

47705

## INTERACTIONS ENTRE TYPE GENETIQUE, SEXE ET CONDITIONS NUTRITIONNELLES CHEZ LE PORC EN CROISSANCE

G. BOLET (1), B. DESMOULIN (2), P. SELLIER (1), Y. HENRY (2) \*

*I.N.R.A. - C.N.R.Z. - 78350 Jouy-en-Josas*

*(1) Station de Génétique quantitative et appliquée*

*(2) Station de Recherches sur l'Élevage des Porcs*

En 1972 a été entreprise, au sein de l'I.N.R.A., une action concertée(1), visant à définir, en relation avec des variations nutritionnelles, les caractéristiques zootechniques des races à fort développement musculaire (Piétrain et Landrace Belge), en comparaison avec le Landrace Français. La première phase de cette action concertée portait sur la comparaison des performances d'engraissement et de carcasse de femelles des races pures Landrace Français, Landrace Belge et Piétrain, en réponse à des variations du rapport matières azotées/énergie et de la valeur énergétique du régime, dont la composition était maintenue constante pendant toute la période de contrôle (27-96 kg) en alimentation à volonté (SELLIER et al., 1974). Dans une deuxième phase dont les principaux résultats sont rapportés ici, des produits de croisement (femelles et mâles castrés) de verrats Piétrain et Landrace Français ont été comparés, également en alimentation à volonté, en faisant varier d'une part la concentration en énergie du régime (comme dans la première phase), d'autre part le taux de matières azotées, relativement à l'énergie, dans l'aliment en période de finition.

### MATERIEL ET METHODES

L'expérience, réalisée dans une porcherie fermée du Domaine expérimental de La Minière, répond à un dispositif factoriel de type 2<sup>4</sup>, comme indiqué dans le tableau 1. Le mode d'obtention des animaux a été décrit par SELLIER (1975). Pour les besoins de la présente expérience, nous avons choisi les animaux dans la descendance de 8 verrats Landrace Français et de 7 verrats Piétrain, en retenant chaque fois que possible une femelle et un mâle castré dans quatre portées différentes provenant du même verrat-père. A l'intérieur de la descendance de chaque verrat, les quatre animaux de même sexe ont été affectés au hasard aux quatre traitements nutritionnels. Au total, 56 porcs issus de père Piétrain (porcs XPP) et 59 porcs issus de père Landrace Français (porcs XLF) ont terminé les contrôles.

TABLEAU 1

DISPOSITIF EXPERIMENTAL ET EFFECTIFS DE PORCS CONTROLES

TYPE GENETIQUE (1)	REGIME ALIMENTAIRE		eN	en	EN	En	TOTAL PAR COMBINAISON SEXE-TYPE GENETIQUE
	SEXE						
XPP	Femelles		7	8	7	7	29
	Mâles castrés		7	6	7	7	27
XLF	Femelles		8	8	8	8	32
	Mâles castrés		7	7	7	6	27
Total par régime alimentaire			29	29	29	28	115

(1) XPP = pères Piétrain et mères Landrace Français x Large White (croisement à 3 voies)

XLF = pères Landrace Français et mères Landrace Français x Large White (croisement en retour).

\* Avec la collaboration technique de G. CONSEIL (2), G. ESNAULT (2), P. PEINIAU (2), P. POMMERET (2), Chantal BLONDEL (2), J.M. LEYRIS (2) (E.N.I.T.A., Bordeaux), J. GRUAND (1), F. BARITEAU (S.E.I.A., Rouillé).

(1) Action Thématique Programmée INRA 65-517.

La composition et les caractéristiques nutritionnelles des quatre régimes sont données dans le tableau 2. La différence de concentration en énergie digestible (ED) est obtenue en utilisant, comme céréale, soit l'orge (régimes e à 2990 Kcal ED/kg), soit le maïs (régimes E à 3270 Kcal ED/kg). Le niveau azoté de l'aliment est le même pour tous les animaux jusqu'à 60 kg, à savoir 55 g de matières azotées pour 1000 Kcal ED. Ce niveau est maintenu pour la moitié des animaux au-delà de 60 kg (régimes N) ; pour l'autre moitié, un niveau plus faible est appliqué en finition (régimes n contenant 47 g de matières azotées/1000 Kcal ED), ce qui correspond aux normes habituellement recommandées (HENRY et al., 1976).

