

COMPOSITION MINÉRALE DU LAIT DE LAPINE. VARIATIONS EN FONCTION DU STADE DE LACTATION

F. LEBAS, P. BESANÇON et A. ABOUYOUB ⁽¹⁾
avec la collaboration technique de Colette KATZ et G. SARDI

Station de Recherches sur l'Élevage des Porcs,

Station de Recherches de Nutrition,

*Centre national de Recherches zootechniques, I. N. R. A.,
78 - Jouy-en-Josas*

RÉSUMÉ

Les teneurs en Ca, P, K, Na, Mg, Zn et Mn du lait de 6 lapines ont été dosées entre le premier et le 25^e jour de lactation. Les principaux minéraux du lait sont, sur le plan quantitatif, le calcium (3 à 7 mg/g), le phosphore (2 à 4 mg/g) et le potassium (2 mg/g). Le sodium ne représente qu'un mg/g de lait frais. Entre le 1^{er} et le 25^e jour de lactation on observe une augmentation des teneurs en Ca, P et Mg du lait frais, une relative stabilité des teneurs en K et Na tandis que la teneur en zinc diminue légèrement (25 à 17 γ /g). En 25 jours les lapines ont exporté dans le lait en moyenne 22 g de Ca, 13 g de P, 8 g de K, 4 g de Na, 1,4 g de Mg et 0,07 g de Zn. Le manganèse présent à l'état de trace n'a pu être dosé quantitativement.

INTRODUCTION

Au cours d'un travail précédent, l'un d'entre nous (LEBAS, 1971) a montré que le lait de Lapine a une teneur élevée en éléments minéraux (2,3 p. 100 du lait frais). Si l'on peut citer quelques travaux relatifs à la composition minérale du lait de lapine (ABDERHALDEN, 1898 ; COATES *et al.*, 1964 ; DAVIES *et al.*, 1964), à notre connaissance aucune étude n'a cherché à déterminer l'évolution de cette composition au cours de la lactation.

La présente étude a donc pour but de mesurer les variations éventuelles des principaux constituants minéraux du lait de lapine. Ainsi, la connaissance des quantités de lait produites permettra en outre d'estimer les exportations minérales quotidiennes de la lapine allaitante.

(¹) Adresse actuelle : Chaire de Zootechnie, École nationale d'Agriculture, Meknès, (Maroc).

MATÉRIEL, ET MÉTHODES

Animaux et prélèvements

Six lapines de race *Californienne* ont reçu un régime à base de céréales, luzerne et tourteaux, contenant 1,7 p. 100 de calcium et 1,1 p. 100 de phosphore dans la matière sèche. Elles ont été élevées dans les conditions standard décrites par LEBAS en 1968. Les lapines ont toujours été séparées de leurs portées en dehors des tétées.

Les prélèvements de lait ont été réalisés par traite mécanique des lapines (LEBAS, 1970 *a*), après injection intraveineuse de 1 à 2 UI d'ocytocine (extrait post-hypophysaire). Des échantillons de 20 à 40 g de lait ont ainsi été obtenus 1, 4, 7, 10, 16, 22 et 25 jours après la mise bas, puisqu'au-delà de 25-28 jours le lait ne représente qu'une faible partie de l'alimentation des jeunes (LEBAS, 1970 *b*).

Dosages

Après stockage à -15°C , les échantillons ont été lyophilisés. Les lyophilisats ont été utilisés pour la détermination de la teneur en matières sèches (60°C sous vide), puis ils ont été minéralisés par voie sèche à 550°C durant 10 à 12 heures. Les cendres ont été reprises en solution chlorhydrique puis en solution nitrique diluée. Le phosphore a été dosé par colorimétrie au phosphovanadomolybdate d'ammonium, le calcium, le sodium et le potassium l'ont été par spectrométrie d'émission de flamme dans les conditions décrites par GUÉGUEN et ROMBAUTS (1961), le magnésium, le zinc et le manganèse par spectrométrie d'absorption atomique.

