

POSSIBILITÉS D'AMÉLIORATION DES CONDITIONS DE VÊLAGE PAR SÉLECTION

II. — APTITUDE AU VÊLAGE DE TROIS RACES A VIANDE FRANÇAISES (1)

F. MÉNISSIER, B. BIBÉ et B. PERREAU*

avec la collaboration technique de Évelyne CHEMINANT et J. J. CHAMBEYRON

*Station de Génétique quantitative et appliquée,
Centre national de Recherches zootechniques, I. N. R. A.,
78350 Jouy en Josas*

** Domaine de Galle,
Avord, 18800 Baugy*

RÉSUMÉ

L'utilisation des races à viande françaises soit comme races paternelles pour le croisement terminal, soit comme races maternelles en vue de la production de femelles croisées, voire même en race pure, s'est largement développée depuis quelques années dans de nombreux pays. De ce fait, il est apparu important d'étudier les aptitudes de ces races, notamment l'aptitude au vêlage, dans chacune de ces situations.

Dans ce but, nous avons mis en place une expérimentation de croisement selon un plan factoriel entre les trois principales races à viande françaises : *Charolaise*, *Limousine* et *Maine-Anjou* ; un lot de femelles *Hereford*, conduites en race pure, servait de témoin. Ces génisses (60 à 70/race, environ) ont été élevées de façon intensive en stabulation libre permanente. Pour limiter les difficultés de vêlage lors des premiers vêlages à 2 ans, une fraction des femelles (20 p. 100 dans chaque race) choisies sur leur poids et leur ouverture pelvienne vers un an a été accouplée à des taureaux *Hereford* ; chez les taureaux (6/race) il n'a été retenu, pour tous les premiers vêlages, que ceux donnant les plus petits veaux (2/race).

Durant les deux années, nous avons observé 301 vêlages. Notre analyse porte sur les difficultés de vêlage, le poids et la morphologie des veaux à la naissance, ainsi que sur le poids et l'ouverture pelvienne des mères après mise bas. La préparation au vêlage des mères a été enregistrée. L'analyse de variance, pour chaque échantillon de vêlage, a été réalisée par « moindres carrés » selon un modèle : sexe, type génétique du veau et interaction.

Nous avons d'abord observé une incidence importante de l'âge et du rang de vêlage sur l'aptitude au vêlage et ses diverses composantes. Par ailleurs, les veaux mâles naissent en général plus difficilement que les veaux femelles, du fait de leur poids à la naissance plus élevé plutôt que d'une morphologie particulière.

L'analyse de la variabilité génétique de l'aptitude au vêlage nous a conduit à divers résultats. En premier lieu, la race *Limousine*, en tant que race paternelle, manifeste une meilleure aptitude au vêlage que les deux autres races qui, pour cet aspect, sont assez semblables. Cette différence

(1) Une première présentation des résultats de cet article a fait l'objet d'une communication à la *Commission de Génétique Animale* de la 24^e Réunion annuelle de la *Fédération Européenne de Zootechnie* (24-26 septembre 1973), Vienne (Autriche). MÉNISSIER et al. (1973).

résulte d'une infériorité du poids de naissance des veaux nés de taureaux *Limousins*, plutôt que de différences morphologiques. En second lieu, la race *Limousine*, utilisée comme race maternelle, présente une aptitude au vêlage très supérieure aux deux autres races. De l'analyse des effets maternels d'une part, des comparaisons des ouvertures pelviennes des mères d'autre part, nous déduisons que la meilleure aptitude maternelle au vêlage de cette race, résulte non seulement d'un effet maternel favorable des mères sur le poids de leurs veaux (mères de plus petite taille), mais surtout d'une importante ouverture pelvienne de ces femelles. A l'inverse, la race *Charolaise* montre la plus mauvaise aptitude maternelle au vêlage ; comparée à la race *Maine-Anjou*, cette infériorité proviendrait de sa faible ouverture pelvienne par rapport aux poids des mères et des veaux. Enfin, nous avons trouvé, pour le 2^e vêlage à 3 ans, un effet d'hétérosis positif sur le poids à la naissance des veaux entraînant un effet d'hétérosis positif sur les difficultés de vêlage.

Enfin, cette étude préliminaire devrait être complétée d'abord par une analyse plus synthétique des causes de variations entre et *intra* races de l'aptitude au vêlage, puis par la considération des autres critères intervenant sur la rentabilité (croissance et fertilité) de l'exploitation des femelles allaitantes.

I. — INTRODUCTION

L'utilisation des races à viande françaises comme races paternelles pour le croisement terminal s'est largement répandue depuis quelques années dans de nombreux pays. L'élevage de ces animaux en race pure est par ailleurs couramment pratiqué tant en France que dans plusieurs pays étrangers. Enfin, des expérimentations sont aujourd'hui entreprises (COLLEAU *et al.*, 1973) dans lesquelles ces races sont employées comme races maternelles, en vue de la production de femelles croisées. Dans tous les cas, leur potentiel de croissance musculaire semble associé, chez les primipares notamment, à une fréquence notable de difficultés de vêlage par déséquilibre morphologique foeto-maternel à la mise bas.

De ce fait, il est apparu important, d'une part, d'étudier l'aptitude de ces races à la mise bas suivant qu'elles sont utilisées comme race paternelle ou maternelle puis, d'autre part, d'analyser les composantes de cette aptitude liées soit au format et à la morphologie du veau (race paternelle) soit à la conformation et au comportement de la mère (race maternelle). Dans ce but, nous avons mis en place une expérience de croisement selon un plan factoriel entre les trois principales races à viande françaises : *Charolaise*, *Limousine* et *Maine-Anjou* ; un lot de femelles de race *Hereford*, conduites en race pure, a été introduit comme « témoin ».

II. — MATÉRIEL ANIMAL, CONDUITE DE L'EXPÉRIENCE ET MÉTHODE D'ANALYSE

I. — Système d'élevage

Les génisses des quatre races, nées au printemps 1970 (tabl. 1), ont été achetées au sevrage. Ensuite, elles ont été conduites en stabulation libre, par lots d'animaux de poids comparables jusqu'au premier vêlage, puis par lots d'animaux vêlant à la même date. Le premier hiver, elles ont reçu une ration à base de luzerne déshydratée complétée soit par de la pulpe de betteraves déshydratée, soit par du concentré (céréales) et une distribution à volonté de foin et de paille.

Ce régime a été établi en vue d'obtenir une croissance de 600 à 700 g/jour, compatible avec une puberté précoce (tabl. 1). Pendant la saison estivale, les génisses ont été alimentées en « zéro pâturage » avec des fourrages verts. Durant les 2 années de vêlage, au cours des un à deux mois environ qui précédaient la mise bas, toutes les femelles ont subi une restriction alimentaire.

Les fécondations ont été réalisées par insémination artificielle de début mai à début juillet (65 à 70 jours) pour les 2 années. Le premier vêlage a eu lieu à l'âge moyen de 2 ans (1971) ; la totalité des femelles non gestantes après la première période d'insémination, a été conservée pour être à nouveau inséminée en 1972. Nous disposions donc de trois types de vêlages pour l'analyse : 1^{er} vêlage à 2 ans ($n = 149$), 2^e vêlage à 3 ans ($n = 109$), 1^{er} vêlage à 3 ans ($n = 43$).

Nous avons éliminé de l'analyse les vêlages de veaux jumeaux, un veau anormal (hydrocéphale) ainsi que quelques vêlages pour lesquels les informations n'étaient pas complètes.

TABLEAU I

Conduite des génisses avant le premier vêlage
(*Management of heifers before first calving*)

Race des génisses (<i>Breed</i>)	Effectif (<i>Number</i>)	Date de naissance (<i>Birth date</i>)	Croissance avant vêlage (<i>Growth before calving</i>)		
			Poids début 1 ^{er} hiver (16-12-70) (kg)	Poids au début des inséminations (03-05-71) (kg)	Gain de poids 1 ^{re} année (16-12-70 au 16-12-71) (g/j)
<i>Maine-Anjou</i> ..	66	27 février 1970 \pm 25 j	280 \pm 36	416	677
<i>Charolaise</i>	67	3 mars 1970 \pm 23 j	301 \pm 34	425	748
<i>Limousine</i>	67	1 ^{er} mars 1970 \pm 25 j	274 \pm 25	384	603
<i>Hereford</i>	25	15 avril 1970 \pm 25 j	215 \pm 35	287	600

2. — Schéma de croisement et échantillonnage des animaux

Les génisses de races françaises choisies, selon les races, dans 9 à 29 descendance paternelles peuvent être considérées comme représentatives de la population de femelles entretenues dans les élevages français de race pure. L'échantillon de génisses *Hereford*, plus jeunes en moyenne que celles des autres races, provient d'élevages commerciaux canadiens (Ontario). Quant aux mâles, nous avons retenu la semence de 6 taureaux d'insémination artificielle, indexés favorablement sur le poids et la conformation de leurs veaux : après avoir classé les taureaux dont la semence était disponible en 1971, selon le poids de naissance moyen de leurs descendants, nous avons retenu pour chaque race un mâle par sextile de cette distribution. La semence de race *Hereford* provient de 6 taureaux choisis selon le même principe par les chercheurs du « Colorado State University ».

