



UNIVERSITE SENGHOR

Université Internationale de Langue Française
au Service du Développement Africain à Alexandrie d'Égypte

Département Gestion des Systèmes de Santé et Politiques Alimentaires

Mémoire de Fin d'Études Professionnelles Approfondies

CONTRIBUTION A LA MISE AU POINT D'UN ALIMENT INFANTILE DANS LA LUTTE CONTRE LA MALNUTRITION PROTEINO ENERGETIQUE EN REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DU CONGO

Présenté et soutenu publiquement
Par **KIBOKO KIBONGE François**

Jury : Professeur Jean-Yves Leveau, ENSIA/MASSY
Docteur Christian Mesenge, Université Senghor
Professeur Morsi El Soda, Université d'Alexandrie

Année universitaire : 2003-2005
Université Senghor
1, Midan Ahmed Orabi - El Mancheya – B.P. 21111 – 415 Alexandrie – Égypte
Tel : (203) 48 43 371/72 Fax : (203) 48 43 373
Page électronique : <http://www.usenghor-francophonie.org>

DEDICACE

A toi Dieu le Père Tout Puissant, que la gloire te soit rendue au nom de Jésus-Christ ton Fils Unique pour la Bonté que tu ne cesses de renouveler à notre endroit.

A la Très Sainte Vierge Marie, mère de Dieu, notre Dame du Perpétuel Secours, merci pour ton inlassable assistance.

A toi mon feu père Jean Kiboko, qui a su guider mes pas sur les sentiers du savoir. Profonde est ma reconnaissance à travers ton auguste mémoire.

A toi ma chère mère Marcelline Safi, malgré ta vieillesse, tu ne cesses de t'efforcer pour assurer un meilleur avenir à ta progéniture.

A toi ma chère épouse Marie Gaby Masingende, pour tous les sacrifices consentis durant ces deux années d'absence entourés de mes enfants, le mérite de cette œuvre te revient. Reçois mes humbles gratitude.

A vous tous qui me sont si chers.

Je dédie ce mémoire

François Kiboko Kibonge

REMERCIEMENTS

Ce mémoire, n'aurait pu être élaboré sans le concours de certaines personnes à qui je tiens à exprimer ici toute ma reconnaissance et ma profonde gratitude.

A Monsieur le Professeur Jean Yves Leveau, du Laboratoire de Microbiologie Industrielle de l'Ecole Nationale Supérieure des Industries Agricole et Alimentaire de Massy en France.

Qui m'a fait l'honneur de participer à ce jury,

Qui m'a accueilli au sein de son équipe et m'a fourni l'encadrement utile pour la réalisation du présent travail.

A Monsieur le Docteur Christian Mesenge, Directeur du Département de Gestion des Systèmes de Santé et Politiques Alimentaires à l'Université Senghor d'Alexandrie.

Pour l'attention particulière qu'il a porté aux différentes étapes de cette étude, pour tout son soutien moral et matériel, ainsi que pour son entière disponibilité et ses sages conseils. Malgré ses lourdes obligations professionnelles, il n'a ménagé aucun effort pour la réalisation de ce mémoire. Je lui renouvelle toute ma reconnaissance et ma gratitude.

A Madame Geneviève Le Bihan, Chargée de Recherche au Centre International de Hautes Etudes Agronomiques Méditerranéennes de Montpellier pour ses conseils prodigués afin que ce travail soit mené à bon port.

A Monsieur le Professeur Fernand Texier, Recteur de l'Université Senghor, à tous les professeurs associés, pour la qualité de leurs enseignements de l'Université, et de leur goût à partager leurs expériences, qu'ils daignent accepter mes sincères remerciements.

A Monsieur le Professeur Pierre de Maret, Recteur de l'Université Libre de Bruxelles.

Qui m'a permis d'effectuer un stage de terrain avec l'équipe du CEMUBAC à l'Est de la République démocratique du Congo. Tout le plaisir est pour moi d'exprimer ma profonde et vive reconnaissance.

A Monsieur le Professeur Francis Delpeuch, Directeur du département alimentation nutrition et sociétés à l'Institut de Recherche pour le Développement à Montpellier.

Qu'il trouve ici le témoignage de ma gratitude pour ses sages conseils.

A son Excellence Monsieur Kanunu Bertin, Ambassadeur de la RD Congo au Caire et tout le corps diplomatique de notre ambassade. Pour toute leur assistance, qu'ils daignent accepter toute ma reconnaissance.

A Monsieur le Professeur Morsi El Soda, Vice-Doyen de la Faculté d'Agriculture de l'Université d'Alexandrie, pour avoir accepté de juger ce travail, je lui exprime toute ma reconnaissance.

A Madame Alice Mounir, Secrétaire Exécutive du Département de Gestion des Systèmes de Santé et Politiques Alimentaires, je suis heureux de pouvoir l'adresser mes sincères remerciements, pour tous les services rendus.

A Madame Omnéya Shaker et à toute l'équipe du Secteur de la Technologie de l'Information et de la Communication de l'Université Senghor, pour leurs conseils.

A tous mes compatriotes René Kusongisila Suenge, Fernand Tshobi Kayolo, Placide Mumbembele Sanger, Atou Mosange, Jean de Dieu Maneno Biruke, Laure Kendwa, Thierry Kendwa, pour tout le soutien mutuel durant notre séjour à Alexandrie, au Caire, et à Paris.

A tous les membres de la fraternité Kutereza à Kisangani-Kinshasa-Goma-Boma et Kigali, pour tout l'encouragement.

A tous les camarades auditeurs de la IX^{ème} promotion, pour tout leur soutien moral.

Enfin, que tous ceux qui, à des degrés divers, ont contribué à l'achèvement de ce mémoire, trouvent ici le témoignage de toute ma reconnaissance.

ABSTRACT

Since several years the political conflicts and the several wars that shackled the African continent, particularly the DR Congo have caused a deep deterioration of the population social tissue and life conditions. The massive displacements of populations generated by these wars have been accompanied by a deficit in food and nutrition, of a total insecurity climate and numerous infectious diseases. All these elements have increased the number of handicaps of these populations, victims of the conflicts.

These wars already affected the inadequate infrastructure of this country and aggravated the daily difficulties of the poor and vulnerable population. A big part of the Congolese population is living in a state of extreme poverty exacerbated by the malnutrition under the form of protein-energizing. Among the population, the stern shape of the malnutrition has a particular frequency; it affects predominantly the children with the preschool age, the pregnant women and the elderly people. However, it is strongly noted that before the age of 6 months, the mothers practice maternal nursing as recommended by the WHO and the UNICEF. After this period it appears difficult to introduce a complement food of good nutritional value. A bad usage or a bad nutritional value of the mashes, risks to delay the child's growth.

The deficit in rich proteins food and food bad practices provided to these young children contribute in the apparition of a MPE. Taking into consideration the opportunity offered thanks to the availability of the soy, we propose an infantile food product made from the local resources. This product should be also accessible to all markets, even to the poorest ones. It surely passes by the installation of the artisanal transforming small units for the good nutritional quality flours production on the organolptic plan rather than the microbiological security level.

This local production of the soy followed by its transformation into flour then its preparation into mashe can be integrated as well in a project of public health, agricultural development and especially feminine remunerative activity. We remain persuaded that the urban consumption of the soy into the mashe can contribute in the vulnerable groups' nutritional status improvement; which will permit the DR Congo to avoid the death of thousands of young children, a dramatic weakness of the intellectual potentials, and an enormous lost of productivity.

However, its implementation country wide after several years of war can help coming over numerous constraints in logistical and technical order. But, it doesn't prevent from considering these kinds of projects as feasible.

Keywords: malnutrition, infantile food - soy - armed conflicts - artisanal transformation

RESUME

Les conflits politiques et les guerres qui secouent le continent Africain et plus particulièrement la RD Congo depuis plusieurs années ont causé une profonde dégradation du tissu social et des conditions de vie des populations. Les déplacements massifs engendrés par ces guerres ont été aggravés par le déficit alimentaire et nutritionnel au sein des populations, auxquels s'ensuivent un climat d'insécurité totale et un cortège des maladies infectieuses n'ont fait qu'augmenter les handicaps de ces populations victimes des conflits.

Ces guerres ont éprouvé l'infrastructure déjà inadéquate de ce pays et aggravé les difficultés quotidiennes des populations pauvres et vulnérables. Actuellement une grande partie de la population congolaise vit dans un état d'extrême pauvreté exacerbé par la malnutrition sous forme protéino-énergétique. Au sein des populations déplacées, la forme sévère de la malnutrition a une particulière fréquence, les plus touchés étant les enfants d'âge préscolaire, les femmes enceintes et les personnes âgées. Force est cependant de constater qu'avant l'âge de 6 mois, les mères pratiquent l'allaitement maternel comme le préconisent l'OMS et l'UNICEF. C'est après cette période de sevrage que les difficultés d'introduction d'un aliment de complément de bonne valeur nutritionnelle se manifestent. La période de consommation de bouillies est une étape importante de la vie de l'enfant. Si les bouillies sont mal utilisées ou de mauvaise valeur nutritionnelle, la croissance de l'enfant risque d'être retardée.

Le déficit en aliments riches en protéines et les mauvaises pratiques d'alimentation fournies à ces jeunes enfants contribuent à l'apparition d'une MPE. Les bouillies et les autres liquides de faible densité énergétique et parfois de mauvaise qualité hygiénique sont introduites dans l'alimentation de ces enfants et sont susceptibles de porter préjudice à leur statut nutritionnel en provoquant d'autres pathologies. Dans le souci de remédier à ces problèmes nutritionnels, et compte tenu de l'opportunité offerte grâce à la disponibilité du soja, nous avons été amené à proposer un aliment infantile produit et transformé à partir des ressources locales. Ce produit pourrait également être accessible à toutes les bourses, même aux plus démunis. Ceci passe bien entendu par l'installation des petites unités de transformation artisanale pour la production des farines de bonne qualité nutritionnelle tant sur le plan organoleptique qu'au niveau de la sécurité microbiologique.

Cette production locale du soja suivie de sa transformation en farine puis de sa préparation en bouillie peut s'intégrer aussi bien dans un projet à la fois de santé publique, de développement agricole et d'activité rémunératrice surtout féminine. Nous restons persuadé que la vulgarisation de la consommation de la bouillie au soja peut contribuer à l'amélioration du

statut nutritionnel des groupes vulnérables ; cela pourrait permettre à la RD Congo d'éviter des milliers de morts d'enfants, un affaiblissement dramatique du potentiel intellectuel, et d'énormes pertes de productivité économique.

Cependant, son application dans le contexte d'un pays qui a connu plusieurs années de guerre peut se heurter à de nombreuses contraintes d'ordre logistique et technique. Mais, cela n'empêche pas de lancer ce genre de projets aussi pertinents.

Mots-clés : malnutrition, aliment infantile- soja – conflits armés – transformation artisanale

TABLE DE MATIERES

<i>Dédicace</i>	ii
Remerciements.....	iii
Résumé.....	v
Liste des abréviations et sigles.....	x
Liste des tableaux, figures et cartes.....	xii
Introduction.....	1
PREMIERE PARTIE : Présentation de l'étude et de la RD Congo	5
1.1. Cadre général de l'étude.....	5
1.1.1. Contexte du stage.....	5
1.1.2. Note de présentation sur l'ENSIA/Massy et le CEMUBAC/Goma.....	5
1.2. Présentation de la République démocratique du Congo.....	6
1.2.1. Situation géographique.....	6
1.2.2. Données climatiques et démographiques.....	7
1.2.3. Situation économique.....	8
1.3. La situation nutritionnelle en RD Congo.....	9
1.3.1. Bilan de la production.....	9
1.3.2. Situation alimentaire à Kinshasa.....	12
1.3.3. Situation alimentaire à l'Est de la RD Congo.....	14
1.3.4. Prix des aliments et accès à la nourriture à Kinshasa.....	17
DEUXIEME PARTIE : Le soja : un aliment multifacette	18
2.1. Caractéristiques nutritionnelles.....	18
2.1.1. Les propriétés préventives du soja.....	22
2.1.2. Les indications d'un aliment essentiel à base du soja.....	23
2.2. Les allergies au soja.....	24
2.3. L'économie du soja pour l'alimentation humaine.....	24
TROISIEME PARTIE : Mise au point de l'aliment infantile	26
3.1. Les matières premières.....	26
3.1.1. Une céréale.....	27
3.1.2. Sucre en Poudre.....	29
3.1.3. Huile de palme rouge.....	29
3.1.4. Une légumineuse : le soja.....	29
3.2. Les étapes de fabrication des farines.....	33

3.2.1. Farine à cuire.....	33
3.2.2. Farine instantanée.....	35
3.3. Qualités requises du produit essentiel mis au point	36
3.4. Réalisation de l'aliment essentiel	37
3.4.1. Les mélanges.....	37
3.4.2 Mode de préparation proprement dite	39
3.4.3. Détermination de la consistance de bouillies.....	40
3.4.4. Organisation du test sensoriel	41
3.5. Le contrôle de qualité	42
3.5.1. L'application du principe HACCP	44
3.5.2. Réalisation des analyses biochimique et microbiologique	47
3.6. L'opération transfert de la technologie.....	48
3.6.1. A l'intention des mères pour usage familial	48
3.6.2. A l'échelle d'une petite coopérative.....	49
3.7. Perspectives de création des revenus	55
3.7.1. L'organisation des agricultrices en coopérative.....	55
3.7.2. Organisation de l'unité coopérative	55
Discussions	62
Conclusion générale	66
BIBLIOGRAPHIE	69

LISTE DES ABREVIATIONS ET SIGLES

ANC	Apports nutritionnels conseillés
APLV	Allergie aux protéines du lait de vache
BEAU	Bureau d'Etudes, d'Aménagement et d'Urbanisme
CEMUBAC	Centre Scientifique et Médical de l'Université Libre de Bruxelles pour ses Activités de Coopération
CDF	Franc Congolais
CEPLANUT	Centre d'Etudes et de Planification Nutritionnelle
CNERNA	Centre National d'Etudes et de Recommandations sur la Nutrition et l'Alimentation
CPN	Consultation prénatale
CPS	Consultation préscolaire
DEA	Disponibilité énergétique alimentaire
ENSIA	Ecole Nationale Supérieure des Industries Agricole et Alimentaire
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
FIFO	First in, first out
FMI	Fonds Monétaire International
FNUAP	Fonds des Nations Unies pour la Population
GRET	Groupe de recherche et d'échanges technologiques
HACCP	Hazard analysis and critical control point
IMC	Indice de masse corporelle
IRA	Infection respiratoire aiguë
IRC	International Rescue Committee
IRES	Institut pour la Recherche Economique et Social
IRD	Institut de Recherche pour le Développement
Kcal	Kilocalorie
Kg p.c	Kilogramme de poids corporel
MIPRO	Mission de programmation pour la relance du secteur agricole et rural

MPE	Malnutrition protéino-énergétique
OCHA	Office des Nations Unies pour la Coordination des Affaires Humanitaires
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
ONG	Organisation non gouvernementale
ONUSIDA	Organisation des Nations Unies pour la Lutte contre le VIH/SIDA
ORSTOM	Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer.
PIB	Produit intérieur brut
PMURR	Programme Multisectoriel d'Urgence de Réhabilitation et de Reconstruction
PNB	Produit national brut
PPP	Programme de participation communautaire
PPTE	Pays pauvre très endetté
PRONANUT	Programme National de la Nutrition
RESOMAL	Rehydratation solution for Malnutrition
RD Congo	République Démocratique du Congo
SICIAV	Système d'Information et de Cartographie sur l'Insécurité Alimentaire et la Vulnérabilité
SMIAR	Système Mondial d'Information et d'Alerte Rapide sur l'alimentation et l'agriculture
SIDA	Syndrome d'immunodéficience acquise
SRO	Sels de réhydratation orale
TPA	Technologie et partenariat en agro-alimentaire
PFRDV	Pays à faible revenu et à déficit vivrier
UNICEF	Organisation des Nations Unies pour l'Enfance
VIH	Virus de l'immunodéficience acquise

LISTE DES TABLEAUX, FIGURES ET CARTES

Liste des tableaux

Tableau I : Composition du soja.....	18
Tableau II : Composition de la bouillie haute énergie.....	38
Tableau III : Exportations des denrées de la RDC (1998-2000).....	9
Tableau IV : Productions vivrière et commerciale en RDC en 1998.....	10
Tableau V : Besoins et disponibilités alimentaires à Kinshasa en 1999.....	13
Tableau VI : Mode de transport des produits alimentaires à Kinshasa avant 1998.....	16
Tableau VII : Quantités de bouillies à consommer en fonction de leur densité énergétique.....	39
Tableau VIII : Normes microbiologiques applicables aux farines infantiles.....	48
Tableau IX : Substances biologiquement actives et composés de saveur /odeur des graines de soja, leurs réactions biologiques et les méthodes de destruction et de réduction.....	20
Tableau X : Composition et valeur nutritionnelle du soja	21
Tableau XI : Procédé HACCP d'une farine infantile composée du soja, maïs, sucre, enzymes et complément minéral et vitaminique, emballée sous film plastique.....	44

Liste des figures

Figure 1 : Schéma de la fabrication traditionnelle de la bouillie du maïs.....	13
Figure 2 : Besoins et disponibilités alimentaires à Kinshasa en 1999.....	14
Figure 3 : Schéma de production de la farine du maïs.....	28
Figure 4 : Moyenne des prix mensuels au détail relevés pour les produits alimentaires de base à Kinshasa entre Janvier août 2000.....	17
Figure 5 : Nettoyeur de graines avec aspirateur multiple et cyclone.....	31
Figure 6 : Méthode de préparation conventionnelle des graines de soja	31
Figure 7 : Torréfacteur à soja amélioré utilisé au Burundi	33
Figure 8 : Cuiseur-extrudeur.....	53
Figure 9 : Consistomètre de Bostwick.....	40
Figure 10 : Présentation schématique des différentes étapes de fabrication d'une farine infantile à cuire à base de maïs et de soja.....	34
Figure 11 : Exemple de diagramme des différentes étapes de fabrication d'une farine instantanée par cuisson extrusion.....	35

Liste des cartes

Carte 1 : La République démocratique du Congo.....	8
--	---

INTRODUCTION

La malnutrition touche une personne sur trois et chacune de ses formes principales éclipse la plupart des autres maladies à l'échelle mondiale. Elle est la principale cause de mortalité infantile dans le monde, et fait six millions de victimes chaque année. Dans les pays en développement la malnutrition même légère constitue l'un des plus importants problèmes de santé publique (28).

Cette forme de malnutrition affecte tous les groupes d'âge, mais elle est particulièrement fréquente chez les populations jeunes et défavorisées, celles qui ont un accès insuffisant à l'eau potable, un assainissement de bonne qualité et sont privées d'éducation sanitaire. Elle peut entraîner la mort ou rendre ceux qui en souffrent particulièrement vulnérables à d'autres maladies mortelles, comme la rougeole et les infections respiratoires aiguës, ou encore entraîner une incapacité physique ou mentale.

Chaque année selon l'UNICEF, dans les pays en développement près de 12 millions d'enfants de moins de cinq ans meurent principalement de causes évitables ; près de 55% peuvent être directement ou indirectement attribués à la malnutrition. Pour l'OMS, la malnutrition est liée à plus de la moitié de tous les décès d'enfants intervenus dans les pays en développement, car ces enfants malnutris offrent une résistance moindre aux infections et sont en plus grand danger de mourir des maladies infantiles, et ceux qui survivent connaissent souvent une forme chronique qui les plonge dans un cycle vicieux de maladies récurrentes et de problèmes de croissance. Les carences nutritionnelles augmentent la morbidité et les risques de mortalité des groupes les plus vulnérables qui sont surtout les enfants d'âge préscolaire (12). Dans les pays en développement, de nombreux décès de nourrissons et de jeunes enfants peuvent être imputables au mauvais état nutritionnel de leur mère.

Le statut de la femme, son bas niveau d'éducation, l'insécurité alimentaire, le manque d'accès à l'eau potable, la situation économique, les guerres sont autant de facteurs déterminants de l'apparition d'une MPE (23).

Le niveau de vie en RD Congo n'a cessé de baisser depuis le milieu des années 1970, en grande partie à cause de la mauvaise gestion économique et des troubles intérieurs.

La situation a été aggravée par la récente guerre de 1998, laquelle a occasionné plus de 3 Millions de victimes, et occasionnant des déplacements massifs de population (3). Au delà de ces causes multifactorielles de la MPE, les conséquences de ces deux dernières guerres ont de manière significative contribué à augmenter des contraintes sociales, en plus de l'économie de ce pays en déclin. Appauvrie malgré ses richesses naturelles, la RD Congo a connu ce que

les Nations Unies ont appelé «**une guerre mondiale africaine**». Près de 20 groupes armés, congolais et autres s'affrontaient pour s'arracher des avantages politiques et économiques. Cette situation chaotique était simultanément accompagnée de la rupture d'une bonne communication entre les villes du pays, de la détérioration de tout type de moyen de transport, et de l'instabilité prononcée dans la partie Est. Tous ces facteurs ont contribué à la désorganisation et à la destruction des circuits d'approvisionnement des lieux de culture et d'élevage, occasionnant une pénurie alimentaire sans précédent, avec pour corollaire une surmortalité spécifique liée à la malnutrition aiguë.

