

68111

UTILISATION D'ALIMENTS GROSSIERS POUR LA PRODUCTION DE PORCS LOURDS INTERACTIONS ENTRE TYPE GÉNÉTIQUE, SEXE ET MODE DE CONDUITE

1 - Performances de croissance et composition de la carcasse

G. BOLET, M. MOLENAT (*)

I.N.R.A. - Station de Génétique quantitative et appliquée, 78350 JOUY-EN-JOSAS

La manifestation d'un caractère chez un individu (sa valeur phénotypique P) résulte de l'expression de son génotype (G) dans un milieu donné (E). La théorie la plus simple et la plus courante suppose l'additivité et l'indépendance de ces effets G et E, soit :

$$P = G + E$$

Mais il existe en fait entre les effets du génotype et du milieu une relation non additive que l'on appelle interaction génotype x milieu. Si on note cette interaction I, la relation devient :

$$(1) \quad P = G + E + I$$

Cela signifie, en d'autres termes, que les réponses de plusieurs génotypes à un même changement de milieu ne sont pas identiques, le terme I de l'équation (1) rendant compte de cette réponse spécifique de chaque génotype. Ceci peut se traduire par un changement du classement des individus suivant le milieu ou par une variation des écarts entre eux, sans que le classement ne soit modifié.

D'une façon générale, les expériences sur l'interaction génotype x milieu peuvent être conduites dans deux optiques différentes :

— d'une part, sous un aspect "dynamique", c'est-à-dire des expériences de sélection dont le but est généralement le choix d'un milieu de sélection défini par rapport au milieu où les animaux sont appelés à produire.

— d'autre part, sous un aspect "statique" : il s'agit de comparer des types génétiques donnés dans un certain nombre de milieux.

L'expérience que nous présentons répond à cette deuxième préoccupation. Nous nous sommes placés dans le contexte de la production de carcasses lourdes destinées à la transformation en charcuterie sèche (saucisson-jambon cru). Nous tentons de mesurer l'influence du type génétique et du mode de conduite sur la qualité des carcasses et sur les caractéristiques du produit fini. Parallèlement nous essayons de déterminer les interactions entre types génétiques et modes d'élevage. Dans ce but nous considérons des milieux très différents et des types génétiques très éloignés.

Les résultats que nous présentons aujourd'hui sont partiels puisqu'ils ne prennent en compte que la première phase de l'essai - croissance et conformation de la carcasse - qui s'est déroulée d'octobre 1979 à juin 1980 au domaine expérimental du Département de Génétique animale de l'I.N.R.A. à Galle (Cher). La 2^e partie - Transformation en jambons secs - est en cours de réalisation.

(*) Avec la collaboration de P. DANDO, J. GRUAND et C. FELGINES.

I - MATÉRIEL ET MÉTHODES

1 - Matériel animal

Nous avons retenu deux types génétiques :

- des **Large White (LW x LW)** provenant de 12 truies et 7 verrats LW du Poitou.
- des croisés **Corse x Large White (C x LW)** provenant de 9 truies LW et 7 verrats corses.

2 - Conduite des animaux

Chaque portée est répartie entre deux modes de conduite :

— en loges contenant chacune 8 animaux au maximum, dans des bâtiments de semi-plein air (4 loges de **Large White** et 4 loges de croisés). Les animaux sont nourris à volonté au nourrisseur avec un aliment "croissance" jusqu'à 60 kg (3100 Kcal d'énergie digestible et 146 g de matières azotées digestibles par kilo) et un aliment " finition " de 60 kg à l'abattage (3 100 Kcal E.D. et 133 g M.A.D. par kilo).

