

ASPECTS BIOMÉTRIQUES DE LA CROISSANCE PONDÉRALE DU PORCELET

I. — INFLUENCE DU SEXE, DE L'ANNÉE DE NAISSANCE, DU NUMÉRO
ET DE LA TAILLE DE LA PORTÉE

A. AUMAITRE, C. LEGAULT, E. SALMON-LEGAGNEUR
avec la collaboration technique de J. RETTAGLIATI, A.-K. MOISANT,
THRAN-THE-THONG et de l'Atelier de Mécanographie

*Station de Recherches sur l'Élevage des Porcs,
et Station centrale de Génétique animale,
Centre national de Recherches zootechniques, 78 - Jouy-en-Josas*

SOMMAIRE

Les résultats des pesées individuelles de 6 669 porcelets à des intervalles moyens de 3 jours de la naissance au sevrage ont été utilisés pour étudier statistiquement les variations des courbes de croissance, du poids et des vitesses de croissance à différentes périodes en fonction de la race, du sexe, de l'année de naissance, du numéro et de la taille de la portée.

Les courbes de croissance sont dans leur ensemble du 3^e degré et présentent un point d'inflexion entre le 11^e et le 17^e jour, localisant ainsi l'âge où la vitesse de croissance est minimum (crise).

L'effet du sexe n'est significatif qu'au voisinage de la naissance, mais il est indépendant des autres causes de variation étudiées ; par ailleurs, les effets de l'année, du numéro et de la taille de la portée ne sont pas indépendants et leur importance est discutée.

Les corrélations intra-portées entre poids et vitesse de croissance aux différents âges estimés sur des données corrigées pour l'année et le numéro de portée sont également discutées.

INTRODUCTION

L'étude de la croissance pondérale du Porc peut s'aborder aussi bien sous l'aspect des courbes de croissance que sous celui des causes de variation du poids à un âge donné.

L'évolution du poids corporel avec l'âge dans des conditions de milieu données peut se représenter par des « courbes de croissance », faciles à établir et constituant pour l'éleveur une indication précieuse sur les aptitudes d'un animal ou l'efficacité d'une ration. Leur étude, par des méthodes qui peuvent être graphiques ou analytiques, a déjà été entreprise par différents auteurs (BRODY, 1945). Ces courbes ont été souvent définies sur des intervalles de temps relativement longs, depuis la nais-

sance jusqu'à l'âge adulte. D'autre part, lorsque celles-ci concernent la période particulière de l'allaitement, les effectifs sont souvent limités ou le nombre des pesées restreint (pesées hebdomadaires ou mensuelles) ; enfin, elles sont souvent établies à partir de données moyennes obtenues par portée et non de données individuelles. En fait, la plupart des travaux sont limités à l'étude des variations du poids du porcelet à des âges types (naissance, 21 jours, sevrage) présentant théoriquement une certaine signification zootechnique.

L'étude de la variation du gain de poids journalier (vitesse de croissance) a seulement été évoquée par quelques auteurs utilisant la méthode graphique (LEROY et LÉRY, 1946 ; ČIČVAREK, 1955 ; MANNERS et MCCREA, 1958). Or, ce critère paraît mieux adapté que le poids corporel à l'étude dynamique de la croissance (AUMAITRE et SALMON-LEGAGNEUR, 1961), l'expression graphique de la vitesse de croissance a en effet l'avantage d'être beaucoup plus sensible aux variations de milieu (alimentation, état sanitaire).

Par ailleurs, nous rappellerons que la croissance des porcelets placés dans un milieu donné dépend de nombreux facteurs que nous pouvons classer arbitrairement en 4 catégories :

- le sexe,
- les facteurs d'origine héréditaire : race, effets maternels d'origine génétique, génotype de l'individu lui-même (effets additifs et non additifs des gènes),
- les facteurs de milieu communs à tous les animaux d'une portée ou « effet portée », propre aux espèces multipares : année et saison de naissance, numéro et taille de la portée, effets maternels non génétiques et effets de milieu non contrôlés.
- les variations dues au milieu entre les animaux d'une même portée.

Toutes ces raisons montrent l'intérêt d'une analyse plus précise des différents aspects de la croissance pondérale du porcelet au cours de la période d'allaitement, mais en laissent transparaître la complexité.

Un nombre important de porcelets pesés individuellement à des intervalles rapprochés depuis la naissance jusqu'à 60 jours étant à notre disposition, nous nous proposons dans cette première partie d'étudier graphiquement, puis analytiquement, quelques courbes de croissance, d'estimer l'importance de certaines de leurs causes de variation : le sexe, l'année de naissance, le numéro et la taille de la portée, et enfin, de déterminer les corrélations phénotypiques qui existent entre poids et vitesses de croissance aux différents âges.

Cette analyse est complétée par l'étude génétique de la croissance pondérale du porcelet (LEGAULT et AUMAITRE, 1966).

MATÉRIEL ET MÉTHODES

1. Animaux

Les données analysées proviennent des résultats enregistrés sur des porcelets nés de 1954 à 1961 à la Station de Recherches sur l'Élevage. Le troupeau expérimental dont sont issus les animaux était composé de géniteurs inscrits, pour la plupart, aux livres généalogiques.

Quatre des races exploitées en France sont représentées : la race *Large White*, la plus répandue, figure notamment dans les élevages importants d'un bon niveau technique ; la race *Limousine*

est le type même de la race locale, non améliorée en voie d'extinction ; la race *Normande (Blanc de l'Ouest)* est généralement entretenue en petites unités de plein air ; enfin, la race de *Piértrain* est une race d'introduction récente dont on connaît les qualités de conformation.

Les porcelets proviennent de truies contrôlées sur tout ou partie de leur production ; les numéros des portées dont ils sont issus s'échelonnent de 1 à 9 avec une majorité de premières portées (tabl. 2). Ces animaux ont été élevés de la naissance au sevrage dans deux porcheries conditionnées (+ 20°C, 60 p. 100 d'humidité) par chauffage en hiver et ventilation en été. Ils pouvaient téter librement et disposaient à volonté d'eau de boisson et d'un aliment complémentaire granulé de composition constante (AUMAITRE et SALMON-LEGAGNEUR, 1961) à partir du 10^e jour. Ils ont été sevrés à 56 jours et les porcelets mâles ont été castrés entre la 2^e et la 3^e semaine après la naissance.

TABLEAU I

Caractéristiques générales des quatre races étudiées
Effectifs, valeurs moyennes et écarts-types

Age	Effectif et variétés	Races							
		<i>Large White</i>		<i>Limousine</i>		<i>Normande</i>		<i>Piértrain</i>	
		\bar{x}	<i>s</i>	\bar{x}	<i>s</i>	\bar{x}	<i>s</i>	\bar{x}	<i>s</i>
Naissance	N.	6 100		96		190		283	
	P. m.	1,18	0,25	1,32	0,23	1,68	0,33	1,29	0,27
	T. P.	9,50	2,49	6,86	2,48	6,54	2,86	7,52	2,34
6 jours	N.	5 535		90		173		234	
	P. m.	2,15	0,50	2,43	0,48	2,60	0,59	2,24	0,55
	T. P.	8,44	2,16	6,43	2,24	6,00	2,02	6,97	2,36
21 jours	N.	5 285		84		159		222	
	P. m.	4,88	1,22	5,29	1,14	5,76	1,56	4,88	1,32
	T. P.	8,07	2,13	6,00	2,00	5,50	2,06	6,58	2,47
36 jours	N.	5 123		81		145		208	
	P. m.	7,90	2,13	8,43	2,00	9,27	2,78	7,89	2,29
	T. P.	7,86	2,12	5,79	2,22	5,04	1,92	6,10	2,59
60 jours	N.	4 679		75		112		194	
	P. m.	15,35	4,45	16,74	5,30	18,45	5,45	13,59	4,37
	T. P.	7,60	2,13	5,36	2,10	4,67	1,68	6,06	2,63

\bar{x} : moyenne.

s : écart-type.

