

## Acides gras alimentaires et TVM

### Quel impact sur la qualité de la bardière du porc ?

Valérie COURBOULAY (1), A. RIAUBLANC (2), G. GANDEMER (2), A. DAVENEL (3), R. GRANIER (4), M. BOUYSSIÈRE (5)

(1) I.T.P., Pôle Techniques d'Élevage - La Motte au Vicomte, B.P. 3, 35651 Le Rheu Cedex

(2) I.N.R.A. - Laboratoire des Interactions des Molécules Alimentaires  
rue de la Géraudière - B.P. 71627, 44316 Nantes Cedex 03

(3) CEMAGREF - 17 avenue de Cucillé, 35044 Rennes Cedex

(4) I.T.P., Station Expérimentale - Les Cabrières, 12200 Villefranche-de-Rouergue

(5) I.T.P., Pôle Amélioration de l'Animal - 34 boulevard de la Gare, 31500 Toulouse

#### Acides gras alimentaires et TVM. Quel impact sur la qualité de la bardière du porc ?

L'apport d'acides gras polyinsaturés (AGPI) dans l'alimentation du porc affecte la composition en acides gras et les propriétés technologiques (consistance, oxydabilité) des tissus adipeux. L'objectif de ce travail est de préciser les conséquences de l'apport de quantités croissantes de C18:2 n-6 et de C18:3 n-3 sur la composition lipidique (acides gras, triglycérides) et sur les propriétés physiques (taux de solide, dureté) de la bardière. 210 porcs issus de verrat Large White ont été répartis en quatre lots en fonction du régime alimentaire. Les régimes 1, 2 et 3 contenaient des quantités croissantes de 18:2 (8,6 à 14,3g/kg) et les régimes 2 et 4 contenaient 1,06 et 1,93 g/kg de C18:3.

Les résultats montrent que :

L'apport de quantités croissantes de C18:2 modifie largement la composition chimique et les propriétés physiques de la bardière. Il provoque une augmentation des proportions d'AGPI et de POL et une diminution des proportions d'acides gras saturés, monoinsaturés et de PSO et du taux de solide et de la dureté de la bardière.

Il est possible de prédire la teneur en C18:2 de la bardière à partir de la quantité de C18:2 de l'aliment, de l'épaisseur de la bardière (X4) et de la quantité de 18:3 de l'aliment avec une précision satisfaisante ( $R^2 = 0,76$ )

Dans nos conditions expérimentales, l'apport de quantités croissantes de 18:3 dans l'aliment ( de 1,06 à 1,93 g/kg) n'a pas induit de différences importantes dans la composition lipidique de la bardière ni dans ses propriétés physiques. Seule la proportion de C18:3 augmente significativement dans la bardière.

Quel que soit le régime considéré, les bardières étaient de très bonne qualité. Les saucissons secs fabriqués à partir de ces bardières ont été jugés globalement de qualité satisfaisante.

#### Dietary fatty acid and carcass lean content. What effect on the quality of backfat ?

Supplying polyunsaturated fatty acids in pig diet affects fatty acid composition and technological properties (consistency, oxidability) of adipose tissues. The aim of this study is to evaluate the consequences of supply of increasing quantities of C18:2 n-6 and C18:3 n-3 on lipid composition (fatty acid, triacylglycerol ) and physical properties (solid fat content, harness) of backfat. 210 pigs from Large White boar were divided into 4 groups according to the PUFA content of diets. Diets 1,2 and 3 contained increasing proportions of C18:2 (from 8.6 to 14.3 g/kg) and diet 2 and 4 contained 1.06 and 1.93 g/kg C18:3.

The results show that :

Increasing the amount of C18:2 in diet largely affected lipid composition and physical traits of backfat. Its caused an increase in proportions of both PUFA and POL and a decrease in proportions of both saturated and monounsaturated fatty acids and PSO and in both solid fat content and hardness of backfat.

C18:2 proportion in backfat can be accurately predicted from the amount of C18:2 in diet, backfat thickness (X4) and the amount of C18:2 in the diet ( $R^2 = 0,76$ ).

In the present study, the increase in C18:3 amount in diet (from 1.06 to 1.93) had only a slight effect on lipid composition and physical properties of backfat. Only the proportion of C18:3 was increased.

Whatever the diet, backfats were of good quality. French saucissons prepared with the backfats of pigs were judged acceptable by a panel.