Pour respecter la rigueur du plan d'accouplement tout en tenant compte d'impératifs pratiques dans la conduite des fécondations des génisses, nous avons été amenés à appliquer les règles suivantes :

a) Choix des génisses (tabl. 2).

Une fraction équivalente (20 p. 100) des génisses de chaque race française, choisies en raison de leur développement ou de leur ouverture pelvienne trop faible vers l'âge de 12 à 13 mois, a été inséminée avec du sperme de taureaux *Hereford*. Dans le cas de l'échantillon de génisses *Hereford*, sur la fraction correspondante, nous avons utilisé du sperme de taureaux *Jersiais*. Cette restriction n'est intervenue que pour le premier vêlage à 2 ans.

b) *Choix des taureaux.*

Pour les premiers vêlages à 2 et 3 ans, nous n'avons utilisé, dans chaque race, que les 2 taureaux dont les poids à la naissance des veaux étaient les plus faibles. L'incidence de ce choix peut être appréciée en comparant les poids de naissance et les conditions de naissance de leurs produits par rapport à ceux des quatre autres taureaux utilisés simultanément pour le deuxième vêlage à 3 ans (différences corrigées pour les effets du sexe et de la race maternelle des veaux) :

poids de naissance des veaux	=	- 3,64 ± 1,25 kg (*)
note de difficultés de vêlage	=	- 0,71 ± 0,30 (*)
p. 100 de vêlages très difficiles et par césariennes	=	- 15,4 ± 9,2 (NS)
p. 100 de vêlages faciles	=	+ 26,3 ± 10,2 (*)

TABLEAU 2

Choix des génisses vers l'âge d'un an pour les premiers accouplements (vêlage à 2 ans)

(Choice of heifers about at one year old for first mating (calving at 2 years))

Race des Génisses (<i>Breed of heifers</i>)	Génisses accouplées aux taureaux de races françaises : (<i>heifers mated to sires of French beef breed</i>)			Génisses écartées du schéma normal d'accouplement mais accouplées à des taureaux de races de petite taille. Éliminées pour leur : (<i>heifers mated to sires of small breed. Discarded of normal scheme because :</i>)			
	P. 100 de retenues	Ouverture pelvienne (cm ²) (a)	Poids (kg) (a)	Ouverture pelvienne (<i>Pelvic opening</i>)		Développement (<i>Size</i>)	
				Ouverture pelvienne (b) (cm ²)	Poids (kg) (b)	Ouverture pelvienne (b) (cm ²)	Poids (kg) (b)
<i>Maine-Anjou</i>	78	179 ± 2	387 ± 5	- 43 ± 6	+ 8 ± 11	- 13 ± 4	- 58 ± 6
<i>Charolaise</i>	79	173 ± 2	397 ± 4	- 34 ± 4	+ 8 ± 14	- 11 ± 5	- 64 ± 9
<i>Limousine</i>	82	160 ± 2	359 ± 4	- 24 ± 5	- 8 ± 9	+ 3 ± 9	- 45 ± 3
<i>Hereford</i>	68	non mesurée	282 ± 7	—	—	—	- 59 ± 9

(a) moyenne ± écart-type.

(b) écarts moyens aux génisses retenues ± écart-type.

Ces restrictions étant considérées, les taureaux retenus ont été utilisés sur une fraction comparable des femelles de chaque race, pour le premier vêlage. Pour le second vêlage (6 taureaux/race) chaque femelle a été accouplée à un taureau de race différente de celle utilisée lors du premier vêlage ; le choix de la race et du taureau parmi l'ensemble des 12 taureaux possibles, s'est fait au hasard.

La répartition des vêlages et des veaux considérés dans l'analyse, figure sur le tableau 3 selon le type de vêlage et le type génétique du veau.

3. — *Critères considérés*

Les difficultés de vêlage ont été codifiées subjectivement selon le type d'intervention sur l'expulsion du fœtus, par une note croissante avec les difficultés d'extraction : 5 = vêlage par césarienne ; 4 = vêlage très difficile avec extraction forcée du fœtus ; 3 = vêlage avec assistance

TABEAU 3

Schéma d'accouplement : nombre de vêlages et de veaux analysés (a)
(Breeding scheme : number of calvings and calves)

Race des mères (dam breed)	1 ^{er} vêlage à 2 ans (First calving at 2 years)						1 ^{er} vêlage à 3 ans (First calving at 3 years)						2 ^e vêlage à 3 ans (Second calving at 3 years)					
	année : 1972						année : 1973											
	(2 taureaux par race) (b) (2 sires/breed)						(6 taureaux par race) (c) (6 sires/breed)											
Race des pères (sire breed)	MA	CH	LI	HE (d)	JE (e)	MA	CH	LI	HE (d)	MA	CH	LI	HE (d)	MA	CH	LI	HE (d)	
Maine-Anjou (MA)	13 (41)	9 (8)	14 (14)	10 (10)	—	4 (4)	2 (2)	6 (6)	—	13 (12)	10 (9)	42 (10)	—	—	—	—	—	
Charolaise (CH)	11 (10)	13 (12)	11 (10)	4 (4)	—	7 (7)	3 (3)	7 (6)	—	13 (11)	9 (9)	8 (8)	—	—	—	—	—	
Limousine (LI)	14 (9)	16 (15)	13 (13)	6 (6)	—	3 (3)	3 (3)	4 (4)	—	11 (11)	12 (11)	11 (11)	—	—	—	—	—	
Hereford (HE)	—	—	—	9 (9)	6 (4)	—	—	—	4 (4)	—	—	—	4 (4)	—	—	—	10 (10)	
TOTAL	149 vêlages (135)						43 vêlages (42)						109 vêlages (102)					

(a) Nombre de vêlages considérés pour l'analyse des difficultés de vêlage ; entre parenthèses figure le nombre de veaux considérés pour l'analyse de la morphologie des veaux.

(b) Taureaux choisis pour le faible poids de naissance de leurs veaux.

(c) Parmi les 6 taureaux sont inclus les 2 utilisés pour les premiers vêlages.

(d) Dans le cas de la race Hereford, le nombre de taureaux utilisés est plus élevé pour les premiers vêlages et plus faible pour les seconds vêlages.

(e) Un seul taureau a été utilisé pour la race Jersiaise.

moyenne ; 2 = vêlage avec très légère assistance ; 1 = vêlage sans assistance. Sur une partie des génisses vêlant à 2 ans, nous avons noté la nature des points de résistance à l'expulsion du fœtus, au niveau du veau et de la mère.

Tous les veaux ont été pesés entre 6 et 24 heures après la naissance. Peu après, nous avons pris diverses mensurations corporelles des veaux placés dans la position fœtale lors de l'expulsion afin d'apprécier leur morphologie. L'opérateur était différent lors des deux années.

Toutes les mères ont été pesées entre 48 et 72 heures après le vêlage. Leur ouverture pelvienne a été mesurée la semaine suivant la mise bas, selon la technique décrite par MÉNISSIER et VISSAC (1971). Nous avons apprécié subjectivement (note croissante de 1 à 5) l'intensité des signes de préparation des mères à la mise bas au niveau de la mamelle, de la vulve et des ligaments sacrosciatiques. Ces notations ont été faites juste avant vêlage en 1972 et une semaine avant environ en 1973, par un opérateur différent chaque année.

4. — Méthodes d'analyse

Une analyse de variance par « moindres carrés » dans le cas d'effectifs inégaux (HARVEY, 1968) a été appliquée à chacun des trois échantillons précédemment définis. Nous avons utilisé un modèle d'analyse de variance à effets fixés tenant compte du sexe du veau, de son type génétique et de l'interaction sexe \times type génétique. En partant des combinaisons linéaires des estimées de chaque type génétique et appliquant la méthode utilisée par DAMON *et al.* (1959), nous avons déterminé les effets des races paternelles et maternelles ainsi que les effets d'hétérosis. Dans la plupart des cas, nous avons calculé l'écart-type de ces effets. Les estimées relatives aux différents niveaux ont été comparées à partir du test de DUNCAN modifié par KRAMER (1957).

Dans le cas des difficultés de vêlage, nous avons réalisé l'analyse, d'une part, sur la note globale (de 1 à 5), d'autre part, sur les taux (variable discrète : 0 ou 1) de vêlages par césariennes (note 5), de vêlages très difficiles (notes 4 + 5) et de vêlages faciles (notes 1 + 2).

Pour les mesures de morphologie des veaux à la naissance nous avons introduit, en outre, dans le modèle théorique ci-dessus, le poids à la naissance comme covariable.

III. — RÉSULTATS ET DISCUSSION

Nous avons rassemblé dans le tableau 4, pour chaque échantillon, les valeurs moyennes des principales variables analysées ainsi que la signification des facteurs considérés dans l'analyse de variance.