N : effectif.

P. m. : poids moyen. (kg)

T. P. : taille de la portée (porcelets vivants).

Chaque porcelet a fait l'objet de pesées individuelles effectuées dès la naissance, puis à des intervalles rapprochés (2 à 5 jours) à l'aide d'une balance Toledo d'une précision de ± 25 g. L'échantillon étudié se compose de 6 669 animaux à la naissance et 5 060 après sevrage (60 jours) provenant de 763 portées (tabl. 1) dont :

683 portées de race *Large White*
14 portées de race *Limousine*
28 portées de race *Normande*
38 portées de race *Piértrain*.

Les effectifs à 5 âges de référence correspondant aux 4 races sont présentés dans les tableaux 1 et 2.

TABLEAU 2

Effectifs utilisés sur la race Large White

Répartition en fonction du sexe, de l'année de naissance, du numéro et de la taille de la portée (animaux conservés vivants à la naissance et à 60 jours)

Sexe	Effectif		Année de naissance	Effectif		N° de portée	Effectif		Taille de la portée à 36 j.	Effectif
	0	60 j.		0	60 j.		0	60 j.		
Mâles	2 695	2 467	1954	425	421	1	1 595	1 396	≤ 6	861
			1955	504	392	2	1 296	1 180		
			1956	433	382	3	828	828	7 et 8	1 678
			1957	651	612	4	616	569		
			1958	803	701	5	362	332		
Femelles	2 567	2 349	1959	960	870	6	276	244	9 et 10	1 892
			1960	984	962	7	132	133		
			1961	802	776	8	141	100	≥ 11	677
						9	46	34		
Total	5 262	4 816		5 262	4 816		5 262	4 816		5 108

2. *Calculs statistiques*

Les calculs nécessités par l'interprétation statistique des données ont été effectués en majeure partie sur ordinateur I. B. M. 1620 à la Station centrale de Génétique animale. Ils ont été réalisés en 4 étapes que nous examinerons successivement :

a) *Recueil et élaboration des données.*

Après perforation et vérification logique des données, le dossier final était constitué par un ensemble d'environ 130 000 couples « date de pesée-résultat de pesée », chaque animal ayant été pesé en moyenne 20 fois à des âges variables. L'étude statistique a été précédée d'un calcul des poids à âges fixes avec intervalle de 3 jours (durée moyenne qui sépare deux pesées successives). Pour chaque animal, on a ainsi déterminé les poids de 3 en 3 jours jusqu'au sevrage par interpolation linéaire, la linéarité de la croissance ayant été préalablement démontrée pour des intervalles allant jusqu'à 20 jours (LEGAULT et CANONGE, 1965). Nous avons également calculé les vitesses de croissance individuelles des animaux (exprimées en grammes de gain de poids par jour) au cours des 4 phases suivantes : 3 à 15, 18-30, 33-45 et 48 à 60 jours.

b) *Étude des courbes de croissance.*

Après détermination du poids individuel des porcelets aux 21 âges de référence, les courbes de croissance pondérale (BRODY, 1945) ont été établies en fonction des facteurs suivants : race, sexe, année de mise bas, numéro et taille de la portée à 36 jours. Pour l'étude de ce dernier facteur, les porcelets ont été préalablement répartis en 4 classes suivant leur appartenance à des portées dont l'effectif à l'âge arbitraire de 36 jours était respectivement :

- ≤ 6 porcelets pour la 1^{re} classe
- 7 et 8 porcelets pour la 2^e classe
- 9 et 10 porcelets pour la 3^e classe
- ≥ 11 porcelets pour la 4^e classe.

Les équations de ces courbes ont été déterminées par régression polynomiale (LEGAULT et CANONGE, 1965). Leurs dérivées correspondent aux équations des courbes représentatives de la vitesse de croissance de l'animal.

c) *Causes de variation.*

Seuls les porcelets de race *Large White*, d'un effectif suffisant, ont été considérés et les 9 variables suivantes ont été étudiées :

- . Poids individuel à 0, 6, 21, 36, 60 jours.
- . Vitesse de croissance entre 3-15, 18-30, 33-45 et 48-60 jours.

Les quatre causes de variation proprement dites ont été considérées trois à trois au cours de deux analyses successives par la méthode des moindres carrés. Chacune de ces analyses peut se décomposer de la manière suivante :

1. Test des interactions entre facteurs pris deux à deux en supposant le troisième facteur indépendant (3 tests).
2. Tests des effets des trois facteurs précédents dans l'hypothèse de non-interaction entre ces facteurs.
3. Estimation des effets des différents niveaux de ces 3 facteurs dans l'hypothèse de non interaction entre ces 3 facteurs.

La première analyse concernant le sexe, l'année de naissance et le numéro de portée a permis d'établir l'indépendance de l'effet du sexe. Dans la seconde analyse nous avons donc considéré l'année, le numéro de portée et la taille de la portée à 36 jours (après répartition des porcelets en 4 classes).

L'étude de l'influence de la taille de la portée a été complétée par la détermination des corrélations intra année et numéro de portée entre la taille de la portée et le poids moyen des porcelets de cette portée à différents âges, par la vérification de la linéarité de ces liaisons, et enfin par le tracé de graphiques représentant l'évolution du poids moyen des porcelets en fonction de la taille de la portée.

d) *Corrélations phénotypiques entre variables.*

Les données ont d'abord été transformées, séparément pour chaque sexe, en écarts réduits à la moyenne des animaux nés la même année dans des portées de même numéro. Puis, les coefficients de corrélation intraportée, entre les 9 variables étudiées, ont été calculés.

RÉSULTATS

I. — COURBES DE CROISSANCE DES PORCELETS

a) *Étude graphique.*

Les courbes représentatives de l'évolution du poids moyen des porcelets entre la naissance et 60 jours (courbes de croissance) sont présentées à la figure 1. Les courbes de croissance des animaux classés par race sont représentées à la figure 1-A. A l'intérieur d'une même race (*Large White*) les animaux ont été ensuite classés par sexe 1-B, par année de naissance 1-C, par numéro de portée 1-D et par classe de taille de portée à 36 jours 1-E.

Un simple examen graphique montre l'ouverture de l'éventail des courbes de croissance suivant le mode de classification : larges variations lorsque les animaux sont classés par race, par année de naissance ou par taille de portée, variations plus restreintes lorsqu'ils sont classés par sexe ou par numéro de portée (à l'exception des animaux issus de la première portée).

