

De la FARINE à la BOUILLIE Histoire d'AMIDONS et d'AMYLASES

L'enfant consomme de la « bouillie » et non de la « farine ». C'est la qualité de la bouillie qui doit être prise en considération.

Il faut donc bien distinguer la notion de « farine » de celle de « bouillie ». Avec une bonne farine, on peut préparer une mauvaise bouillie, en particulier si on utilise trop d'eau. Utiliser une « bonne farine » ne garantit pas la préparation d'une « bonne bouillie ».

Le Projet Bamisa propose donc une « **bonne farine** », ce qui n'est pas original, mais propose surtout l'utilisation d'**amylases locales** pour préparer de « **bonnes bouillies** ».

Ce document donne :

- 1) - Les bases scientifiques de l'utilisation des amylases dans les bouillies.
- 2) - Les caractéristiques de la farine BAMiSA.
- 3) - Les caractéristiques de la bouillie BAMiSA.

1) Bases scientifiques de l'utilisation des amylases dans les bouillies

Les causes de malnutrition infantile en Afrique sont multiples et souvent intriquées. La faible **densité énergétique**¹ des bouillies est un cofacteur fréquent et déterminant de malnutrition.

La **valeur énergétique d'une bouillie**² est fonction de son volume mais aussi de la quantité de **matière sèche**³ qu'elle contient. Cette matière sèche est constituée par les nutriments (glucides, matières grasses, protéines, minéraux, vitamines) de l'aliment.

Parmi les nutriments glucidiques des farines et des bouillies, les amidons tiennent une place importante. L'amidon est constitué de longues chaînes de glucose. Lorsque l'amidon est mis à cuire dans de l'eau, il absorbe beaucoup d'eau « *comme une éponge* » et il forme un **gel insoluble**, c'est à dire une bouillie plus ou moins épaisse selon la proportion amidon/eau mise à cuire. C'est cette phase de gélification de l'amidon qui augmente la viscosité de la bouillie, la rend « épaisse ».

Une toute petite quantité de farine à base d'amidon suffit pour « épaisir » une bouillie. En effet, dès que la quantité de farine dépasse 8 à 10 grammes pour 100 ml d'eau (préparation dite à 8 ou 10% de matière sèche⁴), la bouillie devient très épaisse. Alors les mères rajoutent de l'eau pour que la consistance convienne à l'enfant. Cette **dilution à l'eau** entraîne une forte diminution de la densité énergétique de la bouillie. Le petit estomac de l'enfant est alors rempli avec beaucoup d'eau et très peu de nutriments.

L'aspect épais ou liquide d'une bouillie détermine la facilité de déglutition de la bouillie. Son aspect ne renseigne pas sur sa densité énergétique (n'indique pas si elle est nourrissante ou pas nourrissante).

La physiologie digestive des nourrissons n'est pas compatible avec une alimentation à base d'amidon. En effet :

1° Le nourrisson ne peut pas **déglutir des aliments épais** (gélifiés). Trop souvent les mères **diluent à l'eau** les bouillies, déjà peu énergétiques, pour les rendre fluides et consommables.

2° Le nourrisson **digère difficilement l'amidon** du fait de son **déficit en amylase salivaire**, surtout si il est malnutri. (Le lait maternel contient de l'amylase pour pallier ce déficit temporaire).

3° Le jeune enfant a **besoin d'aliments de haute densité énergétique** pour assurer sa croissance et son développement. Il ne devrait pas consommer d'aliments de densité énergétique inférieure à celle du lait maternel, soit 70 Kcal/100ml minimum. Or, même s'il s'agit de "bouillies composées" (mélange de céréales et de légumineuses), les bouillies préparées avec de l'eau⁵ atteignent à peine 50 Kcal/100ml.