— en parcs, contenant chacun 10 animaux au maximum (4 parcs de **Large White** et 4 parcs de croisés) ; chaque parc d'une surface de 2 000 m² environ comporte un abri paillé et une surface bétonnée avec auge pour la distribution de nourriture. L'alimentation est conçue de la façon suivante - un aliment concentré (3 100 Kcal E.D. et 168 g M.A.D. par kilo) rationné de façon à ce qu'il couvre 75 % des besoins en énergie et 90 % des besoins en matières azotées. La quantité distribuée par jour augmente progressivement de 1,3 à un maximum de 2,9 kg par animal - du fourrage distribué chaque jour en quantité fonction de l'appétit des animaux, destiné à couvrir 20 à 30 % des besoins en énergie et 8 à 10 % des besoins en matières azotées. Ce fourrage est celui destiné à la même époque au troupeau bovin du domaine expérimental (ensilages de maïs et de céréales pendant la quasi totalité de l'expérience, fourrages coupés en vert à la fin).

Dans chaque loge et chaque parc se trouvent des femelles et des mâles castrés. Les animaux sont mis en contrôle vers 35-40 kg et abattus à 120 kg de poids vif. A la mise en contrôle, vers 60 kg et 90 kg, chaque animal est pesé et les épaisseurs de lard au rein, au dos et au cou sont mesurées aux ultra-sons. Le lendemain de l'abattage sont effectuées la découpe (découpe normalisée) et la pesée des morceaux de la carcasse.

3 - Méthodes d'analyse

Pour un effectif de 133 porcs mis en contrôle, des données complètes ont été obtenues sur 119 animaux répartis selon le dispositif indiqué au tableau 1. Elles ont été analysées par la méthode des moindres carrés appliquée au modèle suivant :

$$P_{ijkl} = \mu + G_i + S_j + C_k + (G \times S)_{ij} + (G \times C)_{ik} + (S \times C)_{jk} + (G \times S \times C)_{ijk} + \beta X_{ijkl} + e_{ijkl}$$

qui prend en compte les effets fixés : type génétique (G), sexe (S), conduite (C), toutes les interactions 2 à 2 et l'interaction type génétique x sexe x mode de conduite (G x S x C).

Pour tenir compte des variations individuelles de poids, nous avons introduit dans le modèle une covariable X_{ijkl} , qui est le poids vif à différents stades suivant la variable analysée.

TABLEAU 1
DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL

	Large White LW x LW				Croisés C x LW			
	Loge		Parc		Loge		Parc	
	Animaux mis en contrôle	30		37		28		38
Animaux terminant le contrôle	24		33		25		37	
	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂
	14	10	17	16	12	13	21	16

II - RÉSULTATS

1 - Caractères d'engraissement

— La consommation d'aliment et l'indice de consommation sont mesurés par parc ou par loge, et non individuellement ; il n'est donc pas possible de mesurer l'effet du sexe pour ces paramètres. Que ce soit en loge ou en parc, il n'y a pas de différences importantes de consommation entre types génétiques mais une moins bonne efficacité alimentaire chez les croisés (tableau 2) ; la consommation journalière de concentré en loge est supérieure de 200 g à la quantité distribuée chaque jour en parc, l'indice de consommation du concentré est meilleur en loge, que ce soit pour les **Large White** (— 0,46) ou les croisés (— 0,40) ; la quantité moyenne de fourrage distribuée quotidiennement en parc est identique pour les deux types génétiques, soit 1,5 kg ; il ne nous était possible de mesurer la consommation réelle, mais la quantité distribuée chaque jour était ajustée en fonction du volume de refus des jours précédents.

TABLEAU 2
CONSOMMATION MOYENNE JOURNALIÈRE (C.M.J. kg/jour)
ET INDICE DE CONSOMMATION (I.C. kg aliment/kg de gain) DE L'ALIMENT CONCENTRÉ

		Parc	Loge	Moyenne par type génétique
Large White (LW x LW)	CMJ	2,22	2,40	2,30
	IC	4,76	4,30	4,55
Croisés (C x LW)	CMJ	2,30	2,50	2,38
	IC	5,03	4,63	4,84
Moyenne par type de conduite	CMJ	2,26	2,45	—
	IC	4,90	4,48	—

— vitesse de croissance (tableaux 3a et 4).

