

# Effet de la température d'élevage et de la nature du régime sur la composition en acides gras du tissu adipeux du porc

Rosil LIZARDO (1), Laurent LE BELLEGO (2), Jean NOBLET (2), Jaap VAN MILGEN (2), Jacques MOUROT (2)

(1) Fundação Ciência e Tecnologia, Programme PRAXIS XXI - Av. D. Carlos I, 126, Lisbonne, Portugal

(2) INRA – Unité Mixte de Recherches sur le Veau et le Porc ; 35590 Saint-Gilles, France

Avec la collaboration technique de H. Renoult, M. Alix, P. Bodinier, J. Liger, P. Peiniau et A. Mounier

## Effet de la température d'élevage et de la nature du régime sur la composition en acides gras du tissu adipeux du porc

L'exposition du porc au chaud entraîne une réduction de la consommation d'aliment qui peut être atténuée par l'utilisation de régimes à teneur en protéines abaissée et/ou à teneur en matières grasses accrue. Dans ce contexte, l'influence de l'élévation de la température ambiante de 22 à 29 °C et de la composition chimique de 3 régimes sur la composition en acides gras (AG) de la bardièrre et de la panne du porc à l'abattage est étudiée. Ces régimes sont tous distribués à volonté et correspondent respectivement à un régime témoin (R1) et deux régimes (R2, R3) à faible taux de protéines et enrichis en acides aminés de synthèse. Le régime R3 diffère de R2 par l'addition de 4% d'un mélange de suif et d'huile de maïs. L'augmentation de la température entraîne une réduction de la teneur en acide oléique et une augmentation des teneurs en acides palmitique et linoléique des tissus adipeux. Les effets s'observent davantage au niveau de la panne que de la bardièrre et sont fonction du régime ingéré par les animaux. Le régime R3 entraîne une forte augmentation de la teneur en acide linoléique et une baisse des acides palmitique, stéarique et même de l'oléique. La réduction de la teneur en protéines du régime n'a pas d'effets majeurs sur la composition en AG. En conclusion, l'élévation de la température ambiante et l'enrichissement en lipides des régimes peuvent affecter la composition en AG des tissus adipeux et donc avoir une très forte influence sur la qualité du gras de porc.

## The effect of temperature and diet composition on fatty acid composition of adipose tissues in the pig

An increase in environmental temperature has a major impact on feed intake of pigs. However, the use of low-protein or high-fat diets could, at least partially, reduce this negative effect. In the present experiment, the influence of increasing ambient temperature from 22 to 29 °C and of three different diets on the fatty acid composition of adipose tissues has been studied in pigs at slaughter. A normal protein content diet was used as a control and two other diets low in protein but supplemented with synthetic amino acids were also used. Furthermore, 2 % tallow and 2 % maize oil were included in the third diet. Pigs were offered feed *ad libitum* between 28 and 100 kg body weight. The increase in temperature reduced the oleic acid content and increased the palmitic and linoleic acid contents of adipose tissues. These effects were greater in leaf fat than in backfat and were also dependent on diet characteristics. The addition of fat to the diet resulted in a marked increase in linoleic acid and a reduction in palmitic, stearic and oleic acid levels in both tissues. In contrast, no effect of a reduction in dietary protein level was observed. In conclusion, an increase in the environmental temperature and the use of fat-rich diets influenced the fatty acid composition of adipose tissues and consequently, pig meat quality.

## INTRODUCTION

L'environnement dans une porcherie est le résultat de l'action combinée d'une série de facteurs, parmi lesquels la température ambiante. Au chaud, le porc a besoin de dissiper la chaleur qu'il produit, celle-ci étant directement liée au niveau de consommation d'aliment (QUINIOU et al., 2000). Il réduit alors son ingestion d'aliment, ce qui entraîne une baisse des performances de croissance (STAHLY et CROMWELL, 1979 ; KATSUMATA et al., 1996 ; MASSABIE et al., 1996). La chaleur peut également exercer une influence sur la composition corporelle et en particulier sur les dépôts de tissus gras. Ainsi, des animaux élevés au chaud présentent une moindre épaisseur du gras de bardière (KATSUMATA et al., 1996 ; MASSABIE et al., 1996) et inversement du gras interne (panne) en quantité plus importante (STAHLY et CROMWELL, 1979 ; LE DIVIDICH et al., 1987). Par ailleurs, la composition en acides gras (AG) des tissus est également affectée et les effets semblent plus visibles dans le gras de bardière que dans celui de la panne. L'élévation de la température entraîne notamment une baisse de la teneur en acide oléique et une augmentation de celle des acides palmitique, stéarique et même linoléique (RINALDO et LE DIVIDICH, 1991 ; KATSUMATA et al., 1995 ; LEBRET et al., 1998).