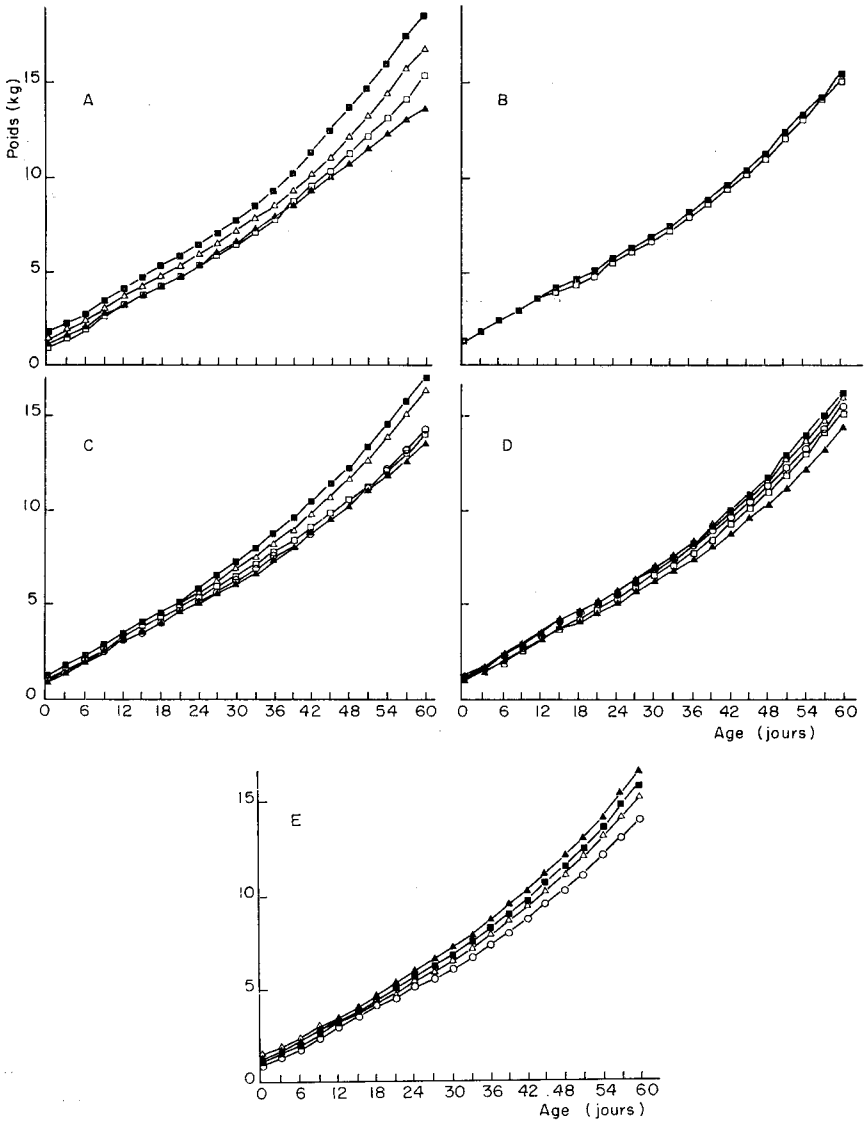


FIG. 1. — Courbes de croissance des porcelets classés par race (A), par sexe (B), par année de naissance (C), par numéro de portée (D) et par classe de taille de portée à 36 jours (E).

- | | | | | |
|---|--|--|---|--|
| <p>A</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Race Normande. △ Race Limousine. □ Race Large White. ▲ Race de Piétrain. | <p>B</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Mâles □ Femelles. | <p>C</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 1960 △ 1961 ○ 1957 □ 1959 ▲ 1958 | <p>D</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Portée n° 4 △ Portée n° 3 ○ Portée n° 2 □ Portée n° 5 ▲ portée n° 1 | <p>E</p> <ul style="list-style-type: none"> ▲ Taille de la portée ≤ 6 ■ Taille de la portée 7 et 8 △ Taille de la portée 9 et 10 ○ Taille de la portée ≥ 11 |
|---|--|--|---|--|

TABEAU 3

Équation des courbes de croissance des porcelets
 $Y = K + ax + bx^2 + cx^3 + dx^4$
 Y : poids exprimé en grammes.
 x : âge exprimé en jours.

Race	Classe	K	a	b	c	d	XI (1)	VI (2)
Limousine		957,7	285,9	— 6,568	0,150	— (3)	14,6	4,2
		1 086,9	316,4	— 8,910	0,238	— 1,61·10 ⁻³	46,0 56,6	4,8 17,2
Normande								
Piémont		1 077,9	219,2	— 4,037	0,126	— 1,02·10 ⁻⁴	43,7 48,0	3,6 10,8
Large White								
	Moyenne générale	922,2	229,2	— 3,402	0,079	— (3)	14,4	3,8
Sexe	Mâles	943,0	226,2	— 3,057	0,070	—	14,6	3,8
	Femelles	913,5	228,2	— 3,511	0,082	—	14,2	3,7
Année	1954-55-56	729,5	242,4	— 4,651	0,115	—	13,4	3,4
	1957	948,5	206,8	— 2,680	0,058	—	15,2	3,7
	1958	887,4	232,3	— 4,348	0,108	—	13,4	3,5
	1959	1 031,0	199,3	—	—	—	—	—
	1960	1 098,1	219,3	— 2,443	0,071	—	11,5	3,4
	1961	793,4	286,6	— 6,522	0,140	—	15,5	4,2
N° de portée	Portée n° 1	946,7	215,9	— 2,776	0,054	—	17,1	4,1
	Portée n° 2	945,0	229,0	— 2,830	0,061	—	15,4	4,1
	Portée n° 3	878,6	243,1	— 3,995	0,098	—	13,5	4,1
	Portée n° 4	888,1	247,9	— 4,655	0,120	—	13,0	3,6
	Portée n° 5 (4)	923,4	219,2	— 3,384	0,087	—	13,0	3,4
Taille de la portée	≤ 6 porcelets à 36 j.	866,4	252,6	— 4,065	0,096	—	14,1	3,8
	7 et 8	947,0	227,1	— 2,941	0,067	—	14,6	3,8
	9 et 10	900,9	249,8	— 5,216	0,125	—	13,9	3,7
	≥ 11	832,5	229,3	— 4,210	0,094	—	14,7	3,6

(1) XI = abscisse (en jours) du point (ou des 2 points) d'inflexion.

(2) VI = ordonnée en kg du point (ou des 2 points) d'inflexion.

(3) Coefficient non significatif (5 p. 100).

(4) Ensemble des portées d'ordre supérieur ou égal à 5.

