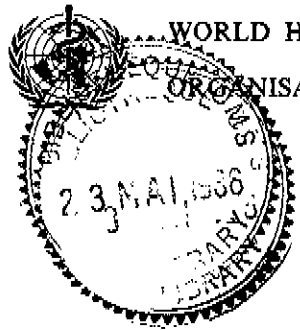


97-4111

5415



LE DEVELOPPEMENT PHYSIOLOGIQUE DU NOURRISSON ET SON INCIDENCE SUR L'ALIMENTATION DE COMPLEMENT

par

Dr M. Béhar^a

Le retentissement de l'alimentation de complément est envisagé relativement au développement physiologique et aux besoins nutritionnels du nourrisson. Considéré du point de vue des besoins nutritionnels et du stade de développement physiologique, l'apport d'aliments autres que le lait maternel avant à peu près quatre mois est inutile et risque d'être nuisible. En revanche, la plupart des nourrissons ont besoin d'une alimentation de complément avant six mois environ. La période entre quatre et six mois peut servir de phase d'entraînement et d'adaptation à la prise d'aliments semi-solides. L'alimentation de complément donnée trop tôt présente un certain nombre d'inconvénients et de risques connus, notamment une perturbation du réflexe de succion, une diminution de la fréquence et de l'intensité de la succion accompagnée d'une baisse de la lactation, un trouble de l'absorption du fer à partir du lait maternel et un risque accru de maladies diarrhéiques. Avec de nombreux aliments de complément et le lait de vache non dilué entre autres, on observe un risque de déficit hydrique, et l'hyperosmolarité et l'hypernatrémie qui en résultent conduisent à un état de léthargie, à des convulsions et même à des lésions cérébrales résiduelles. Il convient de noter, parmi les autres conséquences possibles à long terme, la survenue ultérieure d'une obésité, d'une hypertension et d'une artériosclérose. Le présent document souligne que le moment où l'on décide de mettre en route une alimentation de complément dépend non seulement de l'âge mais encore du degré de développement du nourrisson, du type d'aliment disponible et des conditions d'hygiène dans lesquelles l'aliment est préparé et donné.

Sommaire

Table with 2 columns: Title and Pages. Includes sections like Introduction (2), Développement des fonctions de l'appareil digestif (3), Appareil excréteur (5), Besoins nutritionnels (7), Facteurs protecteurs présents dans le lait de femme (12), Alimentation de complément (13), Conclusion (19), and Références bibliographiques (19).

^a Consultant de l'OMS, anciennement Chef, Nutrition, Organisation mondiale de la Santé, Genève (Suisse).

INTRODUCTION

1. Pendant la vie intra-utérine, la nutrition du fœtus est assurée grâce au placenta par passage des éléments nutritifs du sang de la mère à celui de l'enfant. Le placenta extrait du sang maternel tous les nutriments nécessaires, lesquels passent directement dans la circulation foetale sous une forme immédiatement utilisable par le métabolisme foetal. Ainsi, le glucose est la source principale d'énergie et les acides aminés libres sont employés à la synthèse des protéines.
2. En ce qui concerne les sous-produits du métabolisme, il y en a très peu et tous ceux qui se forment repassent dans la circulation maternelle. Avec un tel mécanisme de nutrition par voie parentérale, le fœtus n'a besoin ni d'ingérer des aliments, ni de les digérer, ni de les absorber; il n'a pas besoin non plus d'un appareil excréteur pour débarrasser son organisme des déchets du métabolisme. L'appareil digestif et les fonctions rénales commencent à se développer petit à petit avant la naissance en vue du jour où ils seront nécessaires.
3. On a des arguments indiquant qu'à la fin de la grossesse le fœtus fait des mouvements de déglutition et avale du liquide amniotique; l'ingestion de liquide amniotique a très peu de valeur sur le plan nutritionnel, si tant est qu'elle en ait, mais revêt par contre une grande importance en ce qui concerne les développements anatomique et fonctionnel de l'appareil digestif foetal. De même, le fœtus sécrète et excrète de l'urine, processus qui contribue à alimenter le liquide amniotique et joue un rôle dans le développement des reins même si ces derniers ne sont pas encore nécessaires.
4. La situation se modifie brutalement et radicalement à la naissance, après laquelle le nourrisson doit s'alimenter par la bouche, digérer et absorber les nutriments et a besoin de reins fonctionnels pour excréter les déchets métaboliques et maintenir l'homéostasie hydrique et électrolytique. Toutefois, étant donné qu'aucun de ces deux appareils n'est à ce moment-là entièrement formé, la marge de tolérance concernant l'eau, la charge totale en substances dissoutes et certains solutés est très étroite si on la compare à celle du nourrisson plus âgé et du jeune enfant. Par suite de l'incapacité des reins à concentrer l'urine à la naissance et pendant encore plusieurs mois, le nouveau-né et le jeune nourrisson ont besoin d'aliments plus riches en eau que le nourrisson plus âgé pour que la charge en substances dissoutes dans le liquide excrété soit comparable. Le nouveau-né passe d'un milieu pour ainsi dire stérile à un milieu massivement contaminé dans lequel même les aliments ingérés risquent d'être une source d'infection.
5. L'adaptation à ces changements radicaux se déroule pendant les premiers mois de la vie extra-utérine. C'est une période où le nourrisson croît de plus très rapidement et a par conséquent des besoins nutritionnels très importants. Tant le réflexe de captation buccale (rooting reflex) que celui de refus (extrusion reflex) (voir ci-dessous), présents à la naissance et fonctionnels au cours des trois premiers mois de la vie, poussent le nourrisson à n'accepter qu'une alimentation liquide et spécialement le lait maternel. La régurgitation des autres aliments est fréquente s'ils sont administrés pendant cette période.
6. Lorsqu'on veut adopter un mode d'alimentation infantile approprié aux premiers mois de la vie, il est donc nécessaire de tenir compte de plusieurs facteurs : les besoins nutritionnels et le degré de maturité fonctionnelle, tout particulièrement en ce qui concerne l'utilisation des aliments par le nourrisson, les mécanismes excréteurs et la protection contre les infections.
7. Dans ce document sont examinés le développement de l'appareil digestif et des fonctions rénales au début de la vie extra-utérine ainsi que les besoins nutritionnels du nourrisson; on y étudie en outre les modes d'alimentation infantile, notamment l'alimentation de complément, à la lumière de ces deux facteurs.

DEVELOPPEMENT DES FONCTIONS DE L'APPAREIL DIGESTIF

Ingestion des aliments

8. A la naissance, le nourrisson normal est capable de s'alimenter par succion du mamelon maternel, d'amener le lait ainsi obtenu jusqu'à l'arrière de la cavité buccale et de l'avaler. Il peut se livrer à cette activité pendant cinq à dix minutes sans interruption tout en respirant normalement. La succion et la déglutition sont des fonctions vitales pour les nouveau-nés et les nourrissons pendant leurs premiers mois. Elles sont réalisées grâce à une configuration morphologique spéciale avec, en particulier, un voile du palais proportionnellement plus allongé que celui que l'on observe par la suite et aux réflexes de succion et de déglutition qui commandent une série de mouvements coordonnés des lèvres, des joues, de la langue et du pharynx.

9. Si on plaçait un aliment solide ou semi-solide dans la bouche du nourrisson il serait normalement éjecté avec vigueur par le déclenchement du réflexe de refus, autre réflexe normal du jeune nourrisson. C'est seulement à 4 à 6 mois, à l'âge où le réflexe de protrusion de la langue ou réflexe de refus a normalement disparu, que le nourrisson peut accepter des aliments semi-solides; désormais les aliments peuvent être acheminés jusqu'à l'arrière de la cavité buccale et déglutis.¹ Les mouvements successifs indispensables pour parvenir à ce résultat sont différents de ceux que nécessitent la succion et la déglutition de liquides. Plus tard, à 7 à 9 mois, commencent à apparaître des mouvements rythmiques de mastication, au moment où sortent les premières dents; c'est le début de la mastication.

10. Pendant les 4 à 6 premiers mois, le nourrisson normal est par conséquent à un stade de développement fonctionnel qui permet l'acceptation d'une alimentation essentiellement liquide. Il s'agit d'une période de transition entre la nutrition par voie parentérale du fœtus in utero et le régime alimentaire futur mixte et essentiellement solide. Si l'on peut faire avaler de force à un très jeune enfant des aliments semi-solides de consistance molle dès les premiers jours, si par exemple la mère apprend à utiliser les mouvements de succion du nourrisson pour donner des aliments de ce type, il est toutefois impossible de considérer cette situation comme normale.

Digestion des aliments

11. Glucides. La digestion des aliments commence dans la bouche; pendant la mastication ceux-ci sont mélangés à la salive ce qui permet à l'amylase de commencer la digestion des amidons. On a pu constater que l'amylase était présente dans la salive du nourrisson mais il n'y a pas digestion des glucides dans la bouche ou dans l'oesophage pendant les premiers mois.

12. Le plus gros de la digestion des glucides se fait dans l'intestin grêle proximal. Les polysaccharides comme les amidons sont dégradés en mono- et disaccharides, surtout par la delta-amylase sécrétée par le pancréas. L'amyloglucosidase sécrétée par la muqueuse intestinale peut aussi jouer un rôle dans la digestion des amidons mais elle agit essentiellement sur les oligosaccharides et certains disaccharides. La muqueuse de l'intestin grêle sécrète également des disaccharidases qui hydrolysent les disaccharides en monosaccharides, seule forme absorbable des glucides.