Les matières grasses sont très riches en énergie et produisent une extra-chaleur inférieure à celle des glucides ou des protéines. Leur inclusion dans les aliments pour le porc élevé au chaud pourraient pallier la baisse de l'ingestion d'aliment par une augmentation de l'ingéré énergétique et contribuer à l'amélioration des performances de croissance (LE DIVIDICH

et al., 1987 ; KNOWLES et al., 1998 ; BEE et al., 1999). Néanmoins, la source et le niveau d'inclusion sont à prendre en compte car ils risquent d'entraîner soit une augmentation de l'adiposité générale de la carcasse (STAHLY et CROMWELL, 1979 ; KATSUMATA et al., 1996), soit une altération de la composition en AG des tissus (LEAT et al., 1964 ; MILLER et al., 1990 ; KOUBA et MOUROT, 1999). Enfin, on a de plus en plus recours à l'utilisation de régimes à faible taux de protéines et supplémentés en acides aminés synthétiques de façon à réduire les rejets azotés et contribuer à l'amélioration de l'environnement. Cependant, il a été observé que les carcasses tendent à être plus grasses avec ce type de régimes (NOBLET et al., 1987 ; BOURDON et al., 1995 ; KERR et al., 1995) et les possibles effets sur la composition en AG des tissus adipeux (TA) n'ont pas été encore évalués. Ainsi, outre les effets sur les performances (LE BELLEGO et al., 2001), l'influence de l'élévation de la température et de la composition de l'aliment sur la composition lipidique des tissus adipeux sous-cutané (bardière), périrénal (panne) et intramusculaire (jambon) est étudiée dans cette expérience.

## 1. MATERIELS ET METHODES

L'influence de la température d'élevage et du régime sur la composition en acides gras (AG) des tissus adipeux est étudiée sur 36 porcs mâles castrés [Piétrain x (Large White x Land Race)]. Ces animaux correspondent à la première répétition d'une expérience sur l'influence des mêmes traitements sur les performances de croissance et de composition corporelle (LE BELLEGO et al., 2001). Les animaux sont logés individuellement dans deux bâtiments climatisés, soit à

**Tableau 1** - Analyse chimique des régimes expérimentaux (1).

Période	Croissance			Finition		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
<b>Régime (2)</b>						
<b>Matières azotées totales, g/kg</b>	197	153	164	175	125	133
<b>Amidon, g/kg</b>	418	481	437	449	521	480
<b>Lipides totaux, g/kg</b>	26,9	27,8	58,5	26,9	25,9	60,7
<b>Acides gras, g/kg</b>	20,63	23,14	49,53	21,80	21,43	50,76
Myristique (C14:0)	0,04	0,04	0,56	0,02	0,02	0,54
Palmitique (C16:0)	3,30	3,60	8,20	3,40	3,20	8,30
Palmitoléique (C16:1)	0,05	0,05	0,50	0,04	0,04	0,50
Stéarique (C18:0)	0,60	0,60	4,10	0,50	0,50	4,30
Oléique (C18:1)	4,40	5,40	13,20	4,90	5,10	13,90
Linoléique (C18:2)	11,20	12,70	21,80	12,10	11,90	22,00
Linoléique (C18:3)	0,75	0,61	0,71	0,66	0,53	0,64
Arachidique (C20:0)	0,08	0,08	0,15	0,07	0,07	0,15
Eicosénoïque (C20:1)	0,10	0,10	0,20	0,07	0,09	0,21
Arachidonique (C20:4)	0,09	0,05	0,17	0,05	0,04	0,16

(1) Pour plus de détails sur la composition centésimale ou l'analyse chimique des régimes, il faut se rapporter à LE BELLEGO et al. (2001).

(2) R1 : régime contrôle (céréale plus tourteau de soja) ; R2 : régime à faible taux de protéines avec supplémentation en acides aminés ; R3 : régime à faible taux de protéines avec supplémentation en acides aminés et addition de 4% de matières grasses (mélange 50/50 de suif et d'huile de maïs).

**Tableau 2** - Influence de la température d'élevage et de la composition de l'aliment sur les performances de croissance du porc entre 28 et 100 kg de poids vif et sur la composition corporelle à l'abattage.

