

## INFLUENCE DU SYSTÈME D'ÉLEVAGE ET DU GÉNOTYPE SUR LA COMPOSITION CHIMIQUE ET LES QUALITÉS ORGANOLEPTIQUES DU MUSCLE LONG DORSAL CHEZ LE PORC.

G. GANDEMER (1), D. PICHOU (1), Brigitte BOUGUENNEC (2),  
J.C. CARITEZ (3), Ph. BERGE (4), Elisabeth BRIAND (1), C. LEGAULT (2)

*Institut National de la Recherche Agronomique*

(1) *Laboratoire d'Etude des Molécules Alimentaires, BP 527, 44026 NANTES Cedex 03.*

(2) *Station de Génétique Quantitative et Appliquée, Centre de Recherches Zootechniques, 78850 JOUY-EN-JOSAS.*

(3) *Domaine Expérimental du Magneraud, 17700 SURGERES*

(4) *Station de Recherches sur la Viande, Theix, 63122 CEYRAT.*

L'objectif de cette étude est d'étudier l'influence du génotype et du système d'élevage sur la qualité de la viande de porc. Soixante quatre porcs ont été répartis en 8 lots en fonction de leur génotype et du mode d'élevage. 4 génotypes ont été comparés : Large White x Landrace Français (témoins), Gascon-Meishan x Piétrain (GC x P), Gascon-Meishan x Large White (GC x LW), Gascon-Meishan x Duroc (GC x D). Deux systèmes d'élevage, intérieur (0,9 m<sup>2</sup>/animal) et extérieur (50 m<sup>2</sup>/animal), ont été pratiqués. La qualité de la viande a été appréciée par l'analyse sensorielle d'échantillons de m. *longissimus dorsi*. Ces données ont été complétées par une analyse biochimique des fractions lipidique et azotée de la viande.

Les résultats montrent que :

- La qualité organoleptique de la viande est largement influencée par le génotype alors que le système d'élevage est sans effet. La viande des animaux témoins est jugée moins tendre que celle des autres génotypes. La viande des animaux GC x D est la plus appréciée pour tous les critères étudiés, en particulier, pour la flaveur. Les viandes des animaux GC x P et GC x LW se situent en position intermédiaire.
- La composition chimique du muscle n'est pas influencée par le mode d'élevage. Par contre, le génotype influe fortement sur la teneur en lipides intramusculaires. Les teneurs en lipides les plus élevées sont observées dans les viandes des porcs GC x D (4,2g/100g), et les plus faibles chez les animaux témoins (2,1 g/100g). Les taux de lipides sont intermédiaires chez les porcs GC x P (2,4g/100g) et GC x LW (3,3g/100g).
- De faibles différences de composition en acides gras des lipides intramusculaires ont été observées en fonction du génotype et du mode d'élevage. Mais, elles s'expliquent par des différences d'état d'engraissement des animaux.
- Le taux de collagène est peu influencé par le génotype.

Dans cette étude, les différences de qualité organoleptique de la viande entre les génotypes apparaissent liées à la teneur en lipides intramusculaires. Cependant, ce paramètre ne rend compte à lui seul que d'une partie des différences entre les génotypes.

### Effect of rearing conditions and genotype on chemical composition and sensory quality of *longissimus dorsi* muscle from pigs.

The aim of this study was to investigate the effect of genotype and rearing conditions on the quality of pig meat. Sixty four pigs were divided in 8 groups according to genotype or the rearing conditions. 4 genotypes were used : Large White x French Landrace (control), Gascon-Meishan x Pietrain (GC x P), Gascon-Meishan x Large White (GC x LW) and Gascon-Meishan x Duroc (GC x D). Two rearing conditions were compared, indoors in classic pigsty (area per pig = 0,9 m<sup>2</sup>) and outside (area per pig = 50 m<sup>2</sup>). Eating quality of meat was evaluated by taste panel on samples of m. *Longissimus dorsi*. Besides, chemical analysis was performed in order to characterize lipid and nitrogen fractions of muscles.

The results showed that :

- Eating quality of meat depends largely on genotype whereas rearing conditions have a weak effect. The meat of control animals was judged less tender and more fibrous than that of other genotypes. Meat of GC x D crossbred pigs exhibit the better sensory qualities, especially for flavour. Eating quality of meat from GC x P and GC x LW crossbred was intermediate.
- Chemical composition of muscle is not affected by rearing conditions. But, intramuscular content is related to the genotype. The higher lipid content is observed in GC x D crossbred muscles (4,2g/100g) and the lower in control pigs muscles. Muscles from GC x P and GC x LW are intermediate (2,4g/100g and 3,3g/100g respectively).
- Small differences were observed in muscle fatty acid composition between genotype and rearing conditions. These results are related to intramuscular lipid content.
- Collagen content is not much affected by genotype.

In this study, differences in eating quality of meat are largely related to the intramuscular lipid content. But, this parameter explains only a part of the differences of eating quality of meat between genotypes.

## INTRODUCTION

Un nombre croissant d'intervenants dans la filière porcine française s'interroge sur les possibilités de développement de différentes formes de production d'un «porc alternatif» («label», «fermier», «biologique», «lourd», «traditionnel») répondant à deux objectifs :

- promouvoir une nouvelle image de la viande de porc et des produits charcutiers qui repose sur une supériorité objectivement établie des qualités organoleptiques («produits haut-de-gamme») et des systèmes d'élevage moins «industriels» clairement identifiés (de plein air, traditionnel, extensif etc....).
- proposer aux éleveurs des régions les plus défavorisées des solutions originales, diversifiées et incitatives basées sur le recours à un savoir-faire et des génotypes locaux.