I. — Effet de l'âge des mères

Les différences globales entre les trois échantillons dépendent, outre le rang de vêlage et l'âge au vêlage, des modifications du schéma d'accouplement (choix spécifique des génisses et des taureaux pour les vêlages à 2 et 3 ans). Pour les veaux issus de parents de races françaises, le poids à la naissance s'accroît de 2 à 4 kg la seconde année (âge des mères = 3 ans) alors que celui des mères augmente de 30 à 40 kg et que le taux de vêlages dystociques diminue d'environ 15 p. 100.

Nous avons comparé les résultats des vêlages consécutifs à l'emploi exclusif des 6 taureaux de races françaises donnant les plus petits veaux à la naissance et utilisés dans les 3 échantillons (tabl. 5). Les différences moyennes, ajustées pour le sexe et le type génétique des veaux (sauf pour l'ouverture pelvienne indiquent qu'entre le premier vêlage à 2 ans et le premier vêlage à 3 ans, le taux de difficultés de mises bas diminue notablement malgré l'accroissement du poids de naissance des veaux ; l'augmentation de la taille des mères en est certainement la cause (ouverture pelvienne notamment). La comparaison du premier vêlage à 2 ans avec le second

TABLEAU 4

Difficultés de vêlage et leurs composantes : valeurs moyennes et signification des effets du sexe et du type génétique des veaux
(Calving difficulties and components : average values and significance of sex and breeding type)

Valeurs moyennes (Average values)	Échantillon (Sample)	Difficultés de vêlage (Calving difficulties)		Poids de naissance de veaux (kg) (Birth weight)	Poids des mères après vêlage (kg) (Dam's weight after calving)	Morphologie des veaux à la naissance (Calf morphology at birth)				
		Note de difficulté (Score)	P. 100 de vêlages très difficiles et par césariennes (p. 100 of scores 5 + 4)			Longueur du corps (cm)	Largeur aux épaules (cm)	Largeur aux trochanters (cm)		
Signifi- cation des effets Statistical (signifi- cance)	Races françaises seules (French breeds only)	1 V 2	2,88 ± 0,12	37,32 ± 0,48	498,9 ± 3,9	62,3 ± 1,0	18,7 ± 0,3	19,6 ± 0,2		
		1 V 3	2,47 ± 0,18	25,8 ± 6,5	40,30 ± 0,80	550,5 ± 8,2	50,0 ± 0,5	19,4 ± 0,2	20,9 ± 0,2	
		2 V 3	2,46 ± 0,13	25,9 ± 3,8	42,63 ± 0,55	542,9 ± 5,0	50,0 ± 0,1	18,8 ± 0,1	20,1 ± 0,1	
	Interaction Sexe × type génétique (Interaction)	1 V 2	3,02 ± 0,18	44,9 ± 6,1	39,44 ± 0,73	524,4 ± 5,8	63,3 ± 0,8	19,0 ± 0,2	20,1 ± 0,2	
		1 V 3	2,55 ± 0,21	29,5 ± 7,5	41,11 ± 0,93	562,5 ± 9,5	50,6 ± 0,5	19,2 ± 0,2	21,4 ± 0,3	
		2 V 3	2,46 ± 0,15	27,3 ± 4,4	43,76 ± 0,63	553,2 ± 5,7	49,9 ± 0,3	18,8 ± 0,1	20,9 ± 0,1	
Signifi- cation des effets Statistical (signifi- cance)	Sexe (Sex)	1 V 2	* NS ^(b)	*	NS	NS	NS	*	NS	
		1 V 3	* *	*	NS	NS	NS	NS	NS	
		2 V 3	NS	NS	*	NS	NS	NS	*	NS
	Type génétique (Breeding type)	1 V 2	*	*	*	*	*	*	*	*
		1 V 3	*	*	*	*	*	*	*	*
		2 V 3	*	NS	*	*	*	*	*	*
Interaction Sexe × type génétique (Interaction)	1 V 2	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	
	1 V 3	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	
	2 V 3	NS	*	NS	*	NS	*	NS	NS	

(a) 1 V 2 = 1er vêlage à 2 ans 1972 (First calving at two years)

1 V 3 = 1er vêlage à 3 ans 1973 (First calving at three years)

2 V 3 = 2e vêlage à 3 ans 1973 (Second calving at three years)

(b) A. poids de naissance constant (Constant birth weight)

* Significatif au seuil p = 0,05

NS Non significatif au seuil p = 0,05

à 3 ans, montre les mêmes tendances avec cependant une moindre augmentation des poids des veaux et des mères mais une plus forte réduction des taux de difficultés de vêlage. Ceci s'explique aisément par l'importante différence d'ouverture pelvienne entre ces deux échantillons. Enfin, la dernière comparaison donne un effet favorable (non significatif) du second vêlage à 3 ans par rapport à un premier vêlage à 3 ans : les veaux naissent plus petits, les mères sont plus légères mais ont une ouverture pelvienne supérieure entraînant une réduction du taux de vêlages difficiles.

TABLEAU 5

Effet de l'âge et du rang de vêlage sur les difficultés de vêlage
(Effect of calving age and parity on dystocia)

Critères (Characteristic)	Comparaison (Comparison)		
	Age au 1 ^{er} vêlage	Age au vêlage	Rang de vêlage
	1 ^{er} vêlage à 3 ans (1973)	2 ^e vêlage à 3 ans (1973)	2 ^e vêlage à 3 ans (1973)
	1 ^{er} vêlage à 2 ans (1972)	1 ^{er} vêlage à 2 ans (1972)	1 ^{er} vêlage à 3 ans (1973)
	(Age at first calving)	(Age at calving)	(Parity)
Note de difficultés de vêlage ... (Calving score of difficulty)	- 0,51 ± 0,26*	- 1,11 ± 0,28*	- 0,60 ± 0,40 (NS)
P. 100 de vêlages par césarienne (P. 100 of cesarians)	- 6,2 ± 7,2 (NS)	- 17,6 ± 7,6*	- 11,5 ± 11,0 (NS)
P. 100 de vêlages très difficiles et par césarienne	- 15,7 ± 8,8 (NS)	- 29,2 ± 9,3*	- 13,5 ± 13,5 (NS)
(P. 100 of cesarians and difficult calvings)			
Poids de naissance des veaux .. (Birth weight)	+ 2,09 ± 1,1 kg (NS)	+ 1,74 ± 1,2 kg (NS)	- 0,35 ± 1,7 kg (NS)
Poids des mères après vêlage .. (Dam's weight after calving)	+ 42 ± 9 kg*	+ 27 ± 10 kg*	- 15 ± 14 kg (NS)
Ouverture pelvienne des mères après vêlage	+ 37 ± 6 cm ² *	+ 57 ± 5 cm ² *	+ 19 ± 7 cm ² *
(Pelvic opening after calving)			

(NS) Non significatif au seuil $p = 0,05$

* Significatif au seuil $p = 0,05$

2. — Effet du sexe des veaux

L'effet du sexe des veaux sur les critères d'aptitude au vêlage, n'est généralement significatif que dans le cas des premiers vêlages (à 2 ans notamment) : plus le niveau moyen des difficultés de vêlage de l'échantillon est élevé, plus les manifestations

de cet effet du sexe sont accusées (tabl. 4) ; ceci explique l'existence de quelques interactions significatives entre l'effet du sexe et le type génétique du veau.

Les veaux mâles ont entraîné 24 ± 8 p. 100 (*) et 14 ± 8 p. 100 (NS) de vêlages très difficiles (notes 4 + 5) de plus que les veaux femelles pour les premiers vêlages à 2 ans et les seconds vêlages à 3 ans respectivement. L'effet du sexe est lié au poids ($+ 3,1 \pm 1,0$ (*) et $+ 3,2 \pm 1,2$ (*) kg respectivement) et aux mensurations corporelles supérieures (largeur en particulier) des veaux mâles. Ce résultat est conforme aux principaux résultats bibliographiques (BELIC et MENISSIER, 1968 ; BRINKS *et al.*, 1973 ; LASTER *et al.*, 1973). Dès que la comparaison des mensurations est réalisée à poids de naissance constant (tabl. 4) les différences entre sexes ne sont généralement plus significatives. Cependant nous avons noté une tendance à un plus fort développement relatif de l'avant-train chez les mâles, de l'arrière-train chez les femelles. Ce dimorphisme sexuel a été invoqué par AURIOL *et al.* (1961) pour expliquer une fréquence supérieure de difficultés de vêlage, à poids égal, pour les veaux femelles de race pure *Charolaise*. Dans la présente étude, au contraire, les veaux mâles ont tendance à conserver, à poids de naissance constant, une note de difficultés de vêlage supérieure à celle des femelles ce que nous avons déjà observé dans un travail antérieur (BELIC et MENISSIER, 1968).