Cette situation a quasiment interrompu les flux d'échanges intérieurs entre les deux moitiés du pays (27).

De même, la production de café et d'huile de palme ; les principales denrées agricoles d'exportation ont chuté respectivement de 34 % et de 30 % durant la même période (19).

L'étude de l'OCHA cite une enquête effectuée en décembre 1999 qui avait calculé qu'une famille de sept personnes habitant à Kinshasa, capitale de la RD Congo avait besoin d'environ 12,2 dollars américains par jour soit 370 dollars américains par mois pour satisfaire ses besoins alimentaires de base, alors que le revenu moyen d'un ménage n'était que de 70 dollars américains par mois. Selon le PNUD, l'apport calorique par personne et par jour à Kinshasa est de 1 000 kcal, soit nettement inférieur à un apport de 2 200 kcal recommandé pour l'Afrique subsaharienne. À Kinshasa, 70 % de la population, estimée à environ 8 millions d'habitants, n'a pas 1 dollar américain par jour à dépenser pour la nourriture (19).

Néanmoins avec la fin officielle de la guerre même s'il persiste encore certains foyers des conflits, une amélioration s'est fait remarquée grâce à la reprise de la coopération entre l'actuel gouvernement d'union nationale et les institutions de BrettonWoods. Le produit intérieur brut par habitant a atteint 346 dollars américains en 2001, on a assisté également à la reprise des expéditions de produits manufacturés vers les provinces autrefois sous occupation rebelle (3).

En dépit de son vaste territoire fait de terres essentiellement fertiles et de ses considérables ressources minières et forestières, la RD Congo n'a pas été en mesure de couvrir les besoins essentiels de sa population, dont l'espérance de vie à la naissance est estimée à 46 ans (27).

Selon les données fournies par l'OMS en 2000, le taux de mortalité infantile en RD Congo était de 221 ‰, tandis que pour le ministère de la Santé Publique la malnutrition intervient elle seule à une proportion de 54 % de mortalité infanto-juvénile. Une analyse plus fine de la situation montre que la majorité de ces enfants ont entre un et deux ans, alors qu'une enquête

réalisée par le PRONANUT révèle que l'insécurité alimentaire chronique touche environ 40% des ménages.

A Kinshasa, la malnutrition chronique touchait environ 18 % des enfants de la ville et plus de 30% des enfants de la périphérie, où étaient installées les personnes déplacées de guerre (27).

Le récent rapport de l'Unicef sur la RD Congo publié à la fin de l'année 2004 montre que la situation est alarmante : 12% de nouveaux-nés présentent une insuffisance pondérale à la naissance, 38% d'enfants de moins de 5 ans souffrent d'un retard de croissance modéré et grave. Cette accumulation des handicaps a considérablement contribué à la baisse des importations d'aliments riches en protéines, surtout ceux d'origine animale qui coûtent très chers sur le marché local. Une des meilleures solutions serait la production locale d'un produit riche en protéines qui fait souvent défaut. Parmi les aliments disponibles localement, nous avons identifié une légumineuse en l'occurrence le soja. Les protéines du soja ne coûtent que 10 à 20 % du prix des protéines provenant de la viande, du poisson, des œufs ou du lait. Le soja contient 40% des protéines, soit plus que toute autre source alimentaire végétale ou animale que l'on retrouve en Afrique (20).

Lorsqu'on y ajoute du maïs, du sorgho, du blé, du riz ou n'importe quelle autre céréale, la teneur en protéines du soja satisfait aux normes de la FAO (12).

Force est de constater qu'après une longue période de guerre qu'a subie la RD Congo, sa production de graines de soja est assurée. Les régions de l'Est du pays (Rutshuru) autrefois perturbées par les troubles civils sont aujourd'hui entrain d'exporter les graines de soja vers les pays voisins (Ouganda,..). Néanmoins pour arriver à produire un aliment à base de soja, il va falloir prendre en compte le volet sanitaire. Ceci, présuppose une maîtrise complète de toute la filière, couplée à des analyses minutieuses à différentes étapes, et intégrer des bonnes pratiques aseptiques, en vue d'obtenir une maîtrise de la stérilité microbiologique pratique (21).

Les objectifs de notre étude :

1. Apporter une contribution à tous les efforts déjà menés par d'autres chercheurs en vulgarisant la transformation dans une unité de production artisanale et la distribution des farines de soja dans les régions affectées par la guerre ;
2. Définir les procédés et les conditions de transfert aux producteurs, en vue d'améliorer la qualité et de promouvoir l'utilisation d'un aliment comportant une céréale et une légumineuse, en prenant en compte à la fois les besoins des consommateurs et ceux des producteurs.

3. Proposer en regard de ce qui précède un aliment infantile destiné à réduire l'impact de la MPE.

Les hypothèses :

1. la MPE est présente au sein des différents ménages et en particulier des familles déplacées de guerre de la RD Congo;
2. il existe une légumineuse riche en protéines en l'occurrence le soja, cultivée par les communautés locales, qui pousse dans ces régions affectées par les conflits armés, et consommée d'une manière ou d'une autre par les ménages ;
3. les mères utilisent habituellement des bouillies aux qualités variables comme premier aliment de complément. Seule une faible minorité d'entre elles ont les moyens financiers d'acheter des farines importées qui permettent normalement de préparer des bouillies de bonne valeur nutritionnelle ;
4. il est possible dans le domaine de la lutte contre la MPE, d'intégrer des approches de bonnes pratiques alimentaires qui sont sociologiquement et socio culturellement spécifiques à chaque communauté, approches qui peuvent se révéler efficaces ;
5. cet aliment peut contribuer à la fois à l'amélioration des conditions nutritionnelles de jeunes enfants âgés 6 à 24 mois et à l'amélioration du statut économique des femmes ;

L'intérêt de notre étude se justifie par les raisons suivantes :

- l'ampleur de l'impact de la MPE sur la mortalité infantile est importante à la suite des conflits armés qu'a connu la RD Congo;
- la possibilité de mise en place des dispositifs efficaces dans cette partie du continent au sol fertile, peut permettre un accroissement rapide de sa production vivrière, et une organisation du circuit de transformation locale ;
- dans le contexte de la RD Congo, il est également possible d'obtenir une bouillie faite de soja produite localement, qui peut répondre aux qualités nutritionnelles optimale et adaptée aux besoins et au goût des consommateurs.

Ainsi donc l'objet de notre travail est de proposer un aliment infantile qui pourra contribuer à réduire l'incidence de la MPE en particulier dans les zones autrefois touchées par les conflits armés, et en général à l'échelle de la RD Congo.

Outre l'introduction, les discussions et la conclusion, notre travail est composé de trois parties, la première partie est consacrée à la présentation du cadre général de l'étude et de la RD Congo, une seconde partie brosse un aperçu sur le soja et enfin une troisième partie dresse le processus de la mise au point d'un aliment infantile.

PREMIERE PARTIE : PRESENTATION DE L'ETUDE ET DE LA RD CONGO

1.1. Cadre général de l'étude

1.1.1. Contexte du stage

Ce mémoire sanctionne le stage de trois mois que nous avons effectué d'une part, au laboratoire de Microbiologie Industrielle de l'Ecole Nationale Supérieure des Industries agricole et alimentaire de Massy (France) et d'autre part à la coordination du Centre Scientifique et Médical de l'Université Libre de Bruxelles pour ses activités de coopération dans la ville de Goma située à la province du Nord Kivu à l'Est de la République démocratique du Congo, autrefois capitale de l'ancienne rébellion du Rassemblement Congolais pour la démocratie. Ce stage fait partie intégrante du cursus de formation de deux années universitaires au département de « Gestion des Systèmes de Santé et Politiques Alimentaires » de l'Université Internationale de langue Française au Service du Développement Africain, Université Senghor d'Alexandrie en Egypte, conduisant à l'obtention du Diplôme d'Etudes Professionnelles Approfondies (D.E.P.A).

1.1.2. Note de présentation sur l'ENSIA/Massy et le CEMUBAC/Goma

1.1.2.1. ENSIA/Massy

« Ecole Nationale supérieure des industries agricoles et alimentaires de Massy en France » en sigle ENSIA est un établissement public d'enseignement et de recherche, sous tutelle du Ministère en charge de l'Agriculture. Elle a 2 missions principales : la formation et la recherche finalisée pour et avec l'industrie. Cet établissement compte 110 ans d'expérience au service des industries alimentaires et des secteurs connexes : industries pharmaceutiques, chimiques et cosmétiques, distribution, conseil...

Elle compte les départements d'enseignement et de recherche suivants :

- Le département CEPAL « centre d'économie de la production agro-alimentaire »
- Le département GIA « génie industriel alimentaire »
- Le département SA « science de l'aliment »
- La microbiologie industrielle
- Et enfin la SIARC « section industries alimentaires pour les régions chaudes »

1.1.2.2. Le Cemubac/Goma

« Centre Scientifique et Médical de l'Université Libre de Bruxelles pour ses activités de Coopération » en sigle CEMUBAC est une organisation non gouvernementale Belge spécialisée dans la coopération au développement. D'abord orienté vers des actions médicales en Afrique Centrale (lutte contre la malnutrition, la carence en iode, la tuberculose), le Cemubac a progressivement élaboré un modèle de coopération universitaire adapté aux réalités du terrain.

Ses domaines d'intervention portent sur :

a) le développement des soins de santé primaires

- appui aux districts de santé de base
- renforcement institutionnel
- surveillance épidémiologique
- système d'information sanitaire dans l'organisation des programmes de recherche

b) lutte contre la malnutrition

Il a également développé un modèle de coopération scientifique et médicale dont les caractéristiques sont au nombre de trois :

- appui au fonctionnement global des systèmes de santé,
- développement du programme de formation continue du personnel de santé
- promotion d'un programme de surveillance épidémiologique et de recherche appliquée

Les caractéristiques de ce modèle tiennent compte d'une part, des priorités identifiées par le Cemubac et ses partenaires, d'autre part des spécificités d'une organisation universitaire de coopération

1.2. Présentation de la République démocratique du Congo

1.2.1. Situation géographique

La République Démocratique du Congo est située en Afrique Centrale entre le 4ème degré de latitude nord et le 2ème degré de latitude sud. Elle est limitée par la République du Congo et l'Angola à l'ouest ; la République Centrafricaine et le Soudan au Nord, l'Ouganda, le Rwanda, le Burundi et la Tanzanie à l'Est, l'Angola et la Zambie au Sud. Avec une superficie de 2.345.000 Km², la République Démocratique du Congo est le second pays de l'Afrique sub-saharienne par son étendue.

Le réseau hydrographique est dense. Le fleuve Congo qui traverse presque toute la république, est long de 4700 Km et a des nombreux affluents. La grande partie du pays est couverte par la forêt.



Carte 1 : La République démocratique du Congo

1.2.2. Données climatiques et démographiques

Le pays connaît plusieurs climats : climat tropical et humide au nord et au sud, climat équatorial au centre et climat tempéré en altitude à l'est. La population totale de ce géant d'Afrique est actuellement estimée à 57.938.622 d'habitants soit une densité d'environ 25 habitants au Km², selon le rapport de l'année 2002 du FNUAP.

Le pays est habité en majorité par les bantous, les Soudanais, les Pygmées, les Nilotiques et les Hamites. La majorité de la population habite en milieu rural (60 %). La population congolaise actuelle est très jeune : les moins de 20 ans (jeunes) représentent presque 57 % de la population totale, les moins de 5 ans représentent environ 21%, alors que la population âgée de 20 à 59 ans (adultes) ne représente qu'environ 38,8 % ;

celle âgée de 60 ans et plus compte pour près de 4,1 %, selon l'enquête du Ministère de la Santé d'avril 1998. La langue officielle du pays est le français. Quatre langues nationales sont parlées par les habitants : le Swahili, le Lingala, le Kikongo et le Tshiluba. Le taux d'alphabétisation des adultes est supérieur à 80 % pour les hommes et est inférieur à 60 % pour les femmes. Les principales religions pratiquées dans le pays sont : le catholicisme, le protestantisme, le Kimbanguisme et l'Islam.

1.2.3. Situation économique

La majorité de la population pratique l'agriculture. Certains groupes de la population vivent essentiellement de la chasse, de la cueillette, de l'élevage et de la pêche. Le pays est faiblement industrialisé. Avec un PNB estimé à moins de 120 dollars américains, la RD Congo se classe parmi les pays à plus faible revenu du continent et de la planète. Selon les résultats du recensement scientifique de 1984, parmi les emplois recensés, 53,8 % sont de la catégorie des indépendants. Dans la même logique on assiste à une sérieuse croissance du secteur informel qui de 60 % durant les années 80 a fini par représenter plus de 80% du PIB au début des années 90(19).

1.2.3.1. Répartition du revenu et PIB

La répartition des revenus se caractérise ainsi par des disparités entre le milieu urbain et la campagne, entre les zones minières et les zones agricoles. Depuis l'indépendance (1960), le PIB est constamment resté inférieur à son niveau de 1958 (350 dollars américains par tête). En 1985, il s'élevait à 2.944 millions de dollars soit 100 dollars américains par tête environ. Entre 1959 et 1986, le PIB s'est accru de 44 % alors que la population a quant à elle augmenté de 220% (24).

Vers les années 1980, la répartition du PIB entre les provinces donnait le résultat ci-après : Kinshasa et Katanga 280 dollars américains par tête, Bas-Congo 114,5 dollars américains, le Kasai Oriental 78 dollars américains et les autres provinces avaient un PIB par tête situé entre 44 et 58 dollars américains (24).

Ces données traduisent les inégalités dans la distribution des richesses qui restent criantes.

1.3. La situation nutritionnelle en RD Congo

1.3.1. Bilan de la production

Selon le Rapport de la FAO sur la situation mondiale de l'alimentation et de l'Agriculture en 2002, la production agricole et animale de la RD Congo a diminué respectivement de 7,6 % et 3 %. Cette situation ne s'est pas améliorée à cause des troubles civils.

Sa production céréalière intérieure couvre près de 2 % des besoins intérieurs totaux; le solde est importé, essentiellement par voie commerciale. Pour 2004, les besoins d'importations céréalières, principalement de blé, étaient estimés à 185 000 tonnes environ, soit un volume pratiquement analogue à celui de l'an 2003.

Pour établir une paix durable en vue de permettre la reprise de la production après la fin des troubles civils et permettre la réintégration des anciens combattants dans la société civile, le gouvernement et plusieurs organisations internationales ont mis en place un programme de désarmement, de démobilisation et de réintégration (DDR) à l'intention des anciens miliciens. Le PMURR vient d'être mis sur pied en vue d'initier le processus à long terme de reconstruction et de réhabilitation économique de la RD Congo pour une durée de trois ans (2004-2007). L'un de ses objectifs spécifiques est d'aider ce pays à redémarrer la production agricole et améliorer la sécurité alimentaire.

Les exportations de la RD Congo étaient jadis constituées en grande partie des substances minérales et certains produits vivriers, mais le bilan reste mitigé. A titre illustratif, nous présentons aux tableaux 3 et 4 les principales exportations et productions.

Tableau III : Exportations des denrées de la RD Congo (1998-2000)

Denrées	1998	1999	2000 (janvier-juin)	1999/1998 (% de changement)
Production minière				
Cuivre (tonnes)	38 236	31 225	13 620	-18
Cobalt (tonnes)	3 871	2 308	1 768	-40
Diamants (milliers de carats)	26 083	20 116	10 426	-23
Or (kg)	151	207	26	37
Cultures d'exportation				
Café (tonnes)	37 092	24 430	7 803	-34
Huile de palme (tonnes)	6 102	4 245	3 131	-30

Source: Rapport annuel Banque Nationale du Congo, 2002.

Tableau IV : Productions vivrières et commerciales de la RD Congo en 1998

Denrées	Tonne
CULTURES VIVRIERES	
Manioc	16,5 millions
Bananes plantains	2,3 millions
Maïs	900.000
Riz	340.000
Patates douces	400.000
Ignames	300.000
Haricots secs	140.000
Soja	92.000
Papayes	205.000
Mangues	200.000
Agrumes	163.000
Ananas	135.000
Avocats	42.000
Cultures commerciales	
Canne à sucre	1,3 millions
Graines de palme	1 million
Arachides	570.000
Bananes	390.000
Palmistes	70.000
Café	54.000
Coton graine	26.000
Poivre	28.000
Graines de sésame	12.000
Graines de melon	39.000
Caoutchouc naturel	10.000
Tabac, thé, quinquina	4.000
Bois (1997)	300.000m3
Pêche	158 600 poisson d'eau douce

Source : Rapport annuel du Ministère de l'Economie de la RDC en 2000.

1.3.1.1. Effets de la guerre sur la production agricole

L'amenuisement des revenus, un manque de monnaie forte, et la guerre qui a retenu toute l'attention du gouvernement n'ont pas permis de faire d'investissements appréciables et l'affectation des ressources conséquentes dans le domaine de l'agriculture. Pour l'année budgétaire 1999/2000, les investissements totaux planifiés ne représentaient que 4 % du budget du gouvernement avec une très faible part allouée au secteur agricole (3).

À l'exception de ces efforts gouvernementaux limités, comme la promotion de la production vivrière sur le Plateau de Batéké près de Kinshasa, les projets agricoles passés et présents ont généralement été financés par les organisations internationales, l'assistance bilatérale, les ONG, et, parfois les gouvernements provinciaux.

Cependant, compte tenu de la conjoncture économique et l'instabilité politique, l'assistance externe en faveur de l'agriculture a eu un impact très limité. Les communautés agricoles ont été contraintes à de fréquents déplacements depuis les insurrections de 1991 et de 1993, jusqu'aux récentes guerres de 1996 et 1998. Les déplacements massifs des populations fuyant les combats ont entraîné un surpeuplement des terres marginales, comme dans les zones péri-urbaines de Kinshasa. De nombreuses exploitations ont dû être abandonnées et certaines agro-industries, notamment dans le Bas Congo et la province de Bandundu, ont quasiment cessé toute activité. Les cultures pérennes sont retournées à la brousse dans les grands domaines ; et les routes d'accès qu'ils étaient chargés d'entretenir ont été abandonnées. La combinaison de tous ces facteurs s'est traduite par une baisse progressive et significative de la production agricole.

1.3.1.2. Perspectives des cultures céréalières en RD Congo

La récolte des cultures vivrières de la deuxième campagne de 2004, principalement de maïs, a commencé dans le Sud du pays au mois de Mai et s'est poursuivi jusqu'en juillet dans la partie Nord. Aucune évaluation n'a été effectuée, mais les données satellites indiquent que la production devrait être proche de la normale. L'amélioration relative de la sécurité dans le pays et l'aide fournie aux personnes déplacées à l'intérieur du pays et aux rapatriés ont eu une certaine incidence positive. Toutefois, les violents affrontements qui ont eu lieu récemment dans l'est du pays, en particulier aux alentours de Bukavu et dans la localité de Kanyabayonga au Nord Kivu, donnent matière à préoccupation. Ainsi, l'insécurité demeure un obstacle important pour la production vivrière et la sécurité alimentaire. Le FMI vient d'accorder un prêt d'un montant de 39 millions de dollars américains à la RD Congo, dans le

cadre de la lutte contre la réduction de la pauvreté et pour l'amélioration de la croissance économique. L'heure peut être donc à l'optimisme.

1.3.2. Situation alimentaire à Kinshasa

La situation d'insécurité alimentaire rencontrée à Kinshasa s'explique par divers facteurs, notamment une forte croissance démographique liée à la présence de nombreux déplacés de guerre au cours des dernières années, une pauvreté omniprésente et des disponibilités alimentaires nettement insuffisantes face aux besoins toujours croissants.

Selon la publication du SMIAR parue au mois de juin 2004, la RD Congo fait partie de 23 pays de l'Afrique sub-saharienne ayant besoin de l'aide alimentaire extérieure pour faire face à la crise alimentaire survenue à la suite de la recrudescence des troubles intérieurs, et à la présence des personnes déplacées ou réfugiées.

Le taux de croissance de cette population qui était de 4,7 % par an durant les années 1990, a augmenté depuis 1998 avec la guerre qui a forcé un grand nombre de populations à chercher refuge en ville (19).

