

C Couvrir les besoins nutritionnels des enfants

Caractéristiques d'une bonne farine infantile

Aliment donné aux jeunes enfants en complément du lait maternel, une farine infantile doit répondre à certains critères pour couvrir leurs besoins nutritionnels : elle doit être salubre, accessible au plus grand nombre d'enfants et avoir une bonne valeur nutritionnelle.

Une farine infantile est un aliment que l'on donne sous forme de bouillie aux enfants à partir de l'âge de quatre à six mois en complément du lait maternel. Elle doit être spécialement conçue pour couvrir leurs besoins nutritionnels en tenant compte des apports du lait maternel et de la fréquence journalière des repas (dans de nombreux contextes, les enfants reçoivent moins de trois bouillies par jour).

Une farine saine

Une farine infantile doit être salubre, elle ne doit pas contenir de germes pathogènes, de toxines ou de résidus chimiques toxiques sus-

ceptibles d'avoir des répercussions sur la santé du nourrisson ; notamment, elle ne doit pas être à l'origine de diarrhées.

Selon la norme Codex Stan 74-1981 du *codex alimentarius*, les farines infantiles doivent être préparées, emballées et conservées dans des conditions compatibles avec l'hygiène. Elles devraient respecter les dispositions du « Code d'usages en matière d'hygiène pour les aliments pour nourrissons et enfants en bas âge » (CAC/RCP 21-1979). Ce code donne des spécifications microbiologiques à caractère consultatif, différentes selon qu'il s'agit de farines à cuire ou de farines instantanées. Dans la pratique, les spécifications proposées par le Gret et l'Orstom dans différents projets en Afrique, à Mada-

Normes microbiologiques applicables aux farines infantiles (en nombre de germes par gramme de farine) *

	Farines à cuire	Farines instantanées
Bactéries aérobies mésophiles	< 10 ⁵	< 10 ⁴
Coliformes fécaux	< 100	< 20
<i>Escherichia coli</i>	< 10	< 2
Levures et moisissures	< 10 ³	non précisé

Il faut également veiller à ce qu'il n'y ait ni salmonelles, ni aflatoxines dans le produit.

* Seuils utilisés par le Gret et l'Orstom.

Comment apprécier la consistance des bouillies ?

Lorsqu'une mère prépare une bouillie pour son enfant, c'est sans doute la consistance désirée pour cette bouillie qui la guide dans le choix des proportions farine/eau. Or, de ces proportions dépendent la densité énergétique de la bouillie et, par conséquent, sa valeur nutritionnelle. Ainsi, plus la quantité relative de farine est élevée, plus la bouillie sera « nutritive », mais aussi plus elle sera épaisse, jusqu'au seuil de consistance maximale acceptée par la mère ou par l'enfant.

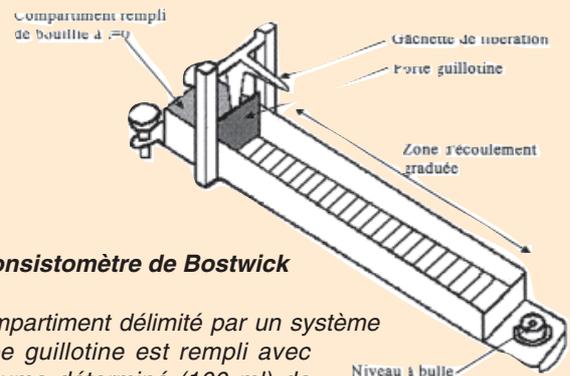
La fabrication de farines infantiles permettant la préparation de bouillies de densité énergétique susceptible de satisfaire aux besoins en énergie de l'enfant, nécessite la mise en œuvre de technologies réduisant la viscosité : addition d'enzymes amylolytiques, maltage d'une fraction des matières premières, cuisson-extrusion, etc.

Afin d'étudier l'efficacité de ces traitements technologiques, l'évaluation de la consistance est nécessaire. Le paramètre le plus souvent mesuré est la viscosité. Mais hors laboratoire, la réalisation de mesures de viscosité fiables est très difficile. Par ailleurs, l'absence de recommandations pour l'adoption de conditions de mesure standardisées entraîne une grande disparité dans les méthodes de mesure employées. Il existe de nombreux viscosimètres de marques et de caractéristiques différentes et d'un appareil à l'autre, la viscosité mesurée sur une même bouillie peut varier d'un facteur 10 !

Pour évaluer la consistance des bouillies, il est également possible d'utiliser un consistomètre de Bostwick (cf. schéma ci-contre). Cette mesure empirique, relativement

simple à réaliser en entreprise, est moins bien définie que la mesure de viscosité mais pourrait être mieux corrélée à l'appréciation sensorielle des mères.

Des travaux de recherche sont actuellement en cours au Laboratoire de nutrition tropicale de l'Orstom afin de mieux comprendre les relations entre viscosité, écoulement Bostwick et appréciation sensorielle de la consistance des bouillies.