3. — Variabilité génétique de l'aptitude au vêlage et de ses composantes

L'influence globale du type génétique des veaux est significative sur la quasi totalité des critères mesurés (aptitude au vêlage et dimensions des veaux) notamment pour ceux rapportés dans le tableau 4. Par contre, à poids de naissance constant, les différences entre types génétiques ne sont pas toujours significatives.

a) Effet de la race paternelle.

Les estimées relatives aux trois races paternelles figurent sur le tableau 6. Quel que soit l'échantillon de femelles considéré, les taureaux de race *Limousine* entraînent moins de difficultés de vêlage que ceux des autres races ; les différences ne sont significatives qu'avec les taureaux de race *Maine-Anjou*, pour les premiers vêlages. Ces derniers produisent sensiblement plus de difficultés de vêlage que les *Charolais* lors des premières parturitions ; à la seconde mise bas (échantillon complet des 6 taureaux/race), au contraire, ils tendent à fournir un taux de vêlages dystociques inférieur aux taureaux *Charolais* (non significatif). Cette discordance résulte probablement du choix des deux taureaux par race pour les premiers vêlages.

Ces différences entre races paternelles pour l'effet direct sur les difficultés de vêlage, s'expliquent par l'incidence de ces races sur le poids à la naissance des veaux : les veaux issus de taureaux limousins pèsent systématiquement 2 à 3 kg de moins (pour les deux échantillons de vêlage les plus représentés) que ceux issus de pères *Maine-Anjou* ou *Charolais* ; les poids moyens des veaux de ces deux dernières races sont comparables. Quel que soit l'échantillon de vêlages considéré, le classement des trois races paternelles pour les divers critères exprimant l'aptitude au vêlage, est toujours identique à celui obtenu sur le poids à la naissance de leurs produits, ou mieux sur le rapport : Poids des veaux/Poids des mères (tabl. 6). En outre, à poids de naissance constant, les notes de difficultés de vêlage sont similaires pour les trois races et il n'y a pratiquement plus de différences pour les mensurations

Effet de la race paternelle sur les difficultés de vêlage, le poids
(Effect of paternal breed on calving diffic

Rang de vêlage (parity)	Race paternelle (Sire breed)	Difficultés de vêlage (calving difficulties)		Poids des veaux à la naissance (kg) (Calf birth weight)
		Note de difficultés croissantes (1 à 5) (Score)	Taux de vêlages très difficiles et par césariennes (notes 4 + 5) (rate)	
1 ^{er} vêlage à 2 ans (1972) (1 st calving at 2 years)	<i>Maine-Anjou</i>	3,37 ± 0,22	(a) 2,92	40,72 ± 0,89
	<i>Charolaise</i>	3,05 ± 0,23	2,58	40,28 ± 0,91
	<i>Limousine</i>	2,63 ± 0,23	2,59	37,30 ± 0,89
	Coef. de régr. sur le poids de naissance	+ 0,14 ± 0,02*		—
1 ^{er} vêlage à 3 ans (1973) (1 st calving at 3 years)	<i>Maine-Anjou</i>	3,07 ± 0,24	2,62	44,12 ± 1,06
	<i>Charolaise</i>	2,74 ± 0,31	2,78	40,04 ± 1,52
	<i>Limousine</i>	1,83 ± 0,24	2,15	39,16 ± 0,94
	Coef. de régr. sur le poids de naissance	+ 0,09 ± 0,04*		—
2 ^e vêlage à 3 ans (1973) (2 nd calving at 3 years)	<i>Maine-Anjou</i>	2,53 ± 0,23	2,30	44,16 ± 0,93
	<i>Charolaise</i>	2,62 ± 0,24	2,35	44,57 ± 1,02
	<i>Limousine</i>	2,22 ± 0,25	2,36	42,55 ± 1,04
	Coef. de régr. sur le poids de naissance	+ 0,13 ± 0,02*		—

(a) Valeurs ajustées intra sexe et type génétique des veaux, à un poids de naissance de 37,8 kg ; 41,0 kg

(b) Différence voisine de la signification entre *Maine-Anjou* et *Limousin*.

— Estimées non différentes significativement au seuil de probabilité $p = 0,05$.

* Valeur significativement différente de 0 au seuil de probabilité $p = 0,05$.

des veaux nés de ces trois types de pères : seuls les veaux issus de pères *Maine-Anjou* paraissent avoir des largeurs aux épaules et aux trochanters supérieures à celles des deux autres groupes de veaux qui sont, eux, très comparables.

Les conclusions ci-dessus relatives aux races paternelles *Charolaise* et *Limousine* sont similaires à celles que nous avons trouvées antérieurement en croisement industriel (BELIC et MÉNISSIER, 1968). Elles diffèrent sensiblement des résultats de LASTER *et al.* (1973) concernant ces deux races utilisées en croisement sur des génisses *Hereford* et *Aberdeen-Angus* pour un premier vêlage à deux ans ; ces auteurs

AU 6

es veaux et leur morphologie à la naissance (estimées)

ies, birth weight and calf morphology)

Poids des mères après vêlage (kg) (<i>Dam's weight after calving</i>)	Rapport des poids moyens mères/veaux (<i>Weight ratio Dam/calf</i>)	Morphologie des veaux (a) (<i>Calf morphology</i>)		
		Longueur corporelle (cm)	Largeur aux épaules (cm)	Largeur aux trochanters cm)
519,2 ± 7,1] 525,5 ± 7,3] 528,5 ± 7,1]	12,75 13,05 14,17	62,0 62,9 62,7	19,4 18,2 18,5	20,3 19,8 19,4
—	—	+ 0,41 ± 0,06*	+ 0,2 ± 0,02*	+ 0,2 ± 0,01*
569,5 ± 10,8] 556,1 ± 15,5] 562,0 ± 9,6]	12,95 13,99 14,60	50,1 51,1 50,4	19,1 19,5 19,1	21,7 20,8 20,7
—	—	+ 0,4 ± 0,11*	+ 0,3 ± 0,04*	+ 0,2 ± 0,06*
554,9 ± 8,5] 549,6 ± 9,3] 560,9 ± 9,5]	12,58 12,38 13,22	50,8 49,4 49,7	19,5 18,4 18,4	21,5 20,6 20,5
—	—	+ 0,3 ± 0,05*	+ 0,2 ± 0,02*	+ 0,2 ± 0,02*

t 42,4 kg respectivement pour les premiers vêlages à 2 ans, premiers vêlages à 3 ans et deuxièmes vêlages à 3 ans.

ne trouvent pas de différence entre ces deux races paternelles : la proportion de *Charolais* de souche américaine dans cette expérience, est peut-être une des raisons de cette divergence ; en effet nous savons qu'il existe une différence de poids à la naissance entre le *Charolais* d'origine américaine et le *Charolais* français (VISSAC *et al.*, 1971).

b) Effet de la race maternelle et effets maternels.

Les tableaux 7 et 8 rassemblent les estimées relatives à chaque race maternelle. Dans le cas du premier vêlage à 2 ans, nous avons séparé l'échantillon des femelles

Effet de la race maternelle sur les difficultés de vêlage, le poids

(Effect of maternal breed on calving difficulty)

Rang de vêlage (année)	Race maternelle	Difficultés de vêlage		Poids des veaux à la naissance (kg)
		Note de difficultés croissantes (1 à 5)	Taux de vêlages très difficiles et par césariennes (notes 4 + 5)	
1 ^{er} vêlage à 2 ans (1972) (a, b)	(a)		(f)	
	<i>Maine-Anjou</i>	2,90 ± 0,43]	2,68	40,0 ± 14,6]
	<i>Charolaise</i>	3,46 ± 0,69]	3,14	31,1 ± 23,1]
	<i>Limousine</i>	2,58 ± 0,57]	1,07	28,8 ± 19,2]
	<i>Hereford</i> (b)	1,33 ± 0,56	2,89	0,0 ± 18,8
1 ^{er} vêlage à 2 ans (1972)	(c)			
	<i>Maine-Anjou</i>	3,53 ± 0,23]	2,65	56,2 ± 7,8]
	<i>Charolaise</i>	3,39 ± 0,23]	2,91	57,3 ± 7,8]
	<i>Limousine</i>	2,12 ± 0,21]	2,52	21,2 ± 7,1]
	<i>Hereford</i> (d)	2,92 ± 0,47	3,87	37,4 ± 15,9
1 ^{er} vêlage à 3 ans (1973)	(c)			
	<i>Maine-Anjou</i>	3,16 ± 0,32]	2,78	42,9 ± 11,4]
	<i>Charolaise</i>	3,15 ± 0,25]	3,32	45,7 ± 8,8]
	<i>Limousine</i>	1,33 ± 0,30]	1,63	0,0 ± 10,8]
	<i>Hereford</i> (d)	1,78 ± 0,56	2,76	(e) 0 ± 19,9
2 ^e vêlage à 3 ans (1973)	(c)			
	<i>Maine-Anjou</i>	2,91 ± 0,23]	2,25	39,3 ± 6,8]
	<i>Charolaise</i>	2,72 ± 0,25]	2,78	35,1 ± 7,3]
	<i>Limousine</i>	1,74 ± 0,23]	1,97	7,5 ± 6,8]
	<i>Hereford</i> (d)	2,50 ± 0,42	4,06	12,8 ± 12,3

(a) Génisses accouplées à des taureaux *Hereford*.