Les nouveaux arrivants s'installaient sur les terres marginales aux abords de la ville ou rejoignaient des membres de leur famille dans les ménages déjà appauvris et surpeuplés du centre. Une enquête réalisée par CEPLANUT en juin 2000 cite des niveaux élevés de malnutrition, en particulier chez les enfants, dont plus de 30 % souffrent de malnutrition chronique et de retard de croissance en périphérie. Ces états de malnutrition apparaissent souvent pendant la période de sevrage. Les prévalences de retard statural et d'émaciation augmentent très rapidement vers 4 (6) mois à une époque où le suivi de la diversification alimentaire est primordiale pour la croissance de l'enfant.

Les procédés de fabrication des aliments infantiles étant empiriques, les produits obtenus sont très variables. C'est probablement la faible valeur nutritionnelle et le mauvais traitement des bouillies préparées traditionnellement à partir de la farine de maïs ou de manioc, qui font partie des facteurs étiologiques de la malnutrition. La figure 1 présente le procédé traditionnel de fabrication de la bouillie de maïs.

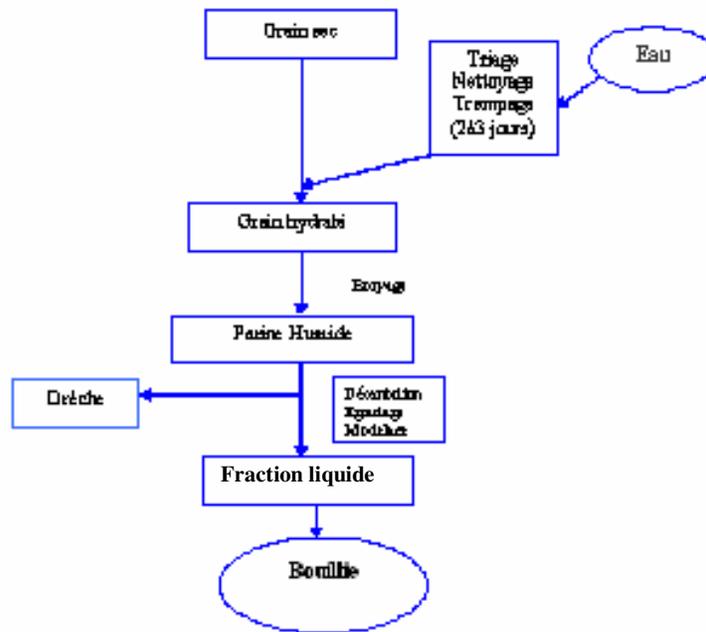


Figure 1 : Schéma de fabrication traditionnelle de bouillie de maïs

Le tableau 5 et la figure 2 ci-dessous donnent une idée de l'écart entre besoins alimentaires estimés et disponibilités alimentaires à Kinshasa en 1999.

Tableau V. Besoins et disponibilités alimentaires à Kinshasa en 1999.

Produits alimentaires	Besoins alimentaires (tonne)	Disponibilités (tonne)
Farine de manioc	522 013	200 832
Maïs	83 516	30 579
Riz	113 090	21 876
Légumes	115 990	78 028
Bananes plantains	152 826	23 917
Haricots	46 405	25 425
Poisson	58 006	1 590
Viande	23 202	3 316
Autres	291 765	67 622
Total	1 407 000	453 000

Sources : OCHA RD Congo Impact humanitaire de l'environnement socio-économique, 2000.

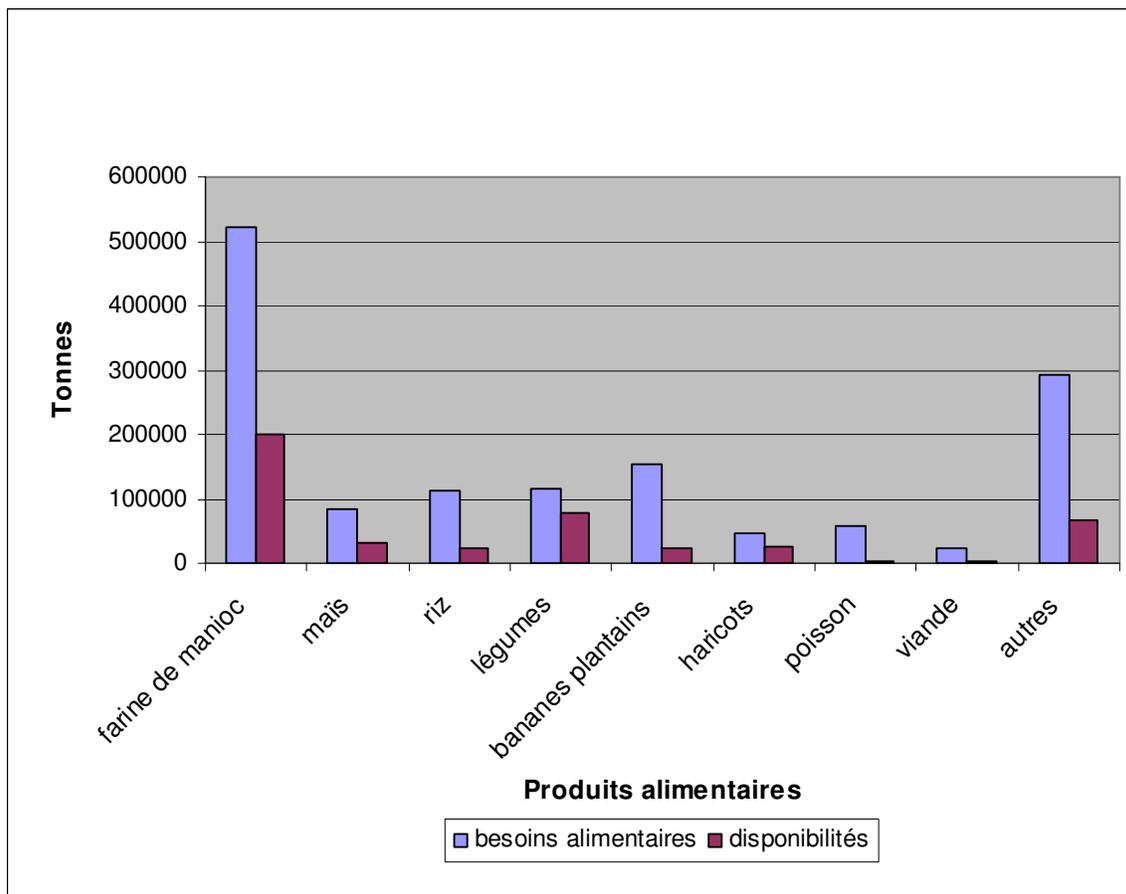


Figure 2 : Besoins et Disponibilités alimentaires à Kinshasa en 1999

Source : OCHA RD Congo Impact humanitaire de l'environnement socio-économique, 2000.

1.3.3. Situation alimentaire à l'Est de la RD Congo

La nourriture de la population qui était très variée avant 1996, a tendance à devenir monotone et déséquilibrée. Le gros bétail pourvoyeur de lait, a presque disparu à titre illustratif (plus 7.500 vaches à la localité de KALEHE avant la guerre du mois d'Août 1998, moins de 100 au mois d'Août 2004).

La faible production des poissons du lac Kivu sert surtout de monnaie d'échange, seul le menu fretin fait encore partie de l'unique repas quotidien des familles.

Les cultures de céréales et d'arachides sont délaissées au profit de celles du manioc qui suppriment au moins la sensation de faim. La consommation des légumes est constituée surtout des feuilles de manioc et amarante, tandis que celle des légumineuses est faite des haricots rouges et parfois niébé. Les bananes servent d'une part pour l'alimentation mais surtout pour fabriquer un alcool qui permet d'oublier ces difficultés de survie.

Le nombre d'enfants par famille est toujours élevé, en moyenne six par ménages. La grande fréquence de la polygamie fait que certains hommes ont tendance à « oublier » certaines de leurs femmes qui ne parviennent pas à élever seules leurs enfants. Des habitudes de sevrage très précoce (4 semaines parfois) s'installent. Le nourrisson, étant une gêne pour le travail de champs, est laissé à la maison, à l'aîné des enfants qui ne dispose pas d'aliments de substitution correctement assimilables par lui. Les C.P.N sont assez bien suivies par la plupart des femmes enceintes, mais malgré l'existence d'un programme solide, on ne parvient pas encore à persuader les mères d'amener tous les nourrissons à la C.P.S, jusqu'à 5 ans, de façon à détecter tôt les premiers signes de malnutrition.

Cependant quelques enfants bénéficient d'un suivi régulier de la vaccination mais disparaissent après le 9^{ème} mois. Par ailleurs, les centres nutritionnels distribuent un supplément alimentaire à plusieurs centaines d'enfants par jour suivant un programme établi par la zone de santé en collaboration avec l'UNICEF et parfois des O.N.G tels World Vision, Save the Children, CARITAS, IRC, Malteser, ..., sous la supervision des nutritionnistes.

Le manque d'informations sur le marché est un autre facteur limitant le commerce de produits alimentaires de base. Les agriculteurs des villages isolés et les négociants des villes de province connaissent rarement les prix en vigueur à Kinshasa. En outre, les préoccupations liées à l'inflation et la pénurie de biens de consommation de base se sont traduites par un accroissement du troc qui consiste à des échanges de produits agricoles contre des denrées de première nécessité telles savon, tissu, kérosène et sel.

Comme le montre le tableau n°6, les transports de produits vivriers s'effectuaient le plus souvent par les réseaux routiers et ferroviaires. Suite à l'absence de maintenance et les effets de la guerre (bombardements de certains ponts), les transports de ces produits ont connu des sérieuses perturbations.

Tableau VI : Mode de transport des produits alimentaires à Kinshasa, avant 1998.

Provinces	Produits alimentaires	Mode de transport	Itinéraire	Observations
1. Bas-Congo	Manioc, haricots, bananes, gibier, huile de palme, viande, sucre, farine de blé, pommes de terre, légumes	Par voie de terre	Tshela- Boma- Matadi-Mbanza- Ngungu.-Kinshasa; Kimvula-Inkisi-Kinshasa	La plus grande partie de la route Matadi-Kinshasa est dans un état déplorable. Le chemin de fer a un matériel vétuste
		Par chemin de fer	Matadi-Kinshasa	
2. Bandundu	Manioc, maïs, arachides, bananes, huile de palme, poisson	Par voie de terre	Popokabaka-Kasongolunda-Feshi-Kikwit-Masi-Manimba-Kenge-Kinshasa	Route Kikwit-Kinshasa en très mauvais état
		Par voie fluviale	Mangai-Kwa-Kinshasa; Lukenie-Mfini-Kwamuthu-Kinshasa	
3. Équateur	Manioc, maïs, riz, arachides, bananes, huile de palme, gibier, poisson		Bumba-Mbandaka-Kinshasa	Approvisionnements interrompus pendant la guerre (1998-2002)
4. Province Orientale	Riz, haricots, viande, poisson, pommes de terre, légumes	Par voie fluviale	Kisangani-Bumba-Mbandaka-Kinshasa	idem
5. Nord Kivu	Viande, légumes, pommes de terre	Par route et voie fluviale	Goma-Beni-Kisangani	idem
		Par voie aérienne	Goma-Kinshasa	
6. Kasai-Orientale	Riz	Par voie fluviale	Sankuru-Kasai-Kinshasa	idem
		Par route et voie fluviale	Lodja-Sankuru-Kasai-Kinshasa	

Sources : OCHA RD Congo Impact humanitaire de l'environnement socio-économique, 2000.

1.3.4. Prix des aliments et accès à la nourriture à Kinshasa

La grave pénurie alimentaire à Kinshasa, conjuguée à une inflation galopante, fait grimper les prix des produits alimentaires de base, avec des hausses spectaculaires. Ainsi, de juin à août 2000, le prix au kilo de la farine de manioc a augmenté de 35 %, celui de la farine de maïs de 37%, et celui des feuilles de manioc de 335%, comme le montre la figure ci-dessous.

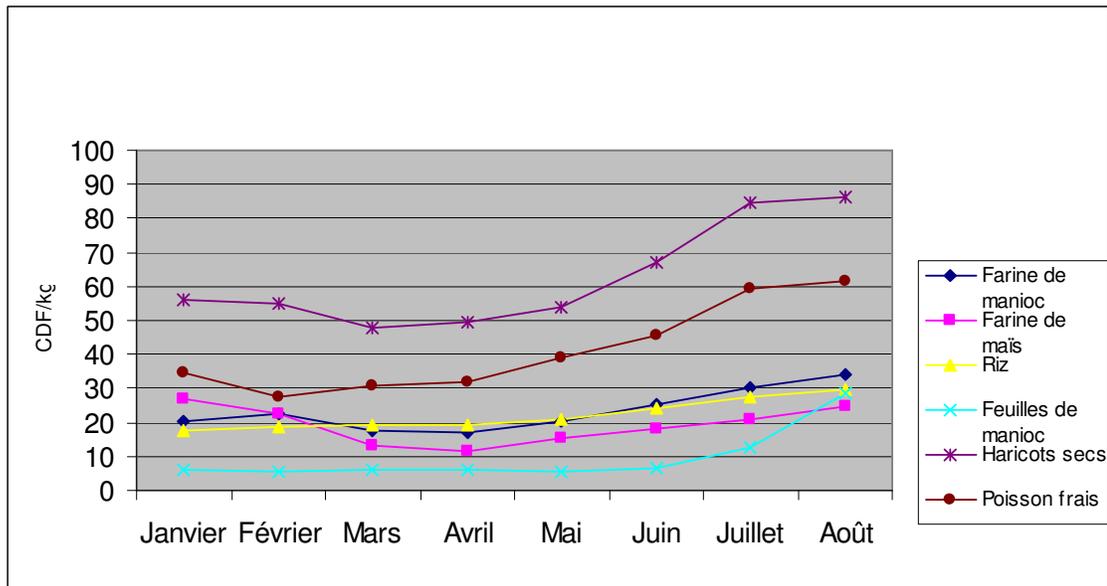


Figure 4 : Moyenne des prix mensuels au détail relevés pour les produits alimentaires de base à Kinshasa entre Janvier août 2000

Source : Rapport de l'IRES (Institut pour la recherche économique et sociale), 2001

DEUXIEME PARTIE : LE SOJA : UN ALIMENT MULTI FACETTE

Le soja ou soya est une plante grimpante de la famille des fabacées et de la sous-famille des papilionacées, dont la graine est une fève oléagineuse. Soja est un mot mandchou, venant du japonais soy.

2.1. Caractéristiques nutritionnelles

Plusieurs auteurs affirment que le soja est l'un des aliments naturels parmi les plus riches. Il renferme une grande quantité de protéines, de glucides, de lipides, de vitamines A et B, de potassium, de calcium, de magnésium, de zinc et de fer (tableau 1).

Tableau I : Composition du soja.

pour 100 grammes	Graine de soja	Farine de soja
Valeur énergétique	370 kcal	447
Humidité	8,5 g.	7
Protéines	35,9 g.	36,8
Hydrates de carbone	15,8 g.	23,5
Lipides	18,6 g.	23,5
Fibres	15,7 g.	11,2
Phosphore	660 mg.	600
Calcium	240 mg	210
Phosphore	700 mg	600
Fer	9,7 mg	6,9
Potassium	1730 mg	1660
Magnésium	250 mg	240
Zinc	4,3 mg	3,9
Niacine	2,2 mg	2,0
Thiamine (vitamine B1)	0,61 mg	0,75
Riboflavine (vitamine B2)	0,27 mg	0,28
Pyridoxine (vitamine B6)	0,38 mg	0,46
Acide pantothénique	0,79 mg	1,6
Biotine	65 µg	Non disponible
Folates	370 µg	345
Carotène	12 µg	Non disponible
Vitamine E	2,9 mg	1,5

Source: McCance and Widdowson's. The composition of foods, 2002

Les données récentes indiquent, pour la fraction protéique ayant subi un traitement technologique adéquat, une valeur biologique chez l'homme est satisfaisante mais sensiblement inférieure à celles des protéines de lait de vache. En ce qui concerne les acides aminés indispensables, le soja a une teneur en lysine plus importante que de nombreuses autres sources végétales, les acides aminés limitants étant les acides aminés soufrés (méthionine, cystéine). Céréales et légumineuses, en particulier graines de soja, sont traditionnellement associées : le soja est complémentaire des céréales qui sont déficitaires en lysine et ont une teneur assez forte en acides aminés soufrés.

La biodisponibilité du calcium est limitée par la présence d'acide phytique et d'acide oxalique. Celle du zinc est réduite par la présence d'acide phytique. Le fer, présent en quantité importante, a cependant une biodisponibilité faible.

Enfin les phytates sont susceptibles de réduire la biodisponibilité des minéraux dans les formules à base de soja pour nourrissons (30)

Des fractions considérées comme indésirables notamment des inhibiteurs trypsiques et des hémagglutinines, doivent être détruites par des techniques traditionnelles ou industrielles de cuisson pour rendre le soja consommable et digestible tant pour l'homme que pour l'animal (17).

Le tableau 9 indique quelques substances biologiquement actives retrouvées dans les graines de soja ainsi que les réactions biologiques et les méthodes pour les désactiver.

Tableau IX : Substances biologiquement actives et composés de saveur / odeur des graines de soja, leurs réactions biologiques et les méthodes de destruction et de réduction

Substance	Réaction biologique	Méthode de destruction	Référence
Inhibiteurs de trypsine	Synthèse et sécrétion accrues d'enzymes pancréatiques et inhibition de croissance	Traitement par la chaleur humide ; addition de protéolytiques	Rackis et al. (1979)
Uréase	Libération accrue d'ammoniaque ; intoxication	Cuisson	
Haemagglutinines	Agglutination des globules rouges	Traitement par la chaleur humide ; digestion de pepsine	Lis et al. (1973)
Goitrigène	Hypertrophie de la glande thyroïde	Addition d'iode à l'alimentation ; stérilisation par autoclave	Turner et Liener (1975)
Oestrogènes	Inhibition de la croissance ; poids utérin accru	Extraction par éthanol aqueux ; préparation d'isolats	Kanijn et al. (1973)
Phosphatidylcholine oxydée	Aigreux	Traitement par chaleur humide ; trempage	Wolff (1982)
Acides phénoliques	Astringence	Cuisson	Sugimoto et Van Buren (1970), Mital et Streinkraus (1975)
Acides linoléique et linoléinique oxydés	Saveur aigre	Inactivation des lipoxygénases par broyage humide à 80°C ou plus, chauffage à sec des graines broyées puis cuisson par extrusion ; blanchiment des graines intactes ; trempage des graines dans l'alcool aqueux.	

Le soja est un constituant majeur dans l'alimentation humaine et animale de ce début de 21ème siècle. Son image a plusieurs facettes qui traduisent les différents types d'utilisation de sa graine : cuisine asiatique, produit diététique, mais aussi bien sûr en élevage intensif.

Ces différentes formes de consommation sont liées à la composition de la graine : 40 % protéines, 20 % huile (26).

Le " Tiers-monde " a faim tant par manque d'aliments apportant de l'énergie (tel les féculents) que par défaut d'un ou plusieurs nutriments (tels des protéines qui sont apportées par la viande et certaines plantes comme le soja ; c'est dans ce deuxième cas que l'on parle plus

spécifiquement de malnutrition. L'apport calorique d'un aliment au soja est identique à celui du lait de mère autour de 700 Kcal/l (26).

Cependant, la répartition des protéines, lipides et glucides dans l'apport énergétique total est différente selon les produits par rapport au lait de mère.

Le soja contient 20 à 25 g/l de protéines isolées. Cette teneur élevée s'explique du fait que la valeur biologique des protéines de soja étant de moins bonne qualité, l'augmentation des apports permet une meilleure absorption. La teneur en lipides varie de 28 g/l à 36 g/l selon les variétés. Elle est donc inférieure à celle du lait de mère (40 g/l). L'apport en acides gras essentiels est néanmoins assuré.

La teneur en glucides varie de 66 g/l à 87 g/l (lait de mère = 70 g/l). Les sources glucidiques sont des amidons et des polymères de glucose : il n'y a donc ni lactose ni saccharose. Les teneurs en minéraux et oligo-éléments (calcium, phosphore, fer, zinc, etc.) sont supérieures à celles du lait de mère mais leur biodisponibilité est de moins bonne qualité.

La présence de phytates dans les protéines de soja agissent comme chélateurs et diminuent l'absorption intestinale. L'enrichissement en vitamine D est conforme à la législation.

La composition et la valeur nutritionnelle d'un jus de soja européen, selon la documentation d'un fabricant, sont données au tableau 10. En insistant sur l'absence de cholestérol et la prépondérance d'acides gras poly-insaturés, on montre les incidences sur la santé de la composition du jus de soja.