Les données objectives permettant d'étayer toutes ces initiatives sont peu abondantes et souvent contradictoires. C'est dans cet esprit que la présente étude se propose d'analyser l'influence des deux facteurs de variation les plus fréquemment invoqués, le système d'élevage et le génotype sur les performances d'engraissement, les caractéristiques de la

carcasse, la composition biochimique et les qualités organoleptiques du muscle long dorsal chez des porcs charcutiers de 100 kg de poids vif.

## 1. MATÉRIEL ANIMAL ET MÉTHODES

### 1.1. Animaux

Au domaine expérimental INRA du Magneraud (17700 SURGERES), 64 animaux ont été répartis en 8 lots en fonction du type génétique et du système d'élevage (tableau 1). Chacun des 4 types génétiques est représenté par 2 portées conçues par deux verrats différents. La diversité génétique a été obtenue par croisement de truies F1 Gascon x Meishan et de verrats Large White, Piétrain ou Duroc. Les animaux «témoins» sont des porcs F1 Landrace x Large White. La semence des verrats Landrace Français, Large White et Piétrain est celle des animaux en service à la Station Expérimentale d'Insémination artificielle (86480 ROUILLE), celle des deux verrats Duroc ayant été fournie par la firme S.E.L.P.A. (95450 VIGNY).

**TABLEAU 1**  
RÉPARTITION DES ANIMAUX SELON LE TYPE GÉNÉTIQUE ET LE MODE D'ÉLEVAGE

Type génétique		Système d'élevage					
		Intérieur			Extérieur		
Père	Mère	Total	MC	F	Total	MC	F
LF	LW	6	1	5	7	4	3
P	GC	8	1	7	8	2	6
LW	GC	9	3	6	9	2	7
D	GC	9	2	7	8	0	8

LF : Landrace Français ; LW : Large White ; GC : Gascon Chinois ; P : Piétrain ; DU : Duroc.  
MC : Mâle castré ; F : Femelle.

De robe entièrement noire, la truie sino-gasconne a été retenue comme une solution alternative intéressante en raison de sa rusticité, de sa prolificité et de ses qualités maternelles (tableau 2) (DELATE et al. 1989). Les verrats Large White ont

été choisis pour la qualité technologique de leur viande, les Piétrains pour leur développement musculaire et les Duroc pour leur taux de gras intramusculaire élevé.

**TABLEAU 2**  
PERFORMANCES DE REPRODUCTION DES TRUIES GASCON X MEISHAN OBSERVÉES AU TROUPEAU DU MAGNERAUD.

Type génétique de la truie	Nombre de portées	Taille de la portée			Poids de la portée à 21 jours (kg)	Production laitière estimée (litres)
		Nés Totaux	Nés Vivants	Sevrés		
Gascon x Meishan	27	14,0 ab	13,1 a	11,8 a	59,3 a	148 ab
LW x Meishan Meishanx LW	97	14,2 a	13,7 a	12,5 a	68,0 b	163 a
Large White	83	12,5 b	11,4 b	10,1 b	56,0 a	141 b

Les estimées d'une même colonne affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%

## 1.2. Conditions d'élevage

Dès le poids de 25 kg, les porcelets de chaque portée sont répartis, à parts égales, entre deux «systèmes d'élevage» :

- le système désigné par la suite par le terme «Intérieur» se rapproche du modèle intensif classique. Les porcs sont engraisés par loge de 8 et disposent de 0,9 m<sup>2</sup> d'aire de couchage par animal. Ils reçoivent un aliment concentré du commerce de 3200 kcal. d'énergie digestible, 170g de matière azotée totale et 48g de lipides par kg. Cet aliment est distribué à volonté jusqu'au poids de 70 kg et rationné à raison de 2,3 kg par jour de 70 à 100 kg.
- le système dit «extérieur» est plus extensif. Les animaux sont engraisés par lots de 8 dans des parcs de 2500 m<sup>2</sup> avec abri couvert. Jusqu'à 70 kg, ils sont nourris, à volonté, avec le même aliment concentré qu'en élevage fermé. De 70 à 100 kg,

la ration quotidienne se compose de 2,1 kg de concentré et d'un complément de 2 à 3 kg de betteraves à haute teneur en matière sèche.

Le rationnement a été raisonné de manière à atteindre le poids vif d'abattage de 100 kg à un âge moyen supérieur à 6 mois conformément aux normes imposées au «porc label». La présence d'animaux des deux systèmes d'élevage a été assurée dans chacune des 4 séances d'abattage.

## 1.3. Abattage et prélèvement du muscle Long dorsal

Les abattages ont eu lieu une fois par semaine à l'abattoir de la SOCOPA à Celles-sur-Belle. 24 heures après l'abattage, la demi-carcasse droite a été soumise à une «découpe parisienne normalisée» et les mesures habituelles de qualité de la

viande (temps d'imbibition, réflectance et pH ultime) ont été relevées.

Deux rôtis d'environ 1 kg situés, l'un entre la 7<sup>ième</sup> et la dernière vertèbre dorsale et l'autre entre la première et la dernière vertèbre lombaire, ont été découpés dans la longe pour les besoins de l'analyse sensorielle. A l'extrémité de chaque rôti, deux échantillons de tissu musculaire pesant de 50 à 100 g ont été prélevés pour évaluer la composition chimique du muscle. Ils ont été parés puis congelés à -20 °C.

#### 1.4. Analyses biochimiques

##### 1.4.1. Caractérisation des lipides intramusculaires

Les lipides ont été extraits de 10 g de tissu musculaire suivant la méthode de FOLCH et al. (1957). La teneur en lipides a été déterminée par pesée et exprimée en g/100g de muscle. Les mesures ont été effectuées en double sur chaque échantillon.