(b) Génisses accouplées à un taureau *Jersiais*.

(c) Génisses accouplées aux mâles des trois races françaises.

(d) Génisses accouplées en race pure.

— : Estimées non significativement différentes au seuil de probabilité $p = 0,05$.

(1) See above for English translation (table 6).

de races françaises accouplées aux taureaux des mêmes races, de celui des femelles inséminées par les taureaux *Hereford*.

Difficultés de vêlage. Les taux de vêlages difficiles (p. 100 de césariennes à 2 ans notamment) pour les femelles *Hereford* paraissent plus importants que ceux couramment signalés dans la bibliographie. Ce résultat peut s'interpréter comme le fait du faible effectif de notre échantillon mais, surtout, de l'âge plus faible des

AU 7

es veaux et leur morphologie à la naissance (estimées)
ies, birth weight and calf morphology (1)

Poids des mères après vêlage (kg)	Rapport des poids moyens veaux/mères	Morphologie des veaux (1)		
		Longueur corporelle (cm)	Largeur aux épaules (cm)	Largeur aux trochanters (cm)
526,6 ± 13,8] 532,6 ± 21,9] 467,2 ± 18,2]	13,37 13,91 13,86	62,6 61,9 68,9	19,1 19,7 16,7	19,8 19,7 13,3
336,3 ± 17,8	13,45	62,2	17,6	19,1
540,9 ± 7,4] 540,1 ± 7,4] 492,2 ± 6,7]	12,38 13,28 14,50	63,5 62,5 61,5	19,1 18,5 18,5	20,1 19,9 19,5
402,3 ± 15,1	12,90	60,4	18,6	19,2
570,6 ± 14,5] 587,8 ± 11,2] 529,2 ± 13,7]	12,89 14,48 14,16	51,3 49,9 50,5	19,3 19,1 19,3	21,2 20,7 21,4
442,2 ± 25,2	19,37	49,0	18,9	20,0
579,8 ± 8,8] 571,3 ± 9,6] 514,4 ± 8,9]	12,11 13,15 12,93	50,2 49,5 50,0	18,9 18,6 19,0	20,9 20,6 21,2
432,3 ± 16,1	13,32	48,7	18,3	19,9

(e) Estimées inférieures à 0 (ou supérieures à 100) prises comme valeur 0 (ou 100).

(f) Valeurs ajustées, intra sexe et type génétique des veaux à un poids à la naissance de 37,8 kg, 41,0 kg et 42,4 kg respectivement pour les premiers vêlages à 2 ans, premiers vêlages à 3 ans et deuxièmes vêlages à 3 ans, à partir des mêmes coefficients de régression que ceux du tableau 6.

génisses *Hereford* à la mise bas (23 mois environ) ; en outre, les poids de naissance sont élevés pour des premiers et seconds vêlages (31,2 et 32,5 kg respectivement). Quoiqu'il en soit la comparaison de cette race (utilisée en race pure et croisement), ne peut-être faite dans cette expérimentation pour ce caractère.

Parmi les races françaises, la race *Limousine* manifeste une aptitude au vêlage, quels que soient les critères retenus, significativement supérieure à celle des autres

Effets maternels sur les difficultés de vêlage, le poids des veaux
(Maternal effects on calving difficulties)

Rang de vêlage (année)	Race maternelle	Difficultés de vêlage			Poids des veaux à la naissance (kg)
		Note de difficultés croissante (1 à 5)		Taux de vêlages très difficiles et par césariennes (notes 4 + 5)	
1 ^{er} vêlage à 2 ans (1972)	<i>Maine-Anjou</i>	+ 0,24 ± 0,40 (+ 7,6 %)	(a) - 0,41 (- 18,1 %)	- 3,2 ± 13,5 (- 7,3 %)	+ 4,46 ± 1,60 (+ 10,2 %)
	<i>Charolaise</i>	+ 0,52 ± 0,41 (+ 15,2 %)	+ 0,51 (+ 17,5 %)	+ 26,0 ± 13,7 (+ 42,2 %)	+ 0,57 ± 1,63 (+ 1,4 %)
	<i>Limousine</i>	- 0,76 ± 0,37 (- 35,6 %)	- 0,10 (- 4,1 %)	- 22,8 ± 12,5 (- 121 %)	- 5,03 ± 1,49 (14,7 %)
1 ^{er} vêlage à 3 ans (1973)	<i>Maine-Anjou</i>	+ 0,14 ± 0,50 (+ 4,8 %)	+ 0,24 (+ 8,8 %)	- 6,5 ± 18,0 (- 21,0 %)	+ 0,26 ± 2,24 (+ 0,6 %)
	<i>Charolaise</i>	+ 0,62 ± 0,50 (+ 19,7 %)	+ 0,53 (+ 18,1 %)	+ 32,1 ± 18,0 (+ 59 %)	+ 2,11 ± 2,24 (+ 4,8 %)
	<i>Limousine</i>	- 0,75 ± 0,49 (- 50 %)	- 0,77 (- 47,6 %)	- 25,6 ± 17,7 (-)	- 2,36 ± 2,20 (- 6,0 %)
2 ^e vêlage à 3 ans (1973)	<i>Maine-Anjou</i>	+ 0,56 ± 0,39 (+ 17,6 %)	- 0,07 (- 2,9 %)	+ 17,8 ± 11,6 (+ 39,2 %)	+ 5,67 ± 1,67 (+ 11,7 %)
	<i>Charolaise</i>	+ 0,16 ± 0,41 (+ 5,6 %)	+ 0,65 (+ 23,5 %)	+ 3,2 ± 12,2 (+ 8,4 %)	- 1,67 ± 1,75 (- 3,8 %)
	<i>Limousine</i>	- 0,72 ± 0,41 (- 37,7 %)	- 0,58 (- 29,1 %)	- 21,0 ± 12,1 (218 %)	- 4,00 ± 1,74 (- 9,8 %)

N. B. : La première ligne donne la valeur absolue, la seconde la valeur relative.

— Estimées non significativement différentes au seuil de probabilité $p = 0,05$.

(¹) See above for English translation (table 6).

racés qui, à cet égard, ne sont pas statistiquement différentes. Toutefois, la race *Maine-Anjou* qui présente une note de difficultés de mise bas et un taux de vêlages très difficiles légèrement supérieurs aux critères correspondants de la race *Charolaise*, entraîne au contraire une fréquence moindre de césariennes (2^e vêlage à 3 ans en particulier). Ces différences entre races maternelles sont liées à un déséquilibre morphologique correspondant à des points de résistance hétérogènes suivant les races maternelles : à partir d'une fraction des premiers vêlages à 2 ans, nous avons noté (χ^2 non significatif) que la race *Limousine* présente une fréquence moins élevée de cas de résistance au niveau du détroit pelvien des mères mais supérieure aux niveaux de la vulve et du col utérin ; de même, pour le veau, nous avons une fréquence moindre des cas de résistance au niveau des ceintures qu'au niveau de la tête.

AU 8

aux et leur morphologie à la naissance (estimées)
 birth weight and calf morphology (1))

Poids des mères après vêlage (kg)	Rapport des poids moyens mères/veaux	Morphologie des veaux		
		Longueur corporelle (cm)	Largeur aux épaules (cm)	Largeur aux trochanters (cm)
+ 32,6 ± 12,8 (+ 6,0 %)	- 0,63 (- 5,0 %)	+ 2,2 (+ 3,4 %)	+ 0,4 (- 2,0 %)	- 0,3 (- 1,4 %)
+ 21,9 ± 13,0 (+ 4,1 %)	+ 0,20 (+ 1,5 %)	- 0,5 (- 0,8 %)	+ 0,4 (+ 2,1 %)	+ 0,2 (+ 0,9 %)
- 54,5 ± 11,9 (- 11,2 %)	+ 0,43 (+ 3,0 %)	- 1,7 (- 2,8 %)	- 0,0 (- 0,1 %)	+ 0,1 (+ 0,5 %)
+ 1,7 ± 22,8 (+ 0,3 %)	- 0,09 (- 0,7 %)	+ 1,8 (+ 3,4 %)	+ 0,4 (+ 2,0 %)	- 0,8 (- 3,8 %)
+ 47,5 ± 22,8 (+ 8,1 %)	+ 0,74 (+ 5,4 %)	- 1,8 (- 3,7 %)	- 0,7 (- 3,7 %)	- 0,2 (- 0,8 %)
- 49,2 ± 22,4 (- 9,3 %)	- 0,65 (- 4,9 %)	+ 0,0 (+ 0,1 %)	+ 0,3 (+ 1,6 %)	+ 1,0 (+ 4,4 %)
+ 37,3 ± 15,2 (+ 6,4 %)	- 0,72 (- 5,9 %)	- 0,6 (- 1,1 %)	- 1,0 (- 5,6 %)	- 1,0 (- 4,6 %)
+ 32,5 ± 15,9 (+ 5,6 %)	+ 1,16 (+ 8,8 %)	+ 0,1 (+ 0,3 %)	+ 0,2 (+ 1,1 %)	- 0,1 (- 0,3 %)
- 69,7 ± 15,8 (- 13,6 %)	- 0,44 (- 3,5 %)	+ 0,4 (+ 0,8 %)	+ 0,8 (+ 4,3 %)	+ 1,0 (+ 4,7 %)

(a) Valeurs ajustées, intra sexe et type génétique des veaux, à un poids à la naissance de 37,8 kg, 41,0 kg et 42,4 kg respectivement pour les premiers vêlages à 2 ans, premiers vêlages à 3 ans et deuxièmes vêlages à 3 ans, à partir des mêmes coefficients de régression qu'au tableau 6.

