

## LA COMPOSITION DU LAIT DE TRUIE

RELATIONS ENTRE LES VARIATIONS DES TENEURS DU LACTOSE  
ET DES AUTRES CONSTITUANTS

E. SALMON-LEGAGNEUR

Avec la collaboration technique de J. RETTAGLIATI,  
Hélène MOUTEL et Colette BAUDRILLART

*Station de Recherches sur l'Élevage,  
Centre national de Recherches zootechniques, Jouy-en-Josas (S.-et-O.)*

---

### SOMMAIRE

L'étude des variations des constituants du lait de truie au cours de 168 lactations, a permis de préciser :

1° qu'il existait un rapport étroit entre la sécrétion du lactose (quantité et teneur) et le volume total de la sécrétion lactée. Cette relation apparaît au cours de la lactation et se manifeste aussi entre lactations ou entre individus.

2° qu'il existait une corrélation négative élevée, indépendante de la quantité de lait produite entre la teneur en lactose et celle en matières azotées du lait au cours de la lactation, ou au cours de lactations différentes.

3° qu'il n'existait pas de relation définie entre la teneur en lactose et la teneur en matière-grasse au cours de la lactation. Par contre, on trouve une corrélation négative entre ces valeurs pondérées par lactation.

Ces relations sont discutées.

---

### INTRODUCTION

De nombreuses études ont montré chez plusieurs espèces animales que les teneurs du lait en différents constituants ne variaient pas de façon indépendante, mais qu'il existait au contraire certaines relations entre ces variations.

Le lait de truie ne semble pas faire exception à ce phénomène. Nous en avons fait état dans un précédent travail (SALMON-LEGAGNEUR, 1959). La présente étude a pour but de reprendre l'examen de ces relations entre constituants du lait de truie en s'attachant plus particulièrement à celles qui unissent le lactose aux autres facteurs (volume de la sécrétion, teneur en matières azotées, teneur en graisse).

Plusieurs auteurs, notamment GRAHAM (1937), BRODY (1945), JARRIGE (1956), ont en effet attiré l'attention sur le rôle joué par le lactose sur le volume de la sécrétion lactée et par là, sur la sécrétion des autres constituants. Mais les conclusions ont

été surtout obtenues chez les ruminants et il était intéressant de voir si elles se confirmaient chez un monogastrique comme le porc.

Dans cet esprit, cette étude a porté sur deux points principaux :

- relation entre la sécrétion du lactose et la production laitière totale,
- relation entre la teneur en lactose et les teneurs en matières azotées et en matières grasses.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

168 lactations provenant de 82 truies ont été suivies par nos soins et utilisées dans cette étude. Pour chacune de ces lactations, on procédait à 9 déterminations hebdomadaires des quantités journalières de lait produites et à l'analyse d'échantillons de lait récoltés chaque semaine au moyen d'une machine à traire spéciale, après injection intraveineuse à la truie de 2 à 6 U. I. d'ocytocine. Les techniques de mesure de la production, de récolte et d'analyse des échantillons de lait étaient celles que nous avons précédemment décrites (SALMON-LEGAGNEUR, 1956, 1959 a, 1959 b).

Les truies utilisées appartenaient pour la plupart à la race Yorkshire Large-White. Quelques lactations de truies d'autres races (Landrace Danoise, Piétrain, Normande) furent également étudiées.

Pendant toute la lactation, qui durait deux mois, les truies étaient maintenues en stabulation permanente et recevaient une alimentation composée d'aliments concentrés équilibrés distribués à volonté.

## RÉSULTATS

### 1<sup>o</sup> Résultats généraux.

L'ensemble des résultats portant sur les variations des quantités et de la composition du lait de truie est rapporté dans les tableaux 1, 2, et 3 et les figures 1 et 2.

TABLEAU 1

*Évolution de la production et de la composition du lait de truie au cours de la lactation*

Stade de lactation (semaines)	Colostr.	1	2	3	4	5	6	7	8
Quant. de lait (Kg) . . . . .	2,99	4,61	5,72	5,78	5,83	5,79	5,67	5,09	4,68
Mat. azotées p. 100 . . . . .	10,17	6,09	5,77	5,33	5,36	5,61	5,91	6,19	6,69
Lactose p. 100 . . . . .	3,72	5,06	5,58	5,54	5,67	5,56	5,43	5,36	5,15
Mat. grasse p. 100 . . . . .	5,21	7,21	6,69	6,60	6,30	5,92	5,89	5,86	5,75