La composition en acides gras de l'extrait lipidique total a été déterminée par chromatographie en phase gazeuse des esters méthyliques préparés selon la méthode de MORRISON et SMITH (1964). Le matériel et les conditions opératoires ont été décrites antérieurement (GANDEMER et al., 1989). Les résultats sont exprimés en % de la masse des esters méthyliques injectés.

##### 1.4.2. Caractérisation de la fraction azotée

La teneur en azote a été déterminée par la méthode de Kjeldhal. Les pigments héminiques ont été quantifiés par la méthode de HORNSEY (1956). Le taux de collagène total a été estimé par dosage de l'hydroxyproline selon la méthode de BERGMAN et LOXLEY (1963) (hydroxyproline x 7,5). Les résultats de ces 3 déterminations sont exprimés en mg/g de muscle frais.

La solubilité du collagène a été évaluée par dosage de l'hydroxyproline sur l'échantillon cru, puis sur un échantillon de viande soumis pendant 2 heures à un chauffage à une température de 90 °C. Elle correspond à la différence entre ces 2 mesures. Elle est exprimée en % de la quantité de collagène du muscle cru.

#### 1.5. Analyse sensorielle

Les rôtis pesant environ 1 kg ont été décongelés à 4 °C deux jours avant la cuisson pour que la maturation de la viande se poursuive. Ils ont été cuits dans un four en milieu humide à 150 °C jusqu'à ce que la température à coeur atteigne 70 à 75 °C. Les rôtis ont été dégustés à la température ambiante.

Le jury de dégustation était constitué de 24 personnes bénévoles préalablement entraînées à déguster de la viande de porc. Les séances de dégustation avaient lieu deux fois par semaine entre 11 et 12 heures avec 10 dégustateurs. Les échantillons ont été dégustés sous une lumière rouge pour masquer les différences d'aspect entre les échantillons (couleur, adiposité).

Le questionnaire comportait 4 axes de 13 cm non structurés et bornés sur lesquels les membres du jury devaient classer les échantillons (norme AFNOR V09-014, Avril 1982). Les 3 critères évalués étaient : la tendreté (très dur à très tendre), la

jutosité (très sec à très juteux) et l'intensité de goût ou flaveur (très faible à très forte). Les notes ont été estimées en mesurant la distance en mm de la borne gauche de l'axe à la marque correspondant à l'échantillon.

Pour étudier l'effet du génotype, le jury comparait simultanément 4 échantillons de rôtis dorsaux issus de génotypes différents, mais du même système d'élevage. Pour étudier l'influence du mode d'élevage, chaque membre du jury dégustait deux échantillons de rôtis lombaires provenant de deux porcs de même génotype mais de systèmes d'élevage différents. Autant que possible, les échantillons placés dans une même assiette provenaient d'animaux du même sexe.

#### 1.6. Analyses statistiques

Les données ont été soumises à différentes analyses de la variance selon la procédure G.L.M. du logiciel S.A.S.. Un modèle linéaire à effets fixes prenant en compte le type génétique (4 niveaux), le sexe (2 niveaux), le système d'élevage (2 niveaux) et les effets des interactions a été utilisé. Pour les données relatives à la découpe et à la composition corporelle, le poids vif à l'abattage a été placé en covariable pour permettre des comparaisons à poids fixé. Enfin, pour les variables relatives à la qualité de la viande, l'effet fixé de la date d'abattage (4 niveaux) a été considéré dans le modèle.

Après élimination de quelques variables dites «redondantes», les équations de «régression multiple progressive» ont été estimées sans tenir compte des types génétiques et intra-type génétique afin d'établir une hiérarchie parmi les variables explicatives des qualités sensorielles de la viande : la tendreté, la jutosité, la flaveur et la note globale. (moyenne des trois notes précédentes). L'augmentation du carré du coefficient de corrélation cumulé ( $R^2$ ) permet de connaître la fraction de la variance de ces critères expliquée par chaque variable.

## 2. RÉSULTATS

Dans un but de simplifier la présentation des résultats, les tableaux ne contiennent que les valeurs estimées par la méthode des moindres carrés pour chaque niveau des 2 principaux effets (type génétique, système d'élevage) ainsi que la signification des différences entre chaque niveau d'un même effet. Cette présentation est d'ailleurs facilitée par l'absence d'interactions significatives entre facteurs.

### 2.1. Performances zootechniques et qualité des carcasses (tableau 3)

Les animaux issus de pères Piétrain et Duroc ont une vitesse de croissance significativement plus faible que celle des porcs témoins et des animaux issus de pères Large White. Les animaux de ces 2 derniers lots avaient un âge à l'abattage plus élevé (10 à 13 jours). En revanche, l'âge à l'abattage ne diffère pas significativement selon le système d'élevage. Les effets du type génétique et du système d'élevage sur le taux de muscle dans la carcasse (F.O.M.) sont tous deux significatifs. Le taux de muscle des animaux élevés à l'intérieur est supérieur de 3 points à celui des animaux élevés à l'extérieur. Par ailleurs, il est plus faible chez les porcs GC x LW que chez les animaux témoins (44% contre 51%), les animaux issus de pères Duroc et Piétrain occupant une position intermédiaire (47 et 48%).

L'adiposité de la carcasse estimée par le pourcentage de bardière et de panne est nettement plus faible chez les témoins

que chez les porcs issus de mères Gascon x Meishan (12% contre 15 à 16%).

**TABLEAU 3**  
EFFET DU TYPE GÉNÉTIQUE ET DU SYSTÈME D'ÉLEVAGE SUR QUELQUES PERFORMANCES ZOOTECHNIQUES, LE TAUX DE MUSCLE ET L'ADIPOSITÉ DE LA CARCASSE.