La supériorité de la race *Limousine* pour l'aptitude des mères au vêlage, est plus nette que celle de cette même race considérée comme race paternelle. Effectivement nous observons un effet maternel favorable de la race *Limousine* sur les critères d'aptitude au vêlage, quels que soient les échantillons (tabl. 8). Cet effet maternel spécifique paraît en outre plus favorable en race *Maine-Anjou* qu'en race *Charolaise* pour les premiers vêlages. Les discordances avec le second vêlage (tabl. 8) peuvent être liées à l'utilisation d'un échantillon de taureaux plus représentatifs (6 taureaux/race) que dans le cas du premier vêlage (2/race); de ce fait, nous accorderons une plus grande confiance aux résultats du second vêlage à trois ans.

Poids et morphologie des veaux à la naissance. Les estimées du poids à la naissance sont significativement différentes entre les trois races de mères (tabl. 7) qui

se classent dans l'ordre suivant : *Maine-Anjou*, *Charolaise*, *Limousine*. Les écarts sont de 3,1 et 4,5 kg entre les deux premières races, de 6,7 et 3,6 kg entre les deux dernières respectivement pour les premiers vêlages à 2 ans et deuxièmes vêlages à 3 ans. Ces différences ne sont pas entièrement liées aux différences de poids des mères puisque, si la *Limousine* pèse de 50 à 60 kg de moins que les femelles des deux autres races, les poids moyens de ces deux dernières sont très comparables (tabl. 7) ; le rapport : Poids des mères/Poids des veaux est de ce fait minimum en race *Maine-Anjou*. Contrairement à ce qui se passait pour les races paternelles, ce rapport ne permet pas, sauf peut-être dans le cas du premier vêlage à 2 ans, de classer les races maternelles d'après leur aptitude au vêlage comme l'a réalisé MONTEIRO (1969) avec des races laitières ; d'où l'intérêt des analyses ultérieures sur la morphologie des veaux et des mères.

Les effets maternels sur le poids à la naissance sont importants (tabl. 8) et, à cet égard, la race *Limousine* montre un effet dépressif par rapport à la race *Charolaise* (— 5,6 et — 2,3 kg respectivement pour les premiers vêlages à 2 ans et deuxièmes vêlages à 3 ans) ; les femelles *Limousines* pèsent de 75 à 100 kg environ de moins que les *Charolaises*. Par contre, la race *Maine-Anjou* manifeste un effet maternel supérieur à la race *Charolaise* (+ 3,9 et 7,3 kg respectivement) alors que les femelles de ces deux races ont des poids comparables après la mise bas. D'une façon générale, pour les échantillons les plus représentés, l'étude de la liaison entre les effets maternels sur le poids de naissance et la note de difficultés de vêlage indique que ce dernier effet est, en moyenne, plus élevé que celui que l'on pourrait espérer en race *Charolaise* compte-tenu de son effet maternel sur le poids à la naissance intermédiaire aux deux autres races.

A poids de naissance constant, il n'y a plus de différences entre races maternelles pour la morphologie des veaux et aucune tendance ne ressort des comparaisons entre les effets maternels pour ces critères. Par contre, à l'inverse des races paternelles, d'importantes différences subsistent à la fois entre races maternelles et entre effets maternels pour la note de difficultés de vêlage à poids de naissances constant (tabl. 7 et 8). Dans la quasi totalité des échantillons, la race *Limousine* conserve la meilleure aptitude au vêlage et la race *Charolaise* la plus mauvaise ; la race *Maine-Anjou* garde une position intermédiaire pour cette aptitude maternelle. Il existe donc un effet maternel de ces races, non lié aux différences de poids.

Comportement des femelles lié à la parturition. — L'examen des résultats (tabl. 9) relatifs aux notes de préparation au vêlage, fournit les indications suivantes :

— Les signes préparatoires au niveau de la vulve et du pis présentent en général des évolutions similaires entre les races françaises ; la *Limousine* manifeste le plus mauvais état de préparation, à l'inverse de la race *Charolaise* dont les signes de préparation sont en général plus évidents. Ce fait est à relier à la plus grande fréquence en race *Limousine*, des cas de résistance au niveau de la vulve. Toutefois, ces derniers ne correspondent pas à des difficultés majeures.

— Les variations d'intensité du relâchement des ligaments sacro-sciatiques sont moins régulières, en particulier pour les différences entre les races *Charolaise* et *Limousine*. Ce signe de préparation ne devenant très apparent que peu de temps avant l'expulsion du fœtus, nous accorderons une plus grande confiance aux résultats du premier vêlage à 2 ans où les observations ont été faites juste avant la mise bas ; nous trouvons alors une infériorité de la race *Charolaise* par rapport aux autres

TABEAU 9

Appréciation subjective (note croissante de 1 à 5) de l'état de la préparation des femelles à la mise bas
(Subjective appreciation of preparation of females at calving)

Critère apprécié (Character)	Gonflement du pis (Swelling of the udder)		Congestion et dilatation de la vulve (Swelling of the vulva)		Relâchement des ligaments sacro-sciatiques (Relaxation of the sacrosciatic ligaments)			
	1 ^{er} vêlage à 2 ans (a)	1 ^{er} vêlage à 3 ans (b)	2 ^e vêlage à 2 ans (b)	1 ^{er} vêlage à 3 ans (b)	2 ^e vêlage à 3 ans (b)	1 ^{er} vêlage à 2 ans (a)	4 ^{er} vêlage à 3 ans (b)	5 ^e vêlage à 3 ans (b)
Échantillon (Sample)								
Effectif (Number)	129	42	101	42	101	129	42	101
Moyenne générale (overall average)	3,24 ± 0,08	2,08 ± 0,45	2,36 ± 0,07	2,00 ± 0,12	2,48 ± 0,10	3,02 ± 0,05	2,20 ± 0,10	2,34 ± 0,07
Race des mères (Dam's breed)								
Maine-Anjou (c)	- 0,14 ± 0,13 + 1,2	+ 0,06 ± 0,25 + 0,3	- 0,08 ± 0,12 - 0,6	+ 0,02 ± 0,20 + 0,1	+ 0,02 ± 0,11 + 0,2	+ 0,28 ± 0,09 + 3,1	0,00 ± 0,17 0,0	- 0,06 ± 0,12 - 0,5
Charolaise	+ 0,12 ± 0,13 + 0,9	+ 0,05 ± 0,23 + 0,2	+ 0,29 ± 0,12 + 2,4	- 0,29 ± 0,19 - 1,6	+ 0,12 ± 0,12 + 1,0	- 0,09 ± 0,09 - 0,9	- 0,16 ± 0,16 - 1,0	+ 0,10 ± 0,12 + 0,8
Limousine	- 0,02 ± 0,13 - 2,9	- 0,05 ± 0,25 - 0,2	- 0,36 ± 0,12 - 0,3	+ 0,06 ± 0,19 + 0,3	- 0,38 ± 0,11 - 3,5	+ 0,04 ± 0,08 + 0,5	+ 0,03 ± 0,17 + 0,2	- 0,21 ± 0,12 - 1,8
Hereford	- 0,10 ± 0,24 - 0,4	- 0,17 ± 0,42 - 0,4	+ 0,36 ± 0,24 + 1,5	- 0,64 ± 0,33 + 2,0	+ 0,75 ± 0,24 + 3,1	- 0,03 ± 0,16 - 0,2	+ 0,44 ± 0,17 + 2,4	+ 0,51 ± 0,24 + 2,1

(a) Appréciations réalisées juste avant vêlage
(b) Appréciations réalisées une semaine environ avant vêlage
(c) Écart à la moyenne générale ± écart-type
(d) Écart réduit
N. B. : Les notations des femelles à 2 ans ont été réalisées par un opérateur différent de celles faites à 3 ans.

racés. Si tel est le cas, nous confirmons nos observations antérieures (ABDALLAH *et al.*, 1971 a) sur les différences de comportement à la mise bas entre femelles croisées *Charolaises* et *Blondes d'Aquitaine* (se rapprochant des *Limousines*), où les signes préparatoires au niveau de la mamelle et de la vulve étaient plus intenses avec les croisées *Charolaises* alors que le relâchement des ligaments était moins apparent.