	Température		Régime			Analyse Statistique (1)		
	22°C	29°C	R1	R2	R3	T	R	ETR
Nombre d'animaux	18	18	12	12	12	-	-	-
Durée d'engraissement, j	68,9b	77,8a	70,6	74,7	71,8	***	ns	6,3
Consommation d'aliment, kg/j	2,65a	2,26b	2,57a	2,37b	2,41b	***	*	0,16
Gain moyen quotidien, kg	1,09a	0,94b	1,05	0,99	1,01	***	ns	0,08
Indice de consommation	2,43	2,39	2,45	2,39	2,38	ns	ns	0,11
Poids d'abattage, kg	100,7	100,1	100,7	100,5	99,9	ns	ns	2,0
Taux de maigre (TVM), %	59,6	60,7	60,3	60,8	59,7	ns	ns	2,1
Gras dorsal, mm	17,3	16,4	16,7	16,1	17,8	ns	ns	2,2
Gras lombaire, mm	19,3	19,4	18,8b	18,3b	21,1a	ns	*	2,7
Bardière, kg (2)	3,03	2,73	2,89	2,87	2,88	†	ns	0,44
Panne, kg (2)	1,24	1,35	1,29	1,18	1,42	ns	ns	0,27

(1) Tous les paramètres ont été analysés selon le modèle  $Y = \mu + T + R + T \times R + \varepsilon$ ; les moyennes ont été comparées par un test de Student-Newman-Keuls; T : effet de la température; R : effet du régime; T x R : interaction entre la température et le régime; ETR : écart type résiduel du modèle; NS : non significatif; † :  $P < 0,10$ ; \* :  $P < 0,05$ ; \*\* :  $P < 0,01$ ; \*\*\* :  $P < 0,001$ ; Les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes ( $P > 0,05$ ); L'interaction T x R est NS pour tous les paramètres étudiés.

(2) Les poids de la bardière et de la panne ont été obtenus après découpe hollandaise normalisée de la demi-carrosse.

la température de thermoneutralité (22°C), soit au chaud (29°C) et 3 traitements alimentaires adaptés respectivement aux périodes de croissance et de finition sont utilisés (tableau 1). Le régime témoin (R1) avec un taux de protéines considéré comme normal, correspond à un régime conventionnel à base de céréales et de tourteau de soja. Les deux autres régimes (R2 et R3) correspondent à des régimes dont la teneur en protéines est réduite mais l'apport d'acides aminés indispensables est maintenu par addition d'acides aminés de synthèse. Dans les deux cas, la source de protéines (tourteau de soja) est partiellement remplacée soit par des céréales (R2), soit par 4% d'un mélange 50/50 de suif et d'huile de maïs (R3). Les animaux sont nourris à volonté pendant tout l'essai et sont abattus à 100 kg de poids vif.

A l'abattage, des mesures d'épaisseur du gras dorsal et lombaire et du taux de viande maigre (TVM) de la carcasse sont effectuées et des échantillons des tissus adipeux sous-cutané dorsal (bardière) et périrénal (panne) et du muscle *Semimembranosus* (jambon) sont prélevés pour analyse. Les lipides de ces échantillons sont extraits à froid (FOLCH et al. 1957) et la composition en AG est analysée par chromatographie en phase gazeuse après dérivation au trifluorure de bore selon la technique de MORISSON et SMITH (1964). La composition par classe de lipides (neutres et polaires) du TA intramusculaire est déterminée par chromatographie en phase liquide à haute performance (STOLYHWO et al. 1987). Toutes les données sont évaluées par analyse de variance selon la procédure GLM (General Linear Models) du logiciel SAS (STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM, 1990), en prenant comme variables explicatives, la température (T), le régime (R) et l'interaction température x régime (T x R). Les moyennes sont comparées par un test de Student-Newman-Keuls.

## 2. RESULTATS

### 2.1. Performances zootechniques

La température d'élevage a une influence très significative sur la consommation d'aliment, la croissance et la durée de la période d'engraissement (tableau 2). Ainsi, les porcs élevés à 29°C ingèrent environ 390 g/j de moins que ceux élevés à 22°C. Par conséquent, la croissance est réduite d'environ 150 g/j et le temps nécessaire pour atteindre le poids d'abattage augmente de 9 jours ( $P < 0,01$ ). Cette influence de la température n'a pas de conséquence majeure sur l'indice de consommation. Le type de régime a également des effets sur la consommation d'aliment car les porcs recevant le régime R1 ingèrent plus d'aliment que ceux nourris avec les 2 régimes à faible teneur en protéines ( $P < 0,05$ ). A l'abattage, aucune différence significative n'est observée ni pour le TVM, ni pour l'épaisseur du gras dorsal, que ce soit avec la température ou le régime. Cependant, les animaux du régime R3 présentent une épaisseur du gras lombaire plus élevée ( $P < 0,05$ ). Les poids des morceaux gras de la carcasse (bardière et panne) ne subissent aucun effet du régime. Par contre, une diminution du poids de la bardière est observée ( $P < 0,06$ ), chez les porcs élevés au chaud.