TABLEAU 2

*Évolution de la production et de la composition de lait de truie au cours de lactations successives (1)*

Numéro d'ordre de la lactation	1	2	3	4	5	6	7	8
N. de lactations . . . . .	35	32	25	16	15	9	9	9
Quant. de lait (Kg) . . . . .	270	321	320	308	321	278	304	212
Mat. Azotées p. 100 . . . . .	5,69	5,53	5,62	5,75	5,68	5,78	5,70	6,12
Lactose p. 100 . . . . .	5,40	5,49	5,44	5,33	5,45	5,42	5,38	5,28
Mat. grasses p. 100 . . . . .	6,46	6,06	6,07	6,42	6,12	6,52	6,41	6,76

(1) Ces lactations ne se rapportent pas toutes aux mêmes truies.

TABLEAU 3

*Variations de la production et de la composition du lait de truies de races différentes*

Races	Large White	Piétrain	Normande	Danoise
N. lactations .....	150	4	5	9
Quant. de lait (Kg) .....	300	260	290	281
Mat. Azotées pour 100 ...	5,76	6,13	5,65	5,92
Lactose p. 100 .....	5,45	5,78	5,60	5,48
Mat. grasses p. 100 .....	6,31	6,24	5,29	6,25

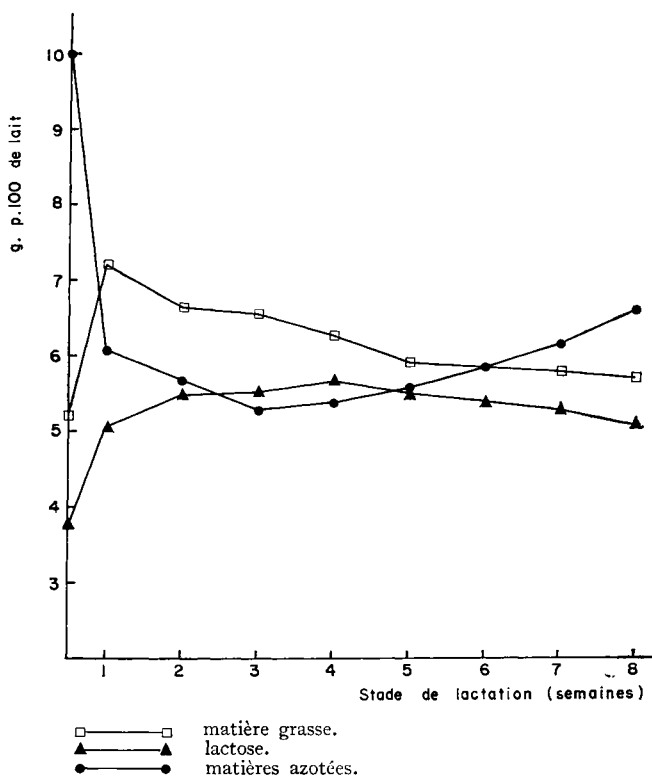


FIG. 1. — Évolution de la composition du lait de truie au cours de la lactation.

*2° Relation entre le lactose et le volume total de la sécrétion.*

Il existe une corrélation très élevée entre la quantité totale de lactose sécrétée et le poids ou le volume <sup>(1)</sup> de la sécrétion (figure 2), mais il s'agit là d'un phénomène général commun à tous les constituants, qui ne fait que traduire l'incidence de la courbe de lactation sur les quantités sécrétées.

Plus intéressante est la relation qui lie la teneur du lactose au poids ou au vo-

<sup>(1)</sup> WHITTLESTONE, 1952, a montré que la densité du lait de truie variait très peu au cours de la lactation et restait voisine de 1.04.