	Type génétique				Système d'élevage	
	LF	P	LW	D	EXT	INT
<b>Père</b>	LF	P	LW	D	EXT	INT
<b>Mère</b>	LW	GC	GC	GC		
<b>Poids vif (kg)</b>	104 a	98 b	105 a	105 a	104	102
<b>Age (Jours)</b>	187 a	197 b	185 a	196 b	189	193
<b>Gain moyen quotidien (naissance-abattage)(g/jour)</b>	550 a	491 b	561 a	529 b	544	522
<b>Taux de muscle (FOM)</b>	51 a	48 c	44 b	47 c	46a	49 b
<b>Adiposité (Panne et Bardière/carcasse)</b>	12 a	16 b	16 b	15 b	15	14

LF : Landrace Français ; LW : Large White ; GC : Gascon Chinois ; P : Piétrain ; D : Duroc.

EXT : Porcs élevés à l'extérieur en parcs ; INT : Porcs élevés à l'intérieur en porcherie classique.

Les valeurs affectées d'une lettre différente sur une même ligne sont significativement différentes au seuil de 5% pour l'un des facteurs (génotype ou système d'élevage).

## 2.2 Paramètres de la qualité de la viande (tableau 4).

Le système d'élevage n'a pas d'influence sur la réflectance des muscles ni sur le pH des muscles long dorsal et fessier. Par contre, les animaux élevés à l'extérieur présentent des temps

d'imbibition plus courts comparativement aux animaux élevés à l'intérieur. Le pH des muscles adducteur et long vaste est plus bas chez les porcs élevés à l'extérieur que chez ceux élevés à l'intérieur.

**TABLEAU 4**  
EFFET DU TYPE GENETIQUE ET DU SYSTEME D'ELEVAGE SUR LES PARAMETRES DE LA QUALITE DE LA VIANDE MESURES 24 HEURES APRES ABATTAGE

	Type génétique				Système d'élevage	
	LF	P	LW	D	EXT	INT
<b>Père</b>	LF	P	LW	D	EXT	INT
<b>Mère</b>	LW	GC	GC	GC		
<b>pH</b>						
Long dorsal	5,3a	5,4ac	5,6 b	5,6bc	5,4	5,5
Adducteur	5,8	5,9	5,9 a	5,8	5,7 a	6,0 b
Long vaste	5,5a	5,6 ab	5,6 b	5,5a	5,5 a	5,6 b
Fessier	5,7	5,8	5,8	5,7	5,7	5,8
<b>Imbibition</b>						
Long vaste	12 a	12 a	18 b	14 a	12 a	16 b
Fessier	10 a	10 a	16 b	12 ab	10 a	14 b
<b>Réflectance</b>						
Long vaste	37 a	34 ab	33 b	36 ab	35	35
Fessier	34	33	31	32	33	32

LF : Landrace Français ; LW : Large White ; GC : Gascon Chinois ; P : Piétrain ; D : Duroc.

EXT : Porcs élevés à l'extérieur en parcs ; INT : Porcs élevés à l'intérieur en porcherie classique.

Les valeurs affectées d'une lettre différente sur une même ligne sont significativement différentes au seuil de 5% pour l'un des facteurs (génotype ou système d'élevage).

Les différences de pH entre génotypes pour les muscles long dorsal et long vaste sont peu importantes. Par contre, les temps d'imbibition mesurés sur les muscles long vaste et fessier dépendent du génotype. Si les mesures de ce paramètre sont comparables dans les muscles des témoins et des croisés P x GC et D x GC, elles sont plus élevées chez les croisés LW x GC. Le génotype a peu d'influence sur la réflectance.

### 2.3. Composition biochimique de la viande.

#### 2.3.1. Fraction azotée (tableau 5).

La teneur en azote du muscle ne dépend ni du sexe ni du système d'élevage, ni du type génétique. Elle est de l'ordre de 37 à 39 mg/g de muscle frais. De même, aucun de ces trois facteurs n'affecte de façon significative la teneur en pigments héminiques du muscle long dorsal quelle que soit la localisation anatomique considérée. La variabilité entre les animaux d'un même lot est très supérieure à celle observée entre les niveaux des facteurs. Cependant, les animaux élevés à l'intérieur tendent à avoir des muscles plus riches en pigments héminiques que ceux élevés à l'extérieur. De même, le taux de pigments héminiques tend à être plus élevé dans le muscle long dorsal des porcs croisés LW x GC comparativement aux

trois autres génotypes.

Le sexe n'a pas d'influence sur le taux de collagène total et sur sa solubilité quelle que soit la localisation anatomique considérée dans le muscle long dorsal. Par contre, aux 2 localisations, le muscle long dorsal présente un taux de collagène plus faible chez les animaux élevés à l'extérieur qu'à l'intérieur. Si la solubilité est comparable au niveau des vertèbres lombaires quel que soit le mode d'élevage, elle s'avère significativement plus élevée au niveau des vertèbres dorsales pour les animaux élevés à l'extérieur. (30% chez les extérieurs et 26% chez les intérieurs). Le génotype a un effet significatif sur la teneur en collagène total et sur sa solubilité. Le muscle long dorsal des porcs P x GC contient moins de collagène que celui des autres génotypes. La solubilité du collagène est de l'ordre de 26% chez les animaux Témoins, P x GC et LW x GC alors qu'elle tend à être plus élevée chez les animaux D x GC (de l'ordre de 30%). Au niveau des vertèbres dorsales, le taux de collagène insoluble (collagène restant dans la viande après cuisson est voisin chez les porcs P x GC, D x GC et témoins (2,7 à 2,9 mg/g) alors qu'il est plus élevé chez les porcs LW x GC (3,2 mg/g). Par contre, au niveau des vertèbres lombaires, s'il est toujours faible chez les porcs P x GC et D x GC (3,0 à 3,1 mg/g), il est aussi élevé chez les porcs témoins que chez les croisés LW x GC (3,6 à 3,8 mg/g)