La vitesse de croissance en loge est supérieure à celle enregistrée en parc du début du contrôle à 92 kg ($P < 0,01$), par contre il n'y a pas de différence entre les deux modes de conduite de 92 kg à l'abattage. De 39 kg à l'abattage, la différence est de 116 g/j ($P < 0,01$). Les effets du type génétique et du sexe sont peu ou pas significatifs ; la croissance des mâles castrés est légèrement supérieure à celle des femelles (+ 26 g/j de 39 kg à l'abattage, NS), celle des **Large White** est plus rapide que celle des croisés (+ 36 g/j de 39 kg à l'abattage ($P < 0,10$)). Il n'apparaît aucune interaction significative entre les trois effets principaux.

TABEAU 3
ANALYSES DE VARIANCE. RÉSULTATS DES TESTS F

Analyse de variance	EFFET PRINCIPAUX			INTERACTIONS				Covariable utilisée
	Sexe (S)	Type génétique (G)	Conduite (C)	S x G	S x C	G x C	S x C x C	
degrés de libertés	1	1	1	1	1	1	1	
3 a) Gain moyen quotidien								
de P ₁ à P ₂	+	ns	**	ns	ns	ns	ns	P ₁
de P ₂ à P ₃	ns	+	**	ns	ns	ns	ns	aucune
de P ₃ à P _{ab}	+	ns	ns	ns	ns	ns	ns	aucune
de P ₁ à P _{ab}	ns	+	**	ns	ns	ns	ns	P ₁
3 b) Épaisseur de lard aux ultra-sons								
à P ₁	ns	**	ns	ns	*	ns	ns	P ₁
à P ₂	ns	**	**	ns	**	ns	ns	P ₂
à P ₃	*	**	*	ns	ns	+	ns	P ₃
3 c) Carcasse								
Poids net	ns	**	**	ns	ns	ns	ns	P _{ab}
Poids 1/2 carcasse	**	**	**	ns	ns	ns	ns	P _{ab}
Longueur	**	**	**	*	ns	ns	ns	P _{ab}
panne	**	**	**	ns	ns	ns	ns	P _{ab}
Poids des morceaux de la demi-carcasse	**	**	**	ns	**	ns	ns	P _{ab}
bardière	**	**	**	ns	ns	ns	+	P _{ab}
jambon	**	**	**	ns	ns	ns	ns	P _{ab}
longe	**	**	**	ns	ns	ns	ns	P _{ab}
poitrine	+	**	**	ns	ns	ns	ns	P _{ab}
hachage	ns	*	**	ns	ns	ns	ns	P _{ab}
rein	**	**	**	ns	**	+	ns	P _{ab}
dos	**	**	**	**	ns	ns	ns	P _{ab}
de lard au cou	**	**	**	*	ns	ns	ns	P _{ab}

P₁ = 39 kg (début du contrôle)P₂ = 63 kgP₃ = 92 kgP_{ab} = 121 kg (abattage)

ns : non significatif

+ : P < 0,10

* : P < 0,05

** : P < 0,01

TABEAU 4
VITESSE DE CROISSANCE
Moyennes des moindres carrés des effets type génétique, sexe et mode de conduite

	VITESSE DE CROISSANCE (g/j)			
	de 39 à 63 kg	de 63 à 91 kg	de 91 à 121 kg	de 39 à 121 kg
Moyenne générale	465 ± 09	615 ± 12	612 ± 17	542 ± 9
Sexe				
Femelles	448 ± 13	612 ± 17	581 ± 23	529 ± 12
mâles castrés	482 ± 14	618 ± 18	642 ± 25	555 ± 13
Type génétique				
Large White (LW x LW)	474 ± 14	639 ± 18	626 ± 24	560 ± 13
Croisés (C x LW)	456 ± 13	591 ± 17	598 ± 23	524 ± 12
Mode de conduite				
Loge (ad. lib.)	567 ± 14	700 ± 19	605 ± 26	600 ± 13
Parc (+ fourrage)	363 ± 12	529 ± 16	618 ± 22	484 ± 11