4° Pour compenser la faible densité énergétique des bouillies, le nourrisson ne peut pas absorber des volumes de bouillie supérieurs au **volume de son estomac** (environ 200 ml)

5° L'enfant, dont l'estomac a été rempli d'un mélange eau - amidon, a du mal à digérer. Il n'a pas faim et **ne cherche donc pas à téter**⁶. Comme il tète moins, la lactation maternelle baisse et la mère compensera cette baisse de lait parune bouillie à l'amidon. Le cercle vicieux de la malnutrition est enclenché.

Les bouillies traditionnelles sont préparées avec beaucoup d'eau et peu de farine (5 à 10 grammes de farine pour 100 ml de bouillie). Ces bouillies donnent l'illusion d'être nourrissantes parce qu'elles sont "épaisses". Or, leur valeur nutritive est très faible, proche de celle d'un soda « sucrerie », soit 30 à 40 kcal/100ml ! L'usage de ces bouillies représente un danger.

Le Projet Bamisa propose une solution simple et novatrice permettant d'augmenter la Densité Energétique des bouillies sans augmenter leur viscosité. La « **Recette 1-2-3** » permet en effet de tripler la densité énergétique des bouillies bien qu'elles soient redevenues liquides.

Il faudrait abandonner la pratique traditionnelle qui consiste à préparer les bouillies en mettant « 1 volume de farine pour 6 volumes d'eau », et la remplacer par la recette « 1 volume de farine pour 2 volumes d'eau avec usage d'une amylase ».

L'adjonction d'une amylase locale (malt, lait maternel, salive maternelle) à la bouillie épaisse, après cuisson, permet en effet de **liquéfier la bouillie épaisse** par dégradation de l'amidon et de lui donner une fluidité compatible avec les capacités de déglutition de l'enfant jeune ou malade. *(C'est comme si on coupait l'éponge en tout petits morceaux avec des ciseaux, l'amylase jouant le rôle des ciseaux).*

Le projet BAMISA propose ainsi l'usage

- d'une farine de composition équilibrée dont la fabrication est accessible à tous,
- d'une recette codifiée de préparation et de liquéfaction des bouillies, recette qui a valeur de message d'éducation nutritionnelle, la « Recette 1-2-3 ».

¹ La densité énergétique d'un aliment, c'est sa valeur énergétique par unité de volume. Elle s'exprime en Kcalories ou en Kilojoules pour 100 ml de l'aliment. (x Kcal/100ml)

² La valeur énergétique d'une bouillie, c'est la quantité d'énergie apportée par un repas de bouillie. Elle s'exprime en Kcalories ou en Kilojoules.

³ La matière sèche d'un aliment c'est le poids de ce qui reste quand toute l'eau qu'il contient a été retirée (par séchage total). Il s'exprime en grammes pour 100 g de l'aliment. Le taux d'humidité donne le nombre de grammes d'eau pour 100 g de l'aliment. L'addition des deux chiffres donne 100g

⁴ C'est une approximation. En effet la matière sèche d'une céréale varie entre 85% et 95% (c'est-à-dire de 15% à 5% d'humidité) selon les conditions climatiques et les conditions de conservation.

⁵ La préparation des bouillies avec du lait à la place de l'eau permet d'augmenter notablement leur densité énergétique puisque la matière sèche du lait s'ajoute à la matière sèche de la farine. Mais l'obstacle lié à l'épaississement de la bouillie lié à l'amidon demeure.

⁶ Il faut rappeler que le lait maternel, sans parler de ses qualités inégalables, a une densité énergétique de 70 Kcal/100ml, soit deux fois plus que les bouillies traditionnelles et qu'il faut absolument éviter de remplacer une tétée par des bouillies.

2) Caractéristiques de la farine BAMISA

Une "bonne farine" infantile c'est une farine qui apporte en quantités équilibrées tous les nutriments nécessaires à la croissance de l'enfant.

La composition de la farine Bamisa est basée sur l'association **céréales + légumineuses grasses à forte teneur en lysine**. Les ingrédients proviennent de l'agriculture locale. Ils ont été choisis en fonction de leur disponibilité, de leur valeur nutritionnelle et de leur prix.