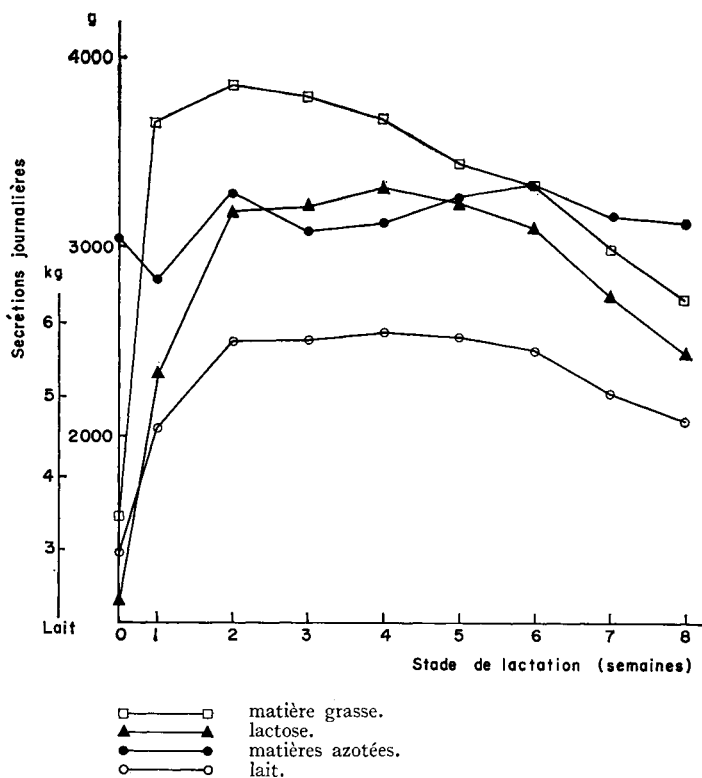


FIG. 2. — Évolution des quantités secrétées au cours de la lactation de la truie.

lume correspondant de la sécrétion, car cette relation ne s'exerce pas dans le même sens pour tous les constituants du lait.

Le tableau 4 rapporte à cet égard les coefficients de corrélation que l'on peut calculer entre les teneurs des principaux constituants organiques pour différentes données

TABLEAU 4

Coefficients de corrélation entre les teneurs des principaux constituants organiques et les quantités de lait secrétées chez la truie

Coefficient de corrélation	Intra-lactation (1)	Inter-individuelle (2)	Inter-lactations successives (3)
Teneur lactose/Quant. lait . . . . .	+ 0,974	+ 0,571	+ 0,667
Teneur M. azotées/Quant. lait . . . . .	— 0,983	— 0,437	— 0,803
Teneur M. grasses/Quant. lait . . . . .	+ 0,245 (4) (non significatif)	— 0,259 (4) (P = 0,05)	— 0,547 (4) (P = 0,05)

(1) Entre valeurs moyennes pour les différents stades d'une même lactation.

(2) Entre valeurs pondérées pour chaque lactation individuelle.

(3) Entre valeurs moyennes pour des lactations successives

Seuil de signification P = 0,01, sauf pour (4).

(stade de lactation, lactation individuelle, lactations successives) et les quantités de lait correspondantes.

On constate donc que dans tous les cas chez la truie, lorsque la teneur du lactose augmente, la production laitière augmente et inversement (1). Pour la teneur en matières azotées, par contre, c'est le phénomène inverse qui a lieu.

### 3° Relations entre la teneur en lactose et celle des autres constituants.

Ces relations peuvent être mises en évidence par la méthode des corrélations partielles. Le calcul des coefficients de corrélations brutes ne renseigne qu'imparfaitement, en effet, sur la nature des liaisons entre constituants, puisque certaines de ces liaisons peuvent provenir d'une relation avec un facteur commun : dans le cas présent, les teneurs des différents constituants sont liées aux quantités de lait secrétées (Tableau 4).

Le calcul des corrélations partielles, permet dans une certaine mesure, de s'affranchir de cet effet et de ne retenir que les liaisons fonctionnelles.

On trouvera au tableau 5 les coefficients de corrélations partielles (indépendantes des quantités de lait) que nous avons calculés entre les teneurs des principaux constituants.

TABLEAU 5  
*Coefficients de corrélation partielle  
entre les teneurs des principaux constituants du lait de truie*

Coefficient de corrélation	Intra-lactation (1)	Inter-individuelle (2)	Inter-lactations successives (3)
Lactose/M. Azotées .....	— 0,845	— 0,418	— 0,722
Lactose/M. Grasses .....	(4)	— 0,495	— 0,691
M. Grasses/Azote .....	(4)	+ 0,359	+ 0,751

(1) Entre valeurs moyennes pour les différents stades d'une même lactation.

(2) Entre valeurs pondérées pour chaque lactation individuelle.

(3) Entre valeurs moyennes pour des lactations successives.

(4) Non indiqué, car la liaison n'est pas linéaire. Le coefficient que nous avons calculé est sans signification.

Seuil de signification de tous les coefficients  $P = 0,01$ .