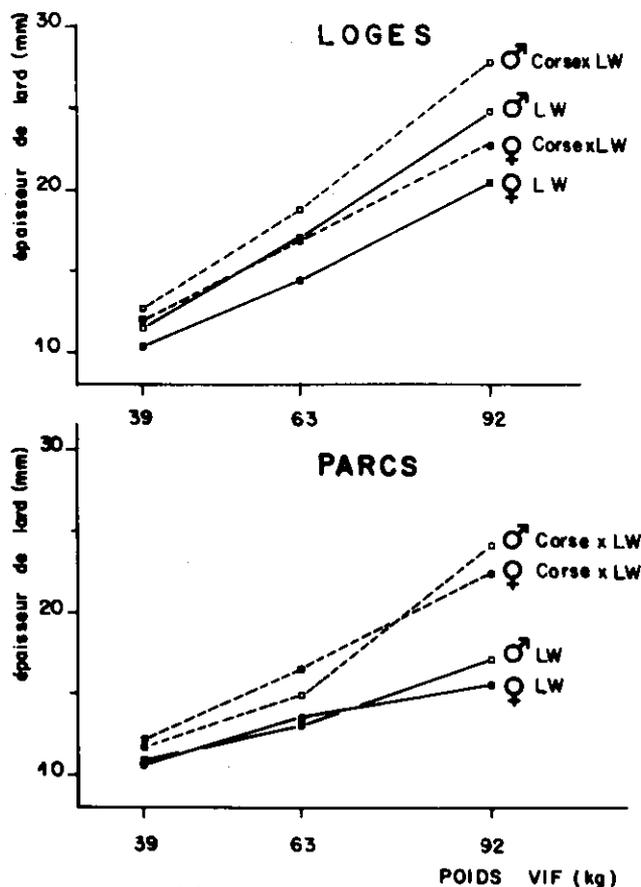
— croissance du lard de 39 à 92 kg.

Les variables du tableau 3_b et de la figure 1 sont les moyennes des mesures aux ultrasons au niveau du rein, du dos et du cou.

L'effet type génétique est significatif tout au long de la croissance, les croisés ont une épaisseur de lard supérieure aux **Large White** dès le début du contrôle (+ 1,4 mm) cette différence s'accroît (+ 2,2 mm) à 63 kg ; à 92 kg, elle est beaucoup plus marquée en parc (+ 9,5 mm) qu'en loge (+ 3,9 mm). Intra type génétique la différence entre sexes existe dès 63 kg en loge (+ 1 mm pour les mâles castrés), alors qu'elle n'apparaît en parc qu'ultérieurement (à 92 kg, + 5,1 mm en loge et + 1,7 mm en parc pour les mâles castrés). A 63 et 92 kg, les animaux en loges ont une épaisseur de lard dorsal significativement plus élevée que ceux en parcs.

Globalement, la croissance du lard en fonction du gain de poids total (figure 1) est plus rapide, entre 39 et 63 kg, pour les animaux élevés en loges. Entre 63 et 92 kg, cette croissance s'accroît notablement pour tous les types d'animaux, mais surtout les mâles castrés ; seules les femelles **Large White** élevées en parc échappent à cette règle. Le principal facteur de variation de l'épaisseur du lard est le sexe pour les animaux en loges, et le type génétique pour les animaux en parcs.

FIGURE 1
ÉVOLUTION DE L'ÉPAISSEUR DE LARD EN FONCTION DU POIDS VIF.



2 - Caractères de composition corporelle

L'analyse de variance des données de carcasse met en évidence des effets très significatifs du sexe, du type génétique et du mode de conduite (tableau 3_c et 5).

Sexe : les femelles ont un rendement inférieur (n.s.) mais la composition de leurs carcasses est meilleure que celle des mâles castrés.