**TABLEAU 5**  
EFFET DU TYPE GÉNÉTIQUE ET DU SYSTÈME D'ÉLEVAGE SUR LA COMPOSITION CENTÉSIMALE DU MUSCLE LONG DORSAL.

Père	Type génétique				Système d'élevage	
	LF	P	LW	D	EXT	INT
Mère	LW	GC	GC	GC		
<b>Lipides(g/100 g)</b>						
Dorsale	2,1 a	2,4 a	3,3 b	4,2 c	2,9	3,0
Lombaire	2,6 a	2,6 a	4,1 b	4,4 b	3,5	3,3
<b>Azote (mg/ g)</b>						
Dorsale	37,9 ab	38,9 b	37,2 a	37,5 ab	38,1	37,6
Lombaire (*)	ND	ND	ND	ND	ND	ND
<b>Pigments héminiques (mg/ g)</b>						
Dorsale	0,73	0,77	0,92	0,79	0,75	0,86
Lombaire	0,79	0,79	0,88	0,77	0,75	0,86
<b>Collagène total (mg/ g)</b>						
Dorsale	4,0 a	3,6 b	4,4 c	4,2 ac	3,9 a	4,2 b
Lombaire	4,8 ac	4,1 b	4,9 a	4,4 bc	4,3 a	4,7 b
<b>Solubilité du collagène (%)</b>						
Dorsale	26 a	26 ab	27 a	32 b	30 a	26 b
Lombaire	26 ab	26 ab	23 b	29 a	27	25

LF : Landrace Français ; LW : Large White ; GC : Gascon Chinois ; P : Piétrain ; D : Duroc.

EXT : Porcs élevés à l'extérieur en parcs ; INT : Porcs élevés à l'intérieur en porcherie classique.

Les valeurs affectées d'une lettre différente sur une même ligne sont significativement différentes au seuil de 5% pour l'un des facteurs (génotype ou système d'élevage).

(\*) Non Déterminé

#### 2.3.2. Composition lipidique (tableaux 5 et 6).

Dans cette expérimentation, la teneur en lipides intramusculaires du muscle long dorsal est plus forte au niveau des vertè-

bres lombaires qu'au niveau des vertèbres dorsales. Cependant, les trois facteurs étudiés ont le même effet aux deux localisations.

Le système d'élevage n'a aucune influence sur la teneur en lipides intramusculaires et la composition en acides gras du muscle long dorsal.

Le génotype et le sexe affectent significativement la teneur en lipides intramusculaires et leur composition en acides gras. Les mâles castrés présentent une teneur en lipides intramus-

culaires plus élevée que les femelles (de l'ordre de 0,8 g/100g de muscle frais). Par ailleurs, ce taux est plus faible chez les porcs témoins et les croisés P x GC (2,1 à 2,6 g/100g) que chez les croisés D x GC (4,2-4,4 g/100g). Elle est intermédiaire chez les croisés LW x GC (3,3-4,1 g/100g), toutefois la valeur mesurée au niveau des vertèbres lombaires est comparable à celle des animaux D x GC.

**TABEAU 6**  
EFFET DU TYPE GÉNÉTIQUE ET DU SYSTÈME D'ÉLEVAGE SUR LA COMPOSITION EN ACIDES GRAS  
DES LIPIDES DU MUSCLE LONG DORSAL AU NIVEAU DES VERTÈBRES DORSALES

	Type génétique				Système d'élevage	
	LF	P	LW	D	EXT	INT
Père	LF	P	LW	D	EXT	INT
Mère	LW	GC	GC	GC		
<b>Acides gras</b>						
14:0	1,4 a	1,7 b	1,7b	1,7 b	1,6	1,6
15:0	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
16:0	25,2 a	26,4 b	26,2b	25,8 ab	25,9	25,9
17:0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
18:0	13,0 b	12,1 ab	12,5ab	11,9 a	12,7	12,0
<b>Saturés</b>	<b>40,0</b>	<b>40,6</b>	<b>40,7</b>	<b>39,7</b>	<b>40,5</b>	<b>39,8</b>
16:1	3,4 b	4,3 a	4,6a	4,2 a	4,2	4,1
17:1	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
18:1	44,1 a	44,1 a	44,5a	47,1 b	44,3	45,7
20:1	0,7 a	0,6 b	0,6b	0,8 a	0,6a	0,7 b
<b>Monoinsaturés</b>	<b>48,6 a</b>	<b>49,2 a</b>	<b>50,0a</b>	<b>52,4 b</b>	<b>49,4</b>	<b>50,7</b>
18:2 N-6	8,5 b	7,8 ab	6,9a	5,9 a	7,5	7,1
20:3 N-6	0,3 a	0,2 ab	0,2ab	0,2 b	0,3	0,2
20:4 N-6	2,0 a	1,9 ab	1,6ab	1,3 b	1,8	1,5
18:3 N-3	0,4	0,4	0,3	0,3	0,4a	0,3 b
20:2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
<b>Polyinsaturés</b>	<b>11,4 a</b>	<b>10,5 ab</b>	<b>9,2b</b>	<b>7,9 b</b>	<b>10,2</b>	<b>9,3</b>

LF : Landrace Français ; LW : Large White ; GC : Gascon Chinois ; P : Piétrain ; D : Duroc.