Ce tableau montre en particulier qu'il existe une relation inverse très nette entre les teneurs en lactose et en matières azotées de lait de truie. A toute variation d'une de ces teneurs il en correspond une, de sens opposé, de l'autre. Cette relation apparaît dans tous les cas, mais plus spécialement au cours de la lactation.

Par contre la liaison entre les teneurs en lactose et en matière grasse est moins nette et ne se manifeste que pour les valeurs individuelles pondérées par lactation.

(1) Toutefois, une telle relation ne semble pas exister (mais nos informations sont insuffisantes) entre races différentes : la race produisant le plus de lait (Large-White) n'est pas celle qui présente la teneur en lactose la plus élevée.

## DISCUSSION

1° La relation entre le lactose et le volume total de la sécrétion est connue, NAITO (1958) la rapporte chez le cobaye, BERGMAN (1957) chez le lapin, JOURNET (1960) chez la vache et DENAMUR et RICORDEAU (1960) chez la brebis.

L'hypothèse la plus courante pour expliquer ce phénomène est celle que fournit BRODY (1944) : la pression osmotique du lait reste constante et le lactose est l'agent le plus actif qui maintient cette pression osmotique. Lorsque la sécrétion du lactose augmente, la quantité d'eau excrétée et donc le volume de la sécrétion croissent également. Toutefois, chez la truie, ce mécanisme est incomplet puisque, malgré cette variation du volume de la production laitière, la teneur en lactose s'élève ou baisse alors qu'elle devrait rester constante.

Deux explications peuvent alors intervenir :

— les variations des autres constituants ne se font pas dans le même sens ou du moins à la même vitesse que celles du lactose et de l'eau. Lorsque le volume de la production augmente, les teneurs respectives de ces constituants paraissent décroître alors que celle du lactose paraît s'élever, ou inversement.

— La variation insuffisante du volume d'eau est complétée par une variation des teneurs des autres constituants, notamment des matières azotées qui équilibre celle du lactose et assure ainsi le maintien de la pression osmotique.

Toutefois, le problème reste entier de savoir pourquoi la sécrétion du lactose varie et pourquoi son sens de variation est précisément celui de l'activité générale de la glande.

Ce phénomène a l'air d'ailleurs plus net chez la truie que chez les autres espèces animales étudiées, les ruminants notamment.

2° La relation entre les variations des teneurs en matières azotées et en lactose n'est pas moins délicate à interpréter.

Cette relation entre les deux constituants avait déjà été signalée chez la truie par LODGE (1957, 1959), puis par nous-mêmes (SALMON-LEGAGNEUR, 1959). Elle semble analogue, bien que plus accentuée, à celle trouvée par RICORDEAU (1960) sur la brebis et par JOURNET et JARRIGE (1960) sur la vache en début de lactation.

L'hypothèse reliant les variations antagonistes des deux constituants au mécanisme de la pression osmotique rend compte d'une partie du phénomène, mais cet « effet de dilution » (1) ne saurait tout expliquer, notamment le fait que l'amplitude des deux variations n'est pas la même (la teneur en matières azotées varie davantage) et qu'au cours de la lactation le taux minimum des matières azotées est atteint avant le maximum du lactose.

LODGE (1959) suggère une autre hypothèse, celle par laquelle, une partie du lactose serait synthétisée à partir de précurseurs des matières azotées. Il y aurait ainsi un antagonisme entre la sécrétion du lactose et celle des matières azotées. Il n'y a en effet, rien d'impossible à ce qu'une partie des précurseurs des protéines soit détournée après dégradation au profit de la glucogénèse. La désamination arginasique des amino-acides du sang laisse place dans le foie à de l'urée d'une part et de petites molécules hydrocarbonées utilisables par la mamelle pour la synthèse du lactose

(1) JOURNET et JARRIGE, 1960.

(galactose) d'autre part. Les travaux de FOLLEY et GREENBAUM (1947), GRAHAM et al. (1937), SCHAMBYE, WOOD et KLEIBER (1957) ont établi sur la ratte, la chèvre et la vache, la réalité de chacune des différentes phases de ce schéma. Mais l'importance d'un tel phénomène chez les ruminants a été mise en doute par FOLLEY (1954), qui s'appuie pour cela sur la faible teneur arginasique de la glande mammaire des espèces autres que le rat et sur l'importance des besoins de la synthèse protéique qui ne laisse place à aucun gaspillage au profit d'une autre sécrétion.

En est-il de même chez la truie ?

