

Les caractéristiques fonctionnelles du lait chez les mammifères et les primates

PAR **PIERRE FRÉMONDIÈRE**^{1,2} ET **MICHELLE PASCALE HASSLER**¹

INTRODUCTION

La caractéristique phare des mammifères (d'où lui vient son nom) est l'allaitement des petits à partir d'une sécrétion cutanéoglandulaire spécialisée appelée lait. Le tube digestif des petits étant encore immature, ceux-ci doivent être alimentés par ce liquide biologique au cours d'un accompagnement parental systématique. L'objectif de cette revue de la littérature est de mieux comprendre les facteurs expliquant la composition du lait chez les mammifères puis plus spécifiquement chez les primates.

LA VARIATION DE LA COMPOSITION DU LAIT AU SEIN DES MAMMIFÈRES

Chez les mammifères, la composition du lait varie selon l'écologie et l'histoire de vie des différentes espèces. L'histoire de vie correspond aux variables générales mesurables au sein des espèces telles que la durée de gestation, la durée de l'allaitement, le temps de croissance jusqu'à l'âge adulte ou la durée de vie¹.

Ainsi, on retrouve un lait très dense énergétiquement parmi les espèces ayant une durée de lactation courte. Par exemple, *Cystophora cristata* a une durée de lactation d'environ 4 jours. Cette espèce produit un lait très riche en lipide pour un transfert énergétique rapide, avec un taux de lipide de 61.1 %, un taux de protéine de 4.9 % et un taux de lactose de 1 %². Parmi les espèces qui ont un intervalle de temps important entre les tétées, le lait est également plus riche. Par exemple, les lapins, les lièvres et les échidnés, qui doivent s'absenter pendant de longues périodes au cours de la lactation, soit pour chercher de la nourriture ou creuser des terriers, ont un lait dense énergétiquement (forte valeur de kilocalorie par gramme de lait) afin de permettre aux petits de supporter les phases de jeûne³.

En revanche, un lait dilué est plus fréquent parmi les espèces vivant dans un environnement aride. Ainsi, les camélidés et les équidés produisent un lait riche en eau afin de favoriser l'hydratation des petits. Les espèces dont le temps de présence maternel est important auprès des petits, de nuit comme de jour, comme chez les bovidés, produisent un lait plutôt dilué et riche en lactose⁴.

D'autres variables telles que la taille des mammifères et le taux de croissance des petits interviennent dans la composition du lait : les petits mammifères, dont la progéniture a une forte demande métabolique combinée à une immaturité intestinale, produisent un lait dense énergétiquement. En revanche, les grands mammifères dont la progéniture a une croissance plus longue et une maturité digestive, possèdent un lait plus faible en densité énergétique⁵.

Les grands mammifères possèdent l'avantage de stocker proportionnellement plus d'énergie que les petits mammifères, de manière à pouvoir produire un lait plus dense énergétiquement lorsque la nourriture vient à manquer.

Par ailleurs, les grands mammifères possèdent l'avantage de stocker proportionnellement plus d'énergie que les petits mammifères, de manière à pouvoir produire un lait plus dense énergétiquement lorsque la nourriture vient à manquer. Ainsi, la baleine bleue peut mettre en réserve 45 000 kg de graisse avant la saison de la reproduction, puis transmettre 1/3 de cette énergie au petit sous forme d'acide gras dans le lait⁵.

LE LAIT MATERNEL CHEZ LES PRIMATES

SPÉCIFICITÉS DES PRIMATES VIS-À-VIS DES AUTRES MAMMIFÈRES

Parmi les mammifères, les primates possèdent des histoires de vie longues : de manière générale, et bien qu'une grande variation existe au sein de cet ordre, l'âge de la maturité sexuelle est tardif, la fertilité plus faible, l'espérance de vie plus longue. À ce titre, l'enjeu de la production de lait est de ne pas puiser de manière trop importante dans les réserves maternelles car le temps d'allaitement est long et l'investissement parental important. Les primates vont donc produire un lait plutôt dilué pour un temps de croissance long et lent et des soins parentaux « sur demande ». En fait, les primates vont se distinguer des autres mammifères par un système de lactation mixte et flexible, impliquant une efficacité métabolique en optimisant l'apport énergétique et des dépenses maternelles, et puisant de temps à autre dans les réserves maternelles⁶.