TABLEAU 4
Résultats de l'analyse de la variance
 Valeurs de F relatives aux tests des effets directs et des interactions

Source de variation	Degré de liberté	Poids des animaux (âge en jours)					Vitesse de croissance (périodes j.)				
		0	6	21	36	60	3-15	18-30	33-45	48-60	
Inter. année-sexe	7	1,12	0,55	0,71	1,20	1,94	0,51	1,54	1,68	1,63	
Inter. sexe-N° P.	8	0,26	1,22	0,49	0,40	0,77	1,86	0,21	0,58	1,04	
Inter. année-N° P. . . .	46	6,05**	5,02**	4,66**	4,76**	4,95**	5,01**	5,46**	4,78**	4,66**	
Inter. N° P.-T. P. 36 j	21	4,52	4,95	3,74	3,77	3,21					
Inter. année-T. P. 36 j		3,41	4,24	4,93	5,70	6,92					
Effet « Sexe »	1	18,04**	13,96**	11,47*	9,89*	1,06	3,01	5,46*	0,00	0,22	

* : valeur de F significative au seuil de 5 p. 100.

** : valeur de F significative au seuil de 1 p. 100.

N° P. : numéro de portée.

T. P. 36 : taille de la portée à 36 jours.

b) *Équation des courbes de croissance.*

L'évolution du poids (y) en fonction de l'âge (x) a été représentée par une équation du 4^e degré de la forme :

$$y = K + ax + bx^2 + cx^3 + dx^4.$$

Les valeurs de la constante K et des coefficients a , b , c , d figurent au tableau 3. Toutes les courbes de croissance, à une exception près, présentent un point d'inflexion dont l'abscisse (obtenue en annulant la dérivée seconde de y) figure au tableau 3. Celui-ci indique que la vitesse de croissance passe par une valeur minimum entre le 11^e et le 17^e jour d'âge. Ce minimum correspond également à un poids relativement constant (3,4 à 4,8 kg) quelles que soient la race et l'année. On peut cependant signaler que le minimum correspond à un âge et à un poids d'autant plus élevés que la truie est plus jeune (1^{re} et 2^e portée). Enfin, il existe un second point d'inflexion mis en évidence pour les seules races *Normande* et *Piétrain* aux âges respectifs de 56 et 48 jours.

II. — CAUSES DE VARIATIONS

En vue de simplifier la présentation des résultats, seules les valeurs de F obtenues dans les analyses de la variance des 9 variables considérées sont rapportées dans le tableau 4.

a) *Analyse des interactions.*

La première partie du tableau 4 se rapporte aux tests des interactions entre les trois premiers facteurs pris deux à deux en supposant le troisième facteur indépendant. Les résultats montrent que les interactions année de naissance-numéro de portée sont hautement significatives alors que le sexe est pratiquement indépendant des autres causes de variation.

TABLEAU 5

Poids moyen des porcelets à 60 jours (kg)

Année	Numéro de portée				
	1	2	3	4	5
1955	16,63	16,72	15,24	17,53	15,53
1956	17,25	16,54	16,62	16,29	16,17
1957	15,48	13,52	12,77	15,70	14,21
1958	12,83	13,82	13,54	15,18	14,86
1959	12,99	14,28	14,62	14,09	14,63
1960	15,68	17,51	18,53	17,97	19,06
1961	14,17	17,26	18,26	17,85	16,72

La seconde partie du tableau 4 montre que les interactions entre année et numéro de portée d'une part et taille de la portée à 36 jours d'autre part (étudiées simplement pour les 5 premières variables) sont toutes hautement significatives.

Le tableau 5 rapporte, à titre d'exemple, les valeurs moyennes du poids des porcelets à 60 jours au cours des différentes années et en fonction du numéro de portée. Ces valeurs expérimentales montrent que pour ce caractère, le numéro de portée a un effet variable au cours des années.

b) *Estimations des effets.*

Le tableau 6 rapporte les effets du sexe, de l'année de naissance, du numéro de portée et de la taille de la portée à 36 jours. Ces valeurs ont été calculées par la méthode des moindres carrés dans l'hypothèse de non interaction entre ces facteurs. En conséquence, seules les estimations relatives au sexe ont une valeur générale ; celles qui sont relatives à l'année, au numéro et à la taille de la portée ne représentent que la moyenne des effets observés au cours des années 1954-61, et il n'est pas possible d'en tirer des conclusions générales.

1° *Sexe :*

Les porcelets mâles sont significativement plus lourds que les femelles à la naissance (tabl. 4 et 6, fig. 1-B), mais cet avantage s'atténue (en valeur relative) au voisinage du sevrage. Les animaux mâles pèsent en effet 33 g de plus que les femelles à la naissance, 118 g à 21 jours et 126 à 60 jours. Cependant, la vitesse de croissance observée dans les intervalles de temps considérés n'est pas significativement différente, si bien que la différence de poids observée au sevrage entre les deux sexes n'est plus significative.

2° *Année de naissance.*

Le poids et la vitesse de croissance varient dans le même sens pour une même année (tabl. 6 et fig. 1-C). Néanmoins, il existe une variation considérable entre les années. L'étendue de la variation des poids moyens à 60 jours atteint 3,9 kg entre les années 1958 et 1960, soit une différence de 130 g/jour dans la vitesse de croissance de 48 à 60 jours.

3° *Numéro de portée :*

L'effet du numéro de portée (tabl. 6 et fig. 1-D) est plus limité que celui de « l'année ». Bien qu'il y ait une interaction significative entre ces deux facteurs, il semble que, en général, les porcelets issus de premières portées aient une croissance inférieure aux autres.

4° *Taille de la portée :*

L'effet de la taille de la portée à 36 jours (tabl. 6 et fig. 1-E) est également important. Bien qu'il ne soit pas déterminé avec précision en raison de l'interaction significative avec le numéro de portée et l'année de naissance (tabl. 4), nous devons remarquer que les porcelets appartenant à des portées inférieures ou égales à 6 ont une supériorité pondérale de 95 g à la naissance et de 2,6 kg à 60 jours par rapport à ceux appartenant à des portées d'effectifs supérieurs ou égaux à 11.

TABLEAU 6

Effet du sexe, de l'année de naissance, du numéro et de la taille de la portée
sur le poids à 0, 21, 36 et 60 jours et sur la vitesse de croissance

Source de variation	Niveau	Poids (g)					Gain de poids/période			
		naissance	21 j.	36 j.	60 j.	3-15 j.	18-30 j.	33-45 j.	48-60 j.	
Sexe	Mâles	46,4	59	94	63	1,4	2,5	0,07	0,9	
	Femelles	46,4	59	94	63	1,4	2,5	0,07	0,9	
Année de naissance	1954	—	530	619	332	—	7,2	—	27,0	
	1955	—	65	186	956	0,2	42,9	30,5	26,3	
	1956	53	443	423	633	0,2	1,6	42,3	24,7	
	1957	36	458	409	1 068	—	14,4	—	31,2	
	1958	—	410	371	4 891	—	7,8	—	82,0	
	1959	30	92	43	1 208	—	4,2	—	58,4	
	1960	77	320	862	1 812	9,4	28,5	33,0	46,8	
1961	68	304	272	1 097	16,8	4,2	12,6	46,8		
N° de portée	1	—	117	406	1 104	—	1,7	—	32,8	
	2	09	170	170	39	—	12,3	—	13,2	
	3	—	163	220	287	10,1	3,5	9,4	4,9	
	4	21	107	299	552	8,6	0,2	16,7	7,2	
	5	—	0	90	34	—	2,7	3,4	7,8	
	6	—	227	180	93	—	8,9	0,9	9,2	
	7	—	149	362	976	9,2	11,2	24,9	29,0	
	8	—	337	656	735	—	20,5	14,4	2,5	
	9	67	92	401	402	—	5,7	—	10,9	
Taille de la portée à 36 j.	≤ 6	44	354	609	1 189	—	—	—	—	
	7- 8	6	90	205	543	—	—	—	—	
	9-10	1	79	148	299	—	—	—	—	
	≥ 11	—	365	668	1 432	—	—	—	—	
Moyenne générale	1 209	4 918	7 953	15 634	181,4	191,1	254,9	363,8		

Nota : Ces effets sont exprimés par la différence à la moyenne générale.
Toutes les valeurs sont exprimées en grammes.