EXT : Porcs élevés à l'extérieur en parcs ; INT: Porcs élevés à l'intérieur en porcherie classique.

Les valeurs affectées d'une lettre différente sur une même ligne sont significativement différentes au seuil de 5% pour l'un des facteurs (génotype ou système d'élevage).

Les femelles ont une proportion d'acides gras polyinsaturés plus élevée que les mâles castrés (10,5 contre 8,8%). Sur la base de ce paramètre, les génotypes peuvent être classés dans cet ordre croissant : 7,9% pour le D x GC , 9,2% pour le LW x GC, 10,2% pour le P x GC et 11,3% pour le Témoin. Plus qu'à un effet spécifique du génotype et du sexe, ces résultats sont liés avant tout à la teneur en lipides du muscle. En effet, les muscles les plus riches en lipides sont également les plus pauvres en acides gras polyinsaturés. Les variations de la proportion d'acides gras polyinsaturés se répercutent surtout sur le taux des acides gras monoinsaturés. Cependant, seuls les porcs D x GC présentent un taux d'acides gras monoinsaturés plus élevé que les autres types génétiques (principalement en C18:1). Le taux d'acides gras saturés n'est pas affecté par le génotype.

#### 2.4. Analyse sensorielle (tableau 7).

L'analyse statistique ne révèle aucune différence entre les deux modes d'élevage que ce soit pour la tendreté, la jutosité ou la flaveur de la viande.

Par contre, le génotype affecte l'ensemble des composantes de la qualité organoleptique. La tendreté a été jugée comparable chez les trois génotypes issus d'une mère Gascon-Meishan alors que les animaux témoins se sont avérés les moins tendres. La jutosité de la viande des animaux témoins et des P x GC est comparable mais elle est nettement inférieure à celle des porcs LW x GC et D x GC. La flaveur de la viande des animaux D x GC est jugée plus intense que celle de la viande des trois autres types génétiques dont la note de flaveur est voisine.

**TABLEAU 7**  
EFFET DU TYPE GÉNÉTIQUE ET DU SYSTÈME D'ÉLEVAGE SUR LE RENDEMENT  
À LA CUISSON ET SUR LES NOTES DE L'ANALYSE SENSORIELLE

	Type génétique				Système d'élevage	
	Père	Mère				
	LF	P	LW	D	EXT	INT
	LW	GC	GC	GC		
<b>Rendement à la cuisson</b>						
Dorsale	75 a	77 ab	79 b	82 ab	79	78
Lombaire	75 a	79 bc	81 b	75 ac	77	78
<b>Tendreté</b>						
Dorsale	5,2 a	7,7 b	7,5b	9,0 b	-	-
Lombaire	-	-	-	-	7,2	6,6
<b>Jutosité</b>						
Dorsale	4,9 a	5,5 a	7,5b	8,4 b	-	-
Lombaire	-	-	-	-	6,3	5,7
<b>Flaveur</b>						
Dorsale	5,2 a	5,3 a	5,5 a	6,9 b	-	-
Lombaire	-	-	-	-	5,4	5,9

LF : Landrace Français ; LW : Large White ; GC : Gascon Chinois ; P : Piétrain ; D : Duroc.  
EXT : Porcs élevés à l'extérieur en parcs ; INT : Porcs élevés à l'intérieur en porcherie classique.

Les valeurs affectées d'une lettre différente sur une même ligne sont significativement différentes au seuil de 5% pour l'un des facteurs (génotype ou système d'élevage).

Des photographies de la section du muscle Long dorsal au niveau de la dernière vertèbre dorsale ont permis d'apprécier l'aspect de la viande. Les clichés montrent distinctement que les muscles des animaux Témoins et P x GC ne contiennent pratiquement pas de gras visible. Il est vrai que ces 2 génotypes présentaient les taux de lipides intramusculaires les plus faibles. Dans les muscles des porcs LW x GC et D x GC, les infiltrations graisseuses sont plus apparentes, sans toutefois que la proportion de gras visible n'altère l'aspect de la viande, même dans le muscle des animaux D x GC.

### 2.5. Recherche des variables explicatives des qualités sensorielles de la viande (tableau 8)

La note de tendreté du muscle long dorsal est liée en premier lieu au taux de lipides intramusculaires. Il explique respectivement 38% et 15% de la variance de ce critère suivant que l'estimation est faite sans tenir compte du type génétique ou intra-type génétique. Les muscles les plus riches en lipides sont aussi les plus tendres. La considération de l'adiposité globale de la carcasse (% de bardière et panne) et du temps d'imbibition permet d'atteindre une valeur de  $R^2$  de 44%;

La note de jutosité est déterminée avant tout par le taux de muscle de la carcasse (classement F.O.M.), les carcasses les plus maigres étant inférieures de ce point de vue. La part de la variance expliquée par ce paramètre est de 27% pour l'ensemble des génotypes et chute à 15% intra-génotype. La prise en

compte de 3 variables supplémentaires (âge à l'abattage, pH ultime et temps d'imbibition du muscle long dorsal) permet d'atteindre un niveau de détermination de 53%, tous génotypes confondus. Lorsque le calcul est fait intra-génotype, le  $R^2$  tombe à 29% avec 3 variables (taux de muscle, réflectance et pH ultime).

La fraction de la variance de la note de flaveur expliquée par 5 variables ne dépasse pas 32%. De nouvelles variables explicatives tels que le taux d'acides gras polyinsaturés (coefficient négatif) et le taux de collagène insoluble (coefficient négatif) font leur apparition.