Conduite de l'élevage : le rendement est nettement plus élevé pour les animaux élevés en loges. Les carcasses des animaux élevés en parcs ont une meilleure qualité.

Type génétique : les animaux de type **Large White** ont un rendement inférieur et une carcasse de meilleure qualité.

TABEAU 5
CARACTÉRISTIQUES DES CARCASSES
Moyennes des effets sexe, type génétique et mode de conduite (Estimées des moindres carrés)

	Moyenne de la population	MOYENNES PAR SEXE			MOYENNES PAR TYPE GÉNÉTIQUE			MOYENNES PAR MODE DE CONDUITE			
		Femelles	mâles castrés	différence femelle mâle	Large White (LWxLW)	Croisés (C x LW)	différence LW croisés	Loges	Parcs	différence loges parcs	
Nombre d'animaux	119	64	55	—	57	62	—	49	70	—	
Poids de carcasse (kg)	85,73	85,44	86,01	— 0,57	84,78	86,68	— 1,90	87,23	84,23	+ 3,00	
Rendement (%)	72,96	72,72	73,20	— 0,48	72,15	73,77	— 1,62	74,24	71,69	+ 2,55	
Poids demi-carcasse (kg)	42,50	42,16	42,83	— 0,67	42,03	42,96	— 0,93	43,15	41,85	+ 1,30	
Poids des morceaux kg											
Panne	1,29	1,14	1,44	— 0,30	1,09	1,50	— 0,41	1,44	1,15	+ 0,29	
Bardière	5,97	5,47	6,47	— 1,00	5,25	6,69	— 1,44	6,62	5,31	+ 1,31	
Jambon	10,42	10,56	10,28	+ 0,28	10,60	10,23	+ 0,37	10,57	10,26	+ 0,31	
Longe	11,78	11,98	11,58	+ 0,40	12,20	11,35	+ 0,85	11,44	12,12	— 0,68	
Poiitrine	5,46	5,39	5,53	— 0,14	5,22	5,70	— 0,38	5,64	5,29	+ 0,35	
Hachage	5,86	5,84	5,88	— 0,04	5,95	5,77	+ 0,22	5,99	5,72	+ 0,27	
Mensurations mm											
Longueur	1028	1039	1017	+ 22	1049	1007	+ 42	1009	1047	— 38	
Épaisseur de lard	{ rein Dos Cou	30,69	28,09	33,28	— 5,19	26,33	35,05	— 8,72	34,63	26,74	+ 7,89
		29,07	26,66	31,48	— 4,82	25,16	32,98	— 7,82	32,05	26,09	+ 5,96
		48,12	46,24	49,99	— 3,75	44,04	52,19	— 8,15	49,89	46,34	+ 3,55

En ce qui concerne les interactions entre sexe, type génétique et mode de conduite, il apparaît un certain nombre de tendances, même si celles-ci n'ont une signification statistique que pour un nombre réduit des variables (essentiellement les épaisseurs de lard). Pour les mettre en évidence, nous utilisons de variables synthétiques (pourcentage de jambon + longe, bardière + panne dans la 1/2 carcasse, épaisseur moyenne de lard et rapport longe/bardière) ou l'estimation proposée par HAMELIN (1975) du poids de muscles de la carcasse en fonction du rendement et des poids des différents morceaux :

$$\text{Poids de muscle} = (15,56 + 0,72 J + 0,83 L - 0,76 B) \times \text{Rendement} (\%)$$

