelles témoins, l'action antilipolytique de l'insuline est réduite ce qui permet une libération plus importante d'acides gras libres par les adipocytes. Ces résultats sont très différents de ceux de ARMSTRONG et BRITT (1987) et BRITT et al. (1988) qui montrent que les concentrations en acides gras libres avant et après repas sont beaucoup plus élevées chez les jeunes truies recevant l'apport énergétique le plus faible. La divergence des résultats peut, là encore, s'expliquer par la différence des apports alimentaires amenant les animaux à mobiliser plus ou moins leurs réserves adipeuses. Enfin, notre expérience montre qu'entre 160 et 210 jours d'âge, les concentrations en acides gras libres mesurées 2 et 5 heures après le repas augmentent. En fait, tout se passe comme si le niveau basal des acides gras libres augmentait au cours de la croissance. De même que pour le niveau alimentaire on peut supposer que l'influence de l'âge sur le niveau basal des acides gras libres s'explique par l'augmentation de leur *turn over* et/ou par la

réduction de l'action antilipolytique de l'insuline.

L'influence de la restriction alimentaire sur l'urémie est peu marquée dans notre expérience. Le seul effet notable est qu'à 210 jours d'âge, l'urémie mesurée 5 heures après le repas est plus faible chez les truies restreintes que chez les témoins. Une partie de l'urée est due au catabolisme des protéines d'origine alimentaire et la différence de concentration sanguine s'explique vraisemblablement par la variation des quantités de protéines ingérées. Alors que nous n'observons pas d'influence du niveau alimentaire sur l'urémie avant le repas, ARMSTRONG et BRITT (1987) obtiennent une augmentation lorsque le niveau alimentaire diminue. Là encore, la différence des apports énergétiques peut expliquer la divergence des

résultats entre les études. Dans le cas de la restriction très sévère induisant une perte de poids (ARMSTRONG et BRITT, 1987), les animaux sont amenés à mobiliser leurs réserves musculaires et l'augmentation de l'urémie traduit vraisemblablement l'accroissement de ce catabolisme protéique.

En conclusion, cette expérience montre qu'une restriction alimentaire d'environ 50% induit un retard de croissance, une réduction de l'adiposité des truies et des modifications au plan métabolique. De plus, il semble qu'avec le développement corporel et l'acquisition du développement sexuel, les jeunes truies deviennent plus résistantes au jeûne. Il reste à déterminer si cette meilleure résistance est à l'origine ou est une conséquence de l'acquisition de la maturité sexuelle.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ARMSTRONG J.D., BRITT J.H., KRAELING R.R., 1986. *J. Anim. Sci.*, 63 : 1915-1925.
- ARMSTRONG J.D., BRITT J.H., 1987. *J. Anim. Sci.*, 65, 508-523.
- BENGALA FREIRE J., PEINIAU J., AUMAITRE A., 1990. *Sci. Aliments*, 10, 293-307.
- BOOTH P.J., 1990. *J. Reprod. Fert. suppl.* 40, 89-100.
- BRITT J.H., ARMSTRONG J.D., COX N.M., 1988. 11th Inter. Congr. Anim. Reprod. A. I., Dublin, 5, 177-125.
- CAMERON J.L., KOERKER D.J., STEINERR A., 1985. *Am. J. Physiol.* 249, E385-E391.
- DEN HARTOG L.A., NOORDEWIER G.J., 1984. *J. Agric. Sci.*, 32, 263-280.
- DESMOULIN B., ECOLAN P., BONNEAU M., 1988. *INRA Prod. Anim.*, 1, 59-64.
- ETIENNE M., DUEE P., 1973. *Ann. Zootech.*, 22, 453-462.
- GREY N.J., GOLDRING S., KIPNIS D.M., 1970. *J. Clin. Invest.*, 49, 881, 1970.
- HAINES A., WARNICK A.C., WALLACE H.D., 1959. *J. Anim. Sci.*, 18, 347-354.
- PRUNIER A., 1991. *Reprod. Nutr. Dev.*, 31 (sous presse).
- PRUNIER A., MOUNIER A.M., MARTIN C., 1992. *Journées Rech. Porcine en France*, 24, 329-336.
- RERAT A., VAISSADE P., VAUGELADE P., 1984. *Br. J. Nutr.*, 51, 505-515.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEMS INSTITUTE, 1989. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- WANGSNESS P.J., ACKER W.A., BURDETTE J.H., KRABILL L.F., VASILATOS R., 1981. *J. Anim. Sci.*, 52, 69-74.