Plusieurs faits, outre la liaison très étroite que nous avons relatée, semblent appuyer l'hypothèse contraire :

1° On trouve dans le lait de truie, comme l'ont montré SHEFFY et al. (1952), des quantités d'azote non protéique et notamment d'urée plus élevées que chez la vache. En outre, les variations au cours de la lactation de ce taux d'urée semblent suivre celle du lactose (augmentation jusqu'au trentième jour et diminution ensuite).

2° Les besoins alimentaires de la truie en lactation entraînent plus souvent des insuffisances énergétiques qu'azotées. L'apport azoté de la ration suffit en effet presque toujours pour couvrir l'excrétion azotée par les protéines du lait. Par contre, très souvent, l'animal doit prélever sur ses tissus corporels pour satisfaire ses besoins énergétiques. Ce catabolisme donne alors naissance à des déchets azotés éliminés dans l'urine ou dans le lait et qui négativent assez fortement le bilan azoté (LENKEIT et al., 1956) et à des molécules hydrocarbonées utilisables pour les besoins énergétiques de lactation.

3° L'administration de régime hyperazoté se traduit chez la femelle en lactation et plus particulièrement chez les monogastriques (SHEFFY, l'a montré pour le porc) par une augmentation de l'azote non protéique du lait. Nous avons pu vérifier que chez la truie ce phénomène s'accompagnait aussi d'une légère augmentation de la teneur en lactose (SALMON-LEGAGNEUR, 1961).

Il semble donc en définitive que la possibilité, sinon la réalité de la gluconéogénèse à partir des protéines fasse peu de doute chez la truie. Mais dans quelle mesure ce phénomène rend-il compte des variations relatives des teneurs en azote et lactose du lait, c'est ce que nous ne savons pas.

De toute façon, il ne peut s'agir que d'un mécanisme très partiel, l'essentiel de la sécrétion du lactose provenant bien entendu du glucose sanguin.

Une chose paraît cependant vraisemblable, c'est qu'après avoir atteint une certaine ampleur (milieu de la lactation) ce phénomène décroît d'intensité jusqu'à la fin de la lactation. L'hypothèse d'un mécanisme hormonal, notamment surrenal, pour régler ce phénomène n'est peut être pas à écarter (GAUNT et al., 1942, COWIE, 1952).

La relation entre les teneurs en matière grasse et en lactose est trop peu nette pour que nous puissions lui chercher une explication. Tout au plus, peut on penser à un mécanisme analogue au précédent. Suivant des modalités qui restent à définir et dont l'importance nous échappe, une partie des précurseurs du lactose serait détournée cette fois au profit de la synthèse des lipides. GUTTE et al. (1959) ont établi la possibilité d'un tel processus chez la truie.

Quoi qu'il en soit, on concluera en constatant qu'il existe vraisemblablement des liaisons étroites dans la sécrétion des différents constituants de la matière organique du lait de truie. Que le lactose joue un rôle important dans les variations rela-

tives de ces constituants paraît également vraisemblable. Mais quels sont les facteurs qui règlent ces équilibres, c'est ce que nous ignorons.

Reçu en novembre 1960.

### SUMMARY

#### THE COMPOSITION OF SOW'S MILK. RELATIONSHIP BETWEEN THE VARIATIONS IN THE CONTENT OF LACTOSE AND OF OTHER CONSTITUENTS

To study the relationships between the contents of the principal organic constituents of sow's milk, 168 lactations from 82 sows were used. For each lactation 9 determinations of the quantity and chemical composition of the milk secreted were carried out. The results were grouped according to the stage of lactation, and average yield throughout individual or successive lactations.

1° The variations in the lactose, protein and fat contents per stage of lactation, per successive lactation and per breed are recorded in tables 1, 2 and 3 and in figure 1. In general, these variations follow the changes found in previous investigations.

2° A very close relationship exists between the quantity of milk secreted in the course of lactation and the corresponding lactose content. The protein and fat content are inversely related to the quantity of milk secreted (table 4).

3° There is a high negative correlation, independent of the amount of milk produced, between the lactose content and the protein content in the course of lactation and between individual or successive lactations. (Negative correlation coefficients: — 0.845, — 0.418, — 0.722). On the other hand, there is no definite relationship between the lactose content and the fat content during lactation, but only between individual or successive lactations (Table 5).

The different relationships are discussed. They seem to show the importance of lactose secretion in the quantitative regulation of lactation and provide an argument for the hypothesis of glucose synthesis from proteins in the sow.