1. Aix Marseille Univ, EU3M, Marseille, France.

2. Aix Marseille Univ, CNRS, EFS, ADES, Marseille, France.

COMPOSITION DU LAIT ET « COMPORTEMENT »
MATERNEL

Le *tableau 1* présente la composition du lait maternel chez certains primates. Parmi les Strepsirhiniens, on constate une différence entre la densité énergétique du lait (en kcal/g) et le « comportement » habituel de ces primates. Par exemple, *Eulemur fulvus* possède un lait moins dense énergétiquement que *Otolemur crassicaudatus*. Or, *Otolemur crassicaudatus* soumet ses petits à des temps d'attente importants pendant la lactation, tandis que *Eulemur fulvus* a un temps d'accompagnement avec ses petits régulier et long. Parmi les lémuriens, *Lemur catta* est caractérisé par des périodes de nursing plus fréquentes que *Varecia variegata* et son lait est moins dense énergétiquement.

TAILLE CORPORELLE, TAUX DE CROISSANCE
ET COMPOSITION DU LAIT

Selon Hinde *et al.* ³, la taille corporelle maternelle est négativement corrélée à la densité énergétique : les petits primates produisent un lait dense énergétiquement par rapport aux grands primates, mais cette relation de corrélation, qui est généralement la règle chez les mammifères, n'est observée que chez les primates qui accompagnent leurs petits quotidiennement. Le *tableau 2* montre le taux d'énergie fournie par les protéines présentes dans le lait maternel chez différents groupes de primates. Parmi ces primates, le taux de croissance est plus élevé chez les singes du nouveau monde, puis ralenti chez les singes de l'ancien monde, puis les grands singes. Enfin, le taux de croissance

le plus faible est celui des Hommes modernes. À partir du *tableau 2*, on constate que le taux d'énergie issu des protéines du lait maternel est important chez les primates à fort taux de croissance, puis décroît à mesure que le taux de croissance ralenti ¹⁰. Par ailleurs, la concentration en calcium est plus élevée chez les singes à fort taux de croissance ¹¹.

ÉCOLOGIE ET COMPOSITION DU LAIT

En théorie, les folivores auraient une concentration plus élevée en protéine dans leur lait du fait de la forte contraction en protéine des feuilles ¹². En pratique, le manque de données ne nous permet pas de vérifier cette hypothèse. En revanche, L'étude de 4 taxons de primates folivores suggère que cette hypothèse est vraie chez les grands singes, mais fausse chez les singes du nouveau monde ³.

CAPACITÉ CRÂNIENNE ET COMPOSITION DU LAIT

Deux théories s'opposent concernant la composition du lait et la croissance cérébrale.

- La première suggère que la forte composition en lipide du lait est une composante essentielle pour soutenir une croissance cérébrale forte.
- La seconde suppose que c'est la composition en sucre qui est importante dans la croissance du cerveau.

La densité énergétique est négativement corrélée au taux de sucre, et positivement corrélée au taux de lipides ³. Cette variable permet donc de vérifier les deux hypothèses précédentes si elle est corrélée à la taille du crâne chez les primates. En réalité, il n'existe pas de lien de corrélation

TABLEAU 1 ➤ EXEMPLE DE COMPOSITION DU LAIT MATERNEL CHEZ CERTAINS PRIMATES

TAXONS	% DE LIPIDES	KCAL/G	RÉFÉRENCES
<i>Eulemur fulvus</i>	0.9	0.49	7
<i>Otolemur crassicaudatus</i>	8.0	1.27	7
<i>Varecia variegata</i>	3.2	0.84	7
<i>Lemur catta</i>	1.8	0.60	7
<i>Homo sapiens</i>	2.8	0.61	8
<i>Homo sapiens</i>	4.4	0.78	9

TABLEAU 2 ➤ TAUX D'ÉNERGIE FOURNIE PAR LES PROTÉINES PRÉSENTES DANS LE LAIT MATERNEL CHEZ DIFFÉRENTS GROUPES DE PRIMATES

GROUPE DE PRIMATES	TAUX D'ÉNERGIE FOURNIE PAR LES PROTÉINES	RÉFÉRENCE
Singes du nouveau monde	21.8 % +/- 2.8%	3
Singe de l'ancien monde	14.0 % +/- 2.4 %	3
Grands singes	12.7 % +/- 3.9%	3
Humains	9.8 %	3

La composition du lait répond à un compromis prenant en compte les impératifs de croissance néonatale et les réserves énergétiques maternelles.

entre la densité énergétique et deux variables représentant la taille du cerveau (la taille relative du néocortex et le coefficient d'encéphalisation) ³. La composante du lait maternel essentiel à la croissance cérébrale est donc à chercher ailleurs. Les recherches portent actuellement sur le taux unique en oligosaccharide du lait humain ¹³.