Consistomètre de Bostwick

Le compartiment délimité par un système de type guillotine est rempli avec un volume déterminé (100 ml) de bouillie. À $t = 0$, la bouillie est libérée et le paramètre de consistance retenu correspond à la distance parcourue par le front de bouillie après 30 secondes d'écoulement. La seule condition de mesure à contrôler est la température de la bouillie : généralement, on adopte une température proche de la température à laquelle la bouillie est consommée, soit environ 45°C.

gascon et au Viêt-nam, peuvent être utilisées (cf. l'encadré de la page 8).

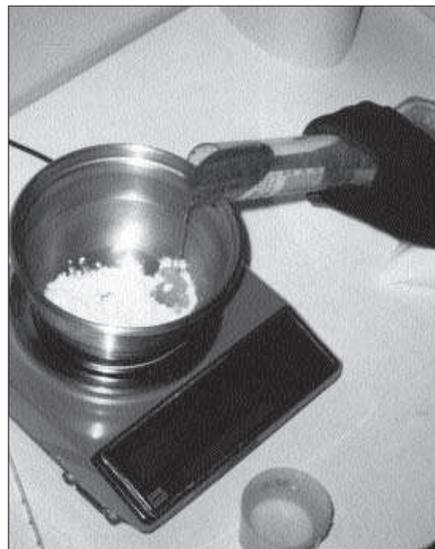
Une farine accessible et acceptée

Une farine infantile doit pouvoir être effectivement consommée par le plus grand nombre d'enfants. Elle doit donc être de prix modéré, disponible en permanence aux endroits appropriés, considérée comme facile à préparer par les mères et acceptable d'un point de vue culturel et organoleptique, c'est-à-dire au niveau de son aspect, sa texture, son odeur et son goût.

Une farine nutritive

Enfin, une farine infantile doit avoir une bonne valeur nutritionnelle. Sa composition et ses caractéris-

tiques doivent être telles que les quantités de bouillie ingérées par les enfants, leur fournissent suffisamment d'énergie et de nutriments indispensables pour couvrir leurs besoins nutritionnels en complément du lait maternel.



Préparation de bouillies en laboratoire. S. Trèche, Orstom.

La valeur nutritionnelle d'une bouillie dépend de sa densité énergétique (énergie contenue dans un volume donné de bouillie, exprimée généralement en kilocalories [kcal] pour 100 g de bouillie), de sa composition en nutriments essentiels et de la biodisponibilité de ces nutriments, c'est-à-dire de leur aptitude à être réellement libérés au cours des processus digestifs et à être absorbés correctement puis utilisés efficacement au niveau métabolique.

La densité énergétique, une notion importante

La quantité d'énergie qu'un enfant peut consommer chaque jour à partir des bouillies dépend du nombre de repas, des quantités consommées à chaque repas et de la densité énergétique des bouillies. Or, dans de nom-

breuses sociétés, les mères, accaparées par de multiples tâches, ne peuvent pas préparer des bouillies plus de deux fois par jour. Par ailleurs, les nourrissons ne peuvent pas ingérer plus de 30 à 40 ml de bouillie par kilogramme de poids corporel à chaque repas en raison de leur capacité stomacale réduite.

Dans le cas des bouillies préparées à partir d'aliments amylacés n'ayant pas subi de traitements enzymatiques ou hydrothermiques (traitements faisant intervenir l'eau et la température tels que cuisson-extrusion, séchage sur cylindre), la concentration en farine des bouillies est le déterminant principal de leur densité énergétique. En première approximation, on peut compter 4 kcal pour 1 g de matière sèche.

Ces bouillies ont une viscosité qui augmente très vite en fonction

de leur concentration en matière sèche. Les personnes qui préparent ces bouillies sont donc placées devant le dilemme suivant : augmenter la proportion de farine par rapport à l'eau et obtenir une bouillie de viscosité très élevée, difficile à faire avaler aux enfants, ou préparer des bouillies de consistance appropriée mais de faible densité énergétique, et donc donner plus de trois repas par jour.

Pour accroître les quantités d'énergie consommées par les enfants, partout où les bouillies ne sont pas distribuées plus de trois fois par jour, un seul moyen : augmenter la densité énergétique des bouillies.

Pour cela, les farines doivent subir des traitements enzymatiques et/ou hydrothermiques modifiant les propriétés physico-chimiques des amidons.

Ces traitements ont pour effet de couper les macromolécules des amidons, de limiter leur gonflement au cours de la cuisson et, par conséquent, la viscosité des bouillies. Il devient alors possible de préparer des bouillies de densité énergétique plus élevée tout en conservant une consistance appropriée.

Couvrir les besoins en nutriments

Les besoins en nutriments essentiels des enfants doivent également être couverts par les farines en complément du lait maternel.