Lorsque le calcul est effectué sur la totalité des animaux, la note globale d'analyse sensorielle qui correspond à la moyenne des trois précédentes est expliquée dans une large mesure par le taux de lipides intramusculaires ( $R^2 = 0,39$ ). L'adiposité globale de la carcasse et, à un moindre degré, les prédicteurs du rendement technologique (temps d'imbibition et pH ultime) influent également sur cette note. Le calcul intra-génotype fait ressortir en premier lieu l'effet négatif du taux de muscle, la teneur en lipides apparaissant au 2ème rang des variables explicatives de la note globale.

En résumé, la viande la plus appréciée par le jury de dégustation a un taux de gras intramusculaire élevé, elle provient d'une carcasse à taux de muscle modéré et, dans une moindre mesure, son pH ultime ne doit pas être trop bas et son pouvoir de rétention d'eau doit être bon.

**TABLEAU 8**  
 DÉTERMINATION DES QUALITÉS SENSORIELLES DE LA VIANDE PAR DES CRITÈRES ZOOTECHNIQUES ET BIOCHIMIQUES.

Génotypes confondus			Intra-génotype		
Critère	b	R <sup>2</sup> cumulé	Critère	b	R <sup>2</sup> cumulé
<b>Tendreté</b>					
1.Lipides totaux	9,5	0,38	1.Lipides totaux	7,0	0,15
2.% Bardière-Panne	18,3	0,41	2.Age d'abattage	-3,5	0,21
3.Temps d'imbibition	6,9	0,44			
<b>Jutosité</b>					
1.Taux de muscle	-21,4	0,27	1.Taux de muscle	-15,0	0,14
2.pH 24h. LD	218	0,40	2.Réfectance	-8,3	0,25
3.Age d'abattage	4,6	0,49	3.pH 24h. LD	140	0,29
4.Temps d'imbibition	7,3	0,55			
<b>Flaveur</b>					
1.Taux de muscle	-5,5	0,15	1.Collagène insoluble	-0,5	0,12
2.% polyinsaturés	-1,3	0,20	2.% polyinsaturés	-0,6	0,18
3.Collagène insoluble	-0,4	0,24			
4.pH 24h. LD	102	0,28			
5.Lipides totaux	-2,8	0,32			
<b>Note globale</b>					
1.Lipides totaux	4,4	0,39	1.Taux de muscle	-7,6	0,17
2. % Bardière-Panne	18,4	0,48	2. Lipides totaux	2,7	0,24
3. Temps d'imbibition	4,3	0,54			
4.pH 24h. LD	103	0,56			

Seules les variables explicatives au seuil de 15% sont présentées.

### 3. DISCUSSION

Le but de cette étude était de recueillir des informations objectives pour étayer les nombreux projets de production d'un porc alternatif dont le souci premier est l'obtention d'une viande de qualité.

#### 3.1. Système d'élevage et qualité de la viande.

Dans nos conditions expérimentales, l'engraissement des porcs en plein air sur aire de parcours importante avec distribution de fourrage grossier (betteraves) n'a pas permis d'améliorer significativement les qualités organoleptiques de la viande. Bien plus, ce système d'élevage semble avoir un effet défavorable sur la qualité des carcasses (taux de gras plus élevé, taux de muscle plus faible) et sur le pouvoir de rétention d'eau de la viande (temps d'imbibition plus courts). A notre connaissance, peu de travaux ont été consacrés à l'étude de l'influence du système d'élevage sur la qualité de la viande chez le Porc au cours de ces 10 dernières années. Toutefois, il apparaît logique que les qualités organoleptiques de la viande des animaux issus des 2 systèmes d'élevage soient voisines dans la mesure où ce facteur n'induit pas de variations importantes de composition du tissu musculaire.

L'explication de l'adiposité importante des carcasses des porcs élevés à l'extérieur est sans doute à rechercher dans l'exposition des animaux aux rigueurs climatiques de l'hiver pendant la phase d'engraissement.

Par ailleurs, le caractère plus exsudatif de la viande des porcs élevés à l'extérieur nous amène à penser que les porcs élevés en plein air, peu habitués aux manipulations, seraient plus stressés au cours de ces opérations. Cet effet est particulièrement net chez les animaux LW x LF (témoins) et P x GC.

Toutefois, la condamnation de telles solutions ne peut se faire sans une étude économique intégrant les performances zootechniques et les coûts de production sans négliger leur impact psychologique sur les consommateurs.

#### 3.2. Génotype et qualités de la viande.

La création d'une diversité génétique par le croisement des mères Gascon x Chinoises avec des verrats de différentes races classiquement utilisées en élevage intensif contribue sans ambiguïté à améliorer les qualités organoleptiques de la viande. Ce résultat est d'autant plus remarquable que les animaux témoins (Landrace Français x Large White) sont des races parmi les meilleures dans ce domaine. De plus, bien que les effectifs soient trop restreints pour que nous puissions généraliser les conclusions, cette étude indique que la viande des animaux (Gascon x Meishan) x Duroc est jugée très supérieure à celle des autres types génétiques sur les 3 critères sensoriels. Il faut souligner que la truie Gascon x Meishan associe à ses qualités zootechniques (prolificité, rusticité, qualités maternelles) une excellente qualité de viande. Cependant, il ne faut pas oublier que l'utilisation des mères gascon-chinoises est lourdement pénalisée par les performances

d'engraissement et la qualité des carcasses des porcs issus de ce croisement, très inférieures à celles des porcs industriels. Ces effets négatifs sont plus ou moins marqués suivant la race du verrat.