TABLEAU 2

## COMPOSITION ET CARACTERISTIQUES NUTRITIONNELLE DES QUATRES REGIMES EXPERIMENTAUX

REGIME	eN	en	EN	En
<b>Composition (p. 100)</b>				
Orge (1) . . . . .	76	83		
Maïs (1) . . . . .			70	78
Tourteau de soja 44 (1) . . . . .	18	11	24	16
Mélasse . . . . .	3	3	3	3
Mélange minéral et vitaminique (2) . . . . .	3	3	3	3
<b>Résultats moyens d'analyse</b>				
Matière sèche (p. 100) . . . . .	86,3	86,1	87,3	86,6
Cellulose brute (p. 100) . . . . .	4,4	4,6	3,1	2,8
Energie digestible (Mcal/kg) (2) . . . . .	3,00	2,98	3,27	3,27
Matières azotées (p. 100) . . . . .	16,3	14,5	18,1	15,2
Matières azotées (g/Mcal ED) . . . . .	54,5	48,8	55,5	46,5

(1) Teneurs en matières azotées : orge : 9,7 % ; maïs : 8,8 % ; tourteau de soja : 44,5 %

(2) Voir SELLIER et al. (1974).

Les porcs ont été contrôlés en loges individuelles ; le contrôle de croissance et de consommation a débuté au poids moyen de  $29,7 \pm 1,5$  kg. L'aliment, présenté sous forme de granulés, était distribué à volonté, la consommation de nourriture étant enregistrée quotidiennement. Le poids moyen au début de la période de finition (changement de l'aliment pour les porcs recevant les régimes n) et le poids moyen d'abattage ont été de  $60,7 \pm 3,7$  kg et de  $97,3 \pm 2,1$  kg respectivement. Les carcasses ont été soumises aux mesures décrites par DESMOULIN et POMMERET (1974).

Les données ont été analysées par la méthode des moindres carrés (HARVEY, 1975) appliquée à un modèle à effets fixés dont la forme différait selon le groupe de variables considérées. Le but de ces analyses était d'étudier l'importance des 4 effets principaux et des interactions de 1er et 2ème ordre entre ces effets.

## RESULTATS ET DISCUSSION

Les tableaux 3 et 4 donnent les moyennes des moindres carrés pour les quatre effets principaux, ainsi que le degré de signification statistique de ces effets. Les résultats concernant les interactions de 1er ordre sont présentées de façon résumée dans les tableaux 5 et 6.

En ce qui concerne les effets principaux, les résultats appellent assez peu de commentaires dans la mesure où nous retrouvons des faits pour la plupart bien connus.

- l'appétit et la vitesse de croissance des croisés Piétrain sont inférieurs à ceux des croisés Landrace Français mais la différence d'indice de consommation est tout à fait minime. Ces conclusions rejoignent parfaitement celles obtenues sur les frères et soeurs de ces animaux qui ont été contrôlés dans un autre essai, également en alimentation à volonté (SELLIER, 1975). Par ailleurs, les croisés Piétrain, dont le rendement en carcasse est plus élevé, présentent une composition corporelle légèrement plus favorable que les croisés Landrace Français.

Toutefois, les différences trouvées pour la plupart des variables sont inférieures à ce qu'on pouvait attendre au vu de la comparaison entre les femelles des races pures Landrace Français et Piétrain (SELLIER et al., 1974).

TABLEAU 3

ESTIMEES DES MOYENNES POUR LES QUATRE EFFETS PRINCIPAUX :  
PERFORMANCES DE CROISSANCE

PERIODE	VARIABLE (1)	TYPE GENETIQUE		SEXE		ENERGIE (2)		TAUX AZOTE EN FINITION	
		XPP	XLF	Femelles	M. castrés	e	E	N	n
30 à 61 kg	GMQ	714 **	761	714 **	761	732	743		
	CMJ	2,10 **	2,24	2,08 **	2,26	2,26 ** (6,76)	2,08 (6,80)		
	IC	2,96	2,95	2,93	2,98	3,10 ** (9,27)	2,81 (9,19)		
61 à 97 kg	GMQ	800 *	856	805 §	850	827	829	825	831
	CMJ	3,00 **	3,18	2,96 **	3,22	3,24 ** (9,69)	2,94 (9,61)	3,06	3,12
	IC	3,80	3,75	3,71 §	3,83	3,97 ** (11,87)	3,57 (11,67)	3,74	3,80
30 à 97 kg	GMQ	753 **	805	755 **	803	775	784	781	777
	CMJ	2,55 **	2,71	2,52 **	2,74	2,75 ** (8,22)	2,51 (8,21)	2,63	2,64
	IC	3,41	3,38	3,35 §	3,43	3,57 ** (10,67)	3,22 (10,53)	3,37	3,41

(1) GMQ = gain moyen quotidien (g/j) CMJ = consommation moyenne journalière (kg aliment/j)  
IC = indice de consommation (kg aliment/kg gain).