La composition souhaitable en nutriments des farines doit être définie par rapport à leur contenu énergétique et être exprimée en gramme, milligramme ou microgramme pour 100 kcal. Elle dépend du niveau des

Quantités de bouillies à consommer en fonction de leur densité énergétique

Tranche d'âge (mois)	Besoins énergétiques (kcal/j) ¹	Énergie à fournir à partir des aliments de complément (kcal/j) ²	Quantité de farine infantile à consommer (gMS/j) ³	Bouillie basse densité énergétique (48 kcal/100 g)		Bouillie haute densité énergétique (120 kcal/100 g)	
				Quantité de bouillie à consommer (ml/j)	Nombre de repas nécessaires ⁴	Quantité de bouillie à consommer (ml/j)	Nombre de repas nécessaires ⁴
4-5	547	233	59	490	3	200	1
5-6	595	281	71	590	3	240	1 à 2
6-7	648	431	108	900	4	360	2
7-8	685	468	117	980	4	390	2
8-9	722	505	127	1 060	4	423	2
9-10	805	648	162	1 350	5	540	2
10-11	835	678	170	1 420	5	567	2
11-12	863	706	177	1 480	5	590	2
12-23	1 092	1 002	250	2 090	6	830	2 à 3

¹ D'après Butte N.F., 1996, Energy requirements of infants. *Eur. J. Clin. Nutr.*, 50, (suppl. 1) ; S24-S36.

² En soustrayant aux besoins les apports du lait maternel (hypothèse basse selon Complementary feeding of young children in developing countries: a review of current scientific knowledge, WHO, sous presse).

³ En considérant que les farines infantiles ont un contenu énergétique de l'ordre de 4 kcal/g de matière sèche (MS).

⁴ En considérant que la capacité gastrique des enfants est en moyenne de 30 ml/kg.

gMS/j = gramme de matière sèche par jour ; kcal/j = kilocalorie par jour.

Ce tableau donne les quantités de farine et le nombre de bouillies que l'enfant doit consommer journellement en fonction de leur densité énergétique. Il met clairement en évidence l'intérêt d'utiliser des farines infantiles permettant de préparer des bouillies à haute densité énergétique partout où les habitudes alimentaires ou l'occupation des mères rend difficile la distribution de plus de deux bouillies par jour.

Composition souhaitable en nutriments pour une farine infantile

Objectifs nutritionnels à atteindre dans les farines infantiles destinées aux nourrissons de 6 mois à 2 ans en complément du lait maternel (Synthèse réalisée à partir de publications de l'OMS, de la FAO et de l'Unicef)

TENEURS MINIMALES OU MAXIMALES (POUR 100 KCAL)

● Protéines et acides aminés :

Protéines brutes	< 5,5 g	Protéines digestibles	> 3,0 g
Histidine	> 28 mg	Phénylalanine + tyrosine	> 138 mg
Isoleucine	> 67 mg	Thréonine	> 103 mg
Leucine	> 181 mg	Tryptophane	> 18 mg
Lysine	> 120 mg	Valine	> 101 mg
Méthionine + cystine	> 66 mg		

● Lipides et acides gras essentiels :

Lipides	> 2,1 g	Acide linoléique	> 480 mg
		Acide linoléique	> 56 mg

● Minéraux :

Sodium	> 74 mg	Fer	> 4 mg
Potassium	> 129 mg	Iode	> 5 µg
Chlore	> 81 mg	Cuivre	> 40 µg
Calcium	> 125 mg	Zinc	> 0,8 mg
Phosphore	> 114 mg	Manganèse	> 4 µg
Magnésium	> 19 mg	Sélénium	> 1,1 µg

● Vitamines :

Vitamine A	> 35 µg ER	Acide folique	> 3 µg
Vitamine D	> 2,5 µg	Acide pantothénique	> 200 µg
Vitamine C	> 2,3 mg	Vitamine B12	> 0,03 µg
Thiamine	> 50 µg	Vitamine K1	> 3,3 µg
Riboflavine	> 70 µg	Nicotinamide	> 1,1 mg

µg = microgramme ; µg ER = microgramme équivalent rétinol.

besoins de l'enfant et des autres aliments ingérés.

Des objectifs nutritionnels à atteindre dans les farines infantiles destinées aux nourrissons de six mois à deux ans en complément du lait maternel, ont pu être établis à partir de la synthèse des connaissances des besoins nutritionnels et d'hypothèses sur le niveau de consommation du lait maternel (cf. encadré ci-dessus). ■

Claire Mouquet, LNT/Orstom
Olivier Bruyeron, Gret
Serge Trèche, LNT/Orstom

Pour compléter ce dossier, vous pouvez consulter les livres suivants :

- *Aliments diététiques ou de régime* (y compris les aliments destinés aux nourrissons et enfants en bas âge), Codex Alimentarius, volume 4, FAO/OMS, 1984.
- *L'alimentation de complément du jeune enfant*, Actes d'un atelier OMS/Orstom inter-pays, du 20 au 24 novembre 1994 à l'Université Senghor, Alexandrie (Égypte), Serge Trèche, Bruno de Benoist, Djamil Benbouzid, Anna Vertser, Francis Delpeuch, Orstom, 1995, Paris, France.
- *La production artisanale de farines infantiles, Expériences et procédés*, Guide pratique, Mémina Sanogo, Gret, 1994, Paris, France.
- « Les farines de sevrage », in *L'enfant en milieu tropical*, n° 167-168, 1987. Revue publiée par le Centre international de l'enfance, Paris, France.