### 2.2. Composition lipidique des tissus adipeux

La teneur en lipides totaux du TA sous-cutané dorsal (72,4 %) est inférieure à celle du TA périrénal (78,8 %), mais dans les deux cas, les résultats ne sont pas significativement influencés par la température d'élevage ou par le régime. Dans le cas du TA sous-cutané (tableau 3), l'élévation de la température entraîne une augmentation des teneurs en acides myristique, palmitique et linoléique et une réduction de la teneur en

**Tableau 3** - Influence de la température d'élevage et de la composition de l'aliment sur la composition en acides gras (AG) du tissu adipeux sous-cutané dorsal (bardière), chez le porc abattu à 100 kg PV.

	Température		Régime			Analyse Statistique (1)		
	22°C	29°C	R1	R2	R3	T	R	ETR
<b>Lipides totaux, %</b>	72,9	71,8	71,3	72,2	73,7	ns	ns	5,2
<b>AG saturés, % (2)</b>	41,0	41,5	43,3a	41,5ab	38,8b	ns	**	2,8
Myristique (C14:0)	1,28	1,43	1,33	1,37	1,36	***	ns	0,12
Palmitique (C16:0)	25,0	26,7	27,2a	25,8ab	24,6b	**	**	1,8
Stéarique (C18:0)	14,3	13,1	14,5	13,9	12,7	ns	ns	2,6
Arachidique (C20:0)	0,38	0,23	0,27	0,41	0,25	ns	ns	0,33
<b>AG monoinsaturés, %</b>	42,1	40,3	41,6a	42,2a	39,7b	*	*	2,2
Palmitoléique (C16:1)	1,88	2,06	1,88b	2,28a	1,75b	ns	**	0,38
Oléique (C18:1)	39,2	37,4	38,8	39,1	37,1	*	†	2,1
Eicosénoïque (C20:1)	0,98	0,74	0,90	0,81	0,88	**	ns	0,23
<b>AG polyinsaturés, %</b>	16,9	18,3	15,1b	16,3b	21,5a	†	***	2,2
Linoléique (C18:2)	15,9	17,3	14,2b	15,3b	20,4a	†	***	2,0
Linoléénique (C18:3)	0,68	0,67	0,63	0,68	0,71	ns	ns	0,24
Arachidonique (C20:4)	0,30	0,35	0,29	0,32	0,36	ns	ns	0,12

(1) Voir tableau 2 ; l'interaction T x R est NS pour tous les paramètres étudiés.

(2) La composition des acides gras est exprimée en pourcentage des acides gras identifiés.

acide oléique et eicosénoïque ( $P < 0,05$ ). Le régime utilisé a également des effets sur la composition en AG du TA sous-cutané. Ainsi, les teneurs en acide palmitique et oléique diminuent avec le régime R3 tandis que la teneur en acide linoléique augmente ( $P < 0,05$ ). Par ailleurs, la teneur en acide palmitoléique augmente avec le régime R2 ( $P < 0,01$ ). Dans le cas du TA périrénal (tableau 4), au chaud, les teneurs en acide myristique, palmitoléique, linoléénique, arachidonique ( $P < 0,05$ ), linoléique et même palmitique ( $P < 0,10$ ) augmentent tandis que celles des acides oléique, arachidique et eicosénoïque ( $P < 0,05$ ) diminuent. Par ailleurs, le régime R3 entraîne une diminution des teneurs en acide palmitique, palmitoléique, stéarique et oléique, et une forte augmentation de la teneur en acide linoléique ( $P < 0,05$ ). Quant au muscle *Semimembranosus* (tableau 5), son taux de lipides intramusculaires n'est pas affecté par la température mais il est significativement augmenté avec le régime R3 ( $P < 0,05$ ). L'étude de la composition par classe de lipides a également montré qu'au chaud, la teneur en triglycérides augmente et qu'à l'inverse celle des phospholipides diminue ( $P < 0,01$ ). Par ailleurs, avec le régime R3, on note une tendance à l'augmentation de la teneur en triglycérides ( $P = 0,09$ ) et une réduction de la teneur en phospholipides ( $P = 0,12$ ). Enfin, on remarque également que le cholestérol ne représente que 1,5% des lipides totaux du TA intramusculaire et que le régime R3 induit la teneur la plus faible ( $P = 0,08$ ).