CONCLUSION

Il existe une grande variabilité dans la composition du lait au sein des mammifères et des primates. Dans cet ordre, la variabilité de la composition peut être expliquée par des facteurs biologiques (taille corporelle, taux de croissance), environnementaux et comportementaux. La composition du lait répond à un compromis prenant en compte les impératifs de croissance néonatale et les réserves énergétiques maternelles. Les recherches sur la lactation des primates sont toutefois limitées par de nombreuses contraintes : les espèces étudiées sont très souvent captives, il est difficile de quantifier précisément la quantité de lait produit, les effectifs pris en compte sont généralement faibles. Une meilleure connaissance des facteurs expliquant la composition du lait des primates nous permettrait de mieux comprendre la spécificité de la composition de notre lait dans une perspective évolutive. •

RÉFÉRENCES

- Hartwig WC. 1996. Perinatal life history traits in new world monkeys. *Am J Primatol* 40 : 99-130.
- Oftedal OT, Iverson SJ. 1995. Comparative analysis of nonhuman milks: phylogenetic variation in the gross composition of milks. In : Jensen RG, editor. *Handbook of milk composition*. San Diego : Academic Press. p 749 - 788.
- Hinde K, Milligan LA. 2011. Primate milk proximate mechanisms and ultimate perspectives. *Evol. Anthropol.* 20:9-23.
- Akers RM. 2002. *Lactation and the mammary gland*. Iowa State Press : Blackwell.
- Oftedal OT. 2000. Use of maternal reserves as a lactation strategy in large mammals. *Proc Nutr Soc* 59 : 99 - 106.
- Dufour DL, Sauter ML. 2002. Comparative and evolutionary dimensions of the energetics of human pregnancy and lactation. *Am J Hum Biol* 14 : 584 - 602.
- Tilden CD, Oftedal OT. 1997. Milk composition reflects pattern of maternal care in prosimian primates. *Am J Primatol* 41 : 195 - 211.
- Brown KH, Akhtar NA, Robertson AD, Ahmed MG. 1986. Lactational capacity of marginally nourished mothers : relationships between maternal nutritional status and quantity and proximate composition of milk. *Pediatrics* 78 : 909 - 919.
- Dewey KG, Finley DA, Lönnerdal B. 1984. Breast milk volume and composition during late lactation (7 - 20 months). *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 3 : 713 - 720.
- Power ML, Oftedal OT, Tardif SD. 2002. Does the milk of callitrichid monkeys differ from that of larger anthropoids ? *Am J Primatol* 56 : 117 - 127.
- Milligan LA. 2007. *Nonhuman primate milk composition : relationship to phylogeny, ontogeny and ecology*. Ph.D. dissertation, University of Arizona.
- Leigh SR. 1994. Ontogenetic correlates of diet in anthropoid primates. *Am J Phys Anthropol* 94 : 499 - 522.
- Warren CD, Chaturvedi P, Newburg AR, Oftedal OT, Tilden CD, Newburg DS. 2001. Comparison of oligosaccharides in milk specimens from humans and twelve other species. *Adv Exp Med Biol* 501 : 325 - 332.



LES DOSSIER
DE L'OBSTÉTRIQUE

TARIF D'ABONNEMENT

11 NUMÉROS PAR AN

Abonnement Particulier	Plein tarif	Étudiant(e) Retraité(e) s*
FRANCE	79,00 €	43,00 €
D.O.M.	84,00 €	53,00 €
EUROPE OCCIDENTALE	92,00 €	55,00 €
T.O.M./ÉTRANGER	94,00 €	58,00 €

* Joindre attestation.

Abonnement collectif de service 156,00 €

En cas de règlement incomplet,
l'abonnement sera réduit proportionnellement.

ABONNEMENT 2018

VOS COORDONNÉES

☐ M^{me} ☐ M^{lle} ☐ M. (en lettres capitales)

Nom Prénom

Adresse

Code postal [][][][][] Ville

Pays Téléphone

E-mail

Exercice professionnel (Libéral, PMI, Public, Privé, Autre)

s'abonne aux **Dossiers de l'Obstétrique**

Éditions ESKA, 12 rue du Quatre-Septembre, 75002 Paris

Tél. 01 42 86 55 65 - Fax 01 42 60 45 35 - Email : adv@eska.fr

Renvoyer le coupon à : Dossiers de l'Obstétrique - Éditions ESKA - 12 rue du Quatre-Septembre - 75002 Paris - T. 01 42 86 55 65 - F. 01 42 60 45 35