TABLEAU 7

Corrélations intra-année et numéro de portée entre la taille et le poids moyen des porcelets d'une portée
Résultats du test de linéarité de ces corrélations
 (Valeurs de *r*, et de *F*, en italique)

	Poids moyen naissance	Poids moyen 6 jours	Poids moyen 21 jours	Poids moyen 36 jours	Poids moyen 60 jours
Taille portée naissance	— 0,33 ** <i>0,43</i>	— 0,39 ** <i>0,76</i>	— 0,40 ** <i>0,81</i>	— 0,41 ** <i>1,11</i>	— 0,37 ** <i>1,07</i>
Taille portée 21 jours	— 0,13 * <i>1,02</i>	— 0,21 ** <i>1,86 *</i>	— 0,32 ** <i>1,93 *</i>	— 0,38 ** <i>1,26</i>	— 0,35 ** <i>0,87</i>
Taille portée 36 jours	— 0,12 * <i>1,39</i>	— 0,18 ** <i>1,40</i>	— 0,27 ** <i>1,83 *</i>	— 0,33 ** <i>1,06</i>	— 0,32 ** <i>0,68</i>
Taille portée 60 jours	— 0,10 <i>1,85 *</i>	— 0,15 ** <i>2,49 **</i>	— 0,22 ** <i>1,97 *</i>	— 0,27 ** <i>1,34</i>	— 0,27 ** <i>0,89</i>

* : Significatif au seuil de 5 p. 100.
 ** : Significatif au seuil de 1 p. 100.

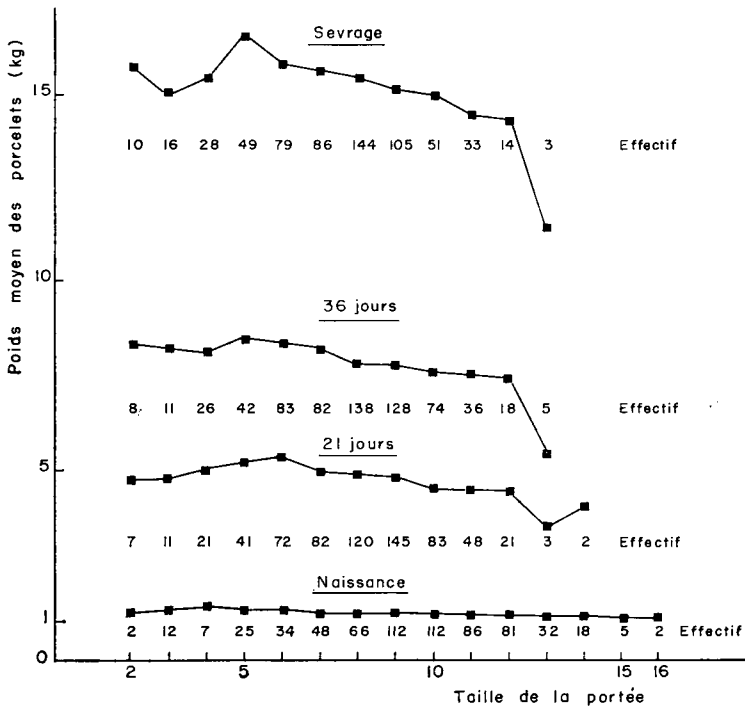


FIG. 2. — Variations du poids moyen des porcelets en fonction de la taille de la portée à 0, 21, 36 et 60 jours.

TABLEAU 8

Corrélations phénotypiques entre le poids et la vitesse de croissance calculées intra-verrat et portée, après correction des données pour l'année de naissance et le numéro de portée (1)

Variable	Sexe	Poids						Gain de poids journalier			
		naissance (1)	6 j. (2)	21 j. (3)	36 j. (4)	60 j. (5)	3-15 j. (6)	18-30 j. (7)	33-45 j. (8)	48-60 j. (9)	
(4) Poids N	M		0,75	0,58	0,50	0,40	0,41	0,27	0,26	0,22	
	F		0,70	0,49	0,42	0,34	0,33	0,21	0,22	0,17	
(2) Poids 6 j.	M			0,79	0,66	0,51	0,66	0,34	0,31	0,26	
	F			0,79	0,65	0,51	0,66	0,33	0,29	0,27	
(3) Poids 21 j.	M				0,85	0,62	0,89	0,53	0,33	0,30	
	F				0,85	0,64	0,89	0,52	0,34	0,33	
(4) Poids 36 j.	M					0,81	0,72	0,81	0,56	0,44	
	F					0,83	0,73	0,81	0,57	0,48	
(5) Poids 60 j.	M						0,52	0,66	0,78	0,82	
	F						0,52	0,67	0,79	0,82	
(6) Gain 3-15 j.	M							0,35	0,29	0,24	
	F							0,36	0,28	0,27	
(7) Gain 18-30 j.	M								0,43	0,38	
	F								0,44	0,38	
(8) Gain 33-35 j.	M									0,51	
	F									0,54	
(9) Gain 48-60 j.	M										
	F										

(1) Toutes ces corrélations significatives, au seuil de 1 p. 100, ont été déterminées sur un effectif de 2 043 mâles et 1 957 femelles.
M : Mâle. F : Femelle.

Les corrélations entre taille de la portée et poids moyen des porcelets à différents âges, rapportées dans le tableau 7, sont toutes négatives ; elles indiquent que 1 à 16 p. 100 de la variance ⁽¹⁾ du poids du porcelet dépend de la taille de la portée.

Le tableau 7 rapporte également les valeurs de F relatives aux tests de linéarité de ces différents coefficients de corrélation. Nous pouvons constater que ces derniers ne sont pas tous linéaires et c'est précisément le cas des relations qui existent entre taille de la portée à 60 jours d'une part, et poids moyen des porcelets à 0,6 et 21 jours d'autre part. La figure 11 représente, à titre d'exemple, l'évolution du poids moyen des porcelets en fonction de la taille de la portée à 0, 21, 36 et 60 jours.

III. — ÉTUDE DES CORRÉLATIONS ENTRE VARIABLES

En vue de déterminer l'importance des liaisons entre les 9 critères considérés précédemment, nous avons calculé les coefficients de corrélation intra-portée pour ces variables sur les données corrigées pour l'année de mise bas et le numéro de portée, soit 2 043 mâles et 1 957 femelles. L'examen de ces coefficients regroupés dans le tableau 8 appelle quelques remarques :

- Les valeurs trouvées sont toutes hautement significatives et positives, ce qui souligne l'importance des liaisons entre le poids aux différents âges.

- Il existe très peu de différence entre les valeurs relatives aux deux sexes.