13. On a constaté que l'activité de l'amylase est dans l'intestin grêle du nourrisson né à terme d'environ 10 % de celle de l'adulte,² et semble être due surtout à l'amyloglucosidase. Les informations dont on dispose indiquent que l'amylase pancréatique n'est pas sécrétée au cours des trois premiers mois; on a observé que jusqu'à 6 mois elle n'est présente qu'à des teneurs très faibles, ou est même complètement absente.³

14. Certains arguments tendent cependant à montrer que le nourrisson peut digérer l'amidon avant l'âge de trois mois. Cette digestion anticipée est probablement due à l'activité de l'amyloglucosidase, qui normalement n'est pas active à ce moment-là mais est activée par la présence et la nature de la substance ou substrat sur laquelle agit l'enzyme.⁴ Il se pourrait

également que l'amylase pancréatique soit sécrétée en réaction à la présence d'amidon dans l'intestin grêle; ceci n'a toutefois pas été démontré. Quel que soit le cas, une adaptation est nécessaire pour que le jeune nourrisson puisse digérer les amidons. Il faut parfois des jours ou des semaines ce qui pourrait expliquer la fréquence des observations de troubles gastro-intestinaux, notamment de diarrhées, chez le très jeune enfant nourri avec des aliments contenant de l'amidon. On a de plus suggéré que les amidons non digérés risqueraient d'avoir un rôle défavorable sur l'absorption d'autres nutriments et finalement d'empêcher le nourrisson alimenté avec un régime à forte proportion d'amidon de profiter.⁵

15. Opposée à l'immaturation évidente du système de digestion et d'utilisation des amidons chez le nourrisson pendant les premiers mois, l'activité des disaccharidases est, elle, parfaitement développée à la naissance. La delta-glucosidase qui hydrolyse le saccharose et le maltose et la bêta-galactosidase qui hydrolyse le lactose sont présentes à la naissance avec une activité comparable à celle que l'on rencontre chez le nourrisson plus âgé.⁶ La digestion et l'utilisation du sucre du lait ne présentent par conséquent aucune difficulté.

16. Protéines. La sécrétion gastrique d'acide chlorhydrique et de pepsine est déjà bien développée chez le nouveau-né à terme; les concentrations sont faibles toutefois et s'élèvent progressivement pendant les quatre premiers mois.^{7,8} De toute façon, la digestion des protéines se déroule essentiellement dans l'intestin grêle où l'activité protéolytique atteint déjà chez le nouveau-né la même intensité que chez l'adulte.⁹ Ainsi, malgré les difficultés que le jeune nourrisson peut rencontrer avec des protéines comme la caséine (pour lesquelles l'activité gastrique peut avoir beaucoup d'importance dans le démarrage de la digestion), sa capacité à digérer les protéines est parfaitement développée à la naissance. On évitera néanmoins les rations protéiques très importantes, en particulier chez l'enfant né avant terme et le très jeune nourrisson, chez lesquels une trop forte charge urinaire en substances solubles risquerait de rompre l'équilibre acido-basique et d'entraîner une acidose métabolique.

17. Il existe un autre problème en rapport avec l'utilisation des protéines par le jeune nourrisson : la perméabilité de la muqueuse intestinale aux grosses molécules. Chez le nourrisson plus âgé comme chez l'adulte, les protéines sont absorbées sous forme d'acides aminés et de petits peptides. La plus grande partie de ces derniers subissent une digestion plus poussée pendant la traversée de la muqueuse et ce sont essentiellement des acides aminés libres qui entrent dans la circulation. Les grosses molécules, qui peuvent se comporter comme des antigènes, ne traversent normalement pas la muqueuse intestinale. Pendant la période néonatale cependant, et par la suite pendant une durée variable, le nourrisson peut absorber des molécules protéiques intactes.¹⁰ Ce phénomène a été démontré par l'absorption d'anticorps et par la réponse immunitaire à des antigènes protéiques administrés par voie orale.

18. C'est cette caractéristique du jeune nourrisson qui semble être à l'origine du mécanisme par lequel une réaction d'allergie au lait de vache apparaît parfois chez les enfants. Le rôle de ce mécanisme dans l'apparition d'autres allergies alimentaires n'est pas clair mais ne doit pas être oublié lorsqu'il s'agit de l'alimentation du jeune nourrisson.

19. Lipides. Comme on l'a mentionné plus haut, le glucose est la source principale d'énergie utilisée par le fœtus pour son développement pendant la vie intra-utérine. Après la naissance toutefois, les lipides alimentaires deviennent une source importante d'énergie. Dans le lait de femme 40 à 50 % des calories sont sous forme de lipides. Un ajustement considérable du métabolisme énergétique est donc nécessaire après la naissance et débute avec la digestion et l'absorption des lipides.

20. Chez le nourrisson plus âgé et chez l'adulte, les lipides alimentaires sont tout d'abord hydrolysés, principalement par les lipases pancréatiques, dans l'intestin grêle. Les produits de la lipolyse sont ensuite solubilisés sous l'action des sels biliaires pour pouvoir être absorbés. Chez le nouveau-né à terme les fonctions pancréatique et hépatique ne sont pas encore entièrement développées et la concentration de la lipase pancréatique comme celle des sels biliaires sont très faibles.^{11,12}

21. On a toutefois observé que l'absorption des lipides est bonne chez le jeune nourrisson et notamment de ceux contenus dans le lait maternel. Ce fait est surprenant si l'on pense que les gouttelettes lipidiques du lait sont particulièrement résistantes à l'action lipolytique des

lipases pancréatiques vu qu'elles sont enveloppées d'une couche de phospholipides et de protéines. On sait que chez le jeune nourrisson la digestion des graisses et leur absorption sont renforcées par l'action de lipases linguales¹³ et par celle des lipases présentes dans le lait maternel.¹⁴ Les lipases linguales sont sécrétées par les papilles situées dans la partie arrière de la langue; elles commencent à agir dans l'estomac et les produits de la lipolyse (acides gras et monoglycérides) concourent à la réalisation d'une émulsion, compensant ainsi la faible teneur en sels biliaires. Le mécanisme de cette lipolyse préduodénale, important chez le jeune nourrisson, est en outre complété par l'action de la lipase contenue dans le lait de femme (lipase activée par les sels biliaires), qui joue également un rôle important dans la digestion et l'absorption des lipides au début de la première enfance. La lipase du lait de femme a de plus une activité estérasiqque importante pour l'utilisation de la vitamine A présente dans le lait sous forme d'esters du rétinol.

22. Malgré le manque de maturité des fonctions pancréatique et hépatique, le jeune nourrisson est donc bien équipé pour pouvoir utiliser les lipides du lait maternel qui satisfont près de 50 % des besoins énergétiques, ainsi que d'autres constituants liposolubles importants de ce lait. Ces mécanismes compensateurs ou complémentaires qui permettent au jeune nourrisson d'utiliser les lipides sont moins efficaces lorsque les lipides du lait de vache ou d'autres graisses sont introduits dans son régime.¹⁵

23. Vitamines et sels minéraux. L'utilisation des vitamines et des sels minéraux alimentaires semble ne poser aucun problème important au début de la vie. Cette question n'a cependant pas été autant étudiée que la digestion et l'utilisation des macronutriments examinées plus haut. L'absorption des vitamines liposolubles est étroitement liée à l'absorption des lipides.

24. Pour ce qui est de la vitamine A notamment, les connaissances sont insuffisantes en ce qui concerne l'utilisation par le jeune nourrisson des différentes formes sous lesquelles cette vitamine ou ses précurseurs se présentent dans les aliments. Le taux particulièrement élevé d'absorption de la vitamine A présente dans le lait de femme a déjà été mentionné.

25. Un phénomène comparable existe pour le fer, l'absorption étant supérieure chez le très jeune enfant à ce qu'elle est ensuite pendant l'enfance et chez l'adulte. Elle semble liée à un besoin accru en fer au début de la vie. En outre, la biodisponibilité du fer contenu dans le lait de femme est particulièrement élevée, bien supérieure à celle du fer présent dans le lait de vache ou des préparations de fer ajoutées aux aliments.¹⁶ On ignore le mécanisme exact de l'accroissement de la biodisponibilité du fer chez l'enfant nourri au sein. On a observé toutefois que la forte biodisponibilité du fer issu du lait de femme s'effondre lorsqu'on donne au très jeune enfant nourri au sein une alimentation de complément solide d'origine végétale. Le fait a été confirmé expérimentalement en mesurant chez l'adulte l'absorption du fer à partir de lait de femme seul et associé à un aliment de complément courant destiné au nourrisson (compote de poires). On a constaté que l'absorption du fer était de 23,8 % pour le lait seul et 5,7 % lorsqu'on ajoutait l'aliment de complément.¹⁷

26. Eau et électrolytes. La perméabilité de la muqueuse intestinale à l'eau et aux électrolytes est plus élevée pendant la première enfance que plus tard. Ceci est sans importance dans les conditions normales mais en acquiert lorsque le contenu intestinal présente une osmolarité élevée. Dans ces conditions un déséquilibre hydro-électrolytique tend à s'installer plus facilement chez le nourrisson que par la suite. Il est bon de ne pas oublier les conséquences de ce phénomène lorsqu'on s'intéresse à l'alimentation infantile (voir paragraphe 30).

APPAREIL EXCRETEUR

27. Le maintien du volume et de la composition des liquides organiques ainsi que l'excrétion des déchets du métabolisme sont des fonctions vitales assurées par les reins. In utero la formation de l'urine commence au début du développement foetal c'est-à-dire vers la neuvième ou la dixième semaine de gestation. L'excrétion urinaire à ce stade a un rôle dans le maintien du volume du liquide amniotique et dans le développement embryonnaire de l'appareil urinaire. Cependant, les fonctions rénales de régulation et d'excrétion sont insignifiantes avant la

naissance, vu que le maintien de l'homéostasie foetale est assuré par le placenta. Il n'y a presque pas de déchets métaboliques puisque le métabolisme foetal est essentiellement anabolique et si déchets il y a, ils traversent le placenta et entrent dans la circulation maternelle, ce que confirme l'observation de nourrissons porteurs d'une agénésie rénale congénitale sans manifestation d'insuffisance rénale à la naissance.

28. A la naissance les reins remplissent toutes leurs fonctions mais avec un niveau d'activité faible. Ils sont adaptés aux conditions normales du nouveau-né chez lequel un métabolisme du type anabolique prédominant persiste à condition qu'il reçoive une alimentation donnant peu de résidus, équilibrée et entièrement utilisable, à savoir le lait maternel. La capacité fonctionnelle des reins progresse rapidement pendant les premiers mois, ce qu'illustre bien la rapidité de la croissance extra-utérine de ces organes qui passent de 12,5 g par rein à la naissance à 20 g à 13 mois.