(2) entre parenthèses, pour CMJ et IC, valeurs exprimées en Mcal d'énergie digestible.

§ P < 0,10 )

\* P < 0,05 ) signification statistique des différences (cette notation vaut également pour les tableaux 4, 5 et 6).

\*\* P < 0,01 )

TABLEAU 4

ESTIMEES DES MOYENNES POUR LES 4 EFFETS PRINCIPAUX :  
PERFORMANCES DE CARCASSE

VARIABLE	TYPE GENETIQUE		SEXE		ENERGIE		TAUX AZOTE EN FINITION		
	XPP	XLF	Femelles	M. castrés	e	E	N	n	
Poids net sans tête (kg) . . .	73,6 **	72,7	73,0	73,3	72,8 *	73,5	73,1	73,2	
Epaisseur moyenne de lard (mm) . . . . .	28,5	27,8	26,6 **	29,7	28,0	28,3	28,0	28,2	
Poids de jambon (kg) . . . . .	8,24 *	8,08	8,26 **	8,05	8,05 **	8,27	8,21	8,11	
Poids de longe (kg) . . . . .	11,20	11,07	11,35 **	10,93	11,15	11,13	11,17	11,11	
Poids de bardière (kg) . . . . .	5,11	5,16	4,75 **	5,53	5,09	5,19	5,06	5,22	
Poids de panne (kg) . . . . .	0,88 **	0,99	0,84 **	1,03	0,94	0,93	0,90 *	0,97	
Longe/bardière . . . . .	2,28	2,20	2,45 **	2,03	2,26	2,22	2,27	2,21	
Densité {	Jambon . . . . .	1,054	1,054	1,056 **	1,052	1,055 **	1,053	1,054	1,054
	"Rein" . . . . .	1,041	1,041	1,045 **	1,038	1,043 **	1,040	1,042 §	1,040
	Poitrine . . . . .	1,022 *	1,019	1,022 **	1,019	1,022 §	1,020	1,021	1,020
	Hachage . . . . .	1,052 *	1,055	1,055 **	1,052	1,055 **	1,052	1,054	1,053

TABLEAU 5

INTERACTIONS ENTRE TYPE GENETIQUE (G)  
ET CONCENTRATION ENERGETIQUE (E) OU TAUX AZOTE EN FINITION (A)

INTER-ACTION	VARIABLE	SIGNIF. STATISTIQUE	CROISES PIETRAIN		CROISES LANDRACE FRANCAIS	
			e	E	e	E
G x E	CMJ 30-61 kg (kg/jour)	**	2,12 ± 0,04	2,08 ± 0,04	2,39 ± 0,04	2,08 ± 0,04
	GMQ 30-61 kg (g/jour)	*	690 ± 16	737 ± 16	774 ± 16	749 ± 16
	IC 30-97 kg (kg aliment/kg gain)	P > 0,25	3,56 ± 0,05	3,26 ± 0,05	3,57 ± 0,05	3,18 ± 0,05
	Densité du "rein"	P > 0,50	1,043 ± 0,001	1,040 ± 0,001	1,043 ± 0,001	1,040 ± 0,001
	Longe/bardière	P > 0,25	2,34 ± 0,08	2,22 ± 0,08	2,18 ± 0,08	2,23 ± 0,08
G x A			N	n	N	n
	IC 60-97 kg (kg aliment/kg gain)	§	3,70 ± 0,07	3,90 ± 0,07	3,79 ± 0,07	3,71 ± 0,07
	CMJ 60-97 kg (kg/jour)	P > 0,50	2,96 ± 0,06	3,04 ± 0,06	3,17 ± 0,06	3,19 ± 0,06
	GMQ 60-97 kg (g/jour)	P > 0,25	807 ± 24	792 ± 24	843 ± 23	870 ± 24
	Densité du "rein"	P > 0,50	1,042 ± 0,001	1,040 ± 0,001	1,042 ± 0,001	1,040 ± 0,001
	Longe/bardière	P > 0,25	2,28 ± 0,08	2,27 ± 0,08	2,27 ± 0,08	2,14 ± 0,08

TABLEAU 6

INTERACTIONS ENTRE SEXE (S) ET CONCENTRATION ENERGETIQUE (E) OU TAUX AZOTE EN FINITION (A)