### 3. DISCUSSION

La baisse des performances de consommation et croissance obtenue à la température la plus élevée est en accord avec d'autres résultats antérieurs sur des animaux restreints ou

nourris *ad libitum* (STAHLY et CROMWELL, 1979 ; KATSUMATA et al., 1996 ; MASSABIE et al., 1996). L'élévation de la température au-delà de la zone de thermoneutralité provoque une augmentation de la thermolyse et une diminution de la thermogénèse, qui est en relation avec un hypofonctionnement thyroïdien et entraîne, à son tour, une baisse de l'appétit des animaux (HENRY, 1977). Le porc éprouve par ailleurs, des difficultés à dissiper sa production de chaleur et l'extra-chaleur associée à l'aliment ne fait qu'aggraver la situation (QUINIOU et al., 2000). Par conséquent, la réduction de l'ingestion d'aliment devient un moyen de lutte contre le stress thermique, en dépit de la réduction de la croissance. L'absence d'effet de la température sur le taux de viande maigre confirme d'autres résultats obtenus par mesure indirecte (MASSABIE et al., 1996) ou après dissection (STAHLY et CROMWELL, 1979 ; LE DIVIDICH et al., 1987 ; LEFAUCHEUR et al., 1991). Dans la présente étude, l'abattage des porcs est réalisé à un poids vif similaire et probablement masque l'effet simultané de la réduction de la consommation et de la croissance, comme l'avaient déjà observé auparavant MASSABIE et al. (1996). Néanmoins, la réduction du poids de la bardière rejoint les observations de STAHLY et CROMWELL (1979) et de LEFAUCHEUR et al. (1991). L'abaissement du taux de protéines des régimes entraîne une baisse de la consommation d'aliment sans que la consommation d'énergie nette soit significativement pénalisée. Il est alors logique que la croissance des animaux ne soit pas pénalisée. Le remplacement partiel du tourteau de soja par des matières grasses n'a pas de conséquences sur la croissance, mais le régime R3 entraîne une augmentation de l'épaisseur du gras lombaire ainsi que de la teneur en lipides intramusculaires. Le rendement énergétique pour la croissance des lipides est supérieur à celui des glucides et

**Tableau 4** - Influence de la température d'élevage et de la composition de l'aliment sur la composition en acides gras (AG) du tissu adipeux périrénal (panne), chez le porc abattu à 100 kg PV.

	Température		Régime			Analyse Statistique (1)		
	22°C	29°C	R1	R2	R3	T	R	ETR
<b>Lipides totaux, %</b>	79,0	78,5	76,5	80,0	79,9	ns	ns	5,3
<b>AG saturés, % (2)</b>	50,0	50,3	51,6a	50,9a	47,8b	ns	***	2,2
Myristique (C14:0)	1,43	1,51	1,46	1,45	1,50	*	ns	0,09
Palmitique (C16:0)	28,5	29,3	29,5a	29,4a	27,7b	†	**	1,4
Stéarique (C18:0)	19,7	19,3	20,3a	19,8a	18,3b	ns	**	1,2
Arachidique (C20:0)	0,32	0,26	0,32	0,27	0,28	**	ns	0,06
<b>AG monoinsaturés, %</b>	36,2	34,4	35,3ab	36,3a	34,3b	**	*	1,8
Palmitoléique (C16:1)	1,55	1,72	1,64ab	1,79a	1,49b	*	*	0,23
Oléique (C18:1)	34,0	32,1	33,0ab	33,9a	32,1b	**	*	1,6
Eicosénoïque (C20:1)	0,69	0,63	0,66	0,63	0,69	*	ns	0,07
<b>AG polyinsaturés, %</b>	13,8	15,3	13,1b	12,7b	17,9a	*	***	2,1
Linoléique (C18:2)	13,0	14,4	12,1b	11,9b	17,0a	†	***	2,1
Linoléique (C18:3)	0,54	0,61	0,63	0,55	0,56	*	†	0,09
Arachidonique (C20:4)	0,27	0,32	0,29	0,29	0,32	*	ns	0,07

(1) Voir tableau 2 ; l'interaction T x R est NS pour tous les paramètres étudiés, sauf pour les pourcentages d'acide oléique ( $P < 0,10$ ) et eicosénoïque ( $P < 0,05$ ).