RÉSULTATS

1. — *La composition du lait*1. *La matière sèche et les cendres.*

La teneur en matières sèches du lait, élevée durant la phase colostrale ($30 \pm 1,9$ p. 100), se situe à un niveau plus faible mais relativement stable ($23-24 \pm 1,5$ p. 100) durant 3 semaines environ (fig. 1). Le lait se concentre ensuite pour arriver à une teneur comparable à celle du colostrum. La matière sèche, par contre, a une teneur en cendres qui augmente la première semaine et se stabilise ensuite aux environs de 8 p. 100 (fig. 1). Ainsi, la matière sèche du colostrum contient $4,81 \pm 0,24$ p. 100 de cendres, celle du lait en contient de $7,79 \pm 0,24$ à $8,14 \pm 0,59$ p. 100. A partir de 7 jours, la quantité totale de minéraux exportés peut donc être considérée comme étant proportionnelle à la quantité de matières sèches. Les principaux minéraux du lait sont le calcium (3 à 7 mg/g de lait), le phosphore (2 à 4 mg/g), le potassium (2 mg/g) et le sodium (1 mg/g).

2. *Le calcium et le phosphore.*

Les teneurs en calcium et en phosphore du lait frais augmentent régulièrement durant les 25 jours de notre étude (tabl. 1). Cependant, cet accroissement n'est pas semblable pour ces deux éléments, en effet la teneur en phosphore est multipliée par 1,7 et celle en calcium par 2,4. Le rapport phosphocalcique (Ca/P) est de 1,2 dans le colostrum et il augmente rapidement jusqu'au 7^e jour (1,6). Il évolue alors lentement pour prendre la valeur 1,75 à 25 jours.

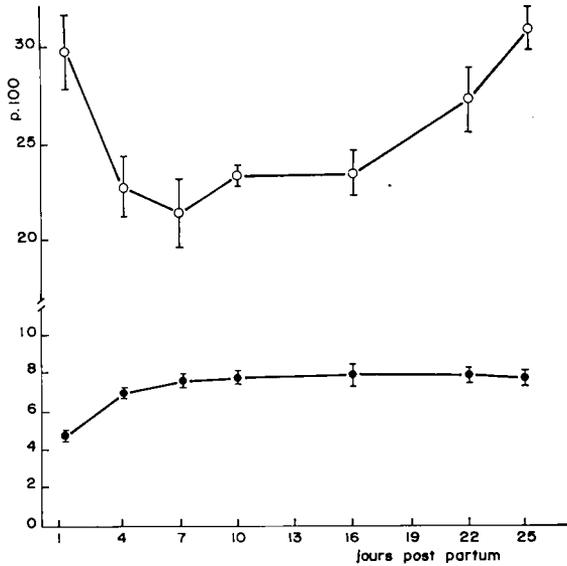


FIG. 1. — Évolution chez la Lapine de la teneur en matières sèches \circ — \circ et de la teneur en cendres de cette matière sèche \bullet — \bullet au cours de lactation (moyenne de 6 échantillons par point)

La différence d'évolution de ces éléments minéraux est encore plus nette quand on observe les variations de composition des cendres (fig. 2). La teneur en phosphore des cendres est pratiquement constante tandis que celle en calcium augmente régulièrement. En effet, le résultat obtenu au 16^e jour nous paraît anormalement élevé pour le calcium et n'est probablement pas imputable à une variation liée à l'animal. Par ailleurs, l'écart-type de la valeur moyenne obtenue pour le calcium à 16 jours est 2 à 3 fois plus élevé que pour la plupart des autres échantillons.