INTER-ACTION	VARIABLE	SIGNIF. STATISTIQUE	FEMELLES		MALES CASTRES	
			e	E	e	E
S x E	IC 30-61 kg (kg aliment/kg gain)	§	3,11 ± 0,04	2,75 ± 0,05	3,08 ± 0,05	2,88 ± 0,05
	IC 61-97 kg (kg aliment/kg gain)	P < 0,20	3,96 ± 0,07	3,47 ± 0,07	3,99 ± 0,07	3,68 ± 0,07
	CMJ 30-97 kg (kg/jour)	P > 0,24	2,66 ± 0,04	2,39 ± 0,04	2,85 ± 0,04	2,64 ± 0,07
	GMQ 30-97 kg (g/jour)	P > 0,50	748 ± 14	762 ± 15	801 ± 15	805 ± 15
	Poids poitrine (kg)	§	4,08 ± 0,05	4,03 ± 0,06	3,97 ± 0,06	4,13 ± 0,06
	Densité poitrine	§	1,023 ± 0,001	1,022 ± 0,001	1,021 ± 0,001	1,017 ± 0,001
	Densité "rein"	P < 0,20	1,046 ± 0,001	1,044 ± 0,001	1,040 ± 0,001	1,035 ± 0,001
	Poids bardière (kg)	P < 0,25	4,78 ± 0,13	4,72 ± 0,13	5,40 ± 0,14	5,66 ± 0,14
	Densité jambon	P < 0,25	1,056 ± 0,001	1,055 ± 0,001	1,054 ± 0,001	1,050 ± 0,001
S x A			N	n	N	n
	CMJ 61-97 kg (kg/jour)	§	2,99 ± 0,06	2,94 ± 0,06	3,14 ± 0,06	3,30 ± 0,06
	GMQ 61-97 kg (g/jour)	P < 0,25	817 ± 23	794 ± 23	833 ± 24	868 ± 25
	IC 61-97 kg (kg aliment/kg gain)	P > 0,50	3,68 ± 0,07	3,75 ± 0,07	3,80 ± 0,07	3,86 ± 0,07
	Poids de bardière (kg)	*	4,80 ± 0,13	4,69 ± 0,13	5,32 ± 0,13	5,74 ± 0,14
	Densité du "rein"	P < 0,25	1,046 ± 0,001	1,045 ± 0,001	1,039 ± 0,001	1,036 ± 0,001
	Densité de la poitrine	§	1,022 ± 0,001	1,023 ± 0,001	1,023 ± 0,001	1,020 ± 0,001
	Poids du jambon (kg)	§	8,25 ± 0,07	8,28 ± 0,06	8,16 ± 0,07	7,94 ± 0,07
Densité du jambon	P < 0,20	1,055 ± 0,001	1,056 ± 0,001	1,053 ± 0,001	1,051 ± 0,001	

- comparées aux mâles castrés, les femelles ont une vitesse de croissance inférieure, à relier à leur appétit plus faible, une efficacité alimentaire un peu supérieure, un rendement équivalent et une composition corporelle nettement plus favorable. Les différences entre sexes sont de même ordre pour les deux types génétiques.
- l'augmentation de 10 % de la concentration en énergie digestible de la ration conduit en moyenne à une amélioration de 10 % de l'indice de consommation exprimé en kg d'aliment par kg de gain. En d'autres termes, l'efficacité de l'utilisation de l'énergie pour la croissance n'est pas affectée, en alimentation à volonté, par la concentration en énergie de régime, tout au moins pour la marge de variation envisagée ici. D'autre part l'utilisation de régimes plus concentrés en énergie entraîne une certaine réduction du rapport muscles/grasses de la carcasse, si l'on en juge par les mesures de densité des morceaux de la découpe. Nous étions arrivés à ces mêmes conclusions dans l'étude portant sur les femelles de race pure (SELLIER et al., 1974).
- appréciée globalement sur l'ensemble des animaux, l'influence de la variation du taux azoté dans l'aliment de finition sur les performances d'engraissement et de carcasse est pratiquement négligeable.