## INTRODUCTION

La qualité technologique des tissus adipeux dépend de leur consistance, de leur cohésion et de leur sensibilité à l'oxydation (LEBRET, 1998). Plusieurs critères d'appréciation de cette qualité ont été proposés. Certains reposent sur des mesures physiques comme la pénétrométrie (BOULARD, 1995) ou la mesure du taux de solide (DAVENEL, 1998), d'autres sur des critères chimiques comme les teneurs en acide linoléique et en acide stéarique (WOOD, 1984, HOUBEN et KROL, 1983, GIRARD et al, 1988). Les critères chimiques ont été jusqu'à ce jour les plus utilisés. Plusieurs auteurs recommandent de ne pas dépasser des taux d'acide linoléique de 12% à 15% (PRABUCKI, 1978, WOOD 1984, HOUBEN et al, 1983) et d'avoir au minimum 12% d'acide stéarique (GIRARD et al, 1988) dans les tissus adipeux sous-cutanés pour conserver à ces tissus une bonne aptitude à la transformation en produits secs. Plus récemment, DAVENEL et al (1998) ont établi que la consistance des tissus adipeux évaluée par la mesure du taux de solide des lipides est étroitement corrélée à la somme des acides gras saturés et à un seul triglycéride : le PSO.

Les deux principaux acides gras polyinsaturés de l'alimentation susceptibles d'affecter la qualité des gras sont l'acide linoléique (C18:2 n-6) et l'acide linoléique (C18:3 n-3) (HOUBEN et al, 1983, MADSEN et al, 1992). La teneur en C18:2 des tissus adipeux est très fortement corrélée aux quantités de cet acide gras ingérées par l'animal (COURBOULAY et MOUROT, 1995) et donc au choix des matières premières utilisées dans l'alimentation des porcs. Actuellement, pour limiter les risques de produire des tissus

adipeux mous, la proportion de C18:2 dans l'aliment des porcs charcutiers doit être limitée à 1,6%. Cette recommandation doit être modulée en fonction du taux de muscle des porcs, les porcs à fort taux de muscle ayant tendance à posséder des tissus adipeux plus insaturés que les porcs à faibles taux de muscle (COURBOULAY et MASSABIE, 1994). Aujourd'hui, les fabricants d'aliments ne disposent pas d'éléments suffisants pour ajuster la composition en acides gras des aliments en fonction du taux de viande maigre (TVM) et de l'indice de consommation des porcs produits dans les élevages.

L'objectif de cette étude était d'évaluer les conséquences de l'apport de quantités croissantes de C18:2 et de C18:3 sur la qualité des tissus adipeux sous-cutanés des porcs et d'établir des équations de prédiction des teneurs en C18:2 n-6 et en C18:3 n-3 dans la bardière. Pour ce faire, des porcs issus de verrat Large White ont été alimentés avec des régimes contenant des taux de C18:2 n-6 de 8,6 à 14,3 g/kg et des taux de C18:3 n-3 de 0,7 à 1,9 g/kg. Les TVM des porcs couvraient une large gamme. La qualité des tissus adipeux a été évaluée par la détermination de leur composition lipidique complétée par des mesures de pénétrométrie et de taux de solide. Au final, des produits élaborés (saucissons) ont été appréciés par un jury de consommateurs.

## 1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

### 1.1. Schéma expérimental

Des truies issues du schéma PIG FRANCE ont été inséminées avec de la semence de verrat Large White (LW) pour créer une variabilité importante de TVM à l'abattage. 210 porcs charcutiers ont été mis en expérimentation dans deux bâtiments d'engraissement de la station de Villefranche de Rouergue. Les animaux étaient mis en expérimentation au poids vif moyen de 27 kg et répartis dans des loges de 5 à 6 animaux de même sexe (mâles castrés ou femelles). Les deux bâtiments ont été remplis à une semaine d'intervalle. Les animaux ont reçu à volonté un des quatre régimes. Ces régimes ont été formulés pour obtenir des teneurs en acide linoléique (C18:2) de 10 g/kg (Régime 1), 13 g/kg (Régime 2) ou 16 g/kg (Régime 3)(tableau 1). Ces régimes ont été obtenus en augmentant la teneur en matière grasse de l'aliment, tout en maintenant la composition en acides gras constante. Le régime 4 est un régime enrichi en C18:3 n-3 (2,2 g/kg) en apportant une matière grasse riche en cet acide gras, tout en maintenant la teneur en lipides et en C18:2 de l'aliment au niveau de celle du régime 2. Les quatre régimes sont isoénergétiques et isoazotés, de façon à permettre des performances de croissance et de consommation identiques. Chaque régime a fait l'objet de trois fabrications dont la composition lipidique a été déterminée systématiquement. Les animaux ont été abattus à 113 kg de poids vif en quatre lots.