Tableau X : COMPOSITION ET VALEUR NUTRITIONNELLE DU SOJA			
Valeur nutritionnelle pour 100g.	Lait de vache		Jus de soja
	Entier	Demi-écrémé	
Protéines	3,4 g	3,5 g	3,6 g
Matières grasses	3,5 g	1,5 g	2,3 g
Glucides	4,6 g	5,4 g	3,4 g
kJ	269	208	204
Kcal	64	49	49
Cholestérol	10 mg	5 mg	0
Lactose	4,6 g	5,5 g	0
Composition en acides gras			
Saturés	63,5%	63,5%	14,0%
Poly-insaturés	3,0%	3,0%	63,5%
Mono-insaturés	33,5%	33,5%	21,6%

Source : Vandemoortele (UK) Ltd. (ALPRO Soymilk)

2.1.1. Les propriétés préventives du soja

La filière industrielle du soja a initié des recherches dans le but de mettre en évidence des propriétés "protectrices" associées à certaines fractions de la graine de soja.

a) Les composés impliqués :

Les composés étudiés se retrouvent dans les fractions protéique et lipidique, les fibres et surtout parmi des molécules spécifiques provenant des métabolismes secondaires des végétaux. Malgré l'abondante littérature concernant le soja, les données manquent cependant encore sur de nombreux aspects. Le soja est une source de fibres solubles et insolubles aux effets établis sur le transit digestif, la cancérogenèse colique, l'élimination du cholestérol et la glycémie. Les oligosaccharides fermentescibles sont responsables de phénomènes de flatulence mais pourraient aussi modifier de façon bénéfique la flore colique. Le soja contient des isoflavones (génistéine, daidzéine, glycétéine), phyto-œstrogènes qui font depuis quelques années l'objet d'une attention particulière. Ces isoflavones ont des propriétés antioxydantes et possèdent des activités œstrogéniques et/ou anti-œstrogéniques. Elles interviendraient dans diverses actions biologiques "protectrices" attribuées aux extraits de soja (14).

La haute teneur en acide linoléique (acide gras essentiel) donne à l'huile de soja une haute valeur nutritive supérieure à celle des autres huiles végétales. En effet, cet acide ne peut être synthétisé par l'organisme et doit être fourni par l'alimentation (2).

b) Les propriétés étudiées :

Depuis de nombreuses années, les propriétés hypocholestérolémiantes de diverses sources alimentaires végétales (et en particulier du soja) sont étudiées.

Il semble établi que le soja réduit le taux de cholestérol circulant en diminuant les fractions LDL (fraction athérogène) et le rapport LDL/HDL (fraction athérogène / fraction anti-athérogène). L'effet réducteur est d'autant plus important que le taux initial de cholestérol est élevé. Cette propriété est sans doute due en grande partie aux isoflavones par l'intermédiaire de leurs effets œstrogéniques et/ou antioxydants ; la fraction protéique du soja semble aussi posséder un effet propre. Malgré l'absence d'explication claire du mode d'action, la Food and Drug Administration a autorisé en octobre 1999, aux Etats-Unis, l'allégation de réduction du risque de maladie cardio-vasculaire pour des produits contenant du soja (2).

L'effet du soja dans le cadre de la prévention des cancers est encore incertain. Il serait principalement associé aux isoflavones. L'inhibiteur trypsique de Bowman-Birk et l'acide phytique (par ses propriétés antioxydantes) semblent aussi inhiber la cancérogenèse, en particulier vis-à-vis du cancer du côlon (14).

Les propriétés œstrogéniques des isoflavones du soja sont étudiées chez la femme en périménopause, en particulier vis-à-vis de la réduction des bouffées de chaleur et de la perte osseuse. Cependant, chez l'enfant, la présence d'isoflavones dans les formules infantiles à base de soja pose la question de leur éventuelle action endocrinienne et de ses conséquences. La réalité de ces différents effets reste encore à démontrer en situation physiologique et dans le cadre d'une alimentation diversifiée. (30)

2.1.2. Les indications d'un aliment essentiel à base du soja

Dans les pays industrialisés, le recours à une alimentation préparée à base de soja est fréquent lorsqu'un nourrisson s'avère allergique au lait.

Aux Etats-Unis, un quart des bébés qui ne sont pas allaités par leurs mères consomment ce type de produit comme l'Enfamil vendu par Mead Johnson Nutritionals.

Approuvée largement à travers le monde depuis des années par des nutritionnistes et des instances régulatrices comme la Food and Drug Administration (FDA).

Tandis que dans les pays en développement, cet aliment peut convenir aux catégories des personnes suivantes :

- aux nourrissons en complément de l'allaitement au sein, à partir de 4 à 6 mois ;
- en complément du plat familial au moment du sevrage ;
- aux enfants atteints de malnutrition comme base de traitement ;
- aux femmes enceintes et allaitantes en complément alimentaire ;
- aux adultes et enfants malades ou convalescents en complément de l'alimentation.

Ils sont aussi utilisés dans le cadre des régimes végétariens ou végétaliens, lesquels sont tout à fait inadaptés à la physiologie des jeunes enfants. Rappelons que cette introduction comme aliment de complément n'implique pas la suspension de l'allaitement, il doit être poursuivi jusqu'à deux ans ou plus (33).

2.2. Les allergies au soja

Dans la population générale, il semble que la fréquence de l'allergie au soja soit relativement faible, eu égard à sa très grande consommation. Toutefois, les allergologues craignent une augmentation de la fréquence de cette allergie, pour deux raisons principales :

- il s'agit d'une substance nouvelle (encore mal reconnue par notre patrimoine génétique) et riche en protéines (la partie allergisante d'une substance alimentaire).
- l'absorption massive d'un aliment à base de soja chez les enfants allergiques aux protéines de lait de vache fait craindre une sensibilisation chez cette population à risque.

Les manifestations sont diverses et semblables à celles d'une allergie au protéine de lait de vache : vomissements, diarrhée, urticaire, œdème de Quincke, asthme, choc anaphylactique, et même mort subite (2).

Le soja doit être considéré comme un "allergène d'origine alimentaire classique". Il a été pendant longtemps faussement considéré comme un substitut ne présentant aucun danger pour les enfants développant des réactions adverses au lait de vache. Cependant, des travaux ont par la suite démontré le contraire. Le soja est aujourd'hui reconnu comme étant un allergène dans l'industrie.

En alimentation infantile, des formules à base de protéines de soja supplémentées en méthionine sont proposées pour le traitement des intolérances au lactose et des allergies aux protéines de lait. Cependant, l'usage de ces formules est limité par l'existence d'une allergie croisée aux protéines de soja qui pourrait survenir chez 20 à 30% des enfants allergiques aux protéines de lait (14).

2.3. L'économie du soja pour l'alimentation humaine

Sa richesse en huile et en protéines ont fait du soja l'oléo protéagineux le plus produit au monde avec une production totale de l'ordre de 110/120 Millions de tonnes (29). Depuis le début du 21^{ème} siècle, la production et la consommation du soja ont augmenté considérablement. La croissance la plus forte est au Japon, où la fabrication de jus de soja est surtout entre les mains de sociétés géantes qui sont aussi présentes dans l'industrie laitière.

Dans le territoire de Rutshuru (Nord Kivu/Est de la RD Congo), une bonne quantité de soja cultivé localement est exporté en Ouganda. On comprendra aussi que la disponibilité des données statistiques fiables dépend étroitement de la qualité des données sur la production agricole, les activités douanières, de production industrielle, de population etc. Or les données statistiques actuelles de la RD Congo, après cette longue guerre sont les plus déficientes où la production agricole et la consommation passent en majorité dans le secteur informel.

Les technologies offertes actuellement vont des unités artisanales aux usines de soja d'assez grande capacité, présentant les moyens les plus modernes de l'industrie laitière. Actuellement, la production de jus de soja et de ses dérivés représente une part importante de l'industrie des protéines alimentaires de soja. Il est difficile d'obtenir des statistiques de production à ce jour.

TROISIEME PARTIE : MISE AU POINT DE L'ALIMENT INFANTILE

Un repas mixte composé d'un mélange de légumineuses et de céréales ou de racines est mieux qu'un repas composé d'un seul élément. Le premier fournit des protéines de meilleures qualités que le deuxième qui est le plus souvent carencé en acides aminés essentiels.

Selon Brown et col. (1991). Avec des bouillies de densité énergétique insuffisante, les jeunes enfants, compte tenu de leur capacité gastrique réduite (30 à 40gr/kg de poids corporel) sont rassasiés avant d'avoir pu ingérer des quantités suffisantes d'aliments énergétiques et de nutriments (10).

3.1. Les matières premières

Ces matières ont été choisies compte tenu de leur disponibilité et de leur facilité de production dans la riche province du Nord Kivu, frontalière avec le Rwanda et l'Ouganda. Des violents combats ont par le passé caractérisé cette région avec d'importants déplacements des populations entre les frontières de ces 3 pays de la région des grands lacs. Il sied de rappeler aussi que c'est cette zone qui abritait le grand camp de réfugiés hutus rwandais d'environ 1.200.000 personnes fuyant les combats à la suite du génocide de 1994 au Rwanda. Les formules utilisées pour alimenter les enfants souffrant de la MPE sont les farines F75 et F100, entièrement importées et fournies par les Agences des Nations Unies (UNICEF, OMS). Ces formules sont fabriquées industriellement à partir du lait de vache, de la farine de céréale, de l'huile végétale, du sucre et de certains minéraux.

Grâce à l'expérience acquise tout au long de notre stage en France, nous avons pu retenir une céréale et une légumineuse qui sont les matières premières de base qui entrent dans la composition de cet aliment.

- Légumineuse : soja
- Céréale : maïs
- Sucre en poudre
- Huile de palme rouge
- éventuellement de la vanille (arôme)

La durée de stage, autant que les conditions de travail ne nous ont pas permis de faire des essais.

3.1.1. Une céréale

Dans la composition de notre aliment, nous avons fait le choix sur la farine du maïs, obtenue après broyage des grains.

Le maïs du nom scientifique : *Zea mays L.*, appartient à la classe des monocotylédones, sous-classe des Commelinidaes, ordre des Cypéales, famille des Poacées (ou Graminées), sous-famille des Panicoïdées, tribu des Myadées. Communément appelé maïs, blé indien, blé de Turquie, blé de Barbarie. Souvent de couleur jaunâtre ou blanchâtre. Son usage en alimentation reste important dans certains pays du Tiers-monde, notamment en Amérique centrale et méridionale et sur toute l'Afrique.

En RD Congo, le maïs est cultivé pour ses grains, riches en amidon, qui constituent la base de l'alimentation d'une bonne partie de la population. C'est cependant la céréale à index glycémique plus élevé à l'état naturel, et très pauvre en fibres. Idéalement, il doit donc être consommé avec des légumes pour éviter des problèmes d'hyperglycémie.

Néanmoins, un régime alimentaire constitué presque exclusivement de maïs peut provoquer la pellagre, maladie cutanée liée à une carence en vitamine P.P (préventive de pellagre).

Il peut être consommé soit sous forme de graines entières, soit réduites en farine et préparées sous forme de galettes cuites ou de bouillies, c'est cette dernière forme qui nous intéresse ici.

Dans les pays occidentaux, la farine de maïs est la base de la polenta, d'origine italienne, mais le maïs entre aussi dans la composition de certaines préparations industrielles (céréales pour le petit-déjeuner). En grains, on le prépare sous forme de maïs éclaté (pop-corn), et on le consomme aussi comme légume (maïs doux).

Il est aussi utilisé sous forme de farine, appelée maïzena, notamment pour préparer des sauces. La maïzena, rend la sauce plus légère que la farine de blé. La valeur nutritionnelle de 100 gramme de farine de maïs est de 9,5 grammes de protéines, 3,5 grammes de lipides, et 70 grammes de glucides, soit environ 350 kcal (18).

Le grain de maïs est essentiellement glucidique, avec 60 à 75% de glucides digestibles (amidon principalement) ; le taux de fibres alimentaires varie entre 2 à 30%, en fonction de la taille du grain ; la teneur en protéines est située le plus souvent entre 8 et 13%, elles sont réputées être qualitativement médiocres ; les lipides sont relativement peu abondants, mais très intéressants du fait de la forte proportion d'acides gras polyinsaturés.

L'amidon est composé d'environ 27% d'amylose et 73% d'amylopectine. Le glucose, le fructose et le raffinose sont présents en faibles proportions. Les fractions protéiques se répartissent suivant leur solubilité en albumine, globuline, prolamine (zéine) et gluteline. Les principaux acides gras sont l'acide linoléique (59%), l'acide oléique (27%), et l'acide

palmitique (12%). Notons aussi que du fait de sa couleur, le maïs jaune suggéré dans la présente étude pourrait représenter une source potentielle de vitamine A.

Production de la farine du Maïs

La production d'une farine de maïs pauvre en matières grasses s'effectue selon la méthode Bühler-Miag. Cette méthode consiste à séparer les graines sèches de maïs en plusieurs parties et broyées dans un dégermeur à impact. Compte tenu des différences de composition entre le péricarpe, l'endosperme et le germe, les graines sont séparées en plusieurs fragments. Le germe conserve dans une large mesure sa structure originale. Les fragments de maïs (son, germe, endosperme) sont séparés à l'aide de tamis suivant la taille, la densité ou les caractéristiques aérodynamiques des particules. Le son est ensuite éliminé par des aspirateurs et les fragments restants sont triés dans des séparateurs par gravité. Les fragments libérés de germes sont broyés pour donner de la farine. Selon la dureté du maïs, près de 65 à 80% de la graine brute peuvent être utilisés comme farine de maïs avec une teneur en matières grasses de moins de 1,5% ; par ailleurs 10 à 14% sont utilisés comme germes avec 16 à 24% de matières grasses. Le schéma ci-dessous décrit la production de la farine saine de maïs :

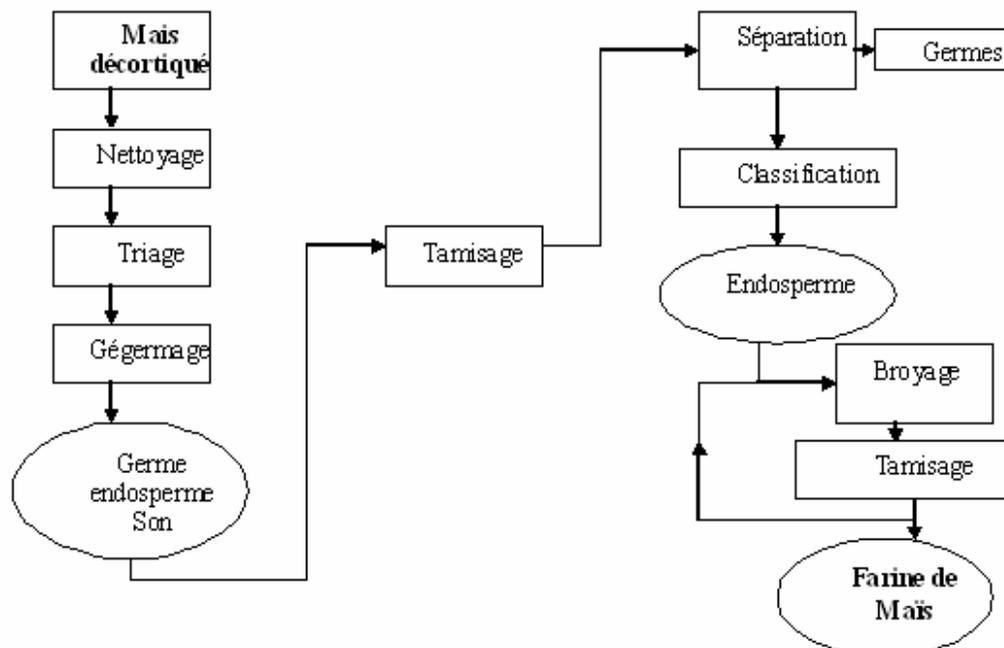


Figure 3 : Schéma de production de la farine du maïs

3.1.2 Sucre en Poudre

Il s'agit de sucre raffiné, cristallisé et conditionné dans des emballages en carton de 1 kg. Il est produit par la Société Sucrière de Kiliba, située dans la province du Sud Kivu. Il est disponible et vendu sur les marchés et boutiques locaux.

3.1.3. Huile de palme rouge

L'huile de palme, solide à température ambiante est obtenue à partir du fruit d'une espèce de palmier africain. De goût et parfum légers, elle convient bien pour tous les usages, de la friture à la préparation de vinaigrettes. Très populaire dans les cuisines congolaise, africaine et brésilienne, cette huile possède 79% d'acides gras saturés.

Des chercheurs de l'unité " nutrition, alimentation, sociétés " de l' IRD ont démontré en 2001 l'efficacité de l'huile de palme rouge sur le statut en vitamine A de mères et d'enfants de moins de cinq ans dans le Centre - Est du Burkina Faso, région où elle n'est pas consommée habituellement. Cette huile, connue par ailleurs pour sa grande richesse en précurseur de la vitamine A, le β -carotène, et l'importante efficacité biologique de celui-ci, est en revanche produite et utilisée couramment dans une autre région du Burkina Faso, située au sud-ouest de ce pays (34).

Cette huile de palme rouge est produite et consommée sur toute l'étendue de la RD Congo.

3.1.4. Une légumineuse : le soja

Le soja, dont l'emploi est recommandé du fait de sa haute teneur en protéines et de sa qualité, doit être utilisé en prenant certaines précautions. Sa torréfaction est indispensable pour éliminer les facteurs antinutritionnels qu'il contient. Son dépelliculage peut être réalisé en concassant les graines à l'aide d'un broyeur à meules puis en le vannant. Ceci permet d'éliminer la pellicule trop riche en fibres. Un trempage préalable des graines, suivi d'un séchage, est parfois nécessaire pour désolidariser les enveloppes de la graine elle-même.

Certains paramètres doivent être contrôlés au cours du procédé, notamment :

- nettoyage et dépelliculage sans endommager les graines de soja,
- destruction des enzymes lipoxydases qui causent le développement des saveurs indésirables,
- élimination des oligosaccharides qui causent la flatulence,
- inactivation des inhibiteurs de la trypsine qui sont présents dans les graines de soja,...
- maintien d'un indice d'efficacité protéique élevée,
- élimination de l'odeur indésirable,

Fondamentalement, les étapes suivantes seront respectées :

a. Choix de graines de soja :

Tout organisme envisageant une production de soja doit faire une enquête sur les variétés de soja disponibles afin de sélectionner celles qui donneront les meilleures saveur et couleur, et le meilleur rendement en protéines et graisse. Ces caractéristiques varient beaucoup d'une variété à l'autre. Les graines appréciées sont généralement les variétés à graines de grande taille, elles sont considérées comme étant d'une catégorie supérieure.

b. Entreposage :

Les moisissures et les insectes sont la cause principale de la détérioration de la qualité des graines de soja entreposées. Une humidité importante, des températures élevées et la présence de graines endommagées et de matières étrangères favorisent leur développement. Il est par conséquent important que les graines soient saines, propres et sèches s'il est prévu de les entreposer, quelle qu'en soit la durée. Le contrôle de l'humidité est la condition essentielle d'un bon entreposage.

c. Nettoyage et décorticage

Les lots de soja contiennent des quantités variables de matières étrangères. Le nettoyage doit être soigné pour protéger et surtout parce que les produits sont destinés à l'alimentation humaine. Les graines sont débarrassées des corps étrangers (sables, pierres, boues, poussières, déchets végétaux et animaux, graines étrangères) et des graines indésirables (endommagées, immatures ou germées). La séparation se fait en fonction de différences de granulométrie et de densité par des combinaisons de cribles et de tables densimétriques et des séparateurs à lit fluidisé (figure 5). Ces derniers permettent d'extraire les microparticules (poussières) et les enveloppes détachées des graines très légères.