Ces différences de comportement avant vêlage entre races maternelles contribuent probablement à l'explication d'une partie de la supériorité de l'aptitude au vêlage des femelles *Limousines* par rapport aux *Charolaises*.

Morphologie des mères. — Les données relatives à l'ouverture pelvienne ont été soumises à une simple analyse de variance entre races des mères (races françaises seules). Pour les trois échantillons, nous trouvons un effet significatif de la race des femelles et les trois races se classent toujours dans l'ordre croissant : *Limousine*, *Charolaise* et *Maine-Anjou*. Pour les deux échantillons les plus représentés (1^{er} vêlage à 2 ans et 2^e vêlage à 3 ans), la comparaison des trois races montre que, si la race *Maine-Anjou* a une ouverture pelvienne significativement supérieure à celle de la *Limousine*, la race *Charolaise* a une ouverture pelvienne comparable (différence non significative) à la race *Limousine*, bien qu'ayant un poids plus élevé ; nous avons déjà observé une telle différence de morphologie entre ces deux races (MOINE, 1967). L'ouverture pelvienne des femelles *Maine-Anjou* est significativement supérieure à celle des *Charolaises*, et cela malgré un poids identique. Nous trouvons là une explication à l'effet maternel défavorable, à poids de naissance constant, de la race *Charolaise* sur les difficultés de vêlage (tabl. 8) : les femelles *Charolaises*, bien qu'ayant des veaux moins lourds à la naissance pour un même poids au vêlage, vêlent aussi difficilement que celles de race *Maine-Anjou* (fig. 1).

Pour ces races le rapport : poids des mères/poids des veaux n'est donc pas un bon estimateur des différences, entre types génétiques, d'aptitude maternelle à la mise bas. Dans cet essai, les différences de format estimé par la hauteur au garrot mesurée après vêlage, reflètent beaucoup mieux ces différences d'ouverture pelvienne entre races. Au cours de précédentes études nous avons déjà noté une importante variabilité entre types génétiques du rapport de l'ouverture pelvienne au poids vif et notamment la faible valeur de ce rapport pour les animaux ayant au moins un parent de race *Charolaise* (ABDALLAH *et al.*, 1971 b) ; le même résultat a été observé dans le cas de femelles culardes où la race *Charolaise* présentait une ouverture pelvienne inférieure à celle de la race *Blonde d'Aquitaine* (MÉNISSIER et FABRE, 1971).

c) Effet d'hétérosis.

Ces effets n'ont été estimés que globalement pour l'ensemble des 3 races françaises, dans chaque échantillon. La plupart des effets d'hétérosis estimés ne sont pas significativement différents de 0, sauf dans le cas du second vêlage à 3 ans pour la note de difficulté de vêlage ($+ 0,62 \pm 0,29$ soit + 30 p. 100) et le poids de naissance des veaux ($+ 2,5 \pm 1,2$ kg soit + 6 p. 100) ce dernier résultat se rapproche de ceux qui figurent dans la littérature pour les croisements à partir de races britanniques (GAINES *et al.*, 1966 ; GREGORY *et al.*, 1965 ; SAGEBIEL *et al.*, 1967 ; LASTER *et al.*, 1973). Cet effet d'hétérosis entraîne un accroissement des difficultés de mise bas (— 24 p. 100 de vêlages faciles pour les veaux croisés comparés à ceux de race

pure) plus important que celui trouvé par SAGEBIEL *et al.* (1969). Enfin, nous observons une tendance (non significative) plutôt inverse pour les premiers vêlages à 2 et 3 ans : les veaux croisés bien que plus lourds en moyenne, naissent plus facilement que ceux de race pure. Cette conclusion ressortait également d'une étude comparable (ABDALLAH, 1971).

A poids de naissance constant, il ne subsiste plus d'effets d'hétérosis notables sur les mensurations des veaux et les valeurs correspondant à la note de difficultés de vêlage, diminuent.

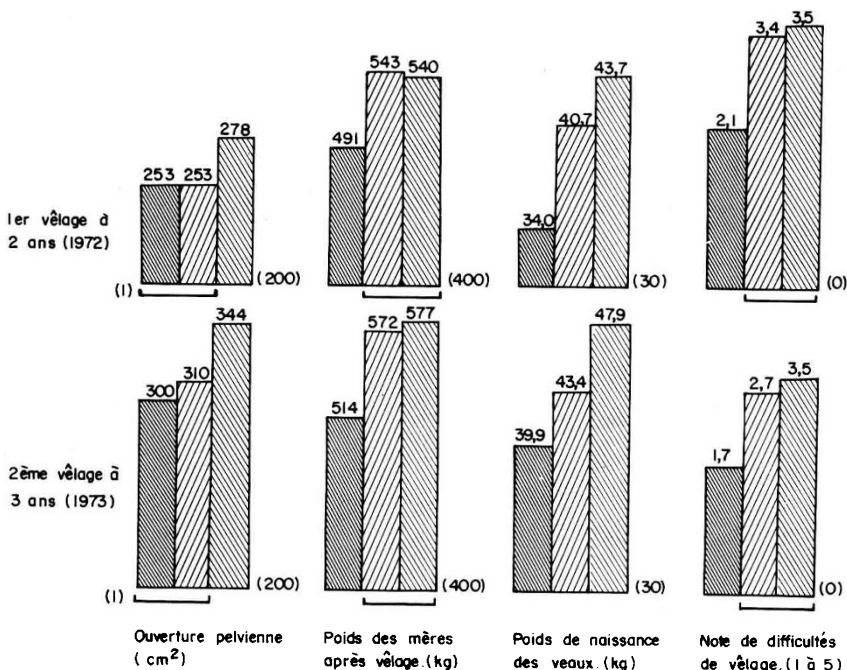


FIG. 1. — Relations entre les effets des races maternelles sur les difficultés de vêlage, la taille du veau et la morphologie des mères

(Relations between the effects of maternal breeds on calving difficulties and morphology of the dams)

- ▨ Limousines
- ▤ Charolaises
- ▧ Maine-Anjou

(1) — Valeurs ne différant pas significativement entre elles au seuil de probabilité $p = 0,05$

CONCLUSION

Cette analyse des variations génétiques d'aptitude au vêlage des races à viande françaises en croisement devrait être complétée dans plusieurs directions. Il apparaît d'abord que l'aptitude au vêlage, fonction de l'équilibre existant entre les dimensions

du veau et celles du bassin de sa mère à la mise bas, n'est pas strictement une variable continue ; les effets des différents facteurs modifiant la taille ou la morphologie du veau ainsi que celles de sa mère, agissent sur cette aptitude suivant un ou plusieurs seuils. Des interactions liées à des phénomènes d'échelle dans l'analyse de variance de l'aptitude au vêlage d'une part, des écarts à la linéarité des liaisons entre l'aptitude au vêlage et les mensurations corporelles d'autre part, peuvent modifier en partie les résultats des analyses. En outre, dans une seconde étape, l'analyse des causes de variations de l'aptitude au vêlage entre races devrait être complétée par le recours à des méthodes d'analyse à plusieurs variables.

Une limite importante de cette expérience, comme de celles qui sont en général réalisées actuellement sur les races bovines, réside dans l'échantillonnage des animaux : effectif et origine des reproducteurs. La variabilité de la taille et de la conformation des animaux d'une race aussi répandue que la *Charolaise*, est en effet considérable du fait des différentes directions dans lesquelles elle est sélectionnée. Par ailleurs, la conduite intensive des animaux de cette expérimentation limite en partie les possibilités de transposition de ces résultats à des systèmes extensifs.

Il reste que les difficultés de mise bas atteignent en moyenne, tant à 2 ans qu'à 3 ans et cela malgré les précautions prises pour le choix des accouplements au premier vêlage, une fréquence globale élevée. Néanmoins d'importantes différences apparaissent entre les trois races considérées aussi bien au niveau paternel qu'au niveau maternel. L'aptitude des jeunes femelles *Limousines* au vêlage semble acceptable et comparable à celle des races à viande britanniques, surtout si on cumule les effets paternel et maternel favorables de cette race. Par contre, les races de grand format (*Charolaise* et *Maine-Anjou*) entraînent des troubles importants à la mise bas qui, en général, sont incompatibles avec la plupart des systèmes de production de viande bovine.