29. Du point de vue fonctionnel les reins du nouveau-né se caractérisent par un taux de filtration glomérulaire faible et un pouvoir de concentration réduit.¹⁸ Ils fonctionnent très efficacement comme mécanisme de conservation de l'eau pour assurer la lutte contre la déshydratation. Ils n'ont pas de difficulté à éliminer les résidus métaboliques peu abondants du nourrisson allaité au sein.

30. Cet équilibre peut être rompu toutefois, lorsque l'apport d'eau est nettement réduit ou que l'apport de substances solubles est fortement augmenté. Vu que les besoins nutritifs du nourrisson et ceux du veau sont très différents, l'introduction brusque du lait de vache dans le régime du jeune nourrisson risque d'entraîner une hyperosmolarité avec hypernatrémie, qui, si elle n'est pas normalisée peut conduire à un état de léthargie, à des convulsions et même à des lésions du système nerveux central. Une alimentation à base de lait de vache donnée au jeune nourrisson peut aboutir à un déficit hydrique de 80 ml/jour. La situation devient particulièrement critique en cas de pertes hydriques extrarénales, lorsque par exemple la sudation est abondante.

31. En ce qui concerne la régulation acido-basique, les reins du jeune nourrisson ont une capacité d'élimination des ions hydrogène limitée,¹⁹ d'où la grande prédisposition du nourrisson à l'acidose. L'excrétion des phosphates est un bon exemple de la manière dont les reins du nourrisson adaptent leur capacité fonctionnelle à la demande. Les reins du jeune nourrisson fonctionnent normalement avec un apport potassique faible comme c'était le cas *in utero* et comme cela doit le rester à condition que le nourrisson soit allaité au sein. Cependant, lorsque l'on met le nourrisson à un régime riche en phosphates, au lait de vache par exemple, les reins doivent ajuster leur activité à un autre niveau. Habituellement ils satisfont à la demande mais l'adaptation exige un certain temps. Dans l'intervalle, le nourrisson risque de faire une hyperphosphatémie transitoire, consécutive tant à l'immaturité rénale qu'à l'hypoparathyroïdisme fonctionnel, troubles auxquels peuvent s'associer une hypocalcémie et une tétanie néonatale.²⁰

32. L'immaturité relative de l'appareil urinaire du nouveau-né semble être due uniquement à ce que le niveau d'activité fourni correspond à la demande normale. Les reins acquièrent ensuite très rapidement leur maturité, en quelques mois, et possèdent la capacité de s'adapter à des variations importantes de régime alimentaire. Ainsi en commençant à quatre mois environ, la charge en substances dissoutes résultant du métabolisme des aliments nouvellement introduits est acceptable, et, par ailleurs, à six mois le bébé commence à savoir déglutir des liquides dans un gobelet. En fait, les modifications introduites qu'on lui propose progressivement dans l'alimentation, avec l'augmentation de l'excrétion azotée et des autres substances que cela implique, jouent un rôle de stimulus dans le développement de l'activité fonctionnelle des reins.

33. Quoi qu'il en soit, la surcharge de l'appareil excréteur peut intervenir plus facilement au cours des premiers mois qu'ultérieurement, à la suite de situations de stress comme la maladie, la déshydratation, un changement alimentaire trop brusque ou trop important, par exemple l'introduction d'aliments à forte charge en sodium (substances minérales) ou en substances solubles (protéines), qui nécessitent un supplément hydrique (voir tableau 1, A et B).

BESOINS NUTRITIONNELS

34. Pendant les premiers mois de la vie, la croissance est très rapide et avant le quatrième mois un nourrisson normal double son poids. L'énergie et les nutriments sont nécessaires non seulement à l'entretien des fonctions et de l'activité de l'organisme mais encore et pour une bonne partie à l'histopoïèse. Les besoins nutritifs du nourrisson sont par conséquent différents de ceux de l'enfant plus âgé et de l'adulte, à la fois quantitativement et qualitativement.

35. Du point de vue quantitatif, par exemple, les besoins en énergie et en protéines pendant le premier mois sont par kilogramme de poids corporel trois fois plus élevés que ceux de l'adulte. Les différences qualitatives sont également importantes et dépendent soit de besoins véritables soit des caractéristiques physiologiques particulières du nourrisson.

36. En ce qui concerne les protéines, les besoins du nourrisson en acides aminés essentiels sont proportionnellement bien plus élevés que ceux de l'enfant ou de l'adulte.^{21,22} Il serait donc très difficile, voire impossible, de satisfaire ses besoins azotés avec des protéines à faible valeur biologique. Bien que les lipides en tant que tels ne soient pas indispensables, à l'exception des acides gras essentiels en quantités infimes, ils sont d'une extrême importance chez le nourrisson en tant que source condensée d'énergie, fournissant l'apport énergétique élevé qui est nécessaire sous un faible volume d'aliments. Les besoins en sels minéraux sont particulièrement critiques à cet âge; le fer et le calcium nécessaires à la formation de l'hémoglobine et à la calcification des os en sont des exemples notables.

37. On sait que plus de 50 nutriments sont nécessaires à l'homme, mais les besoins sont mal définis pour plus de la moitié d'entre eux. Pour la plupart, il n'y a pas seulement un apport minimal en dessous duquel il y a carence, mais aussi un apport maximal au-dessus duquel leur ingestion peut avoir des conséquences indésirables. Si la fourchette entre l'apport minimal et l'apport maximal est ordinairement assez large et donne une grande marge de sécurité, elle est pour certains très étroite; c'est le cas notamment de l'énergie. Un apport énergétique légèrement en dessous des besoins entraîne une déficience tandis qu'au-dessus, il cause l'obésité.

38. La nutrition correcte du nourrisson et sa santé exigent le respect d'un équilibre délicat de l'apport énergétique et d'un grand nombre de nutriments. Fort heureusement, pour choisir un régime alimentaire adéquat, il n'est pas nécessaire de considérer chacun des nutriments séparément mais plutôt les aliments à apporter. Pour ce qui est du nourrisson, il est admis que le lait maternel est un mélange complet et parfaitement équilibré de tous les nutriments nécessaires; si ses besoins énergétiques sont satisfaits avec le lait de femme, tous les autres besoins nutritifs le sont également.

39. Compte tenu de ces données et vu que le but principal du présent document est d'aider à prendre une décision sur le moment où des aliments autres que le lait maternel deviennent nécessaires ou sont conseillés dans l'alimentation infantile, seuls les besoins énergétiques seront envisagés. La situation serait différente pour des nourrissons alimentés avec des substituts du lait maternel et pour lesquels il conviendrait d'apporter en supplément certains nutriments, malgré un apport énergétique total satisfaisant. C'est le cas par exemple de la vitamine C et du fer et aussi de la vitamine D en situation de carence solaire (voir tableau 1, parties B et C).

Besoins énergétiques du nourrisson

40. Chez le sujet en bonne santé les besoins énergétiques peuvent se définir comme l'apport d'énergie par les aliments qui compensent les dépenses énergétiques. La dépense énergétique recouvre le métabolisme basal, l'énergie dépensée en activité musculaire et l'énergie nécessaire à l'utilisation des aliments. Dans le cas de la femme enceinte ou allaitante il faut ajouter les dépenses en énergie dues à cet état, et pour l'enfant les calories nécessaires à la croissance.

TABLEAU 1. TENEUR EN NUTRIMENTS DE CERTAINS ALIMENTS DE COMPLEMENT DESTINES AU NOURRISSON
A. Macronutriments
(analyse moyenne pour 100 g)

Produit ¹	Pays	Type de préparation	Apport énergétique		Eau	Protéines	Lipides		Glucides		
			kcal	kJ			Total	AGPI ²	Total	Fibres	Amidon
Purée de carottes	Suède	Industrielle	50	200	77,6	1,0	2,0	0,12	7,0	0,77	1,17
Compote de pommes	Angleterre	"	59	253	*	0,2	ND	ND	15,6	*	*
Poudre pour bouillie riz/lait	RPA	"	423	1 795	*	10,7	8,9	1,3	75,0	0,1	33,6
Mélange de céréales	Pays-Bas	"	354	1 505	*	10,0	2,0	*	74,0	6,5	*
Céréales à teneur élevée en protéines**	Etats-Unis d'Amérique	"	360	1 512	6,8	35,2	4,6	*	44,3	2,4	*
Poulet/légumes/pommes de terre	Suède	"	75	320	*	3,0	3,0	*	8,5	*	*
Patate douce	Jamaïque	Domestique	119	477	70,6	1,7	0,4	*	26,3	0,7	*
Haricots mange-tout	Turquie	"	32	130	90,1	1,9	0,2	0,07	6,1	1,0	3,5
Papaye	Jamaïque	"	39	160	88,7	0,6	0,1	*	10,0	0,5	*
Pêche ***	Turquie	"	38	160	89,1	0,6	0,1	0,05	9,7	0,6	0,1
Fruits	Etats-Unis d'Amérique	Industrielle	85	357	78,2	0,4	0,2	*	20,4	0,5	*
Farine de riz/lait/sucre	Turquie	Domestique	140	586	31,4	2,8	1,2	0,07	28,8	0,07	19,3
Farine de blé/eau	République-Unie de Tanzanie	"	73	304	2,4	1,6	0,5	0,04	15,4	0,14	12,8
Riz/huile/beurre/eau	Inde	"	141	591	3,1	1,9	5,5	1,58	20,3	0,05	20,3
Amandes/beurre/miel/eau	Arabie saoudite	"	562	2 350	11,2	9,5	47,1	6,01	30,4	1,3	9,8
Pain/thé à la menthe	Maroc	"	288	1 210	33,1	8,6	3,8	0,48	53,0	0,2	53,0

* Pas de renseignements.

** Valeurs moyennes pour 3 produits.

*** Valeurs moyennes pour 33 produits.

ND = Non décelable.