TABLÉAU I

Évolution des teneurs en calcium et en phosphore du lait frais de Lapine (n = 6)

Minéraux mg/100 g \pm $s\bar{x}$	Stades de lactation (jours)						
	1	4	7	10	16	22	25
Calcium	278 \pm 26	415 \pm 17	472 \pm 9	479 \pm 40	599 \pm 30	567 \pm 23	681 \pm 49
Phosphore	229 \pm 10	274 \pm 17	297 \pm 16	307 \pm 10	340 \pm 7	359 \pm 16	389 \pm 12
Rapport Ca/P	1,21	1,51	1,59	1,56	1,76	1,58	1,75

3. Le sodium et le potassium.

Alors que les éléments précédents ont une évolution nette et régulière au cours de la lactation, pour le sodium et le potassium, les teneurs par rapport au lait frais (tabl. 2) se modifient assez peu. Si la teneur en sodium est stable, celle du potassium manifeste une légère tendance à être plus forte vers le milieu de la lactation.

Par rapport aux cendres, le potassium tend à diminuer durant les 25 jours, tandis que la teneur en sodium baisse jusqu'au 10^e jour et se stabilise ensuite à 50 ± 3 mg/g de cendres.

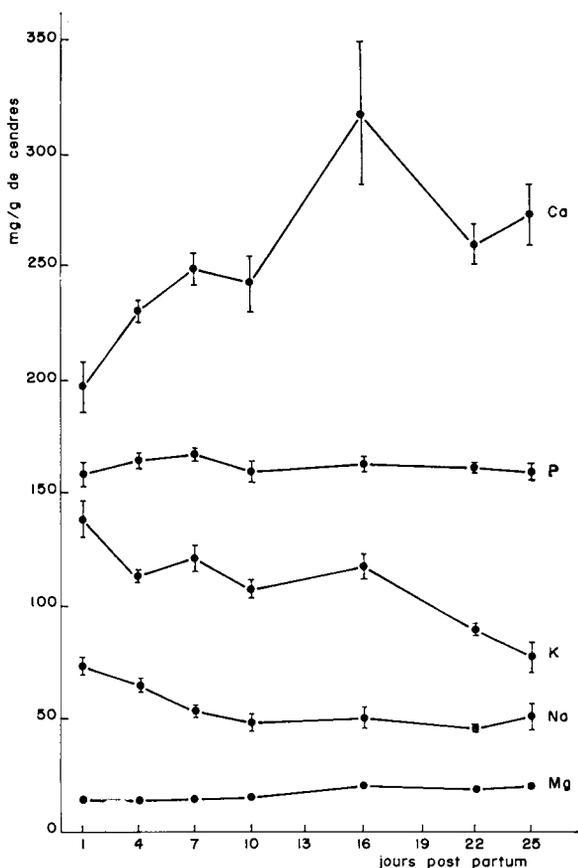


FIG. 2. — Variation de la composition minérale des cendres du lait de lapine en fonction du stade de lactation ($n = 6$)

TABLEAU 2

Évolution des teneurs en potassium et en sodium du lait frais de Lapine ($n = 6$)

Minéraux mg/100 g \pm $s_{\bar{x}}$	Stades de lactation (jours)						
	1	4	7	10	16	22	25
Potassium	181 \pm 15	188 \pm 14	214 \pm 14	207 \pm 7	216 \pm 6	194 \pm 11	167 \pm 17
Sodium	104 \pm 6	107 \pm 4	96 \pm 3	95 \pm 6	94 \pm 4	101 \pm 6	122 \pm 14

4. *Le magnésium, le zinc et le manganèse.*

Alors que la teneur du lait frais en magnésium augmente au cours de la lactation (tabl. 3), celle du zinc diminue les 10 premiers jours et se stabilise ensuite. En 25 jours la teneur en magnésium est multipliée par 2,2, tandis que celle en zinc l'est par 0,7. Le dosage du manganèse nous a permis de déceler des quantités de 1 à 2 p.p.m. mais ces teneurs étant à la limite de la sensibilité de la méthode de dosage employée, il ne nous est pas possible de nous prononcer sur une variation éventuelle de cet élément.