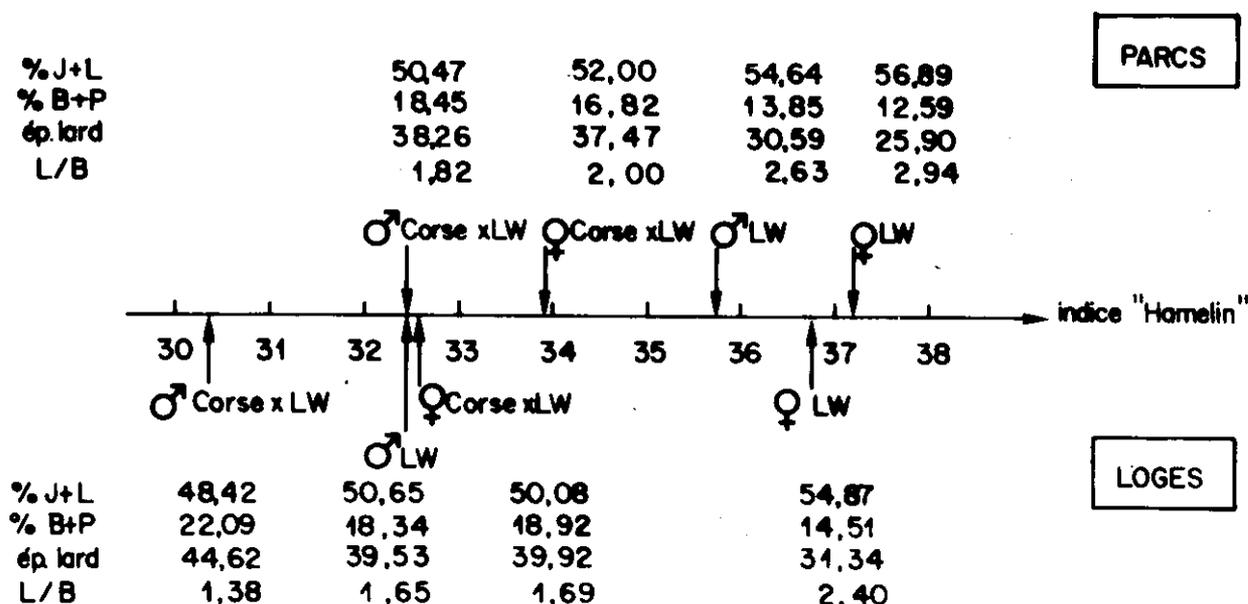
où J, L et B sont respectivement les pourcentages de jambon, de longe et de bardière dans la demi-carcasse.

Que l'on prenne l'un ou l'autre de ces critères, les interactions sont de même ordre :

- la différence entre sexes est plus marquée en loges qu'en parcs, plus forte chez les **Large White** que chez les croisés ;
- la conduite en parcs permet d'obtenir une meilleure composition de la carcasse ; mais cet effet est beaucoup plus marqué pour les mâles castrés que pour les femelles, pour les **Large White** que pour les croisés.

L'ensemble de ces résultats nous conduit à la classification proposée dans la figure 2.

FIGURE 2
CARACTÉRISTIQUES DES CARCASSES DES DIFFÉRENTS GROUPES D'ANIMAUX.



III - DISCUSSION

Cette expérience présente des situations sur lesquelles nous possédons assez peu de références

- le type génétique croisé **Corse x Large White**
- l'élevage en plein air avec restriction en concentré et apport de fourrages
- l'abattage à 120 Kg de poids vif.

Cependant, on peut formuler un certain nombre de remarques et d'hypothèses sur les effets principaux, significatifs pour la plupart des variables, mis en évidence par l'analyse :