¹ Références bibliographiques, voir Partie C.

² AGPI = acides gras polyinsaturés.

TABLEAU 1. TENEUR EN NUTRIMENTS DE CERTAINS ALIMENTS DE COMPLEMENT DESTINES AU NOURRISSON

B. Sels minéraux

(analyse moyenne pour 100 g)

Produit ¹	Cendres	Calcium mg	Phosphore mg	Potassium mg	Sodium mg	Fer mg	Cuivre mg	Magnésium mg	Zinc mg
Purée de carottes	0,7	35	30	100	50	0,6	0,06	10	0,20
Compote de pommes	*	12	5	107	17	0,4	*	*	*
Poudre pour bouillie riz/lait	*	440	230	430	130	5,0	*	20	*
Mélange de céréales	*	50	280	280	260	4,2	*	80	*
Céréales à teneur élevée en protéines**	6,7	811	849	1 492	68	80,0	0,1	*	*
Poulet/légumes/pommes de terre	*	20	30	170	140	0,7	0,05	10	0,30
Patate douce	1,0	32	47	243	10	0,7	*	75	*
Haricots mange-tout	0,7	56	44	243	7	0,8	0,13	32	0,80
Papaye	0,6	20	16	234	3	0,3	0,01	8	0,40
Pêche	0,5	9	19	202	1	0,5	*	10	0,15
Fruits**	0,3	8	12	79	17	0,4	0,06	*	*
Farine de riz/lait/sucre	0,4	45	53	76	16	0,2	0,01	9	0,50
Farine de blé/eau	0,1	1	33	ND	ND	0,4	0,03	17	0,28
Riz/huile/beurre/eau	0,2	15	50	38	53	7,0	0,11	7	0,46
Amandes/beurre/miel/eau	1,9	118	254	403	131	2,5	*	2	1,65
Pain/thé à la menthe	1,5	28	94	125	406	5,3	0,13	104	4,49

* Pas de renseignements.

** Valeurs moyennes pour 3 produits.

*** Valeur moyenne pour 33 produits.

ND = non décelable.

¹ Pays et types de préparations comme dans la partie A; références bibliographiques, voir partie C.

TABLEAU 1. TENEUR EN NUTRIMENTS DE CERTAINS ALIMENTS DE COMPLEMENT DESTINES AU NOURRISSON
C. Vitamines
(analyse moyenne pour 100 g)

Produit ¹	Rétinol eqv.mg	VIT.D µg	VIT.E mg	Thiamine mg	Ribo- flavine mg	Niacine mg	VIT.B6 mg	VIT.B12 µg	Acide folique µg	VIT.C mg	Références biblio- graphiques
Purée de carottes	1,00	ND	*	0,03	0,03	0,4	*	ND	*	5	(1)
Compote de pommes	*	*	*	*	*	*	*	*	*	25	(2)
Poudre pour bouillie riz/lait	3,30	4,75	3,3	1,3	0,28	2,6	0,24	0,47	47,1	28	(3)
Mélange de céréales	*	*	*	0,3	0,1	*	0,20	*	*	*	(4)
Céréales à teneur élevée en protéines**	*	*	*	3,22	1,85	21,0	0,56	*	*	*	(5)
Poulet/légumes/pommes de terre	0,10	*	*	0,04	0,02	0,7	*	*	*	ND	(1)
Patate douce	0,03	ND	*	0,10	0,06	0,6	0,21	ND	88,4	21	(6)
Haricots mange-tout	0,06	ND	0,09	0,08	0,11	0,5	0,15	ND	27,5	19	(7)
Papaye	0,18	ND	*	0,04	0,04	0,3	0,04	ND	1,1	56	(6)
Pêche***	0,13	ND	ND	0,02	0,05	1,0	0,02	ND	*	7	(7)
Fruits	0,12	*	*	0,02	0,02	0,2	0,05	0,06	0,4	6,8	(5)
Farine de riz/lait/sucre	0,01	ND	0,07	0,03	0,06	0,4	0,04	ND	1,07	ND	(7)
Farine de blé/eau	ND	ND	ND	0,04	0,01	0,3	0,08	ND	5,3	ND	(8)
Riz/huile/beurre/eau	0,02	ND	0,44	0,11	ND	0,9	0,03	ND	0,9	ND	(9)
Amandes/beurre/miel/eau	0,17	0,25	12	0,12	0,48	1,9	0,06	ND	23	ND	(9)
Pain/thé à la menthe	ND	ND	1,8	0,27	0,15	3,0	0,26	ND	29	ND	(9)

* Pas de renseignements. ** Valeurs moyennes pour 3 produits. *** Valeurs moyennes pour 33 produits. ND = non décelable.
¹ Pays et types de préparations comme dans la partie A.

Références bibliographiques : (1) Brown, R. E. Weaning foods in developing countries. *American Journal of Clinical Nutrition*, 31:2066-2072 (1978)
(2) Cow & Gate Ltd., Trowbridge, Angleterre
(3) Fomon, S. J. *Infant nutrition*, Philadelphia, Saunders, 1967
(4) Jelliffe, E. F. P. A new look at weaning multmixes for the Caribbean - means of improving child nutrition. *Jamaïque, Caribbean Food and Nutrition Institute*, 1971
(5) Köksal, Ö. *Nutrition in Turkey*. Ankara, FIŞE, 1977
(6) Marchione, T. J. & Helsing, E. Rethinking infant nutrition policies under changing socioeconomic conditions. *Université d'Oslo, Institut de Recherche sur la Nutrition*, février 1981
(7) International Division/Scientific Department, Nilupa, AG, Friedrichsdorf, République fédérale d'Allemagne
(8) Nutricia Produktinformatie, Zoetermeer, Pays-Bas
(9) Semper Produktinformotion, Stockholm, Semper AB. juin 1984

41. Les besoins d'énergie doivent en principe être déterminés en mesurant exactement tous les éléments indiqués ci-dessus, ce qui ordinairement est possible dans le cas du grand enfant et de l'adulte. On ne possède pas de données fiables sur la ration énergétique nécessaire pour couvrir les besoins d'une croissance et d'une dépense physique normales chez le nourrisson. On admet toutefois que le nourrisson en bonne santé dont la croissance suit les normes admises est vraisemblablement dans un état d'équilibre énergétique. C'est par conséquent la ration énergétique du tout-petit en bonne santé qui sert de base pour déterminer les besoins énergétiques du nourrisson.

42. Pour estimer les besoins d'énergie du nourrisson de moins de six mois, le Comité spécial FAO/OMS d'experts sur les besoins énergétiques et les besoins en protéines²³ s'est servi des données concernant de très jeunes enfants nourris au biberon avec du lait de femme;²⁴ pour le deuxième semestre, on a employé les données concernant des enfants en bonne santé, des Etats-Unis d'Amérique et du Royaume-Uni, nourris avec un régime mixte.²⁵ On était bien conscient des faiblesses de ces informations mais c'étaient les meilleures dont on pouvait disposer; le Comité a recommandé de collecter d'autres données.

43. Les recommandations du Comité de 1971, les plus largement utilisées jusqu'à présent dans le monde, fixent les besoins à 120 kcal (0,502 MJ) par kg de poids corporel et par jour entre 0 et 3 mois, avec une diminution progressive jusqu'à 105 kcal (0,439 MJ) par kg de poids corporel et par jour à 9-12 mois (voir tableau 2).

TABLEAU 2. BESOINS ENERGETIQUES DU NOURRISSON

Age en mois	kcal/kg par jour	MJ
0 - 3	120	0,502
3 - 6	115	0,481
6 - 9	110	0,460
9 -12	105	0,439

44. Comme on l'a indiqué plus haut ces chiffres ont été utilisés pour évaluer l'adéquation des besoins et de l'apport alimentaire chez le nourrisson ou encore pour formuler des recommandations à ce sujet. D'après ces chiffres, on estime par exemple que la sécrétion lactée telle qu'elle est ordinairement chez des mères en bonne santé ne peut satisfaire les besoins énergétiques du nourrisson après l'âge de trois mois.²⁶

45. Un autre comité, patronné conjointement par l'OMS, la FAO et l'ONU, s'est réuni en 1981 pour réexaminer les besoins protéiques et énergétiques.²⁷ Ce comité disposait d'un ensemble bien plus important de mesures de l'apport alimentaire chez des nourrissons du Canada, de Suède, du Royaume-Uni et des Etats-Unis d'Amérique;²⁸ leur état de santé était bon et leur croissance conforme aux normes recommandées par l'OMS. C'est délibérément que les données concernant les pays en développement n'ont pas été incluses afin d'éliminer des nourrissons dont la courbe de croissance est fréquemment en dessous des normes, situation qui, c'est un fait reconnu, est associée essentiellement à un régime alimentaire inadapté et à des infections fréquentes, et nullement imputable à des différences génétiques.²⁹ Il est intéressant d'examiner les résultats de l'analyse des données employées par le Comité de 1981, résumés au tableau 3.

46. On voit que si les valeurs sont semblables au départ à celles figurant dans les recommandations du Comité de 1971, elles déclinent très rapidement au cours des premiers mois jusqu'à un minimum entre le 6^e et le 10^e mois, puis s'élèvent de nouveau. Cette courbe en U est très différente de la décroissance progressive obtenue avec les valeurs du Comité de 1971. On considère qu'elle est toutefois plus exacte et liée probablement à la baisse rapide des besoins énergétiques de croissance. En revanche, la dépense énergétique liée à l'activité physique est faible au départ, augmente progressivement et prend de l'importance à la fin de la première année.

TABLEAU 3. APPORT ENERGETIQUE CHEZ LE NOURRISSON

Age en mois	Apport	
	kcal/kg par jour	MJ
0,5	118	0,494
1 - 2	114	0,477
2 - 3	107	0,448
3 - 4	101	0,423
4 - 5	96	0,402
5 - 6	93	0,390
6 - 7	91	0,381
7 - 8	90	0,337
8 - 9	90	0,377
9 - 10	91	0,381
10 - 11	93	0,390
11 - 12	97	0,406
12	102	0,427

47. L'écart entre ces valeurs observées et les recommandations du Comité de 1971 est relativement large, notamment entre trois et neuf mois. C'est une époque critique au cours de laquelle commence le sevrage.