### 1.2. Mesures

Les animaux ont été pesés individuellement à l'entrée en engraissement puis tous les 14 jours jusqu'à l'abattage. La

**Tableau 1** - Composition des aliments

	Régimes			
	1	2	3	4
<b>Matières premières</b>				
Blé	54,9	43,1	13,3	24,8
Orge	-	-	23,9	26,0
Mais	13,5	21,1	27,0	12,0
Tourteau Soja 48	21,5	20,8	20,5	19,0
Tourteau Colza	2	6	6	-
Pois	-	-	-	9
Bovozol	0,71	0,95	1,75	-
Huile de soja	-	0,46	0,87	-
Huile de colza				1,73
<b>Valeurs calculées<sup>1</sup></b>				
Lipides (%)	2,8	3,7	3,7	4,4
C18:2 (g/kg)	9,9	13	15,6	13
C18:3 (g/kg)	1,1	1,3	1,55	2,6
<b>Valeurs mesurées<sup>2</sup></b>				
C18:2 (g/kg)	8,6	10,8	14,3	11,5
C18:3 (g/kg)	0,67	1,06	1,45	1,93

(1) Calculées à partir de valeurs fournies par les tables de composition des matières premières

(2) Valeurs calculées après détermination de la composition en acides gras par chromatographie en phase gazeuse des différentes fabrications du même aliment.

consommation d'aliment a été estimée quotidiennement et mesurée entre deux pesées successives des animaux. Les valeurs du TVM ont été calculées selon les équations définies par DAUMAS et al (1998) à partir des épaisseurs de gras et de muscle mesurées sur la carcasse.

Les mesures de dureté ont été effectuées sur la bardière 24 h après l'abattage (côté jambon) à l'aide du pénétromètre de Dransfield suivant la méthode décrite par BOULARD et al (1994). Les mesures ont été réalisées au niveau de la coupe longe/jambon à la fois sur la section du tissu adipeux située côté longe et côté jambon. Une bande de bardière de 8 cm a été prélevée côté jambon pour la détermination des taux de solide par RMN et des compositions en acides gras et en triglycérides suivant les méthodes décrites par ailleurs (DAVENEL et al., 1999).

### 1.3. Fabrication de produits secs : saucissons

Huit mêlées de 25 kg ont été constituées à partir d'épaules dégraissées et de bardières provenant d'animaux alimentés avec les 4 régimes alimentaires et possédant soit un fort TVM (>59,5%)(4 mêlées), soit un faible TVM (<56) (4 mêlées). Tous les porcs étaient abattus le même jour. Les mêlées ont été fabriquées selon le même protocole, avec une formule standardisée d'additifs sans ajout d'antioxydant. Les saucissons ont été embossés dans des boyaux de porc naturels et calibrés issus d'un même fût. Ils sont séchés 5 semaines puis

mis sous vide. Une évaluation hédonique de ces saucissons a été effectuée par un jury de 80 consommateurs. L'emballage des saucissons était retiré 24 h avant la séance et les saucissons étaient placés à température ambiante pendant 3 h avant la séance. Les juges notaient sur une échelle de 0 à 10 (0 très défavorable, 10 très favorable) les critères suivants : appréciation globale, aspect de la tranche et du saucisson, goût.

### 1.4. Analyses statistiques

Les données ont été analysées avec les procédures GLM et REG du logiciel SAS. Les effets du régime, du sexe, l'interaction régime \* sexe ont été testés. Deux covariables, X4 (épaisseur de gras entre la 3ème et 4ème dernière côte) et le poids d'abattage, sont introduites dans le modèle ainsi que leur interaction avec les effets principaux. Les effets sexe et poids d'abattage ne sont jamais significatifs. Le modèle définitif contient l'effet régime, la covariable X4 et l'interaction entre ces deux paramètres quand elle est significative.

## 2. RÉSULTATS

Les teneurs en acides gras polyinsaturés mesurées dans les aliments diffèrent de celles calculées à partir des tables de composition des matières premières; cependant, les écarts entre régimes sont globalement conservés quel que soit le

**Tableau 2** - Comparaison des caractéristiques de la bardière des porcs nourris avec des régimes contenant des quantités croissantes d'acide linoléique.