— effet du mode de conduite

Pour établir le plan de rationnement des animaux en parcs, nous avons utilisé les résultats de SELIER (1977) et de CHAUVEL et al., (1979) sur des animaux nourris ad libitum ; or les performances de croissance en loges, dans notre expérience, sont très inférieures à ces données ; ainsi, le niveau de consommation de concentré, n'est supérieur que de 8 % à la quantité moyenne de concentré distribuée en parc. De ce fait, le concentré fournit aux animaux en parcs une quantité d'énergie qui n'est inférieure que de 8 % et une quantité de matières azotées qui est au moins égale à celles fournies aux animaux en loge. Par contre, la détérioration de la vitesse de croissance est de l'ordre de 20 % et celle de l'indice de consommation de 10 %. Ceci signifie que le coût énergétique de la croissance est plus élevé pour les animaux soumis à la restriction que pour ceux nourris ad libitum ; ce résultat est en contradiction avec ceux de CHAUVEL et al. (1979) qui observent que la restriction alimentaire a une incidence strictement proportionnelle sur la vitesse de croissance et aucun effet sur l'efficacité alimentaire. Cependant, il faut tenir compte du fait que les animaux restreints, élevés en parcs, ont des besoins d'entretien plus importants que ceux en loges, à cause de leur activité physique (déplacements, fouissage) et des besoins de thermorégulation (l'expérience s'est déroulée en hiver) ; la quantité d'énergie disponible pour la croissance est donc moins élevée que pour les animaux en loge ; ce fait, ajouté au rapport matières azotées/énergie plus élevé en parc qu'en loge, permet d'expliquer en grande partie la réduction de l'adiposité des carcasses des animaux élevés en parc (HENRY et ETIENNE, 1978 - NOBLET et HENRY, 1977).

Il ne nous est pas possible de mesurer l'efficacité réelle de la distribution de fourrages pour la couverture des besoins ; quoi qu'il en soit, la quantité apportée chaque jour est faible (300 à 400 g de matière sèche au maximum) et ne peut donc constituer qu'un apport minime d'énergie métabolisable et négligeable de matières azotées ; mais cet apport d'aliment encombrant et riche en cellulose peut permettre d'expliquer l'importante chute du rendement en carcasse des animaux élevés en parc ; ce résultat est en accord avec ceux de FÉVRIER et al. (1971) ou de BOUARD et LEUILLET (1975) ; il peut être dû au développement de l'appareil digestif ou à la diminution de la vitesse de transit des aliments.

— effet du type génétique

Les performances de croissance des deux types génétiques sont assez comparables : la réduction de vitesse de croissance des animaux croisés n'est que de l'ordre de 4 à 8 % que ce soit en loge ou en parc ; le niveau de consommation des croisés est légèrement supérieur à celui de (**LW x LW**), si bien que leur efficacité alimentaire est réduite de l'ordre de 6 % ; par contre, la composition corporelle manifeste de plus grandes différences : la carcasse des croisés présente une réduction du poids des morceaux maigres assez faible, de l'ordre de 5 %, mais une augmentation de l'épaisseur de lard dorsal et du poids des morceaux gras de 20 à 30 % ; leur supériorité sur les (**LW x LW**) pour le rendement en carcasse est donc essentiellement due à un accroissement de l'adiposité ; ceci pose un problème de classification commerciale de la carcasse à l'abattoir.

— effet du sexe

Les résultats sont en accord avec l'ensemble de la bibliographie et ne diffèrent pas selon les types génétiques : les mâles castrés présentent une vitesse de croissance supérieure de 4 % à celle des femelles, mais une composition de la carcasse plus défavorable.

Les interactions, bien que non significatives pour la plupart des variables, appellent également un certain nombre de commentaires :

— interaction sexe x mode de conduite

Elle apparaît essentiellement pour les caractères de carcasse : la détérioration de la composition corporelle en loge par rapport à celle des animaux élevés en parcs est beaucoup plus marquée pour les mâles castrés que pour les femelles ; un élément d'explication, en l'absence de différences importantes entre loges et parcs en apport d'énergie, est l'influence du rapport matières azotées/énergie, plus élevé en parc, et dont les mâles castrés valorisent mieux un taux élevé que les femelles (BOLET et al., 1977).

— interaction type génétique x mode de conduite

Le fait le plus remarquable est leur faible importance : en ce qui concerne les caractères de croissance, les deux types génétiques répondent de façon tout à fait identique aux différences de milieu. Les caractéristiques de composition corporelle des (**LW x LW**) sont un peu plus affectées que celles des croisés par l'effet du milieu ; mais le problème est en fait différent pour les deux sexes, car ce sont essentiellement les mâles castrés (**LW x LW**) qui répondent de façon plus marquée au mode de conduite.