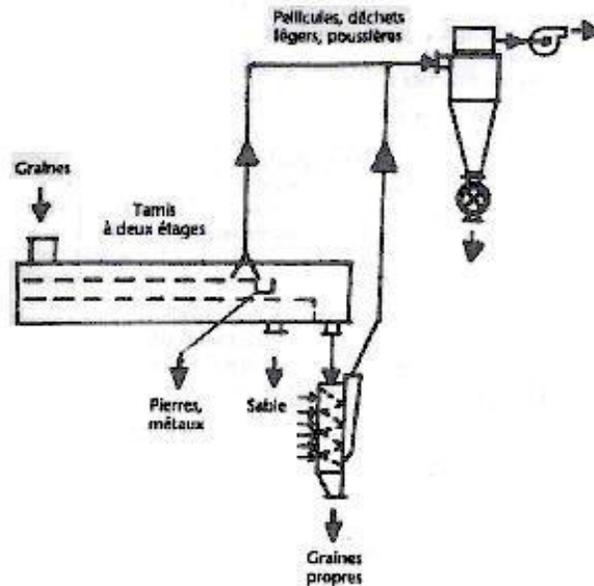


Figure 5 : Nettoyeur de graines avec aspirateur multiple et cyclone (D'après MOORE, 1983)

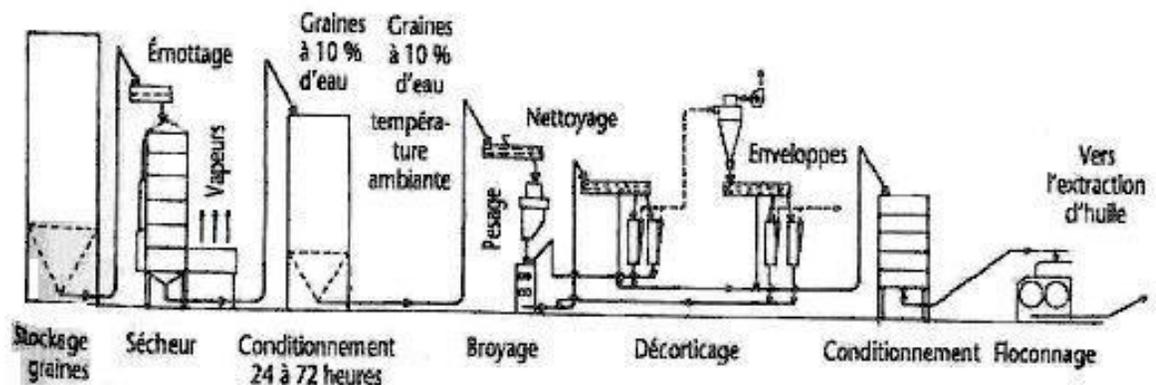


Figure 6 : Méthode de préparation conventionnelle des graines de soja (D'après MOORE, 1983)

Les nettoyage et décortiquage classiques sont réalisés selon la figure (6), les graines sont successivement pré nettoyées, séchées puis réhumidifiées à une humidité contrôlée de 10%, ce qui minimise l'activité de la lipoxygénase et facilitera le décortiquage. Stockées de 1 à 3 jours pour que cette humidité moyenne s'équilibre, puis elles sont nettoyées complètement et éclatées entre cylindres cannelés en 4 à 8 morceaux. Les pellicules de soja contiennent des substances indésirables, la durée de traitement des graines de soja par la chaleur pour inactiver les enzymes indésirables peut être réduite quand on utilise des graines dépelliculées.

Le principal problème tient au fort degré de décorticage souhaité pour obtenir une farine à haute teneur en protéines, ce qui entraîne avec cette technologie un pourcentage élevé de fines particules d'amandes difficiles à séparer des enveloppes.

Depuis quelques années, ce système a évolué dans deux directions : un séchage court en lit fluidisé qui a pour but de mieux désolidariser les enveloppes de l'amande en les amenant à une humidité inférieure et une amélioration du dessin des cannelures des broyeurs dans le but de moins générer de fines partiales. La perte de solubilité des protéines, reflet de leur dénaturation, est limitée lors de ces traitements à 5-8%.

Après avoir pratiqué, dans toute la mesure du possible, un dépelliculage qui enlèvera les enveloppes de la graine, un simple chauffage détruira l'activité des lectines et des facteurs anti-trypsiques. Parmi diverses modalités, **la torréfaction** semble la meilleure solution.

d) la torréfaction

Il s'agit d'un chauffage à sec, un grillage, qui n'obligera donc pas à procéder à un séchage ultérieur en milieu artisanal, avant le broyage et la commercialisation de la farine. Un simple bidon métallique, placé au-dessus d'un feu et mis en rotation avec une manivelle pour agiter les graines au cours de la cuisson, peut faire l'affaire.

Toutefois il est recommandé de faire appel à du matériel ci haut énoncé qui permet de mieux contrôler les paramètres du traitement, car, si cette opération est pratiquée avec un excès de vigueur, le soja, trop cuit, aura perdu une partie de sa valeur nutritionnelle. Il aura été le siège de réactions dites de Maillard, qui vont rendre indisponible une bonne partie de la lysine, qui est un acide aminé indispensable. Les réactions de Maillard vont d'abord se signaler par la bonne odeur qui envahit la pièce où s'effectue le traitement, puis par la couleur brune qui va affecter les graines. Il faut trouver un bon compromis entre la réduction de l'activité antinutritionnelle et le niveau des réactions de Maillard à faible intensité, ces dernières rendront le produit plus agréable à consommer. Elles lui donneront un bon petit goût de biscuit. À l'inverse, le " café " de soja, bien connu ici ou là, et obtenu en poussant à fond la torréfaction, aura perdu toute valeur nutritionnelle. Des résultats satisfaisants semblent pouvoir être obtenus avec un chauffage à 100°C pendant 25 minutes. Si on fait précéder la torréfaction d'un trempage à grande eau pendant environ 12 heures, les sucres à l'origine des flatulences vont se dissoudre en grande partie dans l'eau utilisée pour cette opération. C'est un aspect à ne pas négliger, même si l'ensemble du traitement s'en trouve alourdi. La torréfaction qui suivra le trempage permettra aussi le séchage du produit.

Ainsi, en s'en tenant à des traitements à la portée de tous, on peut parvenir à des produits qui donnent grande satisfaction, pour peu qu'ils soient appliqués avec soin et régularité.

Voici l'exemple d'un torréfacteur permettant de griller 20 kg de soja par journée. Il est placé sur un foyer en briques et pisé. Ses avantages par rapport à la méthode traditionnelle sont la diminution de 50% de la consommation de bois de feu et la diminution de 50% du temps de grillage. Le torréfacteur se compose d'un fût métallique. Il s'agit d'une construction mécano soudée

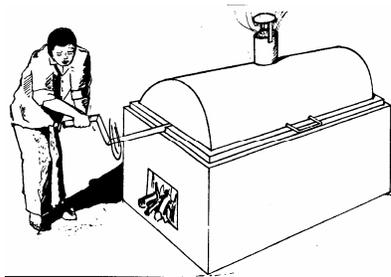


Figure 7 : Exemple d'un torréfacteur à soja amélioré utilisé au Burundi

3.2. Les étapes de fabrication des farines

3.2.1. Farine à cuire

La farine à cuire est la plus utilisée par les mères. Son procédé de fabrication est plus simple et repose sur un certain nombre de techniques de transformation de matières premières. Ces opérations sont indispensables car elles sont déterminantes pour la qualité de la farine infantile. Un exemple de diagramme présentant les étapes de fabrication de cette farine infantile à cuire à base des céréales et de légumineuses, est donnée à la figure (10) pour être appliquée dans les ateliers de production et les unités artisanales.

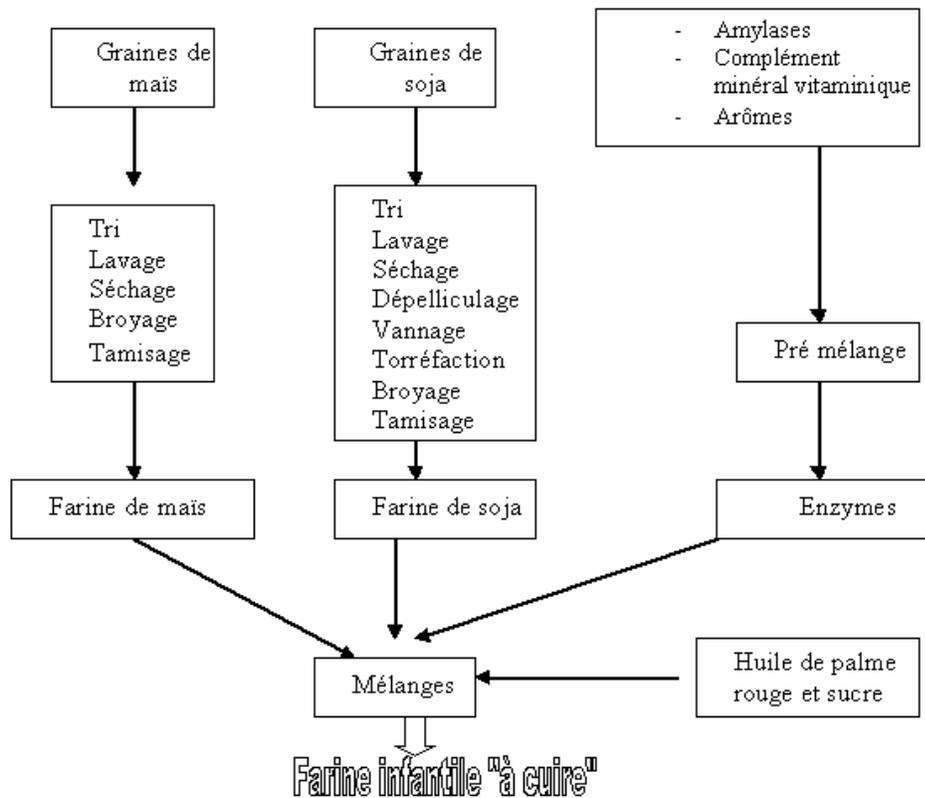


Figure 10 : Présentation schématique des différentes étapes de fabrication d'une farine infantile à cuire à base de maïs et de soja.

Source : Bulletin du réseau technologie et partenariat en Agroalimentaire. Les farines infantiles. Editions Dumas, Paris, mai 1998

3.2.2. Farine instantanée

Le diagramme de fabrication d'une farine instantanée par cuisson-extrusion se présente comme celui présenté à la figure suivante.

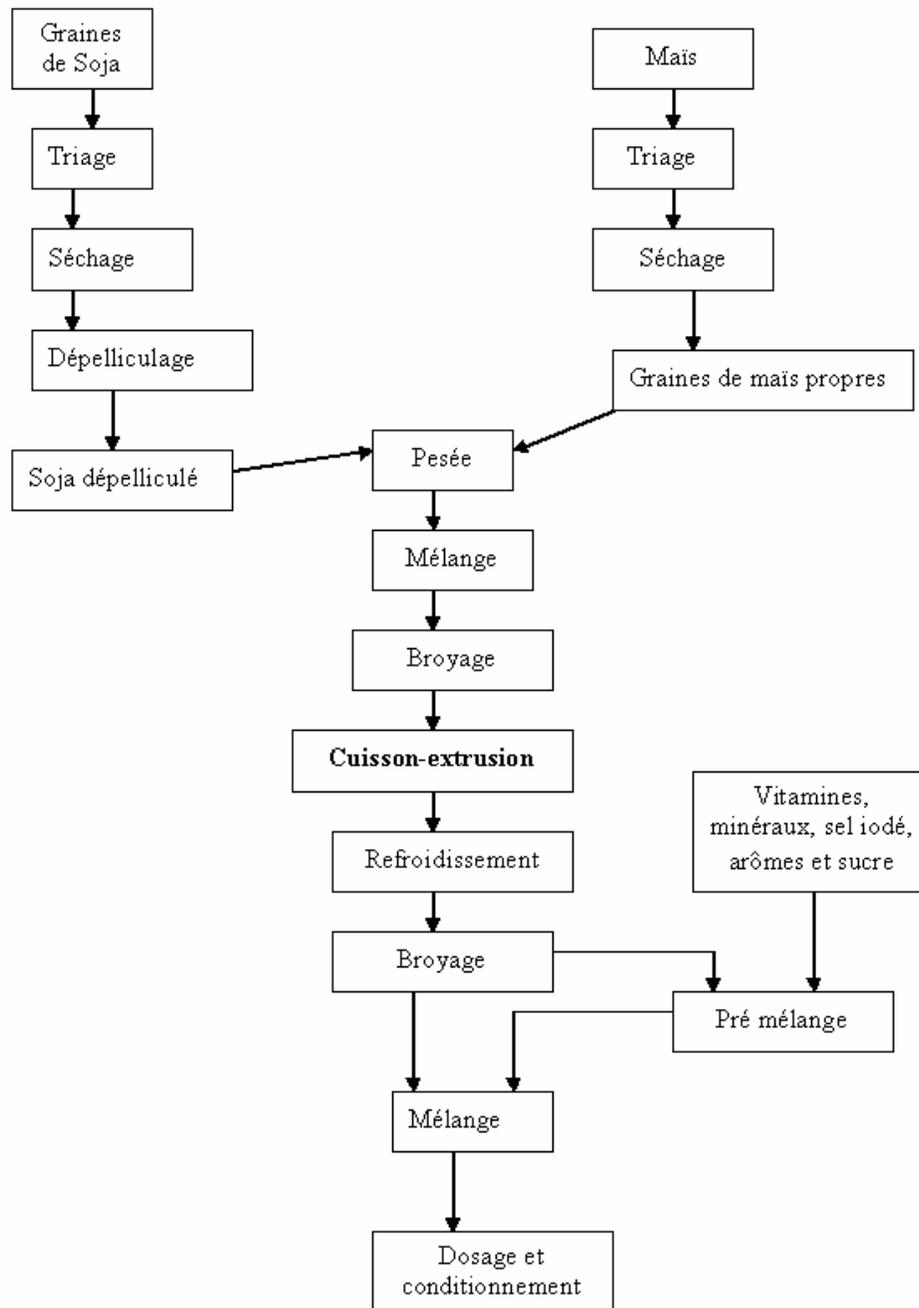


Figure 11 : Exemple de diagramme des différentes étapes de fabrication d'une farine instantanée par cuisson extrusion.

Source : Bulletin du réseau technologie et partenariat en Agroalimentaire. Les farines infantiles. Editions Dumas, Paris, mai 1998

Ce procédé de fabrication de farine instantanée n'est pas encore très répandu dans les pays de l'Afrique subsaharienne. Néanmoins, on peut retenir entre autres quelques expériences en cours : la farine « Farilac » à base de blé au Madagascar, la farine « Farinor » à base de maïs en Côte d'Ivoire, etc. Ce type d'installation nécessite des coûts peu onéreux par rapport au procédé classique. Il inclut entre autres machines l'utilisation d'un cuiseur-extrudeur et exige donc de la part de l'ouvrier ou de l'entrepreneur l'acquisition des compétences techniques spécifiques.

3.3. Qualités requises du produit essentiel mis au point

La farine infantile fabriquée pour la réalisation future de la bouillie que l'on donne aux enfants à partir de l'âge de quatre à six mois en complément du lait maternel, 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. 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).

a) Une farine saine : une farine infantile doit être salubre, elle ne doit pas contenir des germes pathogènes, des toxines ou des résidus chimiques toxiques susceptibles d'avoir des répercussions sur la santé du nourrisson. Pour cela, 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 doivent 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 notre cas, les spécifications proposées par le Gret et l'Orstom dans différents projets en Afrique, à Madagascar et au Viêt-nam, seront utilisées.

b) 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.

c) Une farine nutritive

Une farine infantile doit avoir une bonne valeur nutritionnelle. Sa composition et ses caractéristiques 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. La valeur nutritionnelle d'une bouillie dépend de sa densité énergétique (100 à 120 kcal par 100 g de bouillie). Sa composition en nutriments biodisponibles doit être suffisante (31). C'est-à-dire leur aptitude à être réellement libérés au cours des processus digestifs et à être absorbés correctement puis utilisés efficacement au niveau métabolique.

d) Couvrir les besoins en nutriments

Les besoins en nutriments essentiels des enfants doivent également être couverts par cet aliment 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 dépendra du niveau des besoins de l'enfant et des autres aliments ingérés. Quant aux micronutriments, il est connu que les éléments nutritifs les plus importants du point de vue de la santé publique sont le fer, l'iode et la vitamine A. L'importance de ces trois éléments, qui peuvent être à l'origine de carences graves, a été reconnue encore lors de la Conférence Internationale sur la Nutrition tenue à Rome en décembre 1992 (16).

3.4. Réalisation de l'aliment essentiel

3.4.1. Les mélanges

Il est nécessaire qu'une grande attention soit accordée à cette opération, car elle permet l'obtention d'une bonne homogénéité du mélange, en particulier la dispersion des ingrédients liquides.

Les ingrédients entrant dans la composition de la bouillie au soja sont choisis en fonction de leur disponibilité locale, de leur valeur nutritionnelle et de leur prix. Ils sont issus de l'agriculture locale.

L'approvisionnement est généralement facile: récolte familiale ou production des groupements villageois, achat à l'office céréalier ou à des commerçants.

Les bouillies consommées par les nourrissons et les jeunes enfants peuvent être préparées soit à partir d'une farine à cuire soit à partir d'une farine instantanée. Très souvent, c'est la farine à cuire qui est répandue. Bien que cette dernière présente un certain nombre d'avantages, son utilisation est limitée par la difficulté de standardiser la production.

Cette bouillie comprendra obligatoirement :

- une source énergétique principale composée d'un mélange de farines élaborées à partir d'un aliment de base riche en amidons (maïs) ;
- une source protéique constituée par une farine ou jus de soja ;
- du sucre commercial en quantité modérée ;
- de l'huile de palme rouge

En plus de cette composition globale doit s'ajouter la qualité nutritionnelle du produit, qui doit être conforme à des normes concernant essentiellement la valeur nutritionnelle, la qualité microbiologique, et l'aptitude à être préparée sous forme de bouillies de densité énergétique suffisante. Le principe de ce mélange nous permettra de constituer un aliment essentiel dont la composition est décrite au tableau 12.

Tableau II : Composition de la bouillie haute énergie

BOUILLIE POUR ENFANTS					
Produits	Qté (g)	Protéines (%)	Lipides (%)	Glucides (%)	Kcal
Farine de Maïs	50g	4	0,6	40,1	182
Farine de soja	20g	7,4	4,7	4,4	89,4
Huile de palme	10g	0	10	0	90
Sucre en poudre	10g	0	0	10	39,4
Total (g)	88g	11,4	15,3	54,5	
Total kcal		45,6	137,7	218	382,72
%		11,8	31,3	56,9	100

3.4.2 Mode de préparation proprement dite

Ces ingrédients qui entrent dans la composition de la nouvelle bouillie sont essentiellement tirés du milieu. Ils doivent être mélangés et déposés dans un récipient propre réservé au jeune enfant. On fera cuire la bouillie à feu doux pendant cinq minutes, suivant les indications du tableau 7.

Ce tableau donne les quantités de farine et le nombre de bouillies que l'enfant doit consommer journalièrement 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

Tableau VII : Quantités de bouillies à consommer en fonction de leur densité énergétique

Tranche âge (mois)	Besoins énergétiques (kcal/j) ¹	Energie à fournir à partir des aliments de compléments (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
4-5	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

Source : **Bulletin du Réseau Technologie et partenariat en agroalimentaire**. Dossier : Les farines infantiles.

Editions Dumas, Paris, mai 1998. Numéro 15. 48 pages.

¹ En soustrayant aux besoins les apports du lait maternel.

² En considérant que les farines infantiles ont un contenu énergétique de l'ordre de 4 kcal/g de matière sèche (MS)

³ En considérant que la capacité gastrique des enfants est en moyenne de 30 ml/kg.

-gMS/j = gramme de matière sèche

Étapes de la préparation

1. Verser dans une petite casserole la quantité de farine nécessaire selon l'âge de l'enfant
 - à 4 et 5 mois : 40 g, soit 1/2 verre bambou ou 1 boîte et 1/2 de sauce tomate ;
 - à 6 et 7 mois : 50 g, soit 3/4 de verre bambou ;
 - à partir de 8 mois : 60 g, soit un verre bambou ou 2 boîtes de sauce tomate.
2. Ajouter dans la casserole un volume d'eau propre identique à celui de la farine en le mesurant avec le même récipient (rajouter éventuellement un peu d'eau selon la consistance souhaitée).
3. Mettre la casserole sur un feu doux et remuer jusqu'à l'apparition de bulles. Laisser cuire encore 5 à 10 minutes.
4. Laisser refroidir : la bouillie est prête. Elle doit être consommée aussitôt après sa préparation.

3.4.3. Détermination de la consistance de 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, 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 en dehors du 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. 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'IRD Montpellier afin de mieux comprendre les relations entre viscosité, écoulement Bostwick et appréciation sensorielle de la consistance des bouillies.

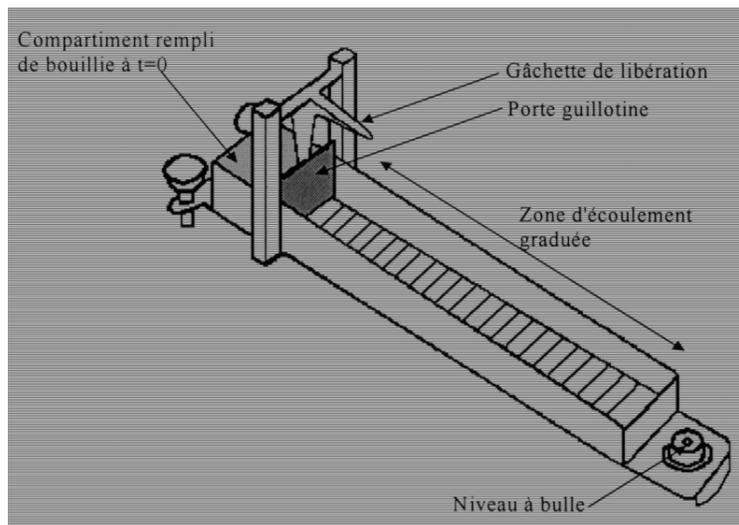


FIGURE 9 : Exemple d'un Consistomètre de Bostwick

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.