	Régimes			Statistiques			
	1	2	3	Régime	X4	R*X4	ETR
<b>C18:2 dans l'aliment (g/kg)</b>	8,6	10,8	14,3				
<b>C18:3 dans l'aliment (g/kg)</b>	0,67	1,06	1,45				
<b>Nombre d'animaux</b>	61	37	56				
<b>Composition en acides gras (% acides gras totaux)</b>							
C16:0	24,9 b	24,4 b	23,9 a	***	**	ns	1,1
C18:0	15,1	15,1	14,8	ns	***	ns	1,4
AGS	41,5 b	41,0 ab	40,1 a	**	***	ns	2,2
C18:1	46,1 c	45,1 b	44,1 a	***	ns	ns	2,0
C18:2	7,9 a	9,2 b	11,4 c	***	***	ns	0,9
C18:3	0,6 a	0,7 b	1,0 c	***	***	ns	0,1
AGPI	8,4 a	10,0 b	12,3 c	***	***	ns	1,0
<b>Composition en triglycérides (% triglycérides totaux)</b>							
POL	6,0 a	7,9 b	11,0 c	***	***	ns	1,4
POO	44,2 b	42,9 b	41,0 a	***	ns	**	3,8
PSO	31,5 b	30,0 b	27,8 a	***	***	ns	4,0
<b>Propriétés physiques de la bardière</b>							
TS20 (%)	29,9 c	28,1 b	26,3 a	***	***	ns	3,4
<b>Dureté de la bardière</b>							
Côté jambon	844 b	795 a	770 a	***	***	ns	84
Côté longe	821 b	776 a	748 a	***	**	ns	88

Sur une même ligne les valeurs surmontées de lettres différentes sont significativement différentes au seuils de 5% (\*), 1% (\*\*) ou 1‰ (\*\*\*) pour l'effet régime.

ETR = Écart-type résiduel.

P = acide palmitique, O = acide oléique, L = acide linoléique, S = acide stéarique. AGPI = acides gras polyinsaturés et AGS = acides gras saturés.

régime considéré. Les valeurs utilisées par la suite dans les analyses statistiques sont les valeurs mesurées.

Le TVM des carcasses est de  $56,9\% \pm 3,3$  avec des valeurs minimale et maximale de 46% et 64,5%, respectivement. La gain moyen quotidien des animaux entre 27 kg et l'abattage est de 854 g/j. La consommation alimentaire moyenne sur la période d'étude a été de 256 kg. Le régime alimentaire n'a aucun effet significatif sur ces paramètres. Les quantités d'acides gras polyinsaturés ingérées par les porcs dépendent uniquement de la quantité de ces acides gras dans le régime alimentaire.

### **2.1. Comparaison des caractéristiques de la bardièrre des porcs nourris avec des régimes contenant des quantités croissantes d'acide linoléique (tableau 2, p. 289)**

Les compositions en acides gras et en triglycérides sont très fortement influencées par le régime, à l'exception de la teneur en acide stéarique. Plus le régime est riche en C18:2, plus la bardièrre est riche en C18:2 et en C18:3 et pauvre en acides gras saturés et en acide oléique. Plus le régime est riche en C18:2, plus la bardièrre est riche en POL et plus elle est pauvre en POO et en PSO et plus son taux de solide est bas et sa dureté est faible. Les compositions en acides gras et en triglycérides sont très fortement liées à l'épaisseur de la bardièrre (X4) à l'exception des proportions d'acide oléique et de POO. De faibles valeurs de X4 correspondant à des forts TVM sont associées à des proportions plus élevées d'acides gras polyinsaturés et de POL, et des taux de solide et des duretés faibles. A l'inverse le taux d'acides gras saturés et de PSO diminue quand la valeur de X4 décroît.

### **2.2. Comparaison des caractéristiques de la bardièrre des porcs nourris avec des régimes à forte ou faible teneur en acide linoléique (tableau 3)**

Le taux de C18:3 du régime n'a pas d'influence sur les compositions en acides gras et en triglycérides de la bardièrre à l'exception de la teneur en C18:3. Par conséquent, les caractéristiques physiques des bardièrres ne sont pas affectées par le taux de C18:3 du régime.

La teneur en C18:3 de la bardièrre augmente avec celle du régime. Comme dans le cas des régimes à teneurs croissantes en C18:2, les caractéristiques de la bardièrre dépendent de X4. Plus X4 est faible, plus les taux d'acides gras polyinsaturés et de POL sont élevés et plus celui de PSO est faible.

### **2.3. Prédiction de la teneur en acides gras polyinsaturés de la bardièrre**

Nous avons établi les équations de régression permettant de prédire le taux de C18:2 ou de C18:3 de la bardièrre en fonction du taux de ces acides gras dans les régimes et de X4 (tableau 4). La variable X4 a été préférée à la variable TVM parce que cette dernière est issue d'une équation de prédiction ce qui réduit la précision des estimations. Le taux de C18:2 de la bardièrre peut être prédit à partir des taux de