48. Ces nouvelles données, utilisées comme point de départ des recommandations du Comité de 1981, ont une portée pratique immense. Elles permettent d'expliquer les observations selon lesquelles, dans des conditions naturelles, en l'absence de malnutrition sévère, de problèmes de santé et de toute cause physiologique ou socio-psychologique à l'origine d'une baisse de la production de lait maternel, l'allaitement au sein à lui seul couvre les besoins énergétiques du nourrisson pendant au moins les quatre premiers mois et fréquemment jusqu'à six mois.³⁰

49. Comme on l'a mentionné plus haut, si les besoins énergétiques du nourrisson sont satisfaits grâce au lait maternel, il ne devrait y avoir aucun problème quant à l'apport protéique ou à celui des autres nutriments essentiels. Les exceptions à cette règle sont représentées par les nourrissons dont le poids de naissance est très faible et qui ont parfois besoin d'un supplément de fer et ceux dont les mères souffrent de certaines carences vitaminiques ou minérales. Dans le cas des carences maternelles, le lait de la mère peut avoir des teneurs réduites en un nutriment donné et il faudra peut-être l'administrer au nourrisson sous forme de supplément.

50. Le cas est différent pour le nourrisson alimenté avec des substituts du lait maternel qui, en principe, a dès le début besoin de divers suppléments : vitamine C, fer lorsque le substitut du lait maternel n'est pas enrichi en fer, vitamine D lorsque, pour diverses raisons, environnementales ou autres, il y a carence solaire.

FACTEURS PROTECTEURS PRESENTS DANS LE LAIT DE FEMME

51. Le lait de femme contient bon nombre d'éléments figurés ou de substances protectrices; citons *Lactobacillus bifidus*, les facteurs antistaphylococciques, le lysozyme, la lacto-transferrine, divers composants du système complémentaire, des immunoglobulines A, G et M, des lymphocytes, des neutrophiles et des macrophages. Il y a d'autres substances dans le lait maternel, les lipides par exemple, susceptibles d'avoir une activité antivirale.³¹ Il se peut de plus que des glucides à fonction de récepteurs jouent un rôle important en empêchant les bactéries d'adhérer à la muqueuse intestinale.³²

52. Le constituant soluble le plus important élaboré par le système immunitaire et présent dans le lait de femme est l'immunoglobuline A sécrétoire (IgAs). Les IgAs qui apparaissent dans le lait sont élaborées par des lymphocytes affectés à la synthèse d'IgA, stimulés dans l'intestin; ces lymphocytes migrent vers des territoires muqueux et chez la femme enceinte ou allaitante également vers la glande mammaire.³³ Grâce à ce lien entéromammaire le nourrisson allaité au sein reçoit par l'intermédiaire du lait maternel des anticorps dirigés spécifiquement contre les germes pathogènes intestinaux présents dans l'environnement de la mère.³⁴

53. Les IgAs présentes dans le lait peuvent empêcher l'adhérence des germes à la muqueuse intestinale et exercer une action bactériostatique et neutralisante conjointement avec d'autres constituants du lait comme la lacto-transferrine. Des études épidémiologiques prospectives dans lesquelles on a tenu compte de la présence des IgAs spécifiques du lait, de l'existence d'une infection intestinale chez le nourrisson et de la morbidité spécifique montrent que des titres élevés en IgAs dans le lait correspondent à une protection contre la maladie, même en présence d'une infection intestinale.³⁵

54. La nature des anticorps spécifiques présents dans le lait varie d'un groupe de population à l'autre vu que leur production est commandée par les antigènes auxquels les sujets sont exposés. L'apparition d'IgAs dans le lait ne garantit cependant pas un titre constant ou une production constante tout au long de la lactation. On a observé des fluctuations d'anticorps spécifiques présents dans le lait de mères allaitantes suivies régulièrement, tant dans des sociétés développées qu'en développement.^{36,37}

55. Les variations de titre des anticorps du lait sont indépendantes de la production d'IgAs et autres anticorps, et semblent plus spectaculaires chez les femmes vivant dans de mauvaises conditions d'hygiène, les titres dans le lait devenant indécélables pendant de longues périodes. Il est possible que la chute du titre d'anticorps soit liée à l'exposition de l'intestin maternel à des antigènes. Une infection du tractus digestif maternel peut perturber la migration entéromammaire des lymphocytes stimulés chargés de la synthèse des IgAs et par conséquent entraîner la disparition des anticorps spécifiques dans le lait maternel. Si à ce moment-là l'enfant allaité au sein contracte une infection due au même germe, il y a de fortes chances pour qu'elle soit symptomatique.

56. L'importance du portage par la mère de germes entéropathogènes est plus évidente à la lumière des considérations ci-dessus. Aussi, l'amélioration de l'hygiène domestique et notamment celle de l'eau et des aliments consommés par les adultes revêt autant d'importance que la non-contamination des aliments du sevrage, seule considérée jusqu'ici.

ALIMENTATION DE COMPLEMENT

57. En s'appuyant sur l'acquisition de la maturité physiologique et les besoins nutritionnels du nourrisson, on peut conclure que l'administration d'autres aliments à l'enfant nourri au sein avant environ 4 mois est d'ordinaire inutile et risque de présenter des dangers. En revanche, avant l'âge de six mois, la plupart des nourrissons au sein ont besoin d'aliments de complément et, du point de vue fonctionnel, sont parfaitement constitués pour s'y adapter.

58. Il est impossible de choisir la date de mise en route de l'alimentation de complément chez un nourrisson au sein en se basant uniquement sur l'âge. Il faut également considérer le stade de développement atteint, le type d'aliments disponibles, les conditions et les moyens qu'offre le milieu pour pouvoir préparer et donner cet aliment en toute sécurité.

59. L'état de développement peut s'apprécier d'après la maturité neuromusculaire. Si le nourrisson peut tenir la tête droite, commence à mettre la main à la bouche et accepte les aliments semi-solides sans difficulté (suppression du réflexe de refus), il est prêt à recevoir des aliments de complément.

60. Quant aux types d'aliments disponibles, on n'oubliera pas que le sevrage, qui débute avec l'introduction des aliments de complément, a pour but ultime le passage graduel du lait maternel au régime alimentaire courant de la famille. Le type d'aliments consommés normalement

à la maison ou que l'on peut se procurer facilement et les moyens dont on dispose pour les préparer et les administrer facilement et sans risque influent eux aussi sur le choix du moment où l'on institue l'alimentation de complément. Si les aliments disponibles pour le jeune nourrisson ont une valeur nutritive très faible, s'ils sont trop grossiers, difficiles à préparer sous une forme semi-solide onctueuse ou si le milieu favorise une contamination massive, il serait préférable de repousser l'introduction des aliments de complément jusqu'à ce qu'ils deviennent absolument nécessaires pour des raisons nutritionnelles.

61. Une analyse des données récentes relatives aux besoins énergétiques du jeune nourrisson montre que s'il n'y a pas de signe de malnutrition maternelle grave ni d'autre cause physiologique ou psychologique entraînant une baisse de la sécrétion lactée, le lait maternel à lui seul couvre les besoins énergétiques du nourrisson pendant au moins les quatre premiers mois et souvent jusqu'à six mois. L'intervalle de temps entre quatre et six mois peut servir de période d'entraînement et d'adaptation aux aliments semi-solides avant que ceux-ci deviennent indispensables à la poursuite de la croissance et du développement.

62. Il faut de toute évidence considérer également la vitesse de croissance. Si la croissance d'un nourrisson au sein n'est pas normale et qu'on ne peut trouver d'autre cause à cette anomalie que l'allaitement maternel, on envisagera la nécessité de mettre en route une alimentation de complément. Dans la pratique cependant, il n'est pas indispensable d'attendre les perturbations de la croissance pour mettre en place l'alimentation de complément. Comme on l'a vu plus haut, l'administration en temps opportun de ces aliments a tout d'abord pour rôle d'habituer le nourrisson aux innovations, de sorte que le jour où ces aliments seront nécessaires pour des raisons nutritionnelles, le nourrisson soit capable de les accepter en quantité suffisante. On n'oubliera pas que manger, outre son rôle nutritif, a des implications éducatives et émotionnelles importantes; et ceci dès le tout début de la première enfance.

Les aliments de complément

63. Le lait maternel est l'aliment normal du nourrisson. Une fois qu'on a commencé à lui donner d'autres aliments ceux-ci peuvent être aussi variés que l'est le régime alimentaire habituel de la famille. Ce qu'il faut prendre en considération, ce sont la valeur nutritive des aliments et leur innocuité, leurs caractéristiques physiques par rapport aux possibilités physiologiques du nourrisson et leur opportunité en fonction des conditions culturelles, écologiques et économiques locales.

64. Du point de vue nutritionnel il ne faut pas oublier que les aliments de complément vont remplacer progressivement le lait maternel, aliment complet et équilibré. Au début de l'alimentation de complément lorsque le nourrisson est encore essentiellement nourri au sein, les aliments de complément sont surtout importants en tant que source supplémentaire d'énergie. En même temps, toutefois, il serait bon qu'ils contribuent à satisfaire tous les besoins en nutriments essentiels que le lait maternel va couvrir de moins en moins.

65. On accordera une attention particulière aux protéines, au fer et aux vitamines A et C, nutriments que l'on trouve souvent en quantité insuffisante dans le régime du jeune nourrisson. Il importe également lorsqu'on institue l'alimentation de complément d'éviter les excès susceptibles d'être nuisibles par eux-mêmes ou de créer de mauvaises habitudes alimentaires; on peut mentionner à ce titre la teneur élevée en sodium ou l'apport énergétique total excessif qui seront étudiés plus loin. L'innocuité des aliments de complément sera envisagée sous l'angle d'une éventuelle contamination, soit par des germes soit par des substances indésirables.