Le petit mil (mil chandelle ou mil pennicillaire), céréale de base, a été choisi pour ses qualités protéiques et gustatives. En zone non productrice de petit mil, le petit mil est remplacé par le **maïs**.

Le soja, légumineuse oléagineuse, présente des qualités nutritionnelles exceptionnelles du fait de sa grande richesse en lipides et en protéines, et une bonne acceptabilité digestive une fois grillé (Le soja est préféré au haricot car il apporte des matières grasses, il contient beaucoup plus de lysine, il est plus facile à digérer et sa graine résiste bien aux charançons).

L'arachide est une graine oléagineuse largement répandue. Elle présente également une haute valeur protéique et lipidique. Ses qualités gustatives sont également appréciées.

Les ingrédients de la farine Bamisa sont mélangés, en poids ou en volumes, selon des proportions “ 6 - 2 - 1 ”.

| Ingrédients | Petit mil grillé (ou maïs grillé) | Soja grillé décortiqué | Arachide grillée décortiquée | Sucre | Sel iodé |
|------------------------|-----------------------------------|------------------------|------------------------------|-------|---------------|
| Proportions en poids | 60 % | 20 % | 10 % | 9 % | < 1% |
| Proportions en volumes | 6 | 2 | 1 | 1/2 | Selon le goût |

N.B. Il n'y a pas de lait en poudre dans Bamisa. C'est le lait maternel qui doit être donné à l'enfant. A défaut de pouvoir allaiter, donner du lait en poudre correctement reconstitué ou du lait mélangé à la bouillie.

Cette association « céréales + légumineuses grasses » permet d'obtenir une farine :

- De teneur élevée en protéines, $\geq 15\text{g}/100\text{g}$, dont l'indice protéique est proche de celui des protéines animales. En effet, les légumineuses couvrent le déficit en lysine des céréales qui apportent, elles, la méthionine déficitaire dans les légumineuses.
- De teneur élevée en lipides et acides gras insaturés $\geq 11\text{g}/100\text{g}$, grâce à la présence pondérale de 30% de légumineuses oléagineuses (soja et arachide). 25% de la valeur énergétique de la farine vient des matières grasses.
- De teneur glucidique de $63\text{g} \pm 3\text{g}/100\text{g}$, sous forme d'amidons ayant subi un début de dextrinisation par trempage et grillage, et de sucre ajouté. 60 % de la valeur énergétique de la farine vient des glucides.
- De valeur énergétique élevée, $\geq 425 \text{ Kcal}$, ou $\geq 1775 \text{ Joules}$ pour 100g de farine.

Les procédés de fabrication de la farine Bamisa permettent par tri, grillage et dépelliculage des grains, d'obtenir une farine :

- Qui se conserve bien grâce à un faible taux d'humidité $\leq 5\text{g}/100\text{gr}$ (grillage),
- De bonne qualité bactériologique (grillage avant mouture),
- Sans aflatoxines (lorsque le tri des grains de soja, de maïs et d'arachide est soigneux),
- Suffisamment fine (mouture et tamisage), et ne faisant pas de grumeaux,
- Pauvre en fibres (dépelliculage et tamisage final).

Les caractéristiques de la farine BAMiSA® sont donnée dans le document 03b - Farine BAMiSA - Fiche produit

Le malt

Les céréales germées, réduites en farine, constituent du malt.

Lorsqu'une graine est mise à germer, elle synthétise très rapidement des **amylases** pour dégrader ses propres amidons et mettre à disposition des sucres solubles, mobilisables pour la croissance de la plantule. La graine germée est ainsi riche en amylases et en sucres⁷. C'est l'amylase de ce malt qui nous intéresse.

Les amylases sont des enzymes qui hydrolysent l'amidon, c'est à dire fragmentent les chaînes d'amidons pour donner des sucres solubles. L'amidon forme un gel lors de sa cuisson dans l'eau. Ce gel est insoluble et donne aux bouillies leur consistance épaisse. Lorsque l'amidon gélifié est « cassé » par l'amylase, la bouillie devient liquide, sans perte de nutriments. Elle a aussi un goût plus sucré.