(2) La composition des acides gras est exprimée en pourcentage des acides gras identifiés.

même si son utilisation doit être associée aux autres nutriments, l'enrichissement du régime avec des matières grasses risquerait d'entraîner une augmentation du dépôt de lipides corporels, notamment à des températures élevées (STAHLY et CROMWELL, 1979 ; KATSUMATA et al., 1996). Cependant, ces résultats demandent à être confirmés car, dans une étude similaire l'adiposité des carcasses n'a pas été affectée et serait même indépendante de la concentration énergétique des régimes (KNOWLES et al., 1998).

La température d'élevage peut également influencer la composition en lipides et en AG des tissus. RINALDO et LE DIVIDICH (1991) ont observé chez le porcelet, que l'augmenta-

tion de la température de 19 à 32°C entraîne une diminution de la teneur en lipides de la bardière. Néanmoins, aucune différence du taux de lipides totaux de la bardière ou de la panne n'est observée dans la présente expérience, ce qui est en accord avec les observations de LEBRET et al. (1998) sur des porcs élevés en plein air pendant l'été. L'âge, le poids vif ou le type de porc utilisé, peuvent être également évoqués pour expliquer l'obtention de résultats différents entre expériences. D'une manière générale, après une exposition prolongée au chaud, on observe que les teneurs en acide palmitique et stéarique du TA sous-cutané augmentent et que surtout celle de l'acide oléique diminue (LE DIVIDICH et al., 1987 ; LEFAUCHEUR et al., 1991 ; KATSUMATA et al.,

**Tableau 5** - Influence de la température d'élevage et de la composition de l'aliment sur la teneur en lipides totaux et sur la composition en classes de lipides (expression en % des lipides totaux) du muscle *Semimembranosus* chez le porc abattu à 100 kg de poids vif.

	Température		Régime			Analyse Statistique (1)		
	22°C	29°C	R1	R2	R3	T	R	ETR
<b>Lipides totaux, %</b>	2,29	2,22	1,95b	2,23ab	2,58a	ns	*	0,53
<b>Lipides neutres, %</b>								
Triglycérides	68,4	73,0	68,9	70,9	72,4	***	†	3,7
Cholestérol	1,52	1,53	1,70	1,53	1,34	ns	†	0,4
<b>Lipides polaires, %</b>								
Phospholipides	28,0	23,7	27,6	25,6	24,3	**	ns	3,7

(1) Voir tableau 2.

1995). L'effet sur la teneur en acide linoléique est plus controversé car certains auteurs n'ont pas trouvé de différences significatives (RINALDO et LE DIVIDICH, 1991 ; KATSUMATA et al., 1995) tandis que d'autres ont observé une augmentation (LE DIVIDICH et al., 1987 ; LEFAUCHEUR et al., 1991). Cette divergence ne peut qu'être mise en relation avec le contenu en acide linoléique des régimes distribués aux porcs dans chaque expérience. Dans le cas du TA périrénal, l'influence de la température peut être similaire à celle observée sur le TA sous-cutané (KATSUMATA et al., 1995) ou alors, être sans effet (LEFAUCHEUR et al., 1991 ; RINALDO et LE DIVIDICH, 1991). Dans le cas présent, on observe une diminution de l'acide oléique et une augmentation de la teneur en acide palmitique et même en acide linoléique que ce soit dans la bardièrre ou la panne tandis que l'acide stéarique n'est pas affecté. Il a été observé qu'au chaud, l'activité de certaines enzymes impliquées dans la synthèse de novo des AG était réduite (LEFAUCHEUR et al., 1991 ; RINALDO et LE DIVIDICH, 1991), ce qui serait contraire à l'augmentation de la teneur en acide palmitique observée. D'autres phénomènes doivent alors intervenir, notamment la quantité de substrat disponible pour la synthèse de novo ou le rétrocontrôle que peuvent exercer certains AG à chaîne longue et même un déficit d'activité de la  $\Delta$ -9 désaturase (KOUBA et al., 1999) et des élongases microsomaux. Toutes ces hypothèses sont envisageables car elles pourraient non seulement justifier l'augmentation de la teneur en acide myristique et palmitique mais également l'absence d'effet sur l'acide stéarique. Par ailleurs, le porc n'ayant pas d'activité  $\Delta$ -12 ou  $\Delta$ -15 désaturase, tous les AG polyinsaturés retrouvés dans les tissus seraient d'origine exogène et l'augmentation de leur teneur serait simultanément le reflet de leur accumulation et d'un déficit de la synthèse de novo (BEE et al., 1999). Effectivement, la teneur en acide linoléique augmente fortement avec le régime enrichi en matières grasses (R3) tandis que celles des acides palmitique, stéarique, palmitoléique et oléique diminuent, que ce soit dans le TA sous-cutané ou périrénal. Ces résultats sont en accord avec d'autres résultats de la littérature (LEAT et al., 1964 ; MOUROT et al., 1991 ; COURBOULAY et MASSABIE, 1996) et doivent être rapprochés de l'effet cumulé de la composition en AG des régimes ainsi que de la nature et quantité des matières grasses ingérées (MILLER et al., 1990). Par ailleurs, l'élevage porcin tend vers une production plus respectueuse de l'environnement ayant recours à des aliments à faible taux de protéines et supplémentés en acides aminés de synthèse (BOURDON et al., 1995 ; KERR et al., 1995 ; LE BELLEGO et al., 2001). L'utilisation de ce type de régimes (R2) ne semble pas influencer la composition en AG des tissus, laissant complètement en ouvert la possibilité d'élargir leur utilisation sans que la qualité du gras soit affectée. En outre, vis-à-vis des transformateurs, le gras de bardièrre doit contenir une teneur en acide stéarique comprise entre 12 et 15% et en acide linoléique inférieur à 15% (GIRARD et al., 1988). Si pour l'acide stéarique on observe que les résultats obtenus sont tout à fait en accord avec les recommandations antérieures, le contraire s'observe pour l'acide linoléique. En effet, à l'exception des porcs élevés à 22 °C et nourris avec le régime R1, tous les autres présentent des teneurs en acide linoléique supérieures à 15%. L'élévation de la température ou l'addition de matières grasses, notamment de l'huile de maïs (KOUBA et MOUROT,