### 3.3. Lipides intramusculaires et qualités de la viande.

Parmi les paramètres de composition de la viande mesurés, seule la teneur en lipides intramusculaires est véritablement liée au génotype. En effet, ni la teneur en protéines, ni la teneur en pigments héminiques ne fluctuent en fonction du génotype. De faibles variations de la teneur en collagène ont été constatées entre les génotypes. Cependant, seuls les animaux issus de pères Piétrain se distinguent des autres par une teneur en collagène plus faible. Ce résultat est en accord avec le fait que les animaux de races culardes (Piétrain, Landrace Belge) ont des muscles pauvres en collagène (BALAND et MONIN, 1984; TOURAILLE et MONIN, 1984). Chez le porc, le collagène ne joue pas un rôle très important dans la qualité organoleptique de la viande puisque ce paramètre n'intervient pratiquement pas en tant que variable explicative des notes d'analyse sensorielle.

La teneur en lipides intramusculaires est faible chez les animaux témoins (LW-LF) (2,1-2,6 %). Ces valeurs sont comparables à celles publiées antérieurement chez les races européennes (BOUT et al., 1988 ; MALMFORS et al., 1978). L'utilisation de la mère Gascon-Chinoise s'accompagne d'une augmentation de la teneur en lipides des muscles qui peut être évaluée à au moins 0,5 g/100 g. Les animaux issus de pères Duroc ont des muscles particulièrement riches en lipides. Ce résultat est logique si l'on s'en réfère aux teneurs en lipides intramusculaires très élevées observées chez les porcs Duroc de race pure (BARTON-GADE et BEJERHOLM, 1985).

Les régressions progressives que nous avons pratiquées pour rechercher les variables explicatives des notes de l'analyse sensorielle parmi les nombreux paramètres de cette étude, font clairement ressortir le rôle essentiel de la teneur en lipides intramusculaires dans la qualité organoleptique de la viande. Nos résultats confirment qu'une teneur en lipides intramusculaires minimale est nécessaire pour obtenir une viande de bonne qualité organoleptique et que les animaux couramment utilisés en élevage intensif ont souvent une viande de qualité organoleptique médiocre comparativement à celle des porcs

issus du croisement de ces races avec des animaux rustiques (Meishan, par exemple) (TOURAILLE et al., 1989). SELLIER (1988) avait avancé l'hypothèse que la qualité organoleptique de la viande de porc serait optimale pour une teneur en lipides intramusculaires de l'ordre de 2 à 3%. Cependant, nos résultats indiquent que cet optimum est sans nul doute beaucoup plus élevé puisque les meilleures notes d'analyse sensorielle ont été attribuées à la viande des D x GC dont la teneur en lipides du muscle long dorsal était nettement supérieure à 4 g/100g. Ces analyses statistiques font également apparaître le taux de muscle comme un facteur négatif de la qualité organoleptique alors qu'une adiposité plus importante des carcasses est un élément favorable. Les prédicteurs du rendement technologique (temps d'imbibition, réflectance, pH ultime) n'interviennent qu'au troisième rang des variables explicatives.

En résumé, il apparaît que :

- si le pH est considéré comme le meilleur prédicteur du rendement technologique, le taux de lipides intramusculaires constitue un bien meilleur indicateur de la qualité sensorielle de la viande.
- le recours à des génotypes à forte teneur en lipides intramusculaires contribue à améliorer très nettement la qualité organoleptique de la viande.
- le paiement et la sélection des porcs industriels principalement sur la base du taux de muscle semblent aller à l'encontre de la production d'une viande de qualité.

Ces indications devraient être prises en compte lors de l'élaboration des normes qui régiront la production des porcs sous label.

Enfin, signalons que pour compléter cette étude de la qualité de la viande fraîche, les jambons issus des carcasses des 4 génotypes ont été soumis à un séchage de 10 mois. Les résultats seront disponibles dans un proche avenir.

### REMERCIEMENTS

Nous sommes reconnaissant à R. GOUTEFONGEA, directeur du LEIMA, pour ses précieux conseils lors de la mise en place des tests d'analyses sensorielles. Nous tenons à remercier l'équipe du Magneraud pour sa collaboration efficace dans la production des animaux et J.P. SEMUR pour le prélèvement des échantillons.

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BALAND A., MONIN G., 1984. Journées Rech. Porcines en France, 16, 91-94.
- BARTON-GADE P.A., BEJERHOLM C., 1985. Pig Farming, 33(12), 56-57.
- BERGMAN I., LOXLEY R., 1963. Anal. Chem., 35, 1961-1965.
- BOUT J., GIRARD J.P., SELLIER P., RUNAVOT J.P., SALORT D., 1988. Journées Rech. Porcines en France, 20, 279-284.
- DELATE J.J., BOUQUET P.M., COUSIN V., FUZEAU J.F., LE-GOAS P., 1989. Journées Rech. Porcines en France, 21, 367-372.
- FOLCH J., LEES M., SLOANE-STANLEY G.R., 1957. J. Biol. Chem., 226, 497-509.
- GANDEMER G., VIAU Michèle, VEDRENNE P., CARITEZ J.C., LEGAULT C., 1989. Journées Rech. Porcines en France, 21, 381-386.
- HORNSEY H.C., 1956. J. Sci. Food Agric., 7, 534-540.
- MALFORMS B., LUNDSTROM K., HANSSON I., 1978. Swedish J. Agri. Res., 8, 25-38.
- MORRISON W.R., SMITH L.M., 1964. J. Lipid Res., 5, 508-608.
- SELLIER P., 1988. Journées Rech. Porcines en France, 20, 227-242.
- TOURAILLE C., MONIN G., 1984. Journées Rech. Porcines en France, 16, 75-80.
- TOURAILLE C., MONIN G., LEGAULT C., 1989. Meat Science, 25, 177-186.