66. Tandis qu'on connaît bien un certain nombre d'inconvénients ou de risques liés à l'introduction trop précoce de l'alimentation de complément, il en existe d'autres qui, tout en étant extrêmement difficiles à mettre en évidence, sont fortement suspectés, à la lumière des arguments accumulés au cours des années. On peut parmi ceux-ci mentionner la perturbation du réflexe de succion, la diminution de la fréquence et de l'intensité de la succion avec baisse consécutive de la sécrétion lactée, les troubles de l'absorption du fer contenu dans le lait maternel notamment lorsqu'il y a des céréales et des légumes et le risque accru de maladies diarrhéiques lorsque l'hygiène est insuffisante (voir plus loin).

67. A côté du risque accru de maladies diarrhéiques consécutif à la présence de contaminants dans l'eau et les aliments ou à la mauvaise conservation d'aliments laissés en attente trop longtemps, une alimentation de complément trop précoce a un certain nombre de conséquences néfastes sur la nutrition. Même en poursuivant l'allaitement au sein, l'addition d'autres aliments, y compris des substituts du lait maternel, entraîne parfois une baisse de l'absorption du fer s'élevant jusqu'à 75 %.

68. Les produits préparés dans l'industrie pour l'alimentation de complément du nourrisson peuvent être commodes dans certains cas si on peut financièrement se le permettre; mais on peut presque partout confectionner à la maison, normalement, des aliments de complément tout à fait convenables.

69. Le tableau 1 donne quelques exemples des très nombreux produits alimentaires de complément que l'on trouve dans le commerce et chez soi. Préparés à la maison, les aliments s'accordent souvent mieux aux conditions culturelles et économiques de la famille et en général ont une faible teneur en sodium. C'est aux agents de santé publique que revient la tâche importante de conseiller les mères sur les aliments à donner à leur nourrisson.

Risques consécutifs à une mise en route trop précoce

70. On s'accorde en général à reconnaître que le nourrisson n'est pas prêt à recevoir des aliments semi-solides avant environ quatre mois; et d'ailleurs, sauf dans des cas très particuliers où la mère n'a pas assez de lait, ces aliments ne sont pas nécessaires si le nourrisson est au sein.

71. Il n'y a pas très longtemps, il était courant, et en particulier aux Etats-Unis d'Amérique, de démarrer l'alimentation de complément avant l'âge d'un mois avec des préparations de céréales, des compotes de fruits et des purées de légumes, des oeufs et de la viande. Cette pratique est largement abandonnée mais il est encore courant de donner des aliments semi-solides aux nourrissons de moins de trois mois.

72. Il est indubitable, pour ce qui est de leurs aptitudes fonctionnelles, que la plupart des nourrissons sont capables de s'adapter à cette situation. Il se peut au début qu'ils refusent l'aliment, vomissent ou fassent des selles molles mais ils finiront par l'accepter sans graves problèmes. Très vite le nourrisson et sa mère apprennent à se débrouiller avec les aliments semi-solides, même si les mouvements réflexes buccaux du nourrisson ne s'y prêtent pas. La sécrétion d'enzymes digestives, des amylases en particulier, est encore normalement faible mais la possibilité de réaction aux stimuli est là, à l'état de potentialité, et par conséquent ces enzymes sont sécrétées en plus grande quantité lorsque les amidons ou d'autres substances sont introduites dans l'alimentation. Les reins, stimulés par la présence de l'urée provenant de la surabondance des protéines, ont la capacité de réagir de même en augmentant leur capacité d'excrétion.

73. La question est la suivante : faut-il "forcer la machine" ? Certains inconvénients ou risques immédiats de l'alimentation de complément trop précoce sont bien connus et on pense qu'il pourrait y avoir des effets indésirables à long terme, même si cela reste très difficile à prouver.

74. Parmi les problèmes immédiats possibles, il convient de mentionner les suivants. Il est maintenant parfaitement démontré que l'introduction d'aliments autres que le lait maternel dans l'alimentation du jeune nourrisson diminue la fréquence de la succion et son intensité et qu'en conséquence, la production lactée de la mère décroît. Dans ces conditions, l'aliment apporté est moins un aliment de complément à l'allaitement maternel qu'un aliment de remplacement partiel. Vu que dans la plupart des cas la valeur nutritionnelle du "complément" est inférieure à celle du lait maternel, l'enfant est désavantagé; le résultat obtenu est l'inverse de celui qu'on souhaitait.

75. On a de plus observé que l'introduction des céréales et des légumes notamment peut intervenir défavorablement dans l'absorption du fer contenu dans le lait maternel,¹⁷ présent normalement à faible concentration mais très facilement absorbable. Il peut s'ensuire une carence martiale et une anémie en raison de la précarité de l'équilibre martial chez le jeune

nourrisson. On peut éviter la carence si les préparations de céréales employées sont enrichies en fer, mais on aura seulement évité un problème qui n'existait pas au départ.

76. Dans les pays en développement, des groupes importants de populations ont des régimes pauvres et vivent dans de mauvaises conditions d'hygiène. Dans ces conditions le plus grand risque immédiat de l'administration trop précoce d'aliments de complément au nourrisson au sein est la maladie diarrhéique.³⁸

77. Des arguments en faveur d'une association entre l'introduction précoce d'aliments contaminés et les infections intestinales de l'enfant ont été apportés par des études longitudinales conduites en milieu rural au Bangladesh,³⁹ où on a trouvé 41 % des échantillons d'aliments et 50 % des échantillons d'eau contaminés par Escherichia coli. La proportion d'échantillons d'eau contenant E. coli était en rapport direct avec la fréquence annuelle des diarrhées chez l'enfant dues à E. coli entérotoxigène. La température ambiante et le temps de conservation après la préparation de l'aliment étaient directement corrélés au nombre de bactéries. Ajoutons à cela que la fréquence mensuelle de la diarrhée à E. coli entérotoxigène dans la collectivité était directement corrélée à la température ambiante.

78. Dans une autre étude menée au Kenya où l'alimentation de complément a été introduite à trois mois, on a trouvé des entérobactériacées dans les aliments, la numération indiquant jusqu'à 10^4 bactéries par gramme. Le nombre de bactéries augmente après conservation pendant des temps aussi brefs que 3 heures.⁴⁰

79. Il n'est pas nécessaire que les germes entéropathogènes soient présents dans les aliments du sevrage avant leur consommation; ils peuvent pénétrer dans les voies digestives de l'enfant au moment du repas. On a par exemple décelé des rotavirus dans l'eau de lavage des mains de 79 % des personnes s'occupant de malades bangladeshis hospitalisés pour diarrhée à rotavirus.⁴¹ L'importance de la contamination des mains par les germes dans l'étiologie de la diarrhée a été également mise en évidence, avec interruption de la transmission de shigelles par le simple lavage des mains avant de manger et après être allé aux toilettes, dans les familles de cas confirmés de shigellose.⁴² Il est possible que la quantité et la qualité de l'eau soient les facteurs les plus importants de morbidité par maladie diarrhéique chez l'enfant de moins de 3 ans.^{43,44}

Effets éventuels à long terme d'une alimentation de complément inadéquate

80. On admet couramment maintenant qu'une alimentation de complément apportée trop tardivement, insuffisante ou inadaptée quelle qu'en soit la raison, est un problème capital en alimentation infantile et la cause principale de la malnutrition de l'enfant dans les pays en développement. En même temps il existe un certain nombre de maladies désignées quelquefois par l'expression "maladies des sociétés d'opulence" en rapport avec de mauvaises pratiques alimentaires; citons l'obésité, l'hypertension et l'artériosclérose. Ces maladies ne se manifestent normalement que chez l'adulte, mais l'on prend conscience à l'heure actuelle de ce que leur pathogénie est un long processus dans lequel l'alimentation du début de la vie pourrait bien avoir sa place. Les bonnes pratiques d'alimentation de complément sont donc de la première importance dans la prévention des deux types de malnutrition les plus fréquents, la dénutrition dans les pays en développement et la surnutrition dans les pays industrialisés.

81. Le mode d'alimentation infantile peut avoir un impact à long terme s'exerçant par l'intermédiaire de deux mécanismes. L'un est l'effet cumulatif des altérations qui débutent tôt dans la vie n'entraînent des signes cliniques de morbidité qu'après plusieurs années. L'autre est l'instauration d'habitudes alimentaires qui entretiendront des pratiques néfastes, lesquelles en fin de compte seront à l'origine de troubles. Dans la pratique ces deux mécanismes peuvent être étroitement liés; ainsi le penchant de l'adulte pour les aliments fortement salés résulte peut-être d'expériences lointaines et par conséquent d'une pratique apprise, tandis que l'effet cumulatif de l'hypernatrémie pendant des années contribue à la survenue de l'hypertension.

82. Le rôle possible de l'alimentation de complément administrée pendant la première enfance dans la pathogénie de certaines de ces maladies est envisagé brièvement ci-dessous. Il faut reconnaître au départ qu'il est extrêmement difficile de prouver l'existence d'une relation de

cause à effet entre une pratique instituée dans la première enfance et des maladies qui se manifestent seulement à l'âge adulte et à l'étiologie desquelles bien des facteurs participent peut-être. Le problème est néanmoins extrêmement important; les données dont on dispose sont dans de nombreux cas évocatrices et la question mérite plus d'attention qu'elle n'en a jusqu'ici reçu.

83. Obésité. Si l'on connaît bien les risques de l'obésité pour la santé, son étiologie n'est pas simple vu ses origines multiples. Une fois l'obésité apparue le traitement est difficile. On devrait donc consacrer davantage d'efforts à mieux comprendre son étiologie et son histoire naturelle. Une des questions importantes et qui n'a pas encore trouvé de réponse touche au rapport entre d'une part les pratiques alimentaires et la surcharge pondérale de la première enfance et de l'enfance et d'autre part l'obésité ultérieure. Bien que l'on ne dispose d'aucune étude prospective de longue durée, les études prospectives brèves et les études rétrospectives tendent à étayer l'hypothèse d'une relation entre l'obésité de la première enfance et sa survenue plus tard au cours de la vie.