1999), ne font qu'aggraver la situation. Donc, vu sur cette perspective d'utilisation du gras pour la transformation que ce soit, l'élevage du porc au chaud ou l'incorporation de matières grasses végétales, seules ou en mélange, risquent de poser quelques problèmes de qualité (gras mou). Par ailleurs, l'existence d'une teneur en acide linoléique dans l'aliment à ne pas dépasser peut être également évoquée (15 g/kg ; MOUROT et al., 1991) mais celle-ci mériterait d'être révisée car elle semble excessive pour des porcs à fort potentiel de croissance et développement musculaire ou alors, élevés dans des conditions de stress thermique.

La teneur en lipides du TA intramusculaire est légèrement supérieure à celle obtenue antérieurement par KOUBA et MOUROT (1999) pour le même muscle avec des régimes supplémentés en lipides. Néanmoins, aucune influence de la température n'est observée, en accord avec les résultats de LEBRET et al. (1998) ou LEFAUCHEUR et al. (1991) obtenus sur des échantillons du muscle *Longissimus dorsi*. Par ailleurs, la composition en lipides neutres et polaires est tout à fait cohérente avec les résultats de KOUBA et MOUROT (1999) pour le même muscle ou FERNANDEZ et al. (1999) pour le muscle *Longissimus dorsi*. Les lipides totaux trouvés lors de l'extraction dans le tissu musculaire correspondent, d'une part, aux lipides stockés entre les fibres musculaires (triglycérides) et d'autre part aux lipides des membranes cellulaires (phospholipides). Ces derniers ont un rôle très important dans le maintien de la fluidité membranaire, en particulier à des températures les plus faibles (ROCK, 1993). En effet, le passage de 29 à 22°C de température entraîne une augmentation des lipides polaires et proportionnellement une diminution des lipides neutres. Néanmoins, l'influence simultanée d'un stockage plus important des triglycérides alimentaires au chaud n'est pas à exclure notamment dans le cas du régime enrichi en matières grasses (R3), contribuant à l'augmentation de la teneur en lipides intramusculaires. Par ailleurs, des corrélations positives entre la quantité de triglycérides et le taux de lipides intramusculaires et entre ceux-ci et la jutosité, la flaveur et l'acceptabilité de la viande par les consommateurs ont été observées (FERNANDEZ et al., 1999). Les caractéristiques organoleptiques étant dépendantes de la teneur en lipides intramusculaires (LEBRET et al., 1999), tout facteur contribuant à l'augmentation de leur teneur pourrait donc contribuer à l'amélioration de la qualité de la viande de porc.