3.4.4. Organisation du test sensoriel

Le choix définitif d'une formule infantile qui répond à l'acceptabilité du public-cible passe par la réalisation des tests d'analyse sensorielle sur des groupes d'enfants, de mères et autres dégustatrices constitués dans le milieu d'enfants, des mères et des autres dégustatrices constituées dans le milieu des consommateurs. L'évaluation sensorielle consistera en un ensemble de tests de dégustation de la bouillie et doit toucher des personnes susceptibles d'acheter et de consommer la farine. Ainsi, le comportement de l'enfant face à la bouillie et les remarques des mères sont recueillis et permettront d'orienter le choix entre plusieurs formules possibles ou d'adapter une formule retenue aux préférences des consommateurs. Les différences entre les bouillies à présenter aux dégustateurs se situent au niveau des proportions en ingrédients entrant dans la composition, soit au niveau de la substitution d'une matière première par une autre.

3.5. Le contrôle de qualité

Le contrôle de qualité est une étape très importante dans la production de toutes les unités alimentaires. Il permet au producteur de proposer des produits répondants au cahier des charges qu'il aurait eu avec ses clients, mais également et surtout, d'être conforme aux normes de qualité définies au niveau national et international. Par ailleurs, la satisfaction au cahier des charges conditionne la valeur marchande du produit alors que la satisfaction aux normes réglementaires garantit, la salubrité et l'innocuité, conditionnant ainsi le droit de mise à la consommation. Pour ces raisons, beaucoup de précautions devraient être prises dans les conditions réelles de production ; il faudrait notamment des conditions hygiéniques de travail, couplées à des analyses des matières premières, de l'eau, et au contrôle des conditions environnementales (air, température etc.) des installations et du personnel.

Dans le contexte de notre étude, en plus de la nécessité de produire une farine infantile saine à mettre sur le marché, l'objectif principal est de parvenir à un produit qui répond aux exigences nutritionnelles souhaitées et aux qualités organoleptiques convenables aux jeunes enfants, tout en étant commode à l'utilisation. Il en est de même des mesures hygiéniques qui doivent être prises en vue d'aboutir à un aliment conforme aux normes de qualité applicables aux nourrissons et enfants en bas âge.

En termes de qualité, le fabricant doit se fixer des objectifs de qualité. Son produit doit respecter les normes microbiologiques attribuables aux aliments de complément. Ceci est impératif, sinon il risque de rendre des enfants malades. Le produit livré doit également être toujours identique selon les lots : même goût, même apparence, même composition. C'est à ces conditions qu'il sera possible de fidéliser les consommateurs et de lui donner confiance dans le produit. Pour atteindre ces objectifs, on doit veiller à la qualité des matières premières et à contrôler leur transformation.

En effet, de la qualité des matières premières utilisées dépendra directement la qualité du produit final. Que l'un des aliments utilisés soit moisi ou abîmé, la farine produite sera de mauvaise qualité.

Il faut particulièrement veiller à ce que les matières premières répondent à certains critères de qualité au moment de leur achat. Les fournisseurs (femmes agricultrices) seront largement sensibilisés à cet effet.

Afin qu'elles se conservent bien, elles ne devront pas être trop humides. Il faut vérifier également qu'elles ne soient pas moisies, dégradées (sous l'action de rongeurs ou d'insectes) ou sales (présence d'excréments, de cailloux ou de terre). Elles devront être suffisamment mûres. Éventuellement, elles devront être bien préparées (décortiquées, dépelliculées...).

La constitution de stocks de matières premières est souvent nécessaire pour des raisons de disponibilité saisonnière ou de délais d'approvisionnement très longs ou encore des raisons d'intérêt économique : variations des prix très importantes entre les différentes périodes de l'année, prix d'achat en faible quantité très élevé, etc.

Or, les matières premières peuvent se détériorer durant le stockage si l'on ne prend pas quelques précautions. Il faut s'assurer au moment de l'achat qu'elles ont été bien séchées et veiller à ce qu'elles soient stockées dans un endroit sec. Il est souhaitable d'avoir une humidité maximale de 11-12 % pour les céréales et 9-10 % pour les légumineuses contenant des matières grasses, sinon les risques de contamination par les moisissures ou par le développement des bactéries sont élevés et la sensibilité vis-à-vis de l'attaque des insectes reste accrue. Le stockage aura lieu à l'abri des insectes et des rongeurs et les locaux, ou les matières premières elles-mêmes, seront éventuellement traités avec un insecticide alimentaire. Lors de la fabrication et du stockage, certaines étapes peuvent altérer la qualité du produit notamment une mauvaise torréfaction ou un mauvais broyage, un mélange mal effectué, une machine mal nettoyée, un emballage défectueux, un mauvais entreposage des produits finis... C'est pourquoi, il est nécessaire que la coopérative mette en place des règles définissant l'ensemble des précautions à prendre depuis l'achat des matières premières jusqu'à la vente du produit fini, ainsi que des procédures de contrôle sur les matières premières et le produit fini. Il peut effectuer lui-même des contrôles microbiologiques, ou faire appel à un laboratoire d'analyses officiel. Il doit vérifier que les mesures d'hygiène nécessaires ont bien été prises et qu'elles sont suffisantes.

Toujours dans un souci d'établir une relation de confiance avec le consommateur, il est souhaitable d'identifier les différents lots produits et leurs destinations, de façon à pouvoir les retirer de la vente si nécessaire (traçabilité).

Toutes ces mesures signifient la mise en place d'un système de contrôle qualité à partir de l'analyse des risques existant aux différentes phases de la production et de la livraison du produit. Ces règles et des contrôles sont définis au tableau n°11 et doivent être appliqués pour garantir à tout moment la qualité du produit mis sur le marché.

3.5.1. L'application du principe HACCP

Tableau XI : Procédé HACCP d'une farine infantile composée du soja, maïs, sucre, enzymes et complément minéral et vitaminique, emballée sous film plastique

a. Achat, transport et stockage des matières premières:

Etapes	Risques	Actions mises en place		Garanties obtenues
		Actions préventives	Contrôles	
Achats des matières premières de base (soja, maïs)	<ul style="list-style-type: none"> ● Matières premières impropres à la consommation (moisies, souillées, contaminées, pas mûres...) ● Humidité trop élevée ● Mauvais conditionnement 	<ul style="list-style-type: none"> ● Repérage des lots ● Formation à l'hygiène des manipulateurs 	<ul style="list-style-type: none"> ● Contrôle visuel et organoleptique ● Contrôle de l'humidité ● Analyse microbiologique de certains lots 	Matières premières de bonne qualité à l'achat
Achat des autres intrants (sucre, enzymes, vitamines, minéraux, emballage, suremballage)	<ul style="list-style-type: none"> ● Matières premières impropres à la consommation (moisies, souillées, contaminées...) ● Humidité trop élevée ● Mauvais conditionnement ● Non respect du cahier des charges (composition, épaisseur, propreté) 	<ul style="list-style-type: none"> ● Repérage des lots 	<ul style="list-style-type: none"> ● Contrôle visuel et organoleptique ● Contrôle de l'humidité ● Analyse microbiologique de certains lots 	Intrants de bonne qualité à l'achat
Transport des matières premières et des autres intrants	<ul style="list-style-type: none"> ● Contamination du produit par les opérateurs ● Conditions de transports mauvaises (humidité, poussière,...) ● Délais trop longs 	<ul style="list-style-type: none"> ● Formation des opérateurs: sensibilisation à l'hygiène ● Protection des sacs contre l'eau, la poussière... ● Optimisation des durées de transport 	<ul style="list-style-type: none"> ● Analyse microbiologique et contrôle de l'humidité des lots à leur arrivée à l'atelier ● Suppression des lots à risque 	Transport optimisé évitant toute détérioration
Stockage des intrants	<ul style="list-style-type: none"> ● Conditions de stockage mauvaises: contaminations diverses (poussière, rongeurs et insectes,...) ● Durée de stockage trop longue 	<ul style="list-style-type: none"> ● Repérage des lots ● Mise en place d'une gestion des stocks FIFO (First In First Out) ● Eventuellement, traitement des mat. premières avec un insecticide alimentaire 	<ul style="list-style-type: none"> ● Contrôle des conditions de stockage ● Analyse microbiologique et contrôle de l'humidité périodique 	Maintien des qualités initiales

b. Transformation des matières premières:

Étapes	Risques	Actions mises en place		Garanties
		Actions préventives	Contrôles	Obtenues
Triage des matières premières	<ul style="list-style-type: none"> ● Conditions d'ambiance non respectées (poussière, humidité...) ● Contamination du produit par l'opérateur ● Triage peu efficace 	<ul style="list-style-type: none"> ● Protection contre la poussière et l'humidité ● Nettoyage fréquent du matériel ● Sensibilisation de l'opérateur à l'hygiène ● Formation de l'opérateur 	<ul style="list-style-type: none"> ● Analyses microbiologiques périodiques des produits triés ● Contrôle visuel de la qualité du triage 	Triage efficace permettant d'éviter toute détérioration du produit
Dépêliculage du soja	<ul style="list-style-type: none"> ● Dépêliculage peu efficace 	<ul style="list-style-type: none"> ● Formation à l'utilisation des machines (réglages spécifiques, préparation du produit,...) 	<ul style="list-style-type: none"> ● Contrôle visuel ● Contrôle des rendements (pellicules / graines dépêliculées) 	Minimisation de la présence de pellicules de soja
Torréfaction du soja et grillage du maïs	<ul style="list-style-type: none"> ● Mauvais contrôle des paramètres (température, temps): non destruction des facteurs anti trypsiques, détérioration des qualités nutritionnelles, variation des propriétés organoleptiques ● Mauvaise maîtrise du refroidissement (contamination, cuisson...) 	<ul style="list-style-type: none"> ● Formation des opérateurs à la maîtrise de la torréfaction (suivi permanent de la température,...) 	<ul style="list-style-type: none"> ● Contrôle visuel du degré de torréfaction 	Préservation des qualités nutritionnelles, organoleptiques et microbiologiques du soja et du maïs
Broyage du soja, et du maïs	<ul style="list-style-type: none"> ● Contamination par l'opérateur et par les ustensiles 	<ul style="list-style-type: none"> ● Formation des opérateurs à l'hygiène (port de gants et de casquettes,...) 	<ul style="list-style-type: none"> ● Contrôle de l'efficacité du nettoyage des appareils et ustensiles par des analyses microbiologiques de surfaces 	Préservation des qualités microbiologiques
Pré-mélange et Mélange	<ul style="list-style-type: none"> ● Contamination par l'opérateur et par les ustensiles ● Erreurs de mesures des quantités à incorporer 	<ul style="list-style-type: none"> ● Formation des opérateurs à l'hygiène (port de gants et de casquettes,...) ● Formation des opérateurs à une préparation méthodique des mélanges 	<ul style="list-style-type: none"> ● Contrôle de l'efficacité du nettoyage des appareils et ustensiles par des analyses microbiologiques de surfaces ● Contrôle pondérale et contrôle des stocks 	Préservation des qualités microbiologiques et de la composition

c. Conditionnement, stockage et vente du produit fini

Etapas	Risques	Actions mises en place		Garanties
		Actions préventives	Contrôles	Obtenues
Ensachage	<ul style="list-style-type: none"> ● Contamination par l'opérateur ● Mauvaises soudures 	<ul style="list-style-type: none"> ● Formation de l'opérateur à l'hygiène et à l'utilisation des appareils 	<ul style="list-style-type: none"> ● Contrôle visuel des soudures ● Contrôle de l'étiquetage ● Contrôle microbiologique du produit fini ● Contrôle du taux d'humidité ● Contrôle de la composition nutritionnelle du produit fini ● Contrôle organoleptique des bouillies préparées à partir du produit fini ● Contrôle de la matière sèche et de la viscosité des bouillies préparées 	Obtention d'un produit de bonne qualité, se conservant bien
Stockage du produit fini	<ul style="list-style-type: none"> ● Mauvaises conditions de stockage: rongeurs, humidité,... 	<ul style="list-style-type: none"> ● Mise en place d'une gestion des stocks FIFO 	<ul style="list-style-type: none"> ● Contrôle régulier du taux d'humidité du produit ● Contrôle visuel de l'état des sachets 	Produit de bonne qualité à son départ de l'usine
Distribution – Commercialisation	<ul style="list-style-type: none"> ● Mauvaises conditions de transport ● Non respect des conditions de stockage et de sa durée ● Mauvaise compréhension de la part des vendeurs du rôle des farines infantiles 	<ul style="list-style-type: none"> ● Formation des transporteurs à l'hygiène ● Sensibilisation des distributeurs sur le soin à apporter au stockage de ses produits ● Diffusion d'informations sur les produits 	<ul style="list-style-type: none"> ● Contrôle de l'état du produit sur les lieux de vente (état du sachet, respect de la date limite de vente, analyses microbiologiques,...) 	Produit ayant conservé ses propriétés et ses qualités au moment de la vente
Consommation	<ul style="list-style-type: none"> ● Mauvaise utilisation (cuisson insuffisante, teneur en matière sèche insuffisante,...) 	<ul style="list-style-type: none"> ● Formation des mères dans les centres de santé et sur les lieux de vente: démonstrations 	<ul style="list-style-type: none"> ● Suivi régulier des réactions des consommateurs et de leur façon d'utiliser le produit. ● Diffusion régulière d'informations sur le produit 	Compréhension du mode d'utilisation du produit

3.5.2. Réalisation des analyses biochimique et microbiologique

Une fois que l'activité est enclenchée les analyses sur l'aliment doit se faire à deux niveaux :

- les tests de routine à effectuer par le personnel au sein de l'unité comme nous l'avons ci haut décrit ;

- des analyses de type biochimique et microbiologique du produit devront être effectués périodiquement par des techniciens du laboratoire de l'Office Congolais de Contrôle (O.C.C) pour identifier des problèmes éventuels et prendre des mesures qui s'imposent. Elles porteront sur des échantillons d'aliments sous la forme des farines et même des bouillies dans une certaine mesure. Elles seront mises en œuvre selon les méthodes officielles adaptées aux produits et aux conditions des zones tropicales. Des contrôles divers peuvent être effectués, notamment :

a) le contrôle de conditionnement :

Il permet de déceler des imperfections au niveau de l'étiquetage, les emballages en sachets, le volume etc.

b) le contrôle biochimique

La farine doit respecter les normes biochimiques attribuables aux aliments de complément.

Les analyses porteront donc principalement sur :

- le taux d'humidité ;
- la composition en nutriments du produit fini ;
- la présence d'aflatoxines, de métaux lourds, de résidus de pesticides ;
- la présence de substances néoformées : produits de la réaction de Maillard ;
- la présence de toxiques naturels : acide cyanhydrique ;
- la viscosité de la bouillie ;
- la vitesse d'écoulement de la bouillie...

c) le contrôle microbiologique

Les analyses porteront principalement sur le dénombrement des microorganismes par unité de masse de farine : Il s'agira des :

- microbes d'altération de la qualité marchande de l'aliment ;
- microbes pathogènes pour le consommateur ;
- microbes témoins de contamination fécale ;
- microbes indicateurs technologiques.

Il existe des normes microbiologiques élaborées par les comités mixtes FAO/OMS du Codex Alimentarius, applicables aux farines infantiles. Ces normes sont utilisées par l'IRD. Elles fixent du quanta microbien maximum au-delà desquelles la farine contrôlée sera qualifiée d'impropre à la consommation. Le tableau 8 présente ces normes.

Tableau VIII : Normes microbiologiques applicables aux farines infantiles
(en nombre de germes par gramme de farine)

	Farines à cuire	Farines instantanées
Flore totale	< 10 ⁵	< 10 ⁴
Coliformes fécaux	< 100	< 20
Escherichia coli	< 10	< 2
Levures et moisissures	< 10 ³	non précisé
Salmonelles	Absence totale	Absence totale
(Aflatoxines)	Absence totale	<5ppb

Source : Dossier farines infantiles : File : //A:\Nomes micro. Des farines htm. Février 2000

Cette exigence de qualité constitue un critère fondamental pour gagner et fidéliser des commandes, mais aussi pour être crédible auprès des organismes nationaux et internationaux susceptibles d'acheter de la farine dans le cadre de leurs actions de lutte contre la malnutrition.

3.6. L'opération transfert de la technologie

3.6.1. A l'intention des mères pour usage familial

Cette opération a essentiellement, pour but :

- de diffuser auprès de toutes les femmes en âge de procréer et/ou d'élever des enfants et des mères des messages d'éducation nutritionnelle visant à promouvoir l'allaitement maternel exclusif jusqu'à 6 mois et un calendrier de sevrage adapté ;
- de vulgariser des technologies alimentaires permettant aux mères de préparer avec des aliments locaux identifiés et disponibles en permanence des bouillies de haute qualité énergétique et enrichies en protéines de soja.

Pour mener à bien cette opération, il sera procédé à la sélection et à la formation d'animatrices.

La sélection et la formation des animatrices

Un appel à candidature sera lancé. Et les conditions seront fixées rigoureusement de manière à faire bénéficier la localité ciblée. Il faudra :

- être originaire de la localité concernée, y résider et bien parler une des langues nationales ;
- être âgée d'au moins 18 ans ;
- être mère d'au moins un enfant ;
- avoir un niveau scolaire de la classe de 4^{ème} primaire au moins (enseignement élémentaire) ;
- savoir conduire une bicyclette ;
- être disponible à plein temps au moins cinq jours sur sept.

Les candidates sélectionnées subiront une simple épreuve orale dont le sujet portera sur la connaissance des disponibilités alimentaires de la RD Congo, des pratiques de sevrage traditionnelles ou recommandées par le PRONANUT et de certaines connaissances nutritionnelles. La formation pourra durer deux semaines et sera divisé en deux phases d'égale durée caractérisées par :

- l'acquisition de connaissances de base comme : les besoins nutritionnels de l'enfant de la naissance à l'âge de deux ans , la ration alimentaire, les principaux signes de la malnutrition et les techniques de fabrication d'une farine à cuire et de préparation des bouillies enrichies ;
- la mise en situation des animatrices où chacune d'elle sera amenée à réunir un groupe de femmes dans sa zone d'intervention pour une éducation nutritionnelle et une démonstration de la préparation d'une bouillie enrichie ; les révisions sur les connaissances acquises à la première phase.

Au terme de cette formation, chacune des animatrices doit maîtriser la technique de fabrication de la farine à cuire, et aura renforcé sa connaissance sur les rudiments de l'hygiène corporelle et de la propreté des ustensiles devant servir à la cuisson de la nourriture du jeune enfant. En outre, elle doit savoir préparer la « nouvelle bouillie ».

3.6.2. A l'échelle d'une petite coopérative

A l'échelle artisanale, une coopérative est avant tout composée d'hommes et de femmes qui en font sa richesse essentielle. Avant de démarrer l'activité, les membres devront acquérir les connaissances et le savoir-faire nécessaires. Une formation initiale s'avère le plus souvent indispensable. Les conditions de recrutement sont les mêmes que ceux énoncés pour le niveau familial, à la différence ici que tous les agriculteurs (hommes et femmes) en feront partie.

Cette formation devra porter sur cinq axes principaux :

1. les connaissances techniques : ce sont les informations sur l'alimentation des jeunes enfants, les processus de transformation des produits agricoles, l'hygiène, le fonctionnement des machines, etc. ;
2. les connaissances en gestion : ce sont les informations économiques sur le marché, la production, le travail, les financements et sur les règles comptables ;
3. le savoir faire technique : c'est l'utilisation des machines et de l'outillage, l'entretien, le soin apporté au travail et la rapidité d'exécution des tâches ;
4. le savoir faire en gestion : c'est le suivi de la trésorerie, le contrôle des stocks, la surveillance du personnel et de la qualité du travail ;
5. le comportement : c'est avoir l'esprit d'entreprise, savoir trouver des solutions aux problèmes qui se posent, innover, aller de l'avant, motiver ses partenaires, négocier avec ses interlocuteurs.

Une bonne formation ne doit négliger aucun de ces cinq points. Les connaissances techniques et celles en gestion peuvent s'acquérir assez rapidement auprès de techniciens et de conseillers de gestion de façon théorique. Mais les autres points se basent davantage sur l'expérience et ne peuvent s'acquérir que par la pratique. Il sera rappelé à ces membres qu'il est risqué de s'endetter et de démarrer une activité nouvelle sans l'avoir jamais pratiquée en se basant uniquement sur des connaissances théoriques.

Cependant, ce n'est pas en quelques mois de formation que l'on devient un bon chef d'entreprise. L'apprentissage doit se poursuivre au cours de la phase de démarrage et il est important que l'administrateur soit suivi par les structures d'appui qui l'ont formé et aidé à s'installer, notamment le conseil d'administration. Chaque mois, l'administrateur doit pouvoir faire le point sur la production et le fonctionnement de l'unité ainsi que sur sa situation financière pour comprendre ce qui s'est passé et discuter des décisions à prendre pour le mois suivant. Ce suivi, d'une durée de six mois à un an, permet d'accompagner les initiateurs de la coopérative dans leur démarrage et de leur donner plus de chances de succès.