84. Les études concernant la relation entre la surcharge pondérale à la naissance et l'obésité pendant l'enfance montrent en général un degré de corrélation très faible.⁴⁵ La corrélation est meilleure entre l'obésité à un an et l'obésité à un âge plus avancé.⁴⁶ On a constaté de plus que les cas d'obésité grave ont plus tendance à persister. Ces études ont des limites et notamment le fait qu'elles utilisent comme base de comparaison des situations à un moment déterminé de la première enfance, soit la naissance, soit l'âge de douze mois; il y a cependant bien d'autres facteurs en dehors des facteurs alimentaires qui peuvent contribuer à expliquer la situation à n'importe quel moment donné.

85. La prise de poids au cours de la première enfance se révèle mieux corrélée avec la surcharge pondérale à un âge ultérieur.⁴⁷ Les indices que l'on possède tendent donc à montrer que la suralimentation pendant la première enfance pourrait être un facteur responsable, du moins en partie, de l'obésité qui survient par la suite. A cet égard, une étude prospective récente a montré que si les nourrissons au sein et ceux allaités artificiellement ont des courbes de croissance voisines pendant les trois premiers mois, la prise de poids est supérieure dans le cas de l'allaitement artificiel avec à un an 410 g de plus chez les garçons et 750 g chez les filles.⁴⁸ La suralimentation est en fait l'un des dangers du biberon et de l'alimentation de complément.

86. Le nourrisson au sein semble régler ce qu'il prend en fonction de ses besoins. Dès que c'est la mère qui décide de la quantité d'aliments que l'enfant doit recevoir, la suralimentation devient possible. Dans nombre de civilisations, l'image du bébé en bonne santé est celle d'un enfant trop gros. Si la mère se préoccupe trop de l'alimentation de son nourrisson, elle peut être amenée à le suralimenter. Les suites apparaissant plus tard peuvent être liées soit à la surcharge pondérale du nourrisson, soit à l'acquisition de mauvaises habitudes alimentaires.

87. Hypertension. L'apport excessif de sodium est certainement l'un des facteurs participant à l'étiologie de l'hypertension essentielle. Il n'est pas facile de mettre en évidence une relation directe vu que des facteurs génétiques semblent également intervenir, facteurs qui font que certains sujets sont plus sensibles que d'autres à un apport de sel important. Quoi qu'il en soit, le lien entre une ration salée élevée et l'hypertension a été prouvé expérimentalement chez le rat. Ce qui est particulièrement troublant, ce sont les données expérimentales montrant que des rats sensibles recevant une ration de sel élevée pendant les six premières semaines seulement de la vie développent une hypertension un an plus tard malgré le retour après les six premières semaines à un régime normal à basse teneur en sel.⁴⁹

88. La teneur en sodium du lait maternel est faible (environ 15 mg/100 ml, soit 6,5 mmol/l). La ration sodée du nourrisson risque d'augmenter énormément avec l'introduction des aliments de complément (voir tableau 1, partie B). La situation est particulièrement grave lorsque les aliments du nourrisson sont préparés au goût de la mère si la ration de sel de celle-ci est élevée. On ne dispose pas de données concernant l'homme pour montrer, comme on l'a mis en évidence chez l'animal d'expérience, que l'administration précoce d'une ration sodée élevée a des conséquences par la suite. On a laissé entendre néanmoins que l'attrait pour le sel peut être

créé lors de l'introduction des premiers aliments autres que le lait. L'entretien de cette habitude a peut-être alors un effet cumulatif aboutissant à un mauvais état de santé bien des années après.

89. Les données expérimentales et épidémiologiques attestent le rôle protecteur du potassium dans l'hypertension liée à un apport sodé important.⁵⁰ Les légumes verts frais et les fruits frais ont une forte teneur en potassium mais leur préparation industrielle pour en faire des aliments infantiles de complément réduit parfois notablement leur valeur en tant que source de potassium et également de vitamine C.

90. On a également constaté une association entre l'hypertension et l'obésité, même si étio-logiquement elles peuvent être sans rapport et si l'on peut les rencontrer indépendamment l'une de l'autre. Les pratiques alimentaires dans le jeune âge sont peut-être un facteur commun qui crée des habitudes alimentaires favorisant la survenue de ces deux affections.

91. Artériosclérose. Il n'existe aucun doute quant au rôle des facteurs diététiques dans la pathogénie de l'artériosclérose et de la cardiopathie ischémique, un des problèmes de santé les plus importants des civilisations occidentales. Parmi les facteurs en cause, il convient de citer un apport énergétique élevé et les régimes riches en cholestérol et en graisses saturées mais pauvres en lipides polyinsaturés. On a de plus constaté qu'une forte ration protéique était associée à ces affections. La responsabilité du régime alimentaire n'est toutefois que partielle chez les sujets par ailleurs prédisposés à ces maladies. Le lien unissant facteurs diététiques et survenue de la maladie a été prouvé par des études épidémiologiques comparatives, prospectives aussi bien que rétrospectives, entre populations différentes.

92. Il est toutefois très difficile d'établir ce lien au niveau individuel, car les sujets répondent différemment à un régime riche en lipides saturés et beaucoup d'autres variables interviennent. Il serait encore plus difficile de prouver un lien entre les pratiques alimentaires de la première enfance et une maladie qui ne se manifeste que quelque 40 ans plus tard. Pourtant, on a montré que les nourrissons qui se situent dans les centiles à lipémie élevée tendent à présenter encore ces mêmes taux deux ans plus tard, un état de choses que l'on peut qualifier de "persistant".⁵¹ Il semble donc raisonnable d'éviter dans l'alimentation de complément les excès alimentaires dont on sait qu'ils seront nuisibles par la suite.

93. Allergies alimentaires. D'après certaines indications, l'allaitement au sein prolongé et la mise en route pas trop précoce d'une alimentation de complément avec des aliments soigneusement choisis semblent être d'un grand intérêt dans la prévention de la survenue des allergies alimentaires, notamment chez les nourrissons prédisposés.⁵² La situation est nette en ce qui concerne l'allergie au lait de vache mais il a été démontré qu'il en est de même pour d'autres aliments. L'allergie au lait de vache se manifeste par des symptômes gastro-intestinaux, dermatologiques ou respiratoires de gravité variable et même par le choc anaphylactique, lorsque l'enfant en bas âge est nourri avec du lait de vache modifié ou non.

94. Il a été prouvé par des méthodes immunologiques sensibles que la majorité des nourrissons alimentés artificiellement avec des préparations pour nourrissons à base de lait de vache réagissent parfaitement aux protéines étrangères. Cependant, vu que seuls quelques nourrissons présentent des manifestations cliniques et qu'ordinairement le diagnostic d'allergie au lait de vache n'est posé que lorsque la symptomatologie est sévère, il est très difficile de connaître l'incidence réelle de l'affection. Diverses études estiment la fréquence des manifestations cliniques à presque 1 % dans les pays industrialisés où la plupart des nourrissons ont été mis aux préparations à base de lait de vache dès le tout début de leur vie.⁵³ On peut éviter une allergie en écartant l'emploi des préparations de lait de vache, spécialement pendant la période néonatale et les premiers mois de la vie.

95. On a montré que l'allaitement maternel prolongé possède en outre une valeur protectrice à l'égard des allergies aux autres aliments. Dans une étude sur des nourrissons nés de parents atteints d'eczéma on a démontré qu'il est possible d'obtenir une baisse importante de l'incidence de cette affection grâce à l'allaitement au sein exclusif pendant au moins trois mois et en excluant les aliments allergéniques au début de l'alimentation de complément.⁵⁴ Dans une autre étude prospective, conduite chez des enfants suivis de la naissance à trois ans, on a

montré que l'incidence des maladies atopiques était plus basse chez les nourrissons allaités au sein pendant six mois (ceux notamment ayant des antécédents familiaux d'allergies) que chez ceux allaités artificiellement. L'alimentation de complément a été mise en route à trois mois et demi avec des légumes et des fruits cuits, les céréales ont été introduites à cinq mois et la viande et les oeufs à six; à neuf mois le régime donné était plus varié.⁵²

CONCLUSION

96. La lactation est la suite, au début de la vie extra-utérine, des mécanismes foetaux grâce auxquels l'enfant est nourri par sa mère avec un aliment complet et équilibré du point de vue nutritionnel. Un effort physiologique minime est donc demandé à l'appareil digestif et à l'appareil excréteur du nourrisson, qui ne sont pas encore entièrement formés. La lactation prolonge de plus la période de protection contre les agressions environnementales jusqu'à ce que le nourrisson soit plus apte à y résister.

97. L'alimentation de complément est par contre le début d'une vie indépendante. Le régime qui s'impose doit faire transition entre l'allaitement et le régime mixte et varié de l'adulte. On ne repoussera pas son introduction au-delà du moment où le lait maternel devient insuffisant s'il est le seul aliment donné au nourrisson; mais il peut être dangereux, pour ce qui est des besoins nutritionnels de l'enfant, de l'instituer plus tôt que nécessaire. De plus, il se peut que le nourrisson n'ait pas atteint une maturité physiologique suffisante pour pouvoir utiliser les aliments de complément et on perd alors les avantages de l'allaitement au sein. Les conséquences possibles sont de deux ordres : risques immédiats pour la santé, par exemple une sensibilité accrue aux maladies infectieuses et notamment à la diarrhée; risques à long terme qu'il est beaucoup plus difficile de relier directement à des pratiques alimentaires inappropriées de la première enfance mais qui sont néanmoins importants, par exemple une plus grande prédisposition aux allergies, à l'obésité et à l'artériosclérose.