D'une façon générale, on a d'autant plus de chances de voir apparaître des interactions entre génotype et milieu que l'amplitude des variations de chacun de ces facteurs est importante. Or, dans notre expérience, le faible niveau des performances de croissance des animaux en loge et la faible consommation de fourrages en parc ont réduit l'effet du milieu, qui semble avoir plus joué par des différences de besoins d'entretien et de croissance que par des facteurs alimentaires ; dans ces conditions, nos résultats rejoignent ceux de l'ensemble de la bibliographie portant sur d'autres races (KING, 1971 ; OLLIVIER et HENRY, 1978), où les interactions provoquent des variations des écarts entre races en fonction du milieu et non des changements de classement.

CONCLUSIONS

A l'issue de ces premiers résultats, nos conclusions seront à la fois partielles et réservées.

— partielles : car elles ne portent que sur la première phase de l'expérience. Nous espérons présenter les résultats de la transformations des jambons à l'occasion des prochaines "Journées de la recherche porcine".

— réservées : en effet à la question que nous nous posions au début "existe-t-il des interactions type génétique x mode de conduite ?" la réponse : est nous n'en avons pas mis clairement en évidence. Cependant des tendances apparaissent et un doute subsiste du fait du comportement des animaux en loges, notamment en fin de périodes d'engraissement (de 92 à 121 Kg). Dans l'immédiat, nous procédons à une analyse plus fine des résultats. Pour l'avenir, des expériences de même type mériteraient d'être reprises avec d'autres types génétiques et des régimes alimentaires plus contrastés.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier D. BOURDON pour sa participation à l'élaboration du protocole de cette expérience.

BIBLIOGRAPHIE

- BOLET G., DESMOULIN B., SELIER P., HENRY Y., (1977) - Interactions entre type génétique, sexe et conditions nutritionnelles chez le porc en croissance. Journées Rech. Porcine en France, **9**, 79-84, I.T.P. Éd. Paris.
- BOUARD J.P., LEUILLET M., (1975) - Étude de quelques matières premières riches en cellulose chez le porc charcutier : avoine, son de blé, pulpe déshydratée. Journées Rech. Porcine en France, **7**, 61-69, I.T.P. Éd. Paris.
- CHAUVEL J., LE MEUR D., PEREZ J.P., RIMBERT J.P., TIRILLY J.Y., (1979) - Le rationnement du porc à l'engrais : résultats de cinq essais coordonnés. Journées Rech. Porcine en France, **11**, 231-248, I.T.P. Éd. Paris.
- FÉVRIER C., AUMAITRE A., SALMON-LEGAGNEUR E., (1971) - Valeur alimentaire du maïs ensilé à différents stades de maturité, pour la truie, le porcelet, et le porc en croissance-finition. Journées Rech. Porcine en France, **3**, 137-148, I.T.P. Éd. Paris.
- HAMELIN M., (1975) - Communication personnelle.
- HENRY Y., ETIENNE M., (1978) - Alimentation énergétique du porc. Journées Rech. Porcine en France, **10**, 119-165, I.T.P. Éd. Paris.
- KING J.W.B., (1971) - The interaction of genotype and environment in pig production p. 21-36, in Pig Production, DJA COLE Éd., London.
- NOBLET J., HENRY Y., (1977) - Conséquences d'une réduction du taux de matières azotées sur le niveau de consommation et les performances de croissance chez le porc selon l'équilibre en acides aminés et la concentration en énergie du régime. Ann. Zootech., **26**, 379-394.
- OLLIVIER L., HENRY Y., (1978) - Variations génétiques de l'efficacité alimentaire chez le porc en croissance : interaction avec les conditions nutritionnelles. Ann. Génét. Sel. anim., **10**, 99-124.
- SELIER P., (1977) - Valeur en croisement de verrats Large White et Piétrain ; influence du poids d'abattage. Journées Rech. Porcine en France, **9**, 253-258, I.T.P. Éd. Paris.