Il est normal de penser que ces difficultés de vêlage disparaîtront ou seront atténuées, pour les vêlages ultérieurs. Ce comportement différent des jeunes femelles et des femelles plus âgées, conduit à rechercher des schémas de croisement exploitant au mieux les dimensions de leur filière pelvienne jusqu'à un maximum compatible avec les risques que l'on peut prendre dans des conditions d'élevage déterminées. Ici, nous pourrions alors rejoindre, dans la sélection, les préoccupations antagonistes de l'éleveur-naisseur (recherchant des femelles reproductives de petit format) et de l'engraisseur (souhaitant des animaux à potentiel de croissance maximum). Dans cette optique, un premier système de croisement avec des races de format réduit et à bonnes aptitudes maternelles s'appliquerait aux jeunes femelles : tous les produits femelles obtenus seraient conservés pour le renouvellement du troupeau ; les vaches âgées seraient alors soumises à des croisements terminaux avec des races à fort potentiel de croissance musculaire.

Quoi qu'il en soit, l'aptitude au vêlage ne constitue qu'un des éléments de la rentabilité des femelles allaitantes. Il est souhaitable d'attendre l'analyse des autres critères intervenant sur cette rentabilité (croissance et fertilité) pour apprécier la valeur globale de chacune de ces races et de leurs possibilités d'utilisation dans les schémas de croisement.

REMERCIEMENTS

Cette étude a pu être réalisée grâce à la collaboration de l'ensemble des techniciens de notre groupe de travail et à la participation du personnel de l'élevage bovin du *Domaine de Galle*.

Pour cette expérimentation, nous avons bénéficié d'une aide financière du *Ministère de l'Agriculture*.

SUMMARY

POSSIBILITIES FOR THE IMPROVEMENT
OF CALVING CONDITIONS BY MEANS OF SELECTION

II. — CALVING ABILITY OF THREE FRENCH BEEF BREEDS

The utilization of French beef breeds, either as sire lines for terminal crossing, or as components of crossbred dam lines or even as pure breeds, has been much increasing for some years in many countries. Therefore it appeared to be important to evaluate these breeds, especially on their calving ability, in each of these situations.

So we started a factoriz cross breeding experiment with the three main French beef breeds *Charolaise*, *Limousine*, *Maine-Anjou* (table 3); a sample of purebred *Hereford* cows was used as a control. Heifers (about 60 to 70 per breed) were intensively raised in dry lot. To limit calving difficulties in the case of first calving at 2 years, a portion of females (20 p. 100) in each breed chosen on the basis of body weight and pelvic opening at about 1 year was mated to *Hereford* bulls; out of 6 bulls per breed only those producing the smallest calves (2/breed) were used for all the first calvings.

We have observed 301 calvings in two years. The following traits were analyzed: calving difficulty, weight and morphology of calf at birth, weight and pelvic opening of dams after calving. For each group of calvings, analysis of variance was done by least squares method according to a model including, and genotype of calf and interaction sex \times genotype.

Results of these analyses are given in tables 5 a and 5 b. Firstly we observed an important influence of age and calving order on the calving ability and its components. Generally calving difficulties were greater with males calves than with females, because of the higher weight rather than a particular morphology.

The analysis of genetic variations in calving ability led us to the following results:

1. The *Limousine* breed, as a sire line, shows a better calving ability than the two other breeds which are rather similar in this respect. This difference results from the lower birth weight of calves sired by *Limousine* bulls rather than from differences in calf morphology.

2. The *Limousine* breed, as a dam line, presents a much better calving ability than the two other breeds. From analysis of maternal effects and from comparisons of pelvic opening of dams it may be concluded that the better calving ability of *Limousine* cows results from a favourable maternal effect on the birth weight of calves (smaller dams) and chiefly from their large pelvic opening. Inversely the *Charolais* breed shows the poorest maternal calving ability; compared to the *Maine-Anjou* breed, this disadvantage results from its small pelvic opening with respect to the weights of dams and calf.

3. For the second calvings at 3 years, we found a positive heterosis effect on birth weight of calves, inducing a positive heterosis effect on calving difficulties.

This preliminary study should be completed by a more synthetic analysis of causes of variation, between breeds and within breeds, of calving ability and by considering other criteria affecting profitability (growth and fertility) of suckling herds.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ABDALLAH O. Y., 1971. *Variations génétiques de l'aptitude au vêlage et de ses composantes*. Thèse doct. Ing. Fac. Sci., Paris, 330 p, ronéoté.
- ABDALLAH O. Y., HADJEJ M. S., MENISSIER F., 1971 a. Variations génétiques de comportement pré et post-partum entre races rustiques, races à viande et croisements de première génération. *C. R. X^e Congr. Int. Zootech.*, Paris-Versailles, 17-23 juillet 1971, Communication thème II, 6 p.

- ABDALLAH O. Y., MENISSIER F., VISSAC B., 1971 b. Liaison entre la musculature des races et leur aptitude morphologique au vêlage. Résultats préliminaires. *C. R. X^e Congr. Int. Zootech., Paris-Versailles, 17-23 juillet 1971*, Communications, Thème VII, 4 p.
- AURIOL P., DUMONT B. L., LEFEBVRE J., DUPLAN J. M., 1961. Caractéristiques générales des vaches *Charolaises* et croissance de leurs produits. *Fr. Elev. Charolais*, **5**, 28 p.
- BELIC M., MENISSIER F., 1968. Étude de quelques facteurs influençant les difficultés de vêlage en croisement industriel. *Ann. Zootech.*, **17**, 107-142.
- BRINKS J. S., OLSON J. E., CAROLL E. J., 1973. Calving difficulty and its association with subsequent productivity in *Herefords*. *J. Anim. Sci.*, **36**, 11-17.
- COLLEAU J. J., MENISSIER F., MONTEIRO L. S., VISSAC B., 1973. Tendances actuelles de l'expérimentation en matière de sélection bovine. *Ann. Génét. Sél. anim.*, **5**, 147-153.
- DAMON R. A. (Jr), McCRAINE S. E., CROWN R. M., SINGLETARY C. B., 1959. Performance of crossbred beef cattle in the gulf coast region. *J. Anim. Sci.*, **18**, 437-447.
- GAINES J. A., McCLURE W. H., VOGT D. W., CARTER R. C., KINCAID C. M., 1966. Heterosis from crosses among british breeds of beef cattle : fertility and calf performance to weaning. *J. Anim. Sci.*, **25**, 5-13.
- GREGORY K. E., SWIGER L. A., KOCH R. M., SUMPTION L. T., ROWDEN W. W., INGALLS J. E., 1965. Heterosis in preweaning traits of beef cattle. *J. Anim. Sci.*, **24**, 21-28.
- HARVEY W. R., 1968. Least-squares analysis of data with unequal subclass numbers. I. S. *Dep. Agric., Anim. Res. Serv.*, 20-8, 157 p. ronéoté.
- KRAMER C. Y., 1957. Extension of multiple range tests to group correlated adjusted means. *Biometrics*, **13**, 13-18.
- LASTER D. B., GLIMP H. A., CUNDIFF L. V., GREGORY K. E., 1973. Factors affecting dystocia and the effects of dystocia on subsequent reproduction in beef cattle. *J. Anim. Sci.*, **36**, 695-705.
- MENISSIER F., FABRE G. P., 1971. Aptitude au vêlage et conditions de mise bas des génisses culardes *Charolaises* et *Blondes d'Aquitaine*. *22^e Réun. ann., Féd. Europ. Zootech., Paris-Versailles, 17-19 juillet 1971*, 2 p.
- MENISSIER F., BIBE B., PERREAU B., 1973. L'aptitude au vêlage des génisses dans les croisements entre les races à viande françaises : Résultats préliminaires. *24^e Réun. ann., Féd. Europ. Zootech., Vienne, 24-26 septembre 1973*, 39 p. ronéoté.
- MENISSIER F., VISSAC B., 1971. Possibilités d'amélioration des conditions de vêlage par sélection. I. Technique de mesure de l'ouverture pelvienne des bovins. *Ann. Génét. Sél. anim.*, **3**, 207-214.
- MOINE P., 1967. Étude préliminaire sur la possibilité d'emploi des mesures de pelvimétrie interne pour la sélection des bovins. *Mémoire de Fin d'Études de l'Inst. Tech. Prat. Agric.*, Paris, 85 p.
- MONTEIRO L. S., 1969. The relative size of calf and dam and the frequency of calving difficulties. *Anim. Prod.*, **11**, 293-306.
- SAGEBIEL J. A., LANGFORD L. L., SIBBIT W. R., COMFORT J. E., DYER A. J., LASLEY J. F., 1967. Heterosis in preweaning traits in beef cattle. (abstr.). *J. Anim. Sci.*, **26**, 888.
- SAGEBIEL J. A., KRAUSE G. F., SIBBIT B., LANGFORD L., COMFORT J. E., DYER A. J., LASLEY J. F., 1969. Dystocia in reciprocally crossed *Angus*, *Hereford* and *Charolais* cattle. *J. Anim. Sci.*, **29**, 245-250.
- VISSAC B., MOLINUEVO H. A., MENISSIER F., 1971. Note sur l'évolution de la race *Charolaise* sous l'effet de la sélection. *22^e Réun. ann. Féd. Europ. Zootech., Paris-Versailles, 17-19 juillet 1971*, 2 p.