C18:2 et de C18:3 des régimes et de X4. Le  $R^2$  s'élève à 0,75 quand on considère l'ensemble des porcs (4 lots) et atteint 0,80 quand on prend en compte uniquement les lots alimentés avec des proportions variables de C18:2 (lots 1, 2 et 3). La part de variance expliquée par le seul C18:2 du régime atteint 57 à 64 %. La seconde variable explicative est le X4 (15 à 16%) puis le C18:3 du régime (0,5 à 2,0%). Des résultats similaires sont obtenus dans le cas des AGPI totaux de la bardièrre dans la mesure où le C18:2 représente plus de 90% des AGPI. 66 à 75% de la variabilité du taux de C18:3 dans la bardièrre peut être expliqué en prenant en compte les taux de C18:3 et de C18:2 des régimes et le X4. L'essentiel de la variabilité est expliqué par le taux de C18:3 du régime (66%), le X4 est la deuxième variable explicative (7%) et le taux de C18:2 du régime n'intervient que pour quelques pour cents (2%). Notons que dans le cas où on ne fait intervenir que les lots pour lesquels le taux de C18:2 était variable (1, 2, 3), les deux premières variables explicatives de la variabilité du taux de C18:3 de la bardièrre sont le C18:2 et le X4.

### **2.4. Prédiction des caractéristiques physiques de la bardièrre**

Deux méthodes ont été utilisées pour évaluer la consistance de la bardièrre : la mesure du taux de solide (TS20) et la pénétrométrie. La variabilité du TS20 est fortement dépendante de deux triglycérides : PSO et PPO ( $R^2 = 0,70$  dont 0,66 pour le seul PSO) ou du C18:0 et du C18:2 ( $R^2 = 0,61$  dont 0,46 pour le seul C18:0). Les mêmes variables sont prises en compte pour expliquer la variabilité de la dureté de la bardièrre mesurée par pénétrométrie. Toutefois, les  $R^2$  sont nettement plus faibles ( $R^2 = 0,40$  à partir des triglycérides et 0,26 à partir des acides gras). Notons que les meilleures prédictions font intervenir des triglycérides qui ne contiennent aucun des deux acides gras polyinsaturés dont la teneur variait dans les régimes.

La variabilité du TS20 et de la dureté de la bardièrre est mal expliquée par les variables prise en compte dans l'étude (% C18:2 et de C18:3 des régimes et X4) puisque le  $R^2$  des régressions progressives ne dépasse pas 0,20. Seuls le taux de C18:2 du régime et le X4 entrent dans l'équation de prédiction. Le taux de C18:2 du régime n'explique que 14% de variabilité du TS20 et 10% de celle de la dureté et le X4 explique 6 à 7% de la variabilité de ces deux paramètres.

### **2.5. Impact des régimes sur les qualités sensorielles des saucissons (tableau 5, p. 292)**

L'appréciation globale des saucissons après dégustation est correcte, les notes moyennes étant comprises entre 5,7 et 6,3. Les notes d'appréciation globale et de goût ne sont pas affectées par le TVM et par le taux de C18:2 et de C18:3 de l'aliment. Les écarts entre lots sont faibles (<0,7 point). Des différences significatives ont été observées entre les 4 lots de saucissons sur l'aspect de la tranche pour les 2 TVM et sur l'aspect général du saucisson pour le fort TVM. Cependant, il est bien difficile de relier de manière rationnelle ces variations à celles du taux du C18:2 ou du C18:3. Quoiqu'il en soit ces résultats indiquent que l'augmentation de la teneur en C18:2 et en C18:3 de l'aliment ne semble pas avoir d'ef-

**Tableau 3** - Comparaison des caractéristiques de la bardière des porcs nourris avec des régimes contenant 1,06 et 1,93% d'acide linoléique

	Régimes		Statistiques			
	2	4	R	X4	R*X4	ETR
<b>C18:2 dans l'aliment (g/kg)</b>	10,8	11,5				
<b>C18:3 dans l'aliment (g/kg)</b>	1,06	1,93				
<b>Nombre d'animaux</b>	37	56				
<b>Composition en acides gras (% acides gras totaux)</b>						
C16:0	24,4	24,5	ns	ns	ns	1,3
C18:0	15,1	15,4	ns	*	ns	1,6
AGS	41,0	41,3	ns	*	ns	2,6
C18:1	45,1	45,5	ns	ns	ns	2,5
C18:2	9,2	9,2	ns	***	ns	0,9
C18:3	0,8 a	1,1 b	***	***	ns	0,1
AGPI	10,0	10,3	ns	***	ns	1,0
<b>Composition en triglycérides (% triglycérides)</b>						
POL	8,0	7,6	ns	***	**	1,4
POO	42,9	42,6	ns	ns	*	3,7
PSO	29,8	30,8	ns	***	**	3,9
<b>Propriétés physiques de la bardière</b>						
TS20 (%)	28,0	28,3	ns	*	**	3,6
<b>Dureté de la bardière</b>						
Côté jambon	796	797	ns	ns	ns	89
Côté longe	774	768	ns	**	*	79

Sur une même ligne les valeurs surmontées de lettres différentes sont significativement différentes au seuils de 5% (\*), 1% (\*\*) ou 1‰ (\*\*\*) pour l'effet régime.