- Le poids à la naissance explique seulement 16 p. 100 de la variation du poids à 60 jours et 4,8 p. 100 de la variation de la vitesse de croissance de 48 à 60 jours chez le mâle. Les chiffres correspondants chez les femelles sont respectivement 11,5 et 2,9 p. 100.

- Chez les mâles, 65,6 p. 100 de la variation du poids à 60 jours dépend du poids à 36 jours contre 68,9 p. 100 pour les femelles. De la même façon, 60,8 p. 100 de la variation de ce poids dépend de la vitesse de croissance entre 33 et 45 jours chez le mâle, contre 62,4 pour les femelles.

DISCUSSION ET CONCLUSION

1. *Courbes de croissance*

De nombreuses tentatives de détermination des « courbes de croissance de référence » pour le porcelet ont été faites, la plupart du temps par des méthodes graphiques : MUMFORD (1923), MCKENZIE (1926), RICHTER (1928), ITNER et HUGHES (1938), ASHTON et CRAMPTON (1943). Quelques auteurs ont tenté de trouver une expression mathématique de la croissance du porc, soit de la naissance à l'abattage (DONALD, 1940 ; BRODY, 1945 ; ABARCA et TAPIA, 1963), soit de la naissance au sevrage (CICVAREK, 1955 ; CHOULAMOUNTRY, 1956 ; CAMERLYNCK, 1960). De ces dernières études, réalisées à partir de pesées effectuées à des intervalles de temps

(1) Pourcentage de la variance calculé en élevant au carré le coefficient de corrélation.

supérieurs ou égaux à une semaine, il découle que la croissance peut s'exprimer suivant le cas par une fonction parabolique ou exponentielle. Seul CÍCVAREK (1955) a émis l'hypothèse d'une forme plus compliquée en signalant 3 phases distinctes dans la croissance du porcelet.

Notre étude, s'appuyant sur des pesées individuelles d'un grand nombre de porcelets à des intervalles de 3 jours, nous a permis de tenir compte de diverses sources de variation. Les différentes courbes de croissance que nous avons établies peuvent être assimilées dans leur ensemble à des fonctions du 3^e degré en accord avec les résultats de LEGAULT et CANONGE (1965). Toutefois, suivant les conditions de milieu, la forme de la courbe a tendance à varier : c'est ainsi que des conditions sanitaires mauvaises en 1959 conduisent à une courbe de croissance linéaire, s'écartant ainsi sensiblement de la courbe moyenne. Aussi, comme l'ont souligné FORSHAW et *al.* (1953), une courbe de croissance ne peut-elle se rapporter qu'aux animaux d'une race donnée, vivant dans des conditions déterminées et contrôlées.

Les variations de la vitesse de croissance ne sont pas moins intéressantes à considérer : la principale caractéristique du gain de poids journalier est, en effet, sa variation dans le temps ; l'existence d'un point d'inflexion entre le 11^e et le 17^e jour signifie que la vitesse de croissance passe par un minimum à cet âge. Ce phénomène a été constaté graphiquement par ASHTON et CRAMPTON (1943), LEROY et LÉRY (1946), FORSHAW et *al.* (1953), MANNERS et MCCREA (1958). Ce minimum de la vitesse de croissance ou « crise » est souvent attribué à une insuffisance d'apport alimentaire (CÍCVAREK, 1955 ; AUMAITRE, 1961 et 1965) ; en effet, les porcelets ingèrent une quantité d'énergie ou de matière sèche par unité de poids vif minimum à cette époque de transition entre l'alimentation lactée et l'alimentation sèche. Mais d'autres explications ont également été fournies ; par exemple, cette période peut correspondre à des phases d'accroissement différentiel des divers tissus élaborés (BERGE et INDREBO, 1954 ; WOOD et GROVES, 1963 ; ELSLEY, 1964) et notamment à une formation plus intense du tissu gras, dont l'élaboration est coûteuse. Plus classiquement, on invoque aussi des carences en oligo-éléments insuffisamment renouvelés depuis la naissance.

L'existence d'un second point d'inflexion chez les porcelets de races *Normande* et *Piértrain* (maximum de la vitesse de croissance) semble correspondre chez ces derniers à la « crise » du sevrage.

Dans le cas présent, nous n'avons pas estimé la précision de la détermination de l'âge d'apparition de ces « crises ». Il nous est donc difficile de prétendre choisir entre les différentes explications. On remarquera cependant que l'étendue des variations de l'âge et du poids des porcelets au minimum de la croissance est relativement faible (tabl. 3). Le sexe et la taille de la portée n'interviennent pratiquement pas, alors que les variations dues à l'année ou au numéro de portée semblent plus importantes ; on remarquera en particulier « que la date de la crise » semble apparaître de plus en plus tôt au cours de portées successives.

Il convient d'évoquer *l'effet de la race* qui apparaît nettement dans nos résultats. Rappelons simplement que les porcelets de race *Normande* sont les plus lourds à tous les âges et qu'ils sont suivis en cela par ceux de la race *Limousine*. Mais cet avantage n'est que relatif et peut être attribué, en majeure partie, à la faible prolificité de ces deux races (tabl. 1). Toutefois, cette hypothèse mériterait d'être vérifiée sur des effectifs plus élevés pour les races *Limousine* et *Normande*. Nos résultats

sont en accord avec ceux de CAMERLYNCK (1960) et MOLENAT et POULLENC (1962), en ce qui concerne les races *Piértrain* et *Large White*.

2. Effet du sexe

Comme dans beaucoup d'espèces domestiques, les poids les plus élevés s'observent chez le mâle. Néanmoins, cet avantage significatif à la naissance disparaît au sevrage et la vitesse de croissance n'est pas différente d'un sexe à l'autre au cours de l'allaitement. De nombreux auteurs sont en accord avec ces résultats (BYWATERS, 1937 ; OLOFSSON, 1948 ; FREDDEEN et PLANCK, 1963, etc...) à la fois pour les poids à la naissance et au sevrage. Ce fait peut être expliqué par l'intervention de la castration du mâle qui ralentit sa vitesse de croissance d'autant plus que l'animal est castré à un âge plus avancé (SALMON-LEGAGNEUR et FÉVRIER, 1959).