TABLEAU 3

Évolution des teneurs en magnésium et en zinc du lait frais de Lapine
(n = 6)

Minéraux (mg/100 g ± s \bar{x})	Stades de lactation (jours)						
	1	4	7	10	16	22	25
Magnésium	21 ± 1	24 ± 1	27 ± 2	30 ± 2	39 ± 3	41 ± 3	47 ± 2
Zinc	2,51 ± 0,12	1,80 ± 0,19	2,08 ± 0,17	1,57 ± 0,12	1,65 ± 0,41	1,76 ± 0,03	1,75 ± 0,22

2. — *Les exportations dans le lait*

Le contrôle simultané de la production laitière des lapines et de la composition minérale de leur lait, nous a permis d'estimer les exportations quotidiennes (fig. 3).

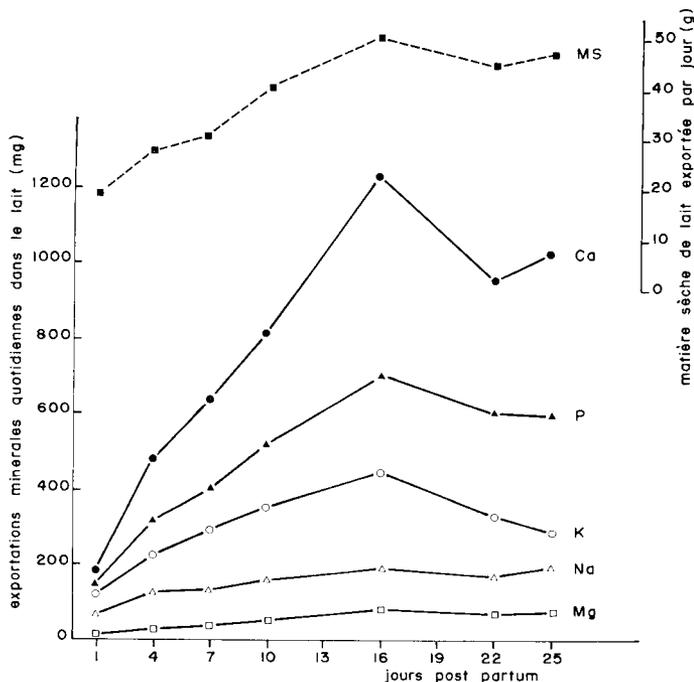


FIG. 3. — *Évolution au cours de la lactation des exportations quotidiennes de matière sèche et de minéraux dans le lait chez la Lapine*
(n = 6)

Durant la phase de production laitière maximale, située entre 15 et 22 jours après la mise bas, la Lapine exporte plus de 1 g de calcium par jour, 0,6 à 0,7 g de phosphore et des quantités plus faibles pour le potassium et surtout pour le sodium. Ainsi le calcium et le phosphore sont exportés en quantités considérables chaque jour, tandis que les pertes en sodium par le lait n'atteignent pas 0,2 g par jour. Les exportations maximales enregistrées le 16^e jour après la mise bas représentent 1 225 mg de Ca et 700 mg de phosphore.

Par ailleurs, au cours des 25 jours de lactation, les exportations totales (en g) ont été les suivantes :

Calcium	21,9
Phosphore	13,4
Potassium	8,3
Sodium	4,0
Magnésium	1,4
Zinc	0,07

DISCUSSION

1. — Teneurs et évolution au cours de la lactation

Comme ABDERHALDEN (1898) et DAVIES *et al.* (1964), nous observons que les éléments minéraux les plus abondants dans le lait de lapine sont, dans l'ordre décroissant : le calcium, le phosphore, puis le potassium et le sodium. Les valeurs que nous rapportons sont sensiblement les mêmes que celles de ABDERHALDEN, bien que celui-ci n'ait pas précisé le stade de lactation auquel ses analyses ont été faites. Ces réserves semblent justifiées par les variations non négligeables que nous observons au cours de la lactation. DAVIES *et al.* (1964) enregistrent des teneurs plus faibles en potassium et plus fortes en calcium et en magnésium pour un lait moyen correspondant aux 10 premiers jours de lactation. Pour leur part, COATES *et al.* (1964) n'ont dosé que le sodium et le potassium ; leurs résultats sont légèrement plus élevés que les nôtres pour le sodium et semblent indiquer une baisse de la teneur en potassium dans le lait frais au cours de la lactation, ce que nous n'observons pas. Toutefois, leurs déterminations ont été effectuées sur un seul échantillon provenant d'une lapine différente pour chacun des stades de la lactation.