ETR = écart-type résiduel.

P = acide palmitique, O = acide oléique, L = acide linoléique, S = acide stéarique. AGPI = acides gras polyinsaturés et AGS = acides gras saturés.

**Tableau 4** - Prédiction de la teneur en C18:2, en AGPI et en C18:3 des gras de bardière

	Coefficients de la régression					R <sup>2</sup> cumulé	ETR
	Constante	TxC18:2 (1)	X4 (2)	TxC18:3 (1)	(X4) <sup>2</sup>		
<b>C18:2, %</b>	2,32	0,55				0,57	1,18
	5,77	0,52	-0,17			0,73	0,94
	5,49	0,62	-0,17	-0,63		0,75	0,91
	7,22	0,62	-0,36	-0,64	0,005	0,76	0,90
<b>AGPI, %</b>	2,30	0,62				0,59	1,29
	6,10	0,59	-0,19			0,74	1,02
	5,96	0,64	-0,19	-0,32		0,75	1,01
<b>C18:3, %</b>	0,30			0,38		0,66	0,15
	0,63		-0,017	0,37		0,73	0,14
	0,47	0,017	-0,017	0,31		0,75	0,13

(1) Exprimé en g/kg MS ;

(2) Exprimé en mm

fet négatif sur l'aspect de la tranche et du saucisson dans la limite des valeurs considérées dans cette étude. En effet, les lots de saucissons fabriqués à partir de bardières de porcs

ayant reçu les aliments les plus riches en C18:2 et C18:3 n'ont pas reçu des notes plus basses que ceux des autres lots sur les quatre critères sensoriels pris en compte.



### 3. DISCUSSION

#### 3.1. Relations entre l'apport en acides gras polyinsaturés de l'aliment et la composition en acides gras des bardières

L'accroissement de l'apport en C18:2 et en C18:3 alimentaire provoque une augmentation de la proportion de ces acides gras dans la bardière. Ainsi une augmentation de la teneur en C18:2 de l'aliment de 8,6 g/kg à 14,3 g/kg fait augmenter le taux de cet acide gras de 7,9 à 11,4% dans la bardière. De même, le passage d'un aliment de 1,06 à 1,93 g/kg de C18:3 provoque une augmentation du taux de cet acide gras de 0,8 à 1,1% dans la bardière. Les variations de l'apport en C18:3 n'ont pas induits de fluctuations importantes du taux des autres acides gras dans la bardière. Par contre, l'augmentation de l'apport en C18:2 se traduit principalement par une diminution du taux d'acide oléique dans la bardière.

Les compositions en acides gras de la bardière observées dans cette étude sont proches de celles observées par CASTAING et al (1995) mais très différentes de celles obtenues par COURBOULAY et MASSABIE (1994). Ces différences entre études peuvent être liées au site de prélèvement de l'échantillon de bardière et au génotype du verrat terminal. Quelques données acquises dans cette étude sur les bardières de porcs issus de verrat terminal P76 indiquent que le taux de C18:2 dans la bardière de ces porcs est en moyenne de 0,9 point supérieur à celui des porcs issus de verrat terminal LW. Par ailleurs, il a été clairement établi que la composition en acides gras de la bardière varie avec le site de prélèvement (DAVENEL et al., 1999).

L'accroissement de l'apport en C18:2 dans l'aliment provoque également une augmentation de la proportion de POL dans la bardière ce qui est logique puisque la proportion ce triglycéride est fortement corrélée avec du taux de C18:2 de la bardière (DAVENEL et al., 1998). Corrélativement, la proportion de PSO diminue dans la bardière. L'absence de variation significative du taux d'acide stéarique dans la bardière suggère que cette baisse est due à la baisse de la pro-

portion d'acide oléique même si dans les études précédentes nous avons montré que le taux de PSO était corrélé positivement à celui de l'acide stéarique (DAVENEL et al, 1998).

Nos résultats confirment que la teneur en C18:2 de la bardière peut être prédite à partir de celle du régime alimentaire. La part de variance expliquée par ce facteur est d'environ 60%. Nos résultats obtenus avec des régimes couvrant une gamme d'apport de 9 à 15 g/kg d'aliment sont en bon accord avec ceux de WARNANTS et al (1996) qui obtient des coefficients de régression entre la teneur en C18:2 de l'aliment et celle de la bardière variant de 0,59 à 0,63 selon le type sexuel et la localisation (couche externe ou interne de la bardière) pour une plage de variation de la teneur en C18:2 de l'aliment de 5 à 25 g/kg. Dans l'étude présente, à partir des valeurs moyennes obtenues avec les régimes 1, 2 et 3, ce coefficient est de 0,61.