L'étude des interactions entre les facteurs nutritionnels et le type génétique ou le sexe de l'animal était l'objectif principal de cette expérience. En ce qui concerne l'interaction entre le type génétique et les facteurs nutritionnels, deux faits méritent d'être soulignés :

- 1/ l'intérêt de l'utilisation de régimes à forte valeur énergétique, lié essentiellement à l'amélioration de l'indice de consommation et donc à la réduction du coût d'engraissement, est un peu plus net dans le cas des croisés Piétrain puisqu'elle s'accompagne d'une amélioration sensible de la vitesse de croissance entre 30 et 61 kg, sans que la composition corporelle soit sensiblement affectée.
- 2/ une réponse différente des deux types génétiques à la réduction du taux azoté en finition est mise en évidence pour l'indice de consommation : la réponse est plutôt favorable chez les croisés Landrace Français alors qu'elle est défavorable chez les croisés Piétrain. Toutefois aucune interaction notable entre le type génétique et le taux azoté n'est trouvée pour les caractères de composition corporelle.

L'accroissement de l'indice de consommation chez les croisés Piétrain, à la suite de la diminution du taux azoté en finition, peut s'expliquer par un besoin azoté supérieur à celui des croisés Landrace Français. Chez ces derniers, la réduction de l'apport protéique a pour effet d'accroître la quantité d'énergie disponible pour la formation de gras, ce qui a pour conséquence d'améliorer l'indice de consommation. Par contre, chez les croisés Piétrain, cette réduction de l'apport protéique a une incidence défavorable sur la vitesse de croissance et par voie de conséquence sur l'efficacité alimentaire.

Les interactions entre le sexe et les facteurs nutritionnels sont dans l'ensemble plus marquées.

- 1/ interaction entre le sexe et la concentration en énergie du régime : l'élévation de cette dernière est globalement plus favorable chez les femelles que chez les mâles castrés. Aucune différence d'indice de consommation de 30 à 97 kg n'est trouvée entre les deux sexes avec les régimes à base d'orge (3,56 contre 3,57) alors qu'un avantage des femelles est observé avec les régimes à base de maïs ( $3,14 \pm 0,05$  contre  $3,30 + 0,05$ ). Par ailleurs la réduction du rapport muscles/grasses de la carcasse, apprécié par les mesures de densimétrie, tend à être plus élevée chez les mâles castrés. Toutefois, il convient de rappeler que dans le cas de limitations plus sévères des apports énergétiques, soit par rationnement soit par dilution à l'aide de constituants celluloseux, les mâles castrés ont tendance à réagir plus défavorablement sur le plan de la croissance et de l'efficacité alimentaire ; ce comportement différent des mâles castrés et des femelles peut s'expliquer par un besoin énergétique plus élevé relativement au besoin azoté chez les premiers (HENRY, 1969).
- 2/ interaction entre le sexe et le taux azoté de l'aliment de finition : chez les femelles, le maintien au-delà de 60 kg du taux azoté N est sans effet notable sur le niveau de consommation alimentaire et sur la composition corporelle. Par contre, ce maintien conduit chez les mâles castrés, notamment dans le cas des régimes à base de maïs, à une diminution de la consommation d'aliment et par voie de conséquence à une réduction de l'adiposité de la carcasse, en raison précisément d'un excès relatif de matières azotées et de certains acides aminés par rapport aux besoins (HENRY et al., 1971).

## CONCLUSION

Il apparaît que vis-à-vis des variations nutritionnelles que nous avons étudiées, les réponses des deux types génétiques sont très voisines ; on peut d'ailleurs observer qu'ils ne diffèrent guère l'un de l'autre tant pour l'efficacité alimentaire que pour la composition corporelle. Par contre, les deux sexes ont réagi de façon assez différente : les femelles ont mieux valorisé que les mâles castrés les régimes plus concentrés en énergie ; d'autre part, le maintien au-delà de 60 kg d'un taux de matières azotées de 16 % dans l'aliment à base d'orge et de 18% dans l'aliment à base de maïs entraîne chez les mâles castrés une réduction de la consommation d'énergie et du degré d'adiposité des carcasses.

## BIBLIOGRAPHIE

- DESMOULIN B., POMMERET P., 1974. Journées Rech. Porcine en France, 221-232, INRA-ITP, Paris.
- HARVEY W.R., 1975. A.R.S.H4, A.R.S., U.S.D.A., Washington, D.C.
- HENRY Y., 1969. Ann. Zootech., 18, 371-384.
- HENRY Y., PION P., RERAT A., 1976. World Rev. Anim. Prod., 22, 9-32.
- HENRY Y., RERAT A., TOMASSONE R., 1971. Ann. Zootech., 20, 521-550.
- SELLIER P., 1975. Journées Rech. Porcine en France, 285-291, INRA-ITP, Paris.
- SELLIER P., HOUIX Y., DESMOULIN B., HENRY Y., 1974. Journées Rech. Porcine en France, 209-219, INRA-ITP, Paris.