Notre détermination de la teneur en zinc du lait de lapine semble originale, puisqu'aucun auteur ne mentionne cet élément dans ses résultats. Nos estimations, indiquant une diminution de 15 γ /g de la teneur en zinc au cours de la lactation, ne sont certainement pas dues à une contamination quelconque puisqu'en aucun cas nous n'avons utilisé de matériel galvanisé pour la récolte ou le traitement des échantillons.

Il convient de retenir que les teneurs et les rapports entre éléments minéraux dans le lait de lapine évoluent en fonction du stade de lactation.

2. — Comparaison avec les autres espèces

La comparaison de la composition minérale des laits de différentes espèces domestiques fait apparaître de façon marquante la très forte teneur en éléments minéraux du lait de lapine, exprimée tant par rapport au lait frais que par rapport à la matière

sèche. Ainsi, nous rapportons pour le lait de lapine une teneur en cendres (2,4 p. 100) double de celle mentionnée par McCULLAGH et WIDDOWSON (1970) pour la truie (1,2 p. 100), triple de celle du lait de vache (0,72 p. 100) selon ces mêmes auteurs.

La composition des cendres offre, par contre, une grande similitude quant aux teneurs et à leur évolution avec celles du lait de truie observées par GUÉGUEN et SALMON-LEGAGNEUR (1959). Elle se distingue en revanche très nettement de celle des cendres du lait de vache puisque pour la Lapine comme pour la Truie le calcium est l'élément majeur, et que le potassium le plus abondant dans le lait de vache (GUÉGUEN et JOURNET, 1961) n'occupe quantitativement que la 3^e position chez la Lapine. Cependant il est vrai que l'alimentation des ruminants est généralement plus riche en potassium que celle des monogastriques.

Lorsqu'on exprime les matières minérales du lait non plus en pourcentage, mais en mg exportés chaque jour par kg de poids vif — mode d'expression qui permet de comparer plusieurs espèces entre elles — on constate que la Lapine doit exporter par unité de poids vif de 2 à 4 fois plus d'éléments minéraux que la Truie et la Vache (tabl. 4). Ceci laisse supposer un métabolisme minéral intense chez la Lapine en lacta-

TABLEAU 4

*Exportations quotidiennes de calcium, phosphore et potassium
pour 3 espèces domestiques*

Espèces (1)	Poids vif (kg)	Éléments minéraux (mg/kg poids vif)		
		Ca	P	K
Lapine	4	200	125	87
Truie	200	81	48	30
Vache	600	42	32	46

(1) Données moyennes d'après cette étude, GUÉGUEN et SALMON-LEGAGNEUR (1959) et GUÉGUEN et JOURNET (1961).

tion et une plus forte sollicitation des réserves de l'organisme. Il est permis de supposer que l'utilisation digestive et métabolique du calcium et du phosphore, en particulier, se fait avec un bon rendement chez la Lapine en lactation car, d'une part, on sait que dans toutes les espèces la femelle allaitante a tendance à utiliser mieux les nutriments qui lui sont fournis, et d'autre part on sait également que le Lapin a, en général, des aptitudes à absorber particulièrement bien le calcium et le phosphore de sa ration (BESANÇON et LEBAS, 1970). Aucun travail n'a été consacré aux aspects nutritionnels chez la Lapine ; aussi avons-nous envisagé d'entreprendre une étude plus complète du métabolisme phosphocalcique chez cette espèce, ce qui *a priori* semble justifié par l'importance des exportations au cours de la lactation (22 g de calcium en 25 jours, par exemple), l'objectif étant la détermination du besoin minéral de la Lapine allaitante.