Cette étude montre également que les effets de l'apport en acides gras polyinsaturés sont modulés par la conformation de la carcasse. En effet, l'épaisseur de gras X4 influe largement la composition en acides gras de la bardière confirmant les travaux antérieurs (COURBOULAY et MASSABIE, 1994, RAMPON et al., 1994). Ces derniers montraient que l'insaturation des tissus adipeux augmentait fortement lorsque le taux de muscle des carcasses dépassait 57%.

Enfin, un troisième paramètre, la teneur en acide linoléique du régime, devrait être pris en compte dans la détermination de la qualité des gras. La plage de variation étudiée ici est étroite et correspond à des valeurs observables en formulation industrielle ou fermière. Malgré tout, il semble que de faibles augmentations de C18:3 entraînent une diminution du dépôt de C18:2 dans la bardière, comme cela avait été montré par MADSEN et al (1992). Cette constatation remet en cause le critère C18:2 comme déterminant de la qualité des tissus adipeux puisque de fortes teneurs en C18:3 dans l'aliment pourraient permettre de limiter le dépôt de C18:2 tout en augmentant celui de C18:3 et favorisant les risques d'oxydation. Un critère global complémentaire, la teneur en AGPI, pourrait se révéler intéressant lors de l'utilisation de matières premières riches en C18:3 comme l'huile ou la graine de colza.

**Tableau 5** - Appréciation des saucissons par un jury de consommateurs, suivant le régime et la teneur en viande maigre de la carcasse (TVM).

	TVM	Régime			
		1	2	3	4
% C18:2 des lipides de la mée	< 56	7,0	9,3	11,4	8,5
	> 59	10,3	11,2	12,4	8,9
<b>Attributs sensoriels</b>					
Appréciation globale	< 56	6,3	6,1	6,4	6,1
	> 59	5,7	6,1	6,2	6,0
Aspect tranche	< 56	6,0 a	5,2 b	6,4 a	6,1 a
	> 59	5,1 b	6,2 a	6,3 a	5,8 a
Aspect saucisson	< 56	5,7 a	4,9 b	4,9 b	5,7 a
	> 59	5,0	6,1	5,4	4,3
Goût	< 56	6,2	6,1	6,6	6,0
	> 59	5,7	5,9	6,4	5,9

### 3.2. Relations entre l'apport en acides gras polyinsaturés de l'aliment et la consistance des bardières

Dans cette étude, la consistance de la bardière a été estimée par deux méthodes : la mesure du taux de solide à 20°C (TS20) et celle de la dureté par pénétrométrie. L'accroissement des apports en C18:3 était trop modeste pour provoquer des fluctuations significatives de ces deux paramètres de qualité de la bardière dans cette étude. Par contre, un accroissement de l'apport en C18:2 dans l'aliment se traduit par une baisse significative du TS20 et de la dureté de la bardière. Ce résultat est cohérent avec la baisse du taux de PSO dans la bardière. En effet, le PSO est le triglycéride qui détermine dans une large mesure le taux de solide des lipides de la bardière (DAVENEL et al., 1998). Dans cette étude le coefficient de corrélation entre le TS20 et le PSO est de 0,60 ce qui est un peu inférieur à ce que nous avons obtenu dans l'étude précédente (DAVENEL et al., 1998). Ce résultat s'explique par le fait que les mesures du taux de solide ont été pratiquées sur des carottes de tissu adipeux au lieu de lipides fondus et que les carottes ont été prélevées à un site très proche de l'échantillon pris pour l'analyse chimique mais tout à fait identique.

La prédiction du taux de solide et de la dureté de la bardière à partir du taux d'acides gras polyinsaturés du régime est très médiocre ( $R^2 < 0,20$ ). Ceci s'explique à la fois parce que l'équation de prédiction ne prend en compte que les taux de triglycérides (PSO, POO) ou des acides gras (C18:0) qui dépendent peu de l'apport en acide linoléique du régime et par le fait que la gamme de taux de solide couverte dans cette étude est très étroite.