3.6.2.1. La préparation d'une farine instantanée par cuisson-extrusion.

Les procédures d'obtention et de préparation de cette farine pour la phase de cuisson-extrusion seront initiées de manière à ce qu'elles soient réalisées dans des bonnes conditions. Elles nécessiteront l'utilisation de divers équipements techniques.

3.6.2.1.1. Equipements requis

a) **L'épierreuse** : cette machine dont le but est de permettre l'élimination par gravitation des pierres et de toutes les particules métalliques, joue un rôle important dans la préparation des matières premières céréalières. En effet, outre le fait qu'elle évite l'usure prématurée des pièces, l'épierrage permet d'éliminer les particules inutiles et néfastes du produit.

b) **Le sweco** : cet appareil, également dénommé Ro-Tap, est de fabrication allemande modèle B, et porte le numéro de série 5851. Il est équipé d'une série de tamis de mailles différentes. Ces tamis sont posés les uns sur les autres, les plus grosses mailles étant en position supérieure. Le principe de fonctionnement est basé sur le fait qu'en secouant l'ensemble des tamis, la matière alimentaire, préalablement mise dans le tamis du haut, celui dont les mailles sont les plus grandes va se séparer en autant de fractions que de tamis. Les particules recueillies dans un tamis auront toutes des tailles très proches. Ainsi, il se réalise en même temps le calibrage des grains et le fractionnement de la matière.

c) **La décortiqueuse de marque NUHULL**, fabriquée par Nutana Machine Ltd. Son numéro de série est le BO 867. Son fonctionnement se base sur l'abrasion que les disques dont l'appareil est muni, réalisent sur les grains. Cette abrasion réalise le décorticage en enlevant les enveloppes, ce qui exige que les meules abrasives soient réglées en fonction de la taille des grains.

d) **Le moulin BUHLER**, N° 200214 permet, grâce aux possibilités de réglage, de produire des brisures, et des farines plus ou moins fines selon les diamètres des mailles du tamis de sortie.

e) **L'appareil mélangeur liquide solide** souvent employé porte les références suivantes : Liquids-Solids BLENDERS, PK N°LB11105, de fabrication américaine (Patterson-Kelly Co). Il comporte une chambre de mélange, une arrivée pour le liquide, et des palettes de brassage qui tournent.

f) **L'appareil de mesure de la granulométrie** est le même que celui employé pour le calibrage des grains avant leur décorticage.

g) **Le petit matériel** tel que sachet plastiques, bacs plastiques de différentes tailles, etc.

3.6.2.1.2. Les méthodes

La production de la brisure

Les brisures sont obtenues après un traitement comportant plusieurs étapes. Le soja tout comme le maïs, doivent faire l'objet d'un épierrage grâce auquel toutes les particules solides non alimentaires, les pierres en particulier, sont éliminées. Ensuite, le produit passe au Sweco qui réalise en même temps que le calibrage, la séparation du sable et autres céréales se trouvent souvent mélangés. Il précède le décortiquage dont le succès en dépend. La décortiqueuse, par son système abrasif, décolle les enveloppes des grains. Cette phase de décortiquage n'est pas nécessaire pour la fabrication de farine de maïs.

La granulométrie

Elle est réalisée avec le Sweco et selon le principe déjà décrit. Il est important d'opérer un choix judicieux des mailles des tamis à utiliser en fonction de l'appréciation visuelle que l'on fait de la matière.

L'humidification

Après avoir déterminé le taux d'humidité de la brisure, on procède s'il ya lieu, à son humidification. En effet, le traitement de cuisson-extrusion exige un niveau d'humidité donné pour que la gélatinisation et l'expansion se produisent correctement. Connaissant le taux d'humidité initiale (H_i) de la brisure, le taux d'humidité (H_f) à atteindre, la masse (M) en gramme de la matière à humidifier, le volume (V) de l'eau nécessaire à l'humidification est donnée par la formule suivante :

$$V = (H_f - H_i) \times M / 100 - F H_f$$

V ainsi calculé est exprimé en millilitres.

Ce volume d'eau est alors mesuré dans une éprouvette. La brisure à humidifier est ensuite versée dans le mélangeur, puis on met l'appareil en marche avant de faire parvenir l'eau dans l'enceinte grâce à un conduit plastique prévu à cet effet. L'appareil tournera pendant une quinzaine de minutes. Après, on arrête pour vider la brisure. Celle-ci est laissée au repos dans un récipient hermétiquement fermé pendant vingt minutes avant de passer à l'extrudeur. A titre de contrôle, il faut faire une mesure du taux d'humidité pour s'assurer que le niveau souhaité est atteint.

3.6.2.2. La cuisson-extrusion

Cette récente technique connaît un développement important du fait de la polyvalence du procédé et de la grande diversité de ses applications. Elle consiste à soumettre aux effets simultanés de la température et de la pression, durant une courte durée, une matière première ou un mélange de matières premières hydratées, et à les façonner, une fois cuites, par passage forcé au travers d'une ou plusieurs filières adéquates.

Schématiquement, le cuiseur-extruseur se présente comme dans la figure (8):

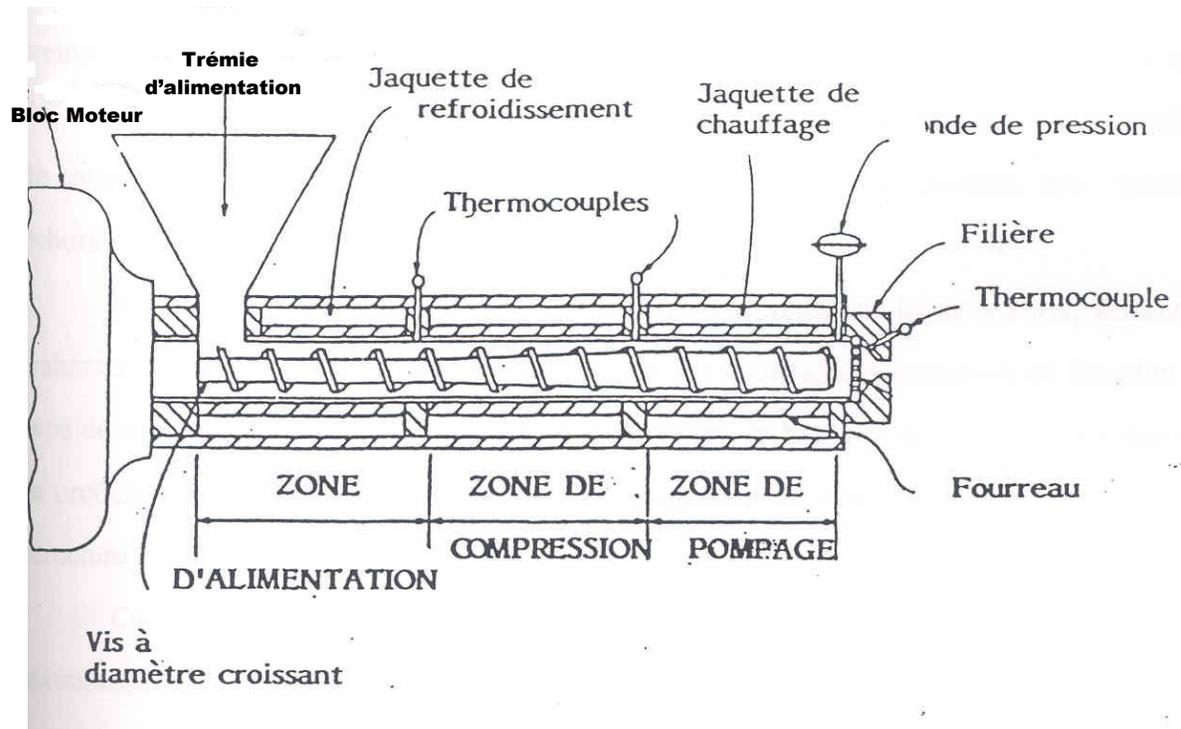


Figure 8 : Cuiseur-extrudeur

Dans les conditions réelles de travail, des installations annexes, notamment de contrôle s'ajoutent, de sorte qu'on peut décrire :

- une cabine de contrôle de la température, de la vitesse d'alimentation en matière première et de vitesse de rotation du couteau à la sortie de la filière. On y trouve également un système d'enregistrement des températures.
- Un bloc moteur, qui génère la rotation de la vis et permet le contrôle de sa vitesse de rotation

- un bloc de cuisson et d'extrusion, composé d'un fourreau au travers duquel passe une vis sans fin à diamètre croissant et d'une filière par où sort la matière première cuite.
- Une trémie d'alimentation, fixée sur le bloc de cuisson, à sa partie initiale
- Un dernier élément se composant d'un couteau à lames multiples réglables, qui tournent et coupent le produit extrudé. Une cage de protection est prévue à ce niveau pour prévenir les risques d'accident.

Principes de fonctionnement de ce procédé d'avenir

La cuisson-extrusion est un procédé de transformation qui permet d'obtenir des produits expansés (crackers), précuits (farine infantile instantanée) ou texturés. Elle combine un traitement thermique à haute température et un traitement mécanique à haute pression et fort taux de cisaillement. Ces traitements sont appliqués au produit pendant quelques secondes.

Au cours de leur progression dans le fourreau contenant la ou les vis, différents traitements sont soumis à la matière première. Il y a un malaxage, une compaction en fonction du type de vis utilisé, cuisson et extrusion. A l'extrusion, la brusque décompression subie par le produit à la sortie de la filière permet le dégagement de vapeur d'eau et lui donne une structure caractéristique alvéolaire (7).

Ce procédé est en réalité très complexe car il fait intervenir plusieurs opérations qui, par leurs effets conjugués ou successifs de cisaillement, de température, de pression, de malaxage, concourent au traitement thermomécanique de la matière. Le temps de traitement, de l'ordre de la minute, joint aux possibilités de travail à haute température (200°C), range ce type de technique parmi les traitements High Temperature Short Time (HTST) (7).

Il est possible de jouer sur l'importance relative de la cuisson ou de l'extrusion, de façon à obtenir différents types de produits en modifiant le profil de la vis, celui du fourreau et le type de filière utilisée.

3.7. Perspectives de création des revenus

3.7.1. L'organisation des agricultrices en coopérative

Les associations des femmes agricultrices seront regroupées en coopérative de manière à organiser le circuit de transformation. Elles agiront à titre de fournisseurs et il sera mis sur pied un conseil d'administration qui sera chargé de recruter le personnel de l'atelier de fabrication de produits à base de soja. En ce moment interviennent les notions de gestion d'un atelier de fabrication des farines instantanées. Il s'agira d'une coopérative gérée par un entrepreneur expérimenté qui pourra normalement fonctionner sur des locaux communautaires.

3.7.2. Organisation de l'unité coopérative

Une fois l'activité démarrée, plusieurs préoccupations doivent guider l'équipe chargée de la gestion de cette coopérative au quotidien. En restant vigilant sur ces points, en suivant régulièrement la situation technique et financière, l'on peut effectuer des réajustements en fonction des réalités et assurer succès et pérennité à son projet.

Pour permettre une génération des revenus suffisants, certains préalables doivent être remplis, notamment l'esprit d'organisation au sein de l'équipe coopérative. L'organisation d'une unité de production se fait dans le temps et dans l'espace.

Elle a des conséquences sur le calendrier de travail, l'agencement de l'atelier et la qualité des produits. Au bout du compte, c'est la confiance du consommateur qui est en jeu. Ce facteur de réussite, requiert donc le plus grand soin.

L'organisation de la production fait partie des facteurs importants de réussite de l'atelier de collectivité qui doit mettre en place des règles gestionnaires. Elle est fonction des objectifs fixés et des équipements utilisés. Si elle est bien conçue, si chacun sait ce qu'il a à faire, la productivité s'en trouverait accrue et la rentabilité serait meilleure.

3.7.2.1. S'organiser dans l'espace

Un schéma d'atelier type peut être proposé. Bien entendu, d'autres organisations sont possibles. Toutefois, elles doivent tenir compte des règles appliquées dans les industries agroalimentaires. Ainsi, la marche en avant des produits est à respecter. Elle correspond à un souci de minimiser les risques de contamination des matières semi transformées propres par des matières premières sales.

Les étapes seront bien individualisées, de façon à offrir une garantie maximale en terme d'hygiène et à permettre d'identifier facilement les problèmes éventuels.

Certaines caractéristiques sont communes à toutes les unités de production. Ainsi, les fenêtres doivent être équipées de moustiquaires et les portes avoir des joints assurant une bonne étanchéité. Il est nécessaire également qu'un robinet d'eau soit présent, au moins dans les pièces centrales, pour pouvoir nettoyer l'ensemble de l'unité à l'aide d'un tuyau d'arrosage. Un système d'évacuation des eaux usées par drainage devra être prévu.

De plus, il sera souhaitable que le sol et les murs soient recouverts de carrelage blanc jusqu'à mi-hauteur (environ 1,50 m). Le haut des murs ainsi que le plafond seront peints en blanc. Toutes ces mesures sont indispensables pour permettre une production dans des conditions d'hygiène optimales.

Par ailleurs, il est nécessaire de prévoir l'électricité et l'éclairage dans chaque pièce en 220 V et, si possible, en 380 V pour les machines. Un bloc sanitaire est nécessaire, si possible dans un bâtiment isolé de l'atelier de production.

Le dimensionnement de l'installation dépendra de l'encombrement des équipements, de la capacité de production de l'entreprise et des nécessités de stockage de matières premières.

Pour une unité ayant une capacité de production de cinq à dix tonnes par mois, il est souhaitable de prévoir environ 150 m² de superficie totale. Le vannage s'effectuant généralement dehors, il sera prévu un auvent.

3.7.2.2. S'organiser dans le temps

Quelle que soit la taille de la coopérative, il sera nécessaire d'établir un calendrier de travail et une répartition des tâches en fonction des objectifs de production fixés.

On peut prendre comme exemple une unité produisant cinq tonnes par mois de farine infantile à base de soja et du maïs.

Le tri et le vannage des matières premières sont effectués par les femmes agricultrices qui sont des fournisseurs. La production mensuelle est étalée sur quatre semaines. Les jours restants dans le mois peuvent être réservés à l'entretien des équipements (réparation, nettoyage en profondeur, graissage...), à l'inventaire des biens, des matières premières et des produits finis, et à la planification de la production pour le mois suivant.

Les employés travaillent 5,5 jours par semaine. La production des cinq tonnes mensuelles peut être assurée par cinq ouvriers et un cadre. Celui-ci s'occupe, avec le chef d'atelier, du suivi de la production, de la gestion des stocks de produits finis et de matières premières et du suivi de la distribution. Il participe aussi directement à la production en cas de besoin.

3.7.2.3. Garantir une qualité constante, maintenir la demande

Pour une coopérative de fabrication de farines infantiles, la qualité est le critère le plus important. C'est sur ce critère que se bâtit la renommée du produit, il est donc un facteur de pérennité. Des règles simples permettront de garantir cette qualité et c'est au chef d'atelier de les faire respecter. Des tests simples et des analyses permettent de contrôler la qualité a posteriori. En cas de problème, l'administrateur doit se rapprocher des techniciens pour identifier les causes et prendre les mesures qui s'imposent. Dans cette optique, les contrôles ne doivent pas être considérés comme une sanction mais comme un outil de gestion au même titre que le livre de caisse pour la trésorerie. Un bon dialogue avec les agents de contrôle, véritables partenaires, permet de garantir au consommateur un produit de qualité.

Développer et maintenir la demande de la clientèle sera le souci permanent de l'administrateur. Soit par ses propres moyens, soit avec l'aide de ses partenaires, la coopérative en démarrage doit contacter sans cesse de nouveaux ménages pour leur faire connaître le produit et les convaincre de nourrir leur enfant avec celui-ci. Ce n'est qu'après deux à trois ans d'efforts que les effets de fidélisation et de bouche à oreille permettront de diminuer ou modifier la communication.

3.7.2.4. Adapter la production à la demande

L'organisation du travail dans l'unité doit également être la préoccupation permanente de l'administrateur pour que la production anticipe toujours la demande. Chacun sait qu'il est difficile de modifier l'alimentation d'un enfant une fois qu'il s'est habitué à une bouillie. Ainsi, les mères deviendront exigeantes pour un approvisionnement constant dans leur point de vente préféré afin de ne jamais manquer de produit. Pour cela, une rupture de stock dans un point de vente ne serait pas souhaitable.

3.7.2.5. Maintenir un niveau de stocks

Aussi l'administrateur doit veiller à ce que l'atelier de production soit approvisionné afin qu'il y ait une production de réserve pour faire face à une demande urgente. Ce travail se fait grâce à des contacts permanents avec les revendeurs. À l'opposé, la surproduction est à éviter car elle coûte cher et risque de compromettre la qualité du produit mis à la vente.

Le corollaire d'une production régulière est un niveau de stock de matières premières régulier. S'il manque un seul élément, toute la production sera paralysée. En revanche, un stock trop important comporte des risques de détérioration et coûte cher en argent immobilisé. C'est à l'administrateur de surveiller les stocks et de les maintenir à un niveau correct en fonction des

possibilités d'approvisionnement sur le marché. Il n'est pas utile de stocker un produit facile à trouver (le stock est alors chez le fournisseur), mais il est parfois nécessaire d'avoir six mois de stock.

3.7.2.6. Surveiller la trésorerie, suivre les coûts

Pour acheter des matières premières, il faut généralement avoir de l'argent en caisse. Aussi, l'administrateur doit suivre avec précision les entrées et les sorties d'argent pour tenter de maintenir un équilibre permanent entre les recettes et les dépenses. Pour cela, il a appris à tenir un livre de caisse qui lui permet de savoir où il en est.

Ensuite, son pouvoir de négociation avec les clients et les fournisseurs lui garantit un niveau minimum d'argent en caisse pour faire face aux dépenses courantes. Le bon gestionnaire de trésorerie fait payer ses clients au comptant et fait attendre ses fournisseurs. Il est parfois difficile de suivre cet exemple mais il faut s'en rapprocher. Un déficit de fonds peut être comparée à une panne de carburant dans une voiture : c'est l'arrêt total. Beaucoup de coopératives en phase de démarrage connaissent des difficultés ou font faillite à cause de ces problèmes de trésorerie, d'où l'attention particulière qu'il faut porter à ce critère.

Enfin, il sera également indispensable à l'administrateur d'avoir une connaissance régulièrement actualisée du prix de revient de son produit de commun accord avec le conseil d'administration et de la rentabilité générale de son activité. Il sera ainsi en mesure de s'assurer qu'il ne produit pas à perte. Il pourra le cas échéant diminuer ou augmenter son prix de vente, en faisant attention cependant à ce que ces modifications ne soient pas trop fréquentes.

Cette préoccupation est souvent négligée : en effet, nombreux sont les administrateurs qui ne connaissent pas le prix de revient de leur produit. Il devient alors pour eux de connaître le prix de vente minimal qu'ils peuvent fixer, d'identifier les dérives au niveau des coûts de production ou de stockage... et, finalement, de s'assurer de la viabilité économique de l'entreprise. Le suivi du prix de revient du produit nécessite la mise en place d'un système de gestion rigoureux.

3.7.2.7. Connaître le prix de revient de son produit

A travers les quelques expériences observées en Afrique, il est possible d'indiquer quelques ratios économiques à respecter pour fixer le prix de vente du produit à la sortie de la coopérative. Ces ratios sont établis de telle sorte que l'administrateur ait une marge de manœuvre assez grande pour faire face aux aléas et aux difficultés de production et de gestion, pour l'intérêt supérieur de ses membres.

Le prix de revient d'un produit est déterminé d'un côté par la somme des composants utilisés (composition au Kg multipliée par les prix d'achat des matières premières et tenant compte des rendements de transformation) y compris l'emballage, et de l'autre côté par les facteurs de production intervenant dans sa fabrication (main d'œuvre, matériel, mobilier, énergie, bâtiment, transport, frais généraux). Pour bien le calculer, il faut partir d'une prévision réaliste des quantités vendues et établir le compte de résultat prévisionnel comme le montre l'exemple décrit ci-dessous.

Dans cet exemple, le prix de vente est un prix " départ atelier ". Il faut lui ajouter les frais de transport (10 % maximum), les marges des revendeurs (10 % à 25 %) et aussi les taxes (TVA), le cas échéant, pour avoir le prix final payé par le consommateur.

Parfois, le prix ainsi calculé pour satisfaire toutes les contraintes dépasse le prix que le consommateur est prêt à payer, compte tenu des frais de distribution. Des réajustements dans l'organisation, les investissements, l'approvisionnement ou le marketing permettent alors de rabaisser le prix de revient pour préserver la rentabilité et la pérennité de l'organisation coopérative.