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BERGMAN A. J., TURNER C. W., 1937. The composition of rabbit milk stimulated by the lactogenic hormone. *J. Biol. Chem.*, **120**, 21-27.
- BRODY S., 1945. Bioenergetics and growth. p. 810. *Waverly-Press, Baltimore*.
- COWIE A. T., 1952. Influence on the replacement value of some adrenal cortex steroids of dietary sodium and synergism of steroids in lactating adrenalectomized rats. *Endocrinology.*, **51**, 217-225.
- DENAMUR R., RICORDEAU G., 1960. Travaux non publiés (*à paraître*).
- FOLLEY S. J., GREENBAUM A. L., 1947. Changes in the arginase and alkaline phosphatase contents of the mammary gland. *Biochem. J.*, **41**, 261.
- FOLLEY S. J., 1954. Recherches récentes sur la physiologie et la biochimie de la sécrétion lactée. *Actualités biochimiques*, **18**, 148 pp. Masson, Paris.
- GAUNT R., EVERSOLE W. J., KENDALL E. C., 1942. Influence of some steroids hormones on lactation in adrenalectomized rats. *Endocrinology*, **31**, 84.
- GUTTE J. O., KLEIBER M., RAGGI P., BLACK A. L., 1959. Azetat und Glukose als Ausgangssubstanzen für Milchfettbildung beim intakten laktierenden Schwein. *Z. Tierphysiol. Tierernähr.*, **14**, 371.
- GRAHAM W. R., HOUGHIN O. B., TURNER C. W., 1937. The production of urea in the mammary gland. *J. Biol. Chem.*, **120**, 29-23.
- GRAHAM W. R., 1937. The utilization of lactic acid by the lactating mammary gland. *J. Biol. Chem.*, **122**, 1-9.
- JARRIGE R., 1956. Variations de la teneur en matières azotées des laits individuels. *VII<sup>ème</sup> Cong. Intern. Zootech. Madrid*.
- JOURNET M., JARRIGE R., 1960. Évolution de la sécrétion des matières grasses, des matières azotées et du lactose au cours du premier mois de lactation. *Ann. Zootech.*, **9**, 133-155.
- JOURNET M., 1960. La production du lait. Travaux de la commission du lait du C. N. C. E. R. N. A. *Ann. Nutrit. XIV*, 3-5.
- LENKEIT W., GÜTE J. O., KIRCHOFF W., SOEHNGEN F. K., FARRIES E., 1956. Weitere Untersuchungen zur Abhängigkeit des N-Umsatzes während der Laktation von der Nährstoffversorgung während der Gravidität. *Z. Tierernähr.*, **11**, 323-386.
- LODGE G. A., 1957. Studies on yield and composition of sow's milk. *IV Congr. Intern. Nutrit. Paris*, p. 26.
- LODGE G. A., 1959. The composition of sow's milk during lactation with particular reference to the relationship between protein and lactose. *J. Dairy Res.*, **26**, 134-139.
- NAITO M., 1958. Oxygen consumption and lactose synthesis rates of mammary gland slices from lactating guinea pigs. *J. Dairy Res.*, **25**, 17-23.



- RICORDEAU G., 1960. Communication personnelle.
- SALMON-LEGAGNEUR E., 1956. La mesure de la production laitière chez la truie. *Ann. Zootech.*, **5**, 345-352.
- SALMON-LEGAGNEUR E., 1959. a. La composition du lait de truie : premières observations sur quelques facteurs de variation. *Ann. Zootech.*, **8**, 93-112.
- SALMON-LEGAGNEUR E., 1959. b. Description et utilisation d'une machine à traire les truies. *Ann. Zootech.*, **8**, 345-352.
- SALMON-LEGAGNEUR E., 1961. Action de différents niveaux nutritionnels sur la production laitière de la truie. (*A paraître*).
- SCHAMBYE P., WOOD H. G., KLEIBER M., 1957. Lactose synthesis, distribution of C<sub>14</sub> in lactose of milk after intravenous injection of C<sub>14</sub> compounds. *J. Biol. Chem.*, **226**, 1011-1034.
- SHEFFY B. E., SHAHANI K. M., GRUMMER R. H., PHILLIPS P. A., SOMMER H. H., 1952. Nitrogen constituents of sow's milk as affected by ration and stage of lactation. *J. Nutr.*, **48**, 103-114.
- WHITTLESTONE W. G., 1952. The physical properties of sow's milk as a function of stage of lactation. *J. Dairy Res.*, **19**, 330-334.
-