Cette étude montre que l'on peut accroître la teneur en C18:2 de l'aliment jusqu'à 15g/kg sans altérer significativement la qualité de la bardière. Dans cette étude, un tel régime conduit à des bardières dont les caractéristiques chimiques restent en deça des normes définies pour obtenir des tissus adipeux de bonne qualité (12-15% de C18:2 et plus de 12% de C18:0) et dont les caractéristiques physiques (taux de solide et dureté) sont également très supérieures au

valeurs seuils proposées par BOULARD et al. (1985) et DAVENEL et al. (1998). Cette conclusion est confirmée par l'étude sensorielle que nous avons conduite sur les saucissons secs fabriqués à partir des bardières de ces porcs qui présentaient des caractéristiques d'aspect et de goût sans grands défauts. Ces résultats sont en accord avec ceux publiés par CASTAING et al (1998), avec des saucissons fabriqués à partir d'animaux présentant des caractéristiques de taux de muscle et de composition de bardière proches de ceux utilisés dans notre étude. Une étude complémentaires est en cours sur des jambons secs issus des mêmes animaux. Ces jambons feront également l'objet d'analyses sensorielles pour évaluer l'impact de l'apport de quantités croissantes d'acides gras polyinsaturés sur les qualités sensorielles de ces produits.

### CONCLUSION

La teneur en C18:2 et en C18:3 de la bardière peut être prédite à partir de quantités de ces deux acides gras dans les régimes alimentaires et de l'épaisseur de la bardière (X4). Par contre, la prédiction des caractéristiques physiques de la bardière (Taux de solide à 20°C et dureté mesurée par pénétrométrie) est médiocre. Ces deux paramètres rendent bien compte de la consistance des tissus adipeux, caractéristique essentielle de l'aptitude à la transformation des tissus adipeux en produits secs. Cependant dans cette étude tous les tissus adipeux étaient de très bonne qualité. Dans les conditions expérimentales de ce travail, l'apport en acide linoléique et en acide linoléique jusqu'à un niveau de 15 g/kg et de 1,93 g/kg n'a pas d'incidence négative sur la qualité des tissus adipeux des porcs, y compris chez les animaux à fort taux de viande maigre.

### REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient l'OFIVAL et la région Midi-Pyrénées sans le soutien financier desquels cette étude n'aurait pu être réalisée.

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BOULARD J., BOUYSSIÈRE M., CHEVILLON P., KÉRISIT R., LE JOSSEC P., 1994 In : Diagnostic de la qualité des gras de porc dans la région Rhône Alpes. I.T.P. (Document interne).
- BOULARD J., BOUYSSIÈRE M., CHEVILLON P., KÉRISIT R., LE JOSSEC P., 1995. *Techni-porc*, 18(3), 21-32.
- CASTAING J., CAZETTE J. Ph., COUDURE R., PEYHORGUE A., 1995. *Journées Rech. Porcine en France*, 27, 297-306.
- COURBOULAY V., MASSABIE P. 1994. *Journées Rech. Porcine en France*, 26, 207-212.
- COURBOULAY V., MOUROT J., 1995. 46th Annual Meeting of the EAAP, Prague.
- DAUMAS G., DHORNE T., CAUSEUR D., SCHOLLHAMMER E., 1998. In : *Compte rendu du calibrage du CGM 1993*, ITP (Document interne).
- DAVENEL A., RIAUBLANC A., POMMERET P., MARCHAL P., GANDEMER G., 1998. *Journées Rech. Porcine en France*, 30, 29-35.
- DAVENEL A., RIAUBLANC A., LEBORGNE C., POMMERET P., MARCHAL P., GANDEMER G., 1999. *Journées Rech. Porcine en France*, 31, 293-298.
- GIRARD J.P., DESMOULIN B., BONNEAU M., GANDEMER G., 1983. *Rev. Franç Corps Gras*, 30, 73-79.
- GIRARD J.P., BOUT J., SALORT D., 1988. *Journées Rech. Porcine en France*, 20, 255-278.
- HOUBEN J.H., KROL B., 1983. In : *Fat Quality in Lean Pigs. Workshop in the CEC programme*, Brüssel, 15-26.
- LEBRET B., MOUROT J., 1998. *INRA Prod. Anim.*, 11(2), 131-143.
- MADSEN A., JAKOBSEN K., MORTENSEN H.P., 1992. *Acta Agraria Scand.*, sect. A, *Animal Sci.*, 42, 220-6225.

- PRABUCKI, 1978 cité par GIRARD J.P., 1988.
- RAMPON V., GANDEMER G., LE JOSSEC P., BOULARD J., 1994. Journées Rech. Porcine en France, 26, 157-162
- WARNANTS N., VAN OECKEL M.J., BOUCQUÉ Ch. V., 1996. Annual Meeting of EAAP, Lillehammer.
- WOOD J.D. 1984. Fat deposition and the quality of fat tissue in meat meals. In : Fats in Animal Nutrition, J. WISEMAN (ed.), 407-435. Butterworths, London.