3. Effets communs aux animaux d'une même portée

Ces effets qui sont souvent désignés par la dénomination d'« effet portée » au sens large, concernent, nous l'avons vu, un grand nombre de causes de variation parmi lesquelles nous avons d'abord considéré l'année de naissance, le numéro et la taille de la portée. L'interaction qui existe entre ces trois facteurs est difficile à expliquer ; il semble (tabl. 5) que les porcelets issus des premières portées aient été désavantagés au cours des 4 dernières années de contrôle. Ces interactions rendent impossible l'estimation exacte de l'importance des effets de ces trois facteurs considérés individuellement. Toutefois, comme le montrent les tableaux 3 et 4, l'*effet de l'année de mise bas* paraît très important, notamment au cours des années 1958 et 1959. Cela souligne le fait que les porcelets sont sensibles aux variations de milieu et principalement aux conditions sanitaires qui peuvent évoluer d'une année à l'autre à l'intérieur d'une même porcherie. Divers auteurs ont trouvé que l'influence de l'année de mise bas représentait de 6 à 10 p. 100 de la variance du poids à la naissance (LUSH et al., 1934 ; FREDDEEN et PLANK, 1963). D'autres auteurs (BYWATERS, 1937 ; HAZEL et al., 1943 ; KORKMAN, 1947) ont signalé que l'année de naissance avait une influence notable sur le poids à 21 jours et sur le poids à 56 jours et que parfois l'effet était particulièrement accentué pour certaines saisons. L'effet du *numéro de portée* intervient de façon moins nette, sauf en ce qui concerne la première portée dont l'ensemble des performances semble plus faible. Ce phénomène a été signalé par de nombreux auteurs (MCKENZIE, 1928 ; JOHANSSON, 1931 ; KORKMAN, 1947 ; CESBRON, 1958 ; MOLENAT et POULLENC, 1962 ; LYNCH, 1965) : il s'explique en partie du fait que non seulement le nombre et le poids des animaux nés sont plus faibles, mais aussi parce que la production laitière de la mère est elle-même moins importante (SALMON-LEGAGNEUR, 1958).

L'effet dépressif de la *taille de la portée* sur le poids individuel du porcelet à différents stades est un phénomène bien connu que nous ne ferons que rappeler ici. De nombreux auteurs ont en effet trouvé des coefficients de corrélation négatifs entre le poids moyen et l'effectif des porcelets d'une portée, tant à la naissance qu'au sevrage (AXELSON, 1928 ; MURRAY, 1934 ; LUSH et al., 1934 ; SMITH et DONALD, 1937 ; WINTERS et al., 1947 ; CESBRON, 1958 ; LODGE et McDONALD, 1959 ; OMTVEDT et al., 1965). On retiendra de l'ensemble de ces études, qui sont en accord

avec nos propres résultats que 5 à 25 p. 100 de la variance du poids à la naissance, et 1 à 16 p. 100 de celle au poids du sevrage, sont dus à l'effectif des porcelets dans la portée.

La figure 2 montre que la relation taille de la portée-poids du porcelet est linéaire pour des tailles de portée comprises entre 5 et 11 porcelets et cela explique le fait que les coefficients de corrélation reportés dans le tableau 7 soient dans leur majorité linéaires. Cependant, il est admis en général (KORKMAN, 1947) que le poids moyen du porcelet s'accroît jusqu'à une taille de portée voisine de 5, pour diminuer ensuite.

4. *Corrélations entre poids et vitesse de croissance à différents âges*

L'influence du poids à la naissance sur le poids au sevrage a été souvent étudiée : les diverses estimations de BAKER *et al.* (1943), DONALD (1939), FORSHAW *et al.* (1953), TETER et HANSON (1959), LODGE et McDONALD (1959), LYNCH (1965), etc. montrent que 6 à 25 p. 100 de la variance du poids au sevrage dépendent du poids à la naissance. Par contre, un nombre plus limité d'études (LUSH, 1943 ; BLUNN *et al.*, 1954 ; LODGE et PRATT, 1965) se rapporte à la détermination des liaisons entre le poids à la naissance ou au sevrage et les vitesses de croissance à différentes périodes. Nos propres résultats dans ce domaine montrent que l'influence du poids à la naissance diminue lorsque l'âge augmente. D'autre part, une corrélation positive mais faible existe entre le poids aux premiers âges et les poids et vitesses de croissance ultérieurs. Le poids à la naissance intervient de façon beaucoup plus limitée sur les performances finales des animaux que sur les phases précoces de l'allaitement. Ceci ne surprend pas quand on sait que le poids à la naissance du porcelet représente 0,4 à 0,8 p. 100 de son poids adulte contre environ 5 à 10 p. 100 chez la souris ou les espèces domestiques.

Un autre problème pourrait être évoqué : celui de l'estimation de la production laitière des truies par des pesées de la portée à différents âges. Le poids de la portée à 21 jours est généralement préféré au poids à 60 jours comme critère pratique d'appréciation de la production laitière des truies. Pourtant, ces deux critères ont sensiblement la même valeur (SALMON-LEGAGNEUR, 1958) et sont, de plus, fortement liés entre eux. Le poids à 60 jours est, d'autre part, en corrélation étroite avec le gain de poids de 48 à 60 jours qui caractérise davantage l'aptitude individuelle de croissance du porcelet (héritabilité plus élevée, LEGAULT et AUMAITRE, 1966). On peut donc trouver une double signification du poids au sevrage (60 jours). Il renseigne à la fois sur la production laitière de la Truie, ce qui permettrait d'éviter la pesée à 21 jours toujours fastidieuse et rarement effectuée, et sur le potentiel de croissance de la portée indépendamment de l'allaitement. On ne saurait donc sous-estimer l'intérêt d'un tel critère.

Nos résultats dans leur ensemble soulignent l'importance du milieu sur la croissance du porcelet et les difficultés rencontrées pour maîtriser certaines de ses composantes telles que l'année, le numéro et la taille de la portée ; cette étude constitue également une étape nécessaire à la détermination de l'importance des causes de variation d'origine génétique.

Reçu pour publication en septembre 1966.

SUMMARY

BIOMETRICAL ASPECTS OF THE GROWTH OF SUCKLING PIGLETS
I. EFFECTS OF SEX, YEAR OF BIRTH, SIZE AND LITTER PARITY

6,669 piglets were weighed at 3-day intervals from birth to weaning. From these data were mathematically studied the variations of growth curves, weight (at birth, 6, 21, 36 and 60 days) and growth rate (over 4 periods : 3 to 15, 18 to 30, 33 to 45 and 48 to 60 days).

Mathematical adjustment of the growth curves by polynomial regression shows that weight variation (y) as a function of age (x) is represented by the following equation :

$$y = K + ax + bx^2 + cx^3.$$

These curves show an inflection between 11 and 17 days thus pointing the age when the growth rate reaches a minimum.