CONCLUSION

Le lait de Lapine est très riche en éléments minéraux totaux. Parmi ceux-ci, le calcium a la plus grande importance pondérale avec 3 à 7 mg par gramme de lait devant le phosphore (2 à 4 mg/g) et le potassium (2 mg/g). Au cours de la lactation, le lait s'enrichit en calcium, en phosphore et en magnésium, tandis que les teneurs en sodium et en phosphore sont relativement stables, et que celle en zinc tend à diminuer. Par rapport à la Vache ou à la Truie, la Lapine exporte de grandes quantités de minéraux qui peuvent atteindre la moitié des réserves totales de l'organisme en 25 jours, tant pour le calcium que pour le phosphore. En conséquence, nous envisageons pour un avenir proche une étude plus complète du métabolisme phosphocalcique de la Lapine, en vue de préciser le besoin minéral de la Lapine allaitante.

Reçu pour publication en avril 1971.

SUMMARY

MINERAL COMPOSITION OF RABBIT'S MILK
VARIATIONS ACCORDING TO THE STAGE OF LACTATION

The Ca, P, K, Na, Mg, Zn and Mn contents of the milk of 6 (*Californian*) rabbits were determined between the 1st and 25th day of lactation. Quantitatively, the most important milk minerals are the following : calcium (3 to 7 mg/g), phosphorus (2 to 4 mg/g) and potassium (2 mg/g). Sodium only constitutes 1 mg/g fresh milk. Between the 1st and the 25th day of lactation, there is an increase in the Ca, P and Mg contents of the fresh milk, a relative stability of the K and Na contents, whereas the Zn content slightly decreases (2.5 to 1.7 mg/g). In 25 days, the rabbits produced, on average 22 g Ca, 13 g P, 8 g K, 4 g Na, 1.4 g Mg and 0.07 g Zn. A quantitative dosage of manganese, being only present in traces, was not possible.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ABDERHALDEN E., 1898. Relationship between the ash composition of suckling young and the ash of milk (All.). *Z. Physiol. Chem.*, **26**, 489.
- BESANÇON P., LEBAS F., 1970. Utilisation digestive réelle et rétention du calcium par le Lapin en croissance recevant un régime riche en calcium et en phosphore. *Ann. Zootech.*, **18**, 437-443.
- COATES M. E., GREGORY M. E., THOMPSON S. Y., 1964. Composition of Rabbit's milk. *Brit. J. Nutr.*, **18**, 583-685.
- DAVIES J. S., WIDDOWSON E. M., McCANCE R. A., 1964. The intake of milk and the retention of its constituents while the newborn rabbit doubles its weight. *Brit. J. Nutr.*, **18**, 385-392.
- GUÉGUEN L., SALMON-LEGAGNEUR E., 1959. La composition du lait de Truie : variations des teneurs en quelques éléments minéraux (P, Ca, K, Na, Mg). *C. R. Acad. Sci.*, **249**, 789-791.
- GUÉGUEN L., JOURNET M., 1961. Les variations de la composition minérale du lait de vache. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **1**, 305-310.
- GUÉGUEN L., ROMBAUTS P., 1961. Dosage du sodium, du potassium, du calcium et du magnésium par spectrophotométrie de flamme dans les aliments, le lait et les excréta. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **1**, 80-97.
- LEBAS F., 1968. Mesure quantitative de la production laitière chez la Lapine. *Ann. Zootech.*, **17**, 169-182.

- LEBAS F., 1970 a. Description d'une machine à traire les lapines. *Ann. Zootech.* **19**, 223-228.
- LEBAS F., 1970 b. Alimentation et croissance du Lapereau sous la mère. *Rec. Méd. vét. Alfort*, **146**, 1065-1070.
- LEBAS F., 1971. Composition chimique du lait de lapine, évolution au cours de la traite et en fonction du stade de lactation. *Ann. Zootech.*, **20**, 185-191.
- MCCULLAGH K. G., WIDDOWSON E. M., 1970. The milk of the African Elephant. *Brit. J. Nutr.*, **24**, 109-117.
-