Le malt est, ainsi, une des sources d'**amylases** qu'il y a lieu de vulgariser. Il s'ajoute aux autres amylases locales, lait ou salive de la mère, fruits mûrs...

Un petit sachet de quelques grammes de malt est joint à la farine BAMiSA. Selon les choix des UPA, ce malt est obtenu à partir de grains de petit mil, de sorgho, de maïs, de riz paddy. Les grains germés sont séchés puis broyés et tamisés.

⁷ Pour préparer la bière, c'est le sucre qui est extrait du malt pour faire un jus sucré qui sera dans un second temps mis à fermenter. Le malt ne contient pas d'alcool.

3) Caractéristiques de la bouillie BAMiSA

Une "bonne bouillie" c'est une bouillie de haute valeur nutritive (contenant tous de nutriments nécessaires à la santé et très énergétique), de consistance adaptée (fluide pour les jeunes enfants), digeste (qui tient compte des compétences digestives des enfants), appétissante et facile à préparer.

La bouillie BAMiSA tente de répondre à tous ces critères. Cf. document 05c - La bouillie BAMiSA fiche produit.

La prise de conscience que l'amidon était un obstacle majeur et universel à la préparation de bouillies fluides et de haute densité énergétique est un pas décisif dans la compréhension des mécanismes de malnutrition. (Séminaire IRD de Brazzaville, mai 1991).

Divers solutions sont proposées pour dégrader l'amidon des céréales et permettre la préparation d'aliments fluides de haute densité énergétique :

- Adjonction d'amylases industrielles aux farines non maltées⁸,
- Maltage des grains avant leur mouture (pour préparer des farines maltées),

- Mélange de farine non maltées et de farines maltées en proportions diverses,
- Biscuitage
- Extrusion.

Ne pas mettre d'amidon dans l'aliment de l'enfant est aussi une solution largement utilisée⁹.

- L'adjonction d'amylase en très petite quantité, après cuisson, dans la bouillie encore chaude est une méthode simple, accessible partout et à tous. C'est une alternative novatrice aux procédés énumérés ci-dessus. C'est ce que propose le Projet BAMiSA avec la « Recette 1-2-3 » :

1° Contrôle de la quantité d'eau en respectant les proportions :

« 1 volume de farine pour 2 volumes d'eau »

c'est-à-dire, dans un premier temps,

préparation d'une bouillie épaisse

2° Contrôle de la consistance de la bouillie par l'action de l'une ou l'autre des amylases disponibles, par exemple du malt « 3 pincées ».

c'est-à-dire, dans un deuxième temps,

liquéfaction de la bouillie pour éviter la dilution.

Cette recette est applicable, en principe, à toutes les bouillies¹⁰.

Par définition une bouillie BAMISA c'est :

60 g de farine BAMiSA
 et
200 ml d'eau
 puis
Liquéfaction par une amylase locale, après cuisson,

C'est une bouillie dite à 30% de matière sèche.

Ainsi la bouillie BAMiSA est :

Une bouillie de faible viscosité, de digestion facile, de goût très doux et sucré, d'un volume correspondant à celui d'un repas (2/3 d'un bol),

Une bouillie BAMiSA apporte :

240 Kcal par bouillie (Densité énergétique de 120 Kcal /100ml).

⁸ Les amylases industrielles résistent aux températures de cuisson et entrent en action pendant la cuisson des amidons)

⁹ Les laits thérapeutiques « Lait huile sucre » et les Aliments Thérapeutiques Prêts à l'Emploi (ATPE) ou Ready to Use Therapeutic Food (RUTF) ne contiennent pas ou peu d'amidon.

¹⁰ La résistance des amidons aux amylases est variable et la liquéfaction des bouillies exige parfois que les quantités d'amylases ajoutées soient plus importantes.

François LAURENT