98. Il n'y a pas besoin d'aliments particuliers comme complément à la lactation. Ils peuvent varier en fonction de ceux dont on dispose et des habitudes de la famille mais doivent être adaptés, sur le plan nutritionnel et physiologique, aux besoins et au degré de développement de l'enfant en bas âge. Il n'y a pas d'âge précis pour instaurer une alimentation de complément; la date de début sera déterminée par deux facteurs : le degré de maturité fonctionnelle du nourrisson et la capacité du lait maternel à couvrir ses besoins nutritionnels. Pour la plupart des nourrissons normaux, c'est entre le quatrième et le sixième mois. Une alimentation de complément plus précoce peut être nécessaire dans des cas exceptionnels; en revanche, il est parfois plus approprié de démarrer ce type d'alimentation après le moment où il devient possible, afin que le nourrisson bénéficie pendant plus longtemps des avantages de l'allaitement maternel.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. HERBST, J.J., Development of sucking and swallowing. In: Lebenthal, E. (éd.) A textbook of gastroenterology and nutrition in infancy. Vol.1, New York, Raven Press., 1981, p. 102.
2. AURICCHIO, S. RUBINO, A. & MURSET, G. Intestinal glycosidase activities in the human embryo, fetus, and newborn. *Pediatrics*, 35:944 (1965).
3. LEBENTHAL, E. & LEE, P.C. Development of functional response in human exocrine pancreas. *Pediatrics*, 66:556 (1965).
4. LEBENTHAL, E. & LEE, P.C. Glucoamylase and disaccharidase activities in normal subjects and in patients with mucosal injury of the small intestine. *J. Pediatr.*, 97:389 (1980).
5. LILIBRIDGE, C.B. & TOWNES, P.L. Physiologic deficiency of pancreatic amylase in infancy: A factor in iatrogenic diarrhea. *J. Pediatr.*, 62::279 (1973).

6. LEBENTHAL, E. HATCH, T.F. & LEE, P.C. Development of disaccharidase in premature, small-for-gestational-age and full-term infants. In: Lebenthal, E. (réd.) A textbook of gastroenterology and nutrition in infancy. New York, Raven Press, 1980, p. 417.
7. AGUNOD, M. et al. Correlative study of hydrochloric acid, pepsin and intrinsic factor secretion in newborns and infants. Am. J. Dig. Dis., 14:400 (1969).
8. DEREN, J.S. Development of structure and function in fetal and newborn stomach. Am. J. Clin. Nutr., 24:144 (1971).
9. HADORN, B. Developmental aspects of intraluminal protein digestion. In: Lebenthal, E. (réd.) A textbook of gastroenterology and nutrition in infancy. New York, Raven Press, 1980, p. 368.
10. WALKER, W.A. et al. Intestinal uptake of macromolecules; effect of oral immunization. Science, 177:608 (1972).
11. ZOPPI, G. et al. Exocrine function in premature and full term neonates. Pediatr. Res., 6:880 (1972).
12. POLEY, J.R. et al. Bile acids in infants and children. J. Lab. Clin Med., 63:838 (1964).
13. HAMOSH, M. & BURNS, W.A. Lipolytic activity of human lingual glands (Ebner). Lav. Invest., 37:603 (1977).
14. HALL, B. & MULLER, D.P.R. Studies on the bile salt stimulated lipolytic activity of human milk using whole milk as source of both substrate and enzyme. I. Nutritional implications. Pediatr. Res., 16:251 (1982).
15. WEIJERS, A.A. et al. Analysis and interpretation of fat-absorption coefficient. Acta Paediatr., 49:615 (1982).
16. SAARINEN, U.M. SIIMES, M.A. & DALLMAN, P.R. Iron absorption in infants: High bioavailability of iron as indicated by the extrinsic tag method of iron absorption and by concentration of serum ferritin. J. Paediatr., 91:36 (1977).
17. OSKI, F.A. Development of the small intestine's capacity to absorb iron and folic acid. In: Lebenthal, E. (réd.) Textbook of gastroenterology and nutrition in infancy. New York, Raven Press. 1981, p. 612.
18. APERPIA, A. et al. Development of renal control of salt and fluid homeostasis during the first year of life. Acta Paediatr. Scand., 64:393 (1975).
19. SVENNINGSEN, N.W. & LINDQUIST, B. Postnatal development of renal hydrogen ion excretion in relation to age and protein intake. Acta Paediatr. Scand., 63:721 (1974).
20. OPPE, T.E. et al. Calcium and phosphorous levels in healthy newborn infants given various types of milk. Lancet, i:1045 (1968).
21. FOMON, S.J. & FILER, L.J. Amino acid requirements for normal growth. In: Nyhan, W.L., (réd.) Amino acid metabolism and genetic variation. New York, McGraw-Hill, 1967, p. 391.
22. OMS, Série de Rapports techniques, N° 724, 1985, Genève, Energy and requirements: report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation. pp. 64-66. (version française en préparation).
23. FAO/OMS, OMS, Série de Rapports techniques, N° 522, 1973, Genève, Besoins énergétiques et besoins en protéines : Rapport d'un comité spécial mixte FAO/OMS d'experts.
24. FOMON, S.J. Infant nutrition, Philadelphia, Saunders (1967).

25. Etudes de nutrition de la FAO, N° 15, 1957, Rome. Besoins en calories : Rapport du 2^e Comité sur les besoins en calories. (Existe également en anglais et en espagnol.)
26. WATERLOW, J.C. & THOMSON, A.M. Observations on the adequacy of breast-feeding. Lancet, ii:238 (1979).
27. OMS, Série de Rapports techniques, N° 724, op. cit., pp. 90-92.
28. WHITEHEAD, R.G. PAUL, A.A. & COLE, T.J. A critical analysis of measured food intakes during infancy and early childhood in comparison with current international recommendations. J. Human Nutr., 35:339 (1981).
29. HABICHT, J.P. et al. Height and weight standards for pre-school children. How relevant are ethnic differences in growth potential? Lancet, i:611 (1974).
30. AHN, C.H. & MACLEAN Jr. W.C. Growth of the exclusively breast-fed infant. Am. J. Clin. Nutr., 33:183 (1980).
31. WELSH, J.K. et al. Effect of antiviral lipids, heat, and freezing on the activity of viruses in human mil. J. Infect. Dis., 140:322-328 (1979).
32. HOLMGREN, J. SVENNERHOLM, A-M., & LINDBLAD, M. Receptor-like glycoconpounds in human milk that inhibit classical and El Tor Vibrio cholerae cell adherence (hemagglutination). Infect. Immun., 39:147-154 (1983).
33. HANSON, L.A. & BRANDTZAEG, P. The mucosal defense system. In: Stichm, E. & Fulginitt, V.A. (réd.) Immunologic disorders in infants and children. Philadelphia, Saunders, 1979, pp. 137-164.
34. KLEINMAN, R.E. & WALKER, W.A. The enteromammary immune system: an important new concept in breast milk host defense. Dig. Dis. Sci., 24:876 (1979).
35. GLASS, R.I. et al. Protection against cholera in breast-fed children by antibodies in breast-milk. N. Engl. J. Med., 308:1389-1392 (1983).
36. GOLDMAN, A.S. et al. Immunologic factors in human milk during the first year of lactation. J. Pediatr., 100:563-567 (1982).
37. CRUZ, J.R. & AREVALD, C. Fluctuation of specific IgA antibodies in human milk. Acta Paediatr. Scand., 74:897-903 (1985).
38. GORDON, J.E. CHITKKARA, I.D. & WYON, J.B. Weanling diarrhea, Am. J. Med. Sci., 245:345-377. (1963).
39. BLACK, R.E. et al. Contamination of weaning foods and transmission of enterotoxigenic Escherichia coli diarrhoea in children in rural Bangladesh. Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg., 76:259-264 (1982).
40. VAN STEENBERGEN, W.M., et al. Machakos project studies. Agents affecting health of mother, infant and child in a rural area of Kenya. XXII. Bacterial contamination of foods commonly eaten by young children in Machakos, Kenya. Trop. Geogr. Med., 35:193-197 (1983).
41. SAMADI, A.Z., HUQ, M.I. AHMED, Q.S. Detection of rotavirus in hand-washing of attendants of children with diarrhoea. Br. Med. J., 286:188 (1983).
42. KHAN, M.V. Interruption of shigellosis by hand-washing. Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg., 76:164-168 (1982).
43. HERBERT, J.R. Effects of water quality and water quantity on nutritional status: Findings from a South Indian community. Bull. Org. mond. Santé, 63:143-155 (1985) (résumé en français).

44. JIWA, S. KROVACEK, K. & WADSTROM, T. Enterotoxigenic bacteria in food and water from an Ethiopian community. Appl. Environ. Microbiol., 41:1010-1019 (1981).
45. FISCH, R.O. et al. Obesity and leanness at birth and their relationship to body variations in later childhood. Pediatrics., 56:521 (1975).
46. JOHNSTON, F.E. & MARCK, R.W. Obesity in urban black adolescents of high and low relative weight at one year of age. Am. J. Dis. Child., 132:862 (1978).
47. EID, E.E. Follow-up study of physical growth of children who had excessive weight gain in first six months of life. Br. Med. J., 2:74 (1970).
48. HITCHCOCK, N.E. GRACY, M. & GILMOUR, A.I. The growth of breast-fed and artificially fed infants from birth to twelve months. Acta Paediatr. Scand., 74:240 (1985).
49. DAHL, L.K. HEINE, M. TAGSINARI, L. J. Exp. Med., 115:1173 (1962).
50. JAMES, W.P.T. Diseases of Western civilization. In: McLaren D.S. & Burman, D. (réd.) Textbook of paediatric nutrition. 2^e éd. Edimbourg, Churchill Livingstone, 1982, p. 419.
51. MELLIES, M. & GLUECK, Ch. Infant feeding practices and the development of atherosclerosis. In: Lebenthal, E. (réd.) Textbook of gastroenterology and nutrition in infancy, Vol. 2. New York, Raven Press, 1981 p. 722.
52. SAARINEN, U.M. et al. Prolonged breast-feeding as prophylaxis for atopic disease. Lancet, 11:163 (1979).
53. SAVILAHTI, E. KUITUNEN, P. VISAKORPI, J.K. Cow's milk allergy. In: Lebenthal, E. (réd.) Textbook of gastroenterology and nutrition in infancy. New York, Raven Press, 1981, p. 690.
54. MATTEW, D.J. et al. Prevention of eczema. Lancet, 1:321 (1977).