The effects of sex, year of farrowing, size and litter parity, as well as their interactions, were analyzed by means of the least squares method. The effect of sex is significantly in favour of males from birth to the 21st day, but it is independent of the other variations. The effects of year, size and litter parity are related to one another and their importance is discussed. The correlation coefficients within litter between the 5 weights and the 4 growth rates were computed after having been adjusted for litter parity and year of farrowing. They are all significant ($r = + 0,17$ to $+ 0,82$).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ABARCA V., TAPIA J., 1963. Curva de crecimiento y correlaciones entre el peso a diferentes edades en *Duroc Jersey*. *Bol. Prod. Anim.*, **1**, 63-76.
- ASHTON G. C., CRAMPTON E. W., 1943. Rates of growth of bacon type nursing pigs. *Sci. Agric.*, **24**, 17-20.
- AUMAITRE A., SALMON-LEGAGNEUR E., 1961. Influence de l'alimentation complémentaire sur la croissance du porcelet avant le sevrage. *Ann. Zootech.*, **10**, 127-140.
- AUMAITRE A., 1965. Bases physiologiques du sevrage du porcelet. *Bull. Soc. sci. Hyg. aliment.*, Paris **53**, 160-177.
- AXELSON J., 1928, cité par SMITH A. D. B., ROBINSON O. J., BRYANT D. M., 1934. *The genetics of the pigs*. Bibliographia genetica, Martinus Nijhoff ed., The Hague.
- BAKER M. L., HAZEL L. N., REINMILLER C. F., 1943. The relative importance of heredity and environment in the growth of pigs at different ages. *J. anim. Sci.*, **2**, 3-13.
- BERGE S., INDREBO T., 1954. Sammensetning av levendevekt og av tilskeskst hos smagriser. *Meld. Nord Landbrhogski.*, **34**, 481-500.
- BLUNN C. T., WARWICK E. J., WILEY 1954. Interrelationships of swine weights at three ages. *J. anim. Sci.*, **13**, 383-388.
- BRODY S., 1945. *Bioenergetics and growth*, Reinhold Publ. C., New York.
- BYWATERS J. H., 1937. The hereditary and environmental portions of the variance in weaning weights of *Poland China* pigs. *Genetics*, **22**, 457-468.
- CAMERLYNCK R., 1960. Les qualités d'engraissement et d'abattage des porcs Piétrain. *Colloque sur la race porcine belge Piétrain*, Bruxelles 21-22 Mars, E. A. A. P. Ed. 39-57.
- CESBRON J., 1958. Étude sur le poids à la naissance des porcelets (données non publiées).
- CHOUAMOUNTRY O., 1956. Données non publiées.
- CICVAREK A., 1955. Contribution à l'étude de la croissance et du développement des porcelets sous la mère (en tchèque). *Zivoc. Vyr.* **1**, 555-582.
- DONALD H. P., 1939. The relative importance of sow and litter during the growth of suckling pigs : A comparison of fostered with normally reared pigs. *Emp. J. exper. Agric.*, **7**, 32-41.
- DONALD H. P., 1940. Growth rate and carcass quality in bacon pigs. A study of polynomial coefficients fitted to growth rate data. *J. agric. Sci.*, **30**, 582-597.
- ELSLEY F. W. H., 1964. The physiological development of the young pig. *Ann. Zootech.*, **13**, (n° h.-s.) 75-84.
- FORSHAW R. P., MADDOCH H. H. M., HOMEYER P. G., CATRON D. V., 1953. The growth of *Duroc* suckling pigs raised in drylot. *J. anim. Sci.*, **12**, 263-270.

- FREDEEN H. T., PLANCK R. N., 1963. Litter size and pre- and post-weaning performance in swine. *Canad. J. anim. Sci.*, **43**, 135-142.
- HAZEL L. N., BAKER M. L., REINMILLER C. F., 1943. Genetic and environmental correlations between the growth rates of pigs at different ages. *J. anim. Sci.*, **2**, 118-128.
- ITTNER U. R., HUGHES E. H., 1938. A normal growth curve for swine. *J. Heredity*, **29**, 385.
- JOHANSSON I., 1931. Problems in breeding for high prolificacy. *Pig Breeder's Ann.*, **11**, 80-87.
- KORKMAN N., 1947. Causes of variation in the size and weight of litters from sows. *Acta. Agric. Suecana*, **2**, 253-310.
- LEGAULT C., CANONGE J., 1965. Essai d'application d'un test de convergence de droites de régression à la croissance des porcelets. *Ann. Zootech.*, **14**, 285-297.
- LEGAULT C., AUMAITRE A., 1966. Aspects biométriques de la croissance du porcelet : II. Étude génétique. *Ann. Zootech.*, **15**, 333-341.
- LEROY A. M., LÉRY G., 1946. Expériences sur la croissance des porcelets pendant la période d'allaitement et de sevrage. *Ann. agron.*, Paris, **1**, 1-17.
- LODGE G. A., McDONALD I., 1959. The relative influence of birth weight milk consumption and supplementary food consumption upon the growth rate of suckling piglets. *Animal Prod.*, **1**, 139-144.
- LODGE G. A., PRATT P. D., 1963. Birth weight and the subsequent growth of suckled pigs. (Proc.). *Animal Prod.*, **5**, 225.
- LUSH J. L., HETZER H. O., CULBERTSON C. C., 1934. Factors affecting birth weight of swine. *Genetics*, **19**, 329-343.
- LUSH J. L., 1943. Adjusting weights of pigs to an age of 154 days. *Res. Item.*, **25**. Regional Swine Breeding Laboratory, Ames, Iowa.
- LYNCH G., 1965. A study of the reproductive characteristics of pigs. *Meld. Norg. Landbr. Hogsk.*, **44**, 9-10.
- MANNERS M. J., MCCREA M. R., 1958. The nutrition of the baby pig. *Agric. Rev.*, **3**, 37-45.
- MCKENZIE F. F., 1926. Growth and development with special reference to domestic animals. Growth of swine. *Moana Agric. exper. Stn. Res. Bull.*, **96**, 124.
- MCKENZIE F. F., 1928. Growth and reproduction of swine. *Miss. agric. exper. Stn Res. Bull.*, **118**.
- MOLENAT M., POULLENC J., 1962. Performances d'élevage et sélection du Porc Large White. *Bull. Inform. Ing. Serv. agric.*, Paris, **171**, 1-68.
- MUMFORD F. B., MOGAN A. G., BERNARD P. M., 1923. Normal growth of domestic animals. Growth curves of swine. *Moana agric. exper. Stn Res. Bull.*, **62**, 36.
- MURRAY G. N., 1934. A statistical analysis of growth and carcass measurements of baconers. *J. veter. Sci.*, **2**, 301-360.
- OLOFSSON N. E., 1948. Le poids et la croissance des porcelets au cours de leurs 8 premières semaines. *Svensk. Svin. Tedske.*, **6**, 94-97.
- OMTVEDT I. T., STANISLAW C. M., WHATLEY J. A., 1965. Relationship of gestation length, age and weight at breeding, and gestation gain to sow productivity at farrowing. *J. anim. Sci.*, **24**, 531-535.
- RICHTER K., 1928. Beiträge zur gewichtsmässigen Entwicklung der Ferkel und der Leistungsfähigkeit der Sauen des veredelten Landschweines und des deutschen weissen Edelschweines während seiner zehnwöchigen Säugezeit. *Deutschen Gesellsch. Züchtungs.*, Heft. **37**.
- SALMON-LEGAGNEUR E., 1958. Observations sur la production laitière des truies. *Ann. Zootech.*, **7**, 143-162.
- SALMON-LEGAGNEUR E., FÉVRIER R., 1959. Influence de la castration sur la croissance du porcelet. *C. R. Acad. Agric. France*, **45**, 142-147.
- SMITH A. D. B., DONALD H. P., 1939. Analysis of post-weaning growth in pigs. *J. agric. Sci.*, **29**, 274-294.
- TETER W. S., HANSON L. E., 1959. The influence of three-week weight on eight-week weight of pigs weaned at three weeks of age. *J. anim. Sci.*, **18**, 104-107.
- WINTERS L. M., CUMMINGS J. N., STEWART H. A., 1947. A study of factors affecting survival from birth to weaning and total weaning weight of the litter in swine. *J. anim. Sci.*, **6**, 288-296.
- WOOD A. J., GROVES T. D. D., 1963. Changes in body composition of the pig during early growth based on deuterium oxide dilution technique. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, **110**, 349-357.