Le critère de solvabilité de la clientèle ciblée peut amener le producteur à exclure la partie de la population la plus démunie, et donc celle qui a le plus besoin du produit. Des solutions particulières doivent être recherchées par les services publics pour répondre aux besoins de cette frange de population défavorisée, en collaboration avec le conseil d'administration. Il est très difficile pour une coopérative en création de prendre en compte une clientèle non solvable.

3.7.2.8. Connaître ses besoins en investissement et en trésorerie

L'entrepreneur a besoin d'argent pour préparer son projet et mettre en place la coopérative et pour la faire fonctionner dans les premiers temps.

Deux tableaux permettent d'établir des budgets et de faire ressortir les besoins de financement.

- Un premier tableau fait état de tous les investissements nécessaires (terrain, bâtiment, matériel et outillage) évalués au prix rendu sur site : c'est la mise en place de l'unité de fabrication. Il est conseillé de limiter les investissements qui pèsent ensuite sur la trésorerie en cas d'emprunt. Ainsi, une jeune coopérative peut démarrer son activité en louant le bâtiment au lieu de construire, choisir de petites machines en les faisant tourner plus longtemps, etc.
- Un deuxième tableau présente les entrées et sorties d'argent prévisionnelles durant les trois premières années : c'est le fonctionnement de l'unité. Dans les six premiers mois de fonctionnement, le budget de trésorerie fera souvent apparaître des dépenses supérieures aux recettes : il faut plusieurs mois avant d'atteindre le fameux seuil de rentabilité et pendant ce temps, il faut pouvoir acheter la matière première et payer les différentes charges. Certaines mesures et dispositions peuvent réduire cet écart mais le reste devra trouver un financement particulier (ex. : trouver des fournisseurs rapides pour limiter les stocks, obtenir des délais de paiement).

Le respect de ces règles permet de calculer le montant des investissements nécessaires et les besoins en trésorerie (fond de roulement).

3.7.2.9. Rechercher un financement pour le démarrage

Avec ces données, le conseil d'administration connaîtra la somme d'argent dont il aura besoin. Il lui faudra alors trouver les financements nécessaires et pour ce faire un dossier doit être préparé à cet effet.

Ce dossier sera destiné à convaincre les tiers de contribuer financièrement à la création de la coopérative. Il doit présenter le projet de façon précise avec les partenaires qui sont déjà impliqués dans la phase de préparation. Une fois le dossier prêt, l'administrateur ira en campagne pour la recherche de fonds. Les premières personnes à contacter sont les membres, qui sont souvent mis à contribution pour financer la phase de préparation, mais qui peuvent aussi participer à la mise en place ou au fonctionnement. Ensuite, viendront des partenaires locaux (entreprises locales) qui peuvent avoir intérêt à participer à la création d'unités de production de farines infantiles, soit pour leur image de marque, soit pour leur fonctionnement propre.

Hormis le gouvernement, les organisations internationales sont aussi des bailleurs de fonds importants qu'il ne faut pas négliger, d'autant plus qu'ils peuvent donner des subventions, donc de l'argent non remboursable. Parmi eux, on peut remarquer l'Agence Américaine de Développement International (USAID), certaines agences des nations unies telles que le Programme Alimentaire Mondiale (PAM), la FAO, ou l'UNICEF. L'acquisition de ces fonds facilitera le démarrage de l'unité coopérative et elle permettra sans nul doute l'amélioration des revenus des femmes.

DISCUSSIONS

Les indications d'un aliment à base de soja sont discutées. Une alimentation contenant des protéines de soja a fait récemment l'objet d'une étude immunologique menée par des chercheurs de l'Université de l'Illinois. Les résultats publiés dans « Proceedings of the National Academy of Sciences » indiquent que cette alimentation pourrait empêcher le fonctionnement du système immunitaire des bébés. En effet, un composé du soja, semblable à l'hormone oestrogène, a entraîné chez des souris une réduction importante du nombre de leucocytes et des modifications du thymus, glande où ces cellules atteignent leur maturation. Mais ceci ne doit pas nous empêcher à mettre au point notre aliment qui présente des nombreux avantages.

Néanmoins, pour arriver à produire un aliment propre répondant aux besoins des jeunes enfants, il est fondamental de répondre à certaines exigences des règles de bonnes pratiques d'hygiène, d'où un préalable de la formation des acteurs en particulier des mères à la constitution des repas de bonne qualité tant sur le plan microbiologique qu'organoleptique.

Les bouillies ont une place importante dans la nutrition infantile africaine. C'est le mode alimentaire habituellement utilisé pour compléter l'allaitement maternel avant l'introduction du plat familial. La préparation de bouillies de céréales par les mères ainsi que l'achat de farines sur le marché local répondent à cette habitude alimentaire. L'éducation nutritionnelle devra encourager ce mode d'alimentation à partir de six mois et recommandera aux mères, à condition de ne pas en faire une alternative à l'allaitement maternel.

Depuis quelques dizaines d'années, les campagnes de lutte contre la malnutrition infantile ont permis de mettre au point et enseigné des recettes de bouillies enrichies dont la qualité nutritionnelle est améliorée par un meilleur équilibre entre sucres, protéines, lipides, vitamines et minéraux. La mise au point de cet aliment proposé poursuit le même objectif. Les résultats de ces campagnes antérieures n'ont pas toujours été à la hauteur des espérances.

De nombreuses publications montrent cependant que, la plupart de ces bouillies enrichies ou non, ont une très faible valeur énergétique et ne satisfont pas aux besoins énergétiques des jeunes enfants. Les acteurs seront initiés à bien faire la distinction entre aliment équilibré dans sa composition et un aliment de valeur énergétique élevée. L'enfant, à plus forte raison s'il est très jeune et/ou malnutri, a besoin d'un aliment à la fois équilibré et énergétique.

En modifiant les proportions entre l'eau et la farine, les mères adaptent la consistance des bouillies à l'âge de leurs enfants, bouillies épaisses quand ils sont grands, bouillies légères, c'est-à-dire diluées quand ils sont petits ou malades. Ces pratiques de dilution vont à

l'encontre des besoins de l'enfant et aggravent encore le risque de la MPE. C'est pour dire que la consistance d'un aliment ne renseigne pas toujours sur sa valeur nutritionnelle, et qu'un aliment épais, peut parfois être moins nourrissant qu'un aliment liquide. L'objectif de cette stratégie est d'avoir à la fois des aliments de consistance adaptée et de haute qualité nutritionnelle permettant d'assurer une meilleure santé et une bonne croissance des jeunes enfants.

L'utilisation d'une farine infantile instantanée réduit le temps de préparation. Elle est un facteur d'économie d'énergie. En revanche, elle peut se révéler risquée dans les endroits où l'eau disponible n'est pas potable et où l'habitude de faire bouillir l'eau avant sa consommation est absente. Les bouillies ainsi préparées peuvent provoquer différents troubles chez les enfants (diarrhées). L'emploi d'une farine infantile à cuire, où l'eau bout pendant plus de 5 minutes lors de la préparation, limite ce problème. Cet aspect n'est pas à négliger car, outre le risque de voir les consommateurs incriminer le produit, la santé des enfants peut être mise en jeu.

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 nombreuses 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 hydro thermiques 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.

D'autres carences nutritionnelles coexistent très certainement dans la population, en particulier la carence en fer. Dans la mesure du possible, il apparaît nécessaire de renforcer le message de l'introduction progressive, à partir de 5-6 mois, d'autres ingrédients dans l'alimentation de l'enfant tels que la viande ou le poisson, les fruits et les légumes.

Des programmes intensifs d'éducation pour le public sont nécessaires pour assurer la vulgarisation du produit mis au point. Ceci se justifie surtout qu'il existe un sentiment typiquement africain qui laisse croire que tout ce qui est fabriqué sur le territoire national soit de qualité douteuse. C'est dans cet esprit que l'on évitera, pour nos populations, qu'un tel produit qui garantit l'état nutritionnel des enfants devienne un luxe ; c'est-à-dire cher et rare : c'est une loi du marché.

Enfin, l'une des critiques au projet de transfert de technologie se fonde sur des considérations d'hygiène alimentaire. Beaucoup d'interrogations se font jour à propos de la qualité microbiologique de la farine de maïs germé après sa mouture et lors de sa conservation. Les idées se focalisent sur les taux de Coliformes totaux, d'*Escherichia coli*, d'*Aspergillus*, de *Salmonelles* qui sont des sources de contamination et de toxicité. Mais, si nous devons attendre que toutes ces conditions soient réunies avant de lancer de tels projets, ceux-ci ne verront jamais le jour. Ce qui est urgent en Afrique, c'est de nourrir les enfants de 6-24 mois aux fins de baisser les prévalences de la malnutrition protéino-énergétique et de laisser un savoir faire aux mères. Certes, certaines améliorations peuvent être apportées à la technique à domicile de fabrication de la farine à cuire. On pourrait aussi améliorer la technique de germination en faisant germer les grains de maïs dans des sacs de toile moustiquaire en nylon, à l'abri de la lumière, comme si elle était à terre, que l'on laisserait suspendus au plafond de la case. En saison pluvieuse, ces sacs pourraient être maintenus au-dessus des foyers des cuisines aux fins de faire sécher plus correctement les grains germés avant la mouture.

A partir des résultats et des expériences acquis au cours du fonctionnement de l'atelier de fabrication des farines instantanées dans les zones autrefois touchées par les conflits armés, on pourra envisager la création d'autres ateliers à l'ouest du pays. Avec de l'aide des chercheurs, on pourrait aussi envisager la possibilité d'utiliser d'autres produits de substitution locaux.

Ces produits pourraient remplacer telle ou telle matière première selon la disponibilité du moment. Ainsi le soja pourrait être remplacé par le haricot ou l'arachide, aussi disponible en quantité suffisante dans le pays et le maïs pourrait se substituer au riz. En fait, la mise au point de tels produits a l'avantage d'être flexible.

CONCLUSION GENERALE

Au terme de ce travail, il est indispensable pour nous de tirer quelques conclusions et recommandations sur la mise au point d'un aliment infantile que nous proposons dans la lutte contre la MPE en post conflits en RD Congo.

Nous souhaitons à partir de cette étude contribuer de façon globale à la mise au point d'un aliment de bonne qualité nutritionnelle et organoleptique en assurant d'une part aux consommateurs un produit aux qualités nutritionnelles optimales et d'autre part aux producteurs des procédés techniquement, économiquement et sociologiquement viables.

L'aliment produit dans ce programme est une bouillie obtenue à partir d'une préparation fait des farines de maïs, de soja auxquels l'on pourra ajouter de l'huile de palme rouge et du sucre. Ces produits sont originaires de la RD Congo, ils peuvent être fabriqués aussi bien de façon artisanale à l'échelle familiale qu'en unité industrielle.

La malnutrition protéino-énergétique constitue un véritable problème de santé publique dans les pays en développement et surtout dans les zones touchées par les conflits armés comme c'est le cas en RD Congo.

Les déplacements massifs engendrés par ces guerres ont entraîné des perturbations dans le circuit de production alimentaire de la population. L'état nutritionnel de ces populations victimes des conflits armés a été considérablement affecté, auquel se sont ajoutés un climat d'insécurité totale et un cortège de maladies infectieuses.

La RD Congo est l'un des pays confronté à cette situation qui n'a cessé d'entraîner la survenue de diverses formes de malnutrition. Ces événements ont conduit une grande partie de la population dans un état d'extrême pauvreté.

L'amélioration du statut nutritionnel des groupes vulnérables constitue plus que jamais, un objectif de planification de tous les secteurs et un indicateur de développement socioéconomique. Investir dans la nutrition, c'est donc assurer des ressources humaines en bonne santé, garant d'un développement durable.

En effet, à travers cette étude, nous avons voulu montrer qu'un investissement modeste en passant par la transformation et la vulgarisation de la consommation de la bouillie au soja peut améliorer le statut nutritionnel des groupes vulnérables.

Ainsi, nous pensons que la RD Congo éviterait, des milliers de morts d'enfants, un affaiblissement dramatique du potentiel intellectuel, et d'énormes pertes de productivité économique.

Les protéines sont nécessaires pour fabriquer des anticorps qui permettent à l'organisme de se défendre contre les infections, d'autant plus qu'une infection banale chez un enfant bien nourri devient rapidement une maladie extrêmement grave et parfois mortelle chez un enfant sous-alimenté. Ceci est d'autant plus grave que l'on ne dispose pas toujours de médicaments nécessaires où tout peut manquer. Il est donc important de veiller à ce que les enfants en plus de l'allaitement au lait maternel puisse avoir une alimentation équilibrée, facile à se procurer à partir des ressources locales. C'est ainsi qu'il faut veiller au rétablissement du tissu socio-économique détruit par la guerre et favoriser la relance de la production agricole locale.

Grâce à la création de petites coopératives de transformation de graines oléagineuses, certaines collectivités peuvent se procurer de la farine de maïs et de soja à bon marché, qui constituent une importante source d'énergie pour les jeunes enfants. Ce genre d'organisation à assise communautaire mobilise, au sein de chacune des collectivités, différents intervenants économiques dont les propriétaires et les agriculteurs et favorisent la création des revenus dans les ménages. La simple présence d'une presse à piston dans un milieu tend à stimuler la production de graines oléagineuses telles que le soja et peut devenir un élément clé du développement de l'industrie rurale.

Par ses qualités nutritionnelles, une bouillie au soja représente un des moyens de lutte contre la malnutrition et trouve sa place dans une politique de santé publique soucieuse d'améliorer l'état nutritionnel d'une population.

Par son mode de fabrication artisanale et décentralisée, la production du soja permet de créer une activité rémunératrice pour des femmes groupées en association ou en coopérative. En effet, la production agricole, la transformation et la vente sur place des aliments de complément offrent des avantages, créent des emplois et permettent souvent d'introduire de nouvelles techniques. Les analyses coûts/avantages peuvent nous démontrer un équilibre favorable impressionnant au point de vue financier, économique et social. Ils induisent aussi des effets secondaires dont certains sont à retenir :

- l'offre du produit au grand public et à des prix abordables ;
- la demande de moins de travail pour les mères qui peuvent utiliser des aliments de sevrage précuits ;
- une économie en combustibles pour la cuisson. C'est autant de gagner du point de vue écologique.

Ces mères et futures mères seront mieux nanties aussi à travers une meilleure connaissance des bonnes pratiques alimentaires et la protection des ressources pour les générations futures.

Par ce travail, nous pensons par notre modeste contribution que des enfants sains et forts sont des bras valides potentiels pour le pays, gages d'un développement socio-économique durable.

En définitif, il paraît important de poursuivre l'effort en faveur de la promotion de l'allaitement maternel et d'insister sur l'importance de l'éducation nutritionnelle pour que l'enfant puisse bénéficier d'une diversification dans son alimentation dès l'âge de 6 mois comme le préconisent les recommandations internationales en matière de nutrition.

Cette production locale du soja suivie de la transformation des farines s'intègre bien à la fois dans un projet de santé publique, de développement agricole et d'activité rémunératrice surtout féminine.

BIBLIOGRAPHIE

- 1.-**Anon.** Intsoy develops new techniques for soymilk processing, INSOY Newsletter N°36, Université de l'Illinois à Urbana-Champaign, 1987
- 2.-**Asiedu J.J.** La transformation des produits agricoles en zone tropicale, approche technologique. Editions Karthala, Paris, 1991, 289 pages
- 3.-**Banque Centrale du Congo.** Condensé d'informations statistiques n°23/2000, 15 septembre 2000 et Évolution économique et financière récente, Kinshasa, 2000, 132 pages
- 4.-**BEAU.** Les informations complémentaires sur les d'études du CEPLANUT et de l'UNICEF, Kinshasa, 1993, 43 pages
- 5.-**Boles JM, Renault A, Menez JF, Garo B, Youinou P.** Dénutrition et immunité-respiratoire, Nutr.Clin.Métabo 1994, 1, 8:39-44
- 6.-**Boulangier P-M., Michiels D., De Jaegher C.** Systèmes d'Information pour la Sécurité alimentaire : L'expérience AEDES en Afrique, pp31-34, L'Harmattan, 2004
- 7.-**Bounie D., Grangeret P. et Medina A.L.** L'extrusion à faible coût : bilan et perspectives d'une expérience de technologie appropriée. Miméo, 1991, 76 pages
- 8.-**Bourgeois C.M., Mescle J-F., Zucca J.** Microbiologie Alimentaire, Aspect microbiologique de la sécurité alimentaire et de la qualité des aliments ; Tome 1, 1996
- 9.-**Briend A, Maire B, Desjeux JF.** La malnutrition protéino-énergétique dans les pays en voie de développement. In : Traité de nutrition pédiatrique, Maloine, Paris,1996, pp 467-512
- 10.-**Brown KH.** Une technologie à portée des ménages. CRDI, Ottawa, 1991,208 pages
- 11.-**Bulletin du réseau Technologie et partenariat en agroalimentaire.** Dossier : Les farines infantiles. Editions Dumas, Paris, mai 1998. Numéro 15. 48 pages
- 12.-**FAO.** L'état de l'insécurité alimentaire dans le monde. Rome, 2000 (en ligne sur le site de la FAO)
- 13.-**FAO.** L'état de l'insécurité alimentaire dans le monde 2000. Rome, 2001, 281 pages (en ligne sur le site de la FAO)
- 14.-**FAO.** Technologies de production de farines alimentaires et de produits protéiques issus du soja, bulletin des services agricoles N°97, Rome, 1993, 192 pages
- 15.-**FAO/WHO.** Expert Consultation on Human Vitamin and Mineral Requirements, Report on Recommended Nutrient Intakes, FAO Bangkok, 1998, 43 pages
- 16.-**FAO/OMS.** Prévention des carences spécifiques en micro nutriments. Document thématique N°6 – Conférence Internationale sur la Nutrition – Rome 1992, 45 pages.

- 17.-**Gawin M., Wettstein A.** Soymilk and other soya products-From the traditionnal method of production to the new manufacturing processes ». Buhler Ltd, Uzwil, 1990
- 18.-**Gay J.P.** Maïs, mythe et réalité, Editions Atlantica, 1999, 231 pages
- 19.-**Institut national des statistiques.** Projections démographiques de la population de la ville de Kinshasa, 2000, 89 pages
- 20.-**Lenjalley.** Bulletin du Fonds Mondial de Solidarité Contre la Faim (22,2) Avril 1988
- 21.-**Leveau J-Y, Bouix M.** Nettoyage, désinfection et hygiène dans les bio-industries, collection sciences et techniques alimentaires. Editions TEC & DOC Paris 1999, 548 pages
- 22.-**Lemonier D., Ingenbleek Y., Hennart P.** Alimentation et nutrition dans les pays en développement. 4èmes journées scientifiques internationales de GERM. Editions Karthala, ACCT et Aupelf, Spa (Belgique), 23-29 avril 1989. Volume IX. ISBN 2-86537-345-2. 742 pages
- 23.-**Maire B, Delpeuch F.** Nutrition et alimentation en Afrique au Sud du Sahara – les défis du 21ème siècle. Afrique contemporaine 2000 ; 195 : 156-71
- 24.-**Ministère de la Santé Publique.** Plan d'action quinquennal de la RD Congo 2000-2005, Kinshasa, 2004, 118 pages
- 25.-**MIPRO.** Plan triennal de relance du secteur agricole pour la région urbaine de Kinshasa, 1998', 304 pages
- 26.-**Nelson A., Steinberg M.P., et Wei L.S.** Illinois process for preparation of soymilk, J. Food Sci. 1976, 41:57
- 27.-**OCHA.** Impact humanitaire de l'environnement socio-économique : Tendances et faits marquants pour la ville de Kinshasa, Mission de programmation pour la relance du secteur agricole et rural, Kinshasa, 1996, 54 pages
- 28.-**O.M.S.** Turning the tide of malnutrition: responding to the challenge of the 21st century. Geneva, WHO, 2000 (WHO/NHD/00.7)
- 29.-**Roumet P.** Station de Génétique et d'Amélioration des plantes, INRA Montpellier, Résumé de la conférence donnée à Agropolis Museum le 29 Mars 2001
- 30.-**Tomé D. & Mariotti F.** Le soja dans l'alimentation, publication de l' Institut Danone Objectif nutrition N°50 (Mars 2000)
- 31.-**Trèche S., Martin-Prevel Y., Donnen P., Mbemba F., Dop M., Tchibinda F., Delpeuch F.** Aliments de sevrage à haute densité énergétique : Développement dans le cadre d'une Politique alimentaire nationale et suivi de l'impact nutritionnel au Congo. Editions Orstom, Paris, février 1996, 156 pages

32.-**UNICEF.** La situation des enfants dans le monde. Editions Granchamp, Genève, Numéro 32, 1999, 58 pages

33.-**World Health Organisation.** Complementary feeding of young children in developing countries, Geneva, 1998, 228 pages

34.-**Zagré N.M., Delpeuch F., Traissac P., Delisle H.** Red palm oil as a source of vitamine A for mothers and children : impact of pilot project in Burkina Faso, Public Health Nutrition 2003 ; 6 (8), 733-742.