## CONCLUSION

Cette étude montre que l'élévation de la température d'élevage a d'abord un effet sur la consommation d'aliment et si l'adiposité générale n'est pas significativement affectée, elle entraîne des conséquences sur la composition des tissus. La réduction du taux de protéines avec une supplémentation en acides aminés de synthèse n'a pas de conséquences majeures sur les critères mesurés. Cependant, l'addition de matières grasses provoque des modifications très importantes dans la composition en AG des TA. Dans les deux cas, la teneur en AG polyinsaturés est augmentée, ce qui signifie une tendance accrue à la production de gras mou et donc une moindre aptitude à la transformation. Néanmoins, ces résultats sont tributaires de la nature des lipides incorporés dans l'aliment et il serait intéressant de connaître l'in-

fluence de l'utilisation exclusive de matières grasses riches en AG saturés. Il serait également intéressant de confirmer l'enrichissement en lipides intramusculaires de la carcasse avec

des régimes supplémentés en matières grasses, ce qui permettrait d'obtenir une amélioration de la qualité organoleptique de la viande de porc.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BEE G., MESSIKOMMER R., GEBERT S., 1999. *Fett-Lipid*, 101, 336-342.
- BOURDON D., DOURMAD J.Y., HENRY Y., 1995. *Journées Rech. Porcine en France*, 27, 269-278.
- COURBOULAY V., MASSABIE P., 1996. *Journées Rech. Porcine en France*, 28, 157-162.
- FERNANDEZ X., MONIN G., TALMANT A., MOUROT J., LEBRET B., 1999. *Meat Sci.*, 53, 59-72.
- FOLCH J., LEE M., SLOANE STANLEY G. H., 1957. *J. Biol. Chem.*, 226, 497-509.
- GIRARD J.P., BOUT J., SALORT D., 1988. *Journées Rech. Porcine en France*, 20, 255-278.
- HENRY Y., 1977. *Ann. Biol. Anim. Biochim. Biophys.*, 17, 923-952.
- KATSUMATA M., HIROSE H., KAJI Y., 1995. *Anim. Sci. Technol. (Jpn.)*, 66, 225-232.
- KATSUMATA M., KAJI Y., SAITOH M., 1996. *Anim. Sci.*, 62, 591-598.
- KERR B.J., MCKEITH F.K., EASTER R.A., 1995. *J. Anim. Sci.*, 73, 433-440.
- KNOWLES T.A., SOUTHERN L.L., BIDNER T.D., KERR B.J., FRIESEN K.G., 1998. *J. Anim. Sci.*, 76, 2818-2832.
- KOUBA M., MOUROT J., 1999. *Meat Sci.*, 52, 39-45.
- KOUBA M., HERMIER D., DIVIDICH J., 1999. *Comp. Biochem. Physiol. Molecular Biol.*, 124, 7-13.
- LE BELLEGO L., VAN MILGEN J., NOBLET J., 2001. *Journées Rech. Porcine en France*, 33, 189-195.
- LE DIVIDICH J., NOBLET J., BIKAWA T., 1987. *Livest. Prod. Sci.*, 17, 235-246.
- LEAT W.M.F., CUTHBERTSON A., HOWARD A.N., GRESHAM G.A., 1964. *J. Agric. Sci. (Cambridge)*, 63, 311-317.
- LEBRET B., LEFAUCHEUR L., MOUROT J., 1999. *INRA Prod. Anim.*, 12, 11-28.
- LEBRET B., MASSABIE P., JUIN H., MOUROT J., CLOCHEFERT N., MOUNIER A., CHEVILLON P., BOUYSSIERE M., LE DENMAT M., 1998. *Journées Rech. Porcine en France*, 30, 43-50.
- LEFAUCHEUR L., LE DIVIDICH J., MOUROT J., MONIN G., ECOLAN P., KRAUSS D., 1991. *J. Anim. Sci.*, 69, 2844-2854.
- MASSABIE P., GRANIER R., LE DIVIDICH J., 1996. *Journées Rech. Porcine en France*, 28, 189-194.
- MILLER M.F., SHACKELFORD S.D., HAYDEN K.D., REAGAN J.O., 1990. *J. Anim. Sci.*, 68, 1624-1631.
- 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.
- NOBLET J., HENRY Y., DUBOIS S., 1987. *J. Anim. Sci.*, 65, 717-726.
- QUINIOU N., RENAUDEAU D., COLLIN A., NOBLET J., 2000. *INRA Prod. Anim.*, 13, 233-245.
- RINALDO D., LE DIVIDICH J., 1998. *Comparative Biochem Physiol.*, 100A, 995-1002.
- ROCK E., 1993. In "Pork Quality : Genetic and Metabolic Factors", CAB International, Wallingford, UK, 185-202.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM, 1990. *User's guide : statistics. Version 6.* Statistical analysis Systems Institute Inc., Cary, NC, U.S.A.
- STAHLY T.S., CROMWELL G.L., 1979. *J. Anim. Sci.*, 49, 1478-1488.
- STOLYWHO A., MARTIN M., GUICHON G., 1987. *J. Liq. Chromatogr.*, 10, 1237-1253.