

UNIVERSITÉ D'ANTANANARIVO



UNIVERSITE D'ANTANANARIVO

FACULTE DES SCIENCES

LABASAN

Laboratoire de Biochimie Appliquée
aux Sciences de l'Alimentation
et à la Nutrition

Département de Biochimie Fondamentale et Appliquée

Thèse de Doctorat en Sciences de la Vie

Option : Biochimie

**Elaboration et évaluation d'une stratégie
d'amélioration de l'alimentation de complément des
jeunes enfants à Brickaville
(Côte Est de Madagascar)**

présentée et soutenue publiquement par **RAZAFINDRAZAKA Razanajafy Vonimanitra**

Lalao

le 18 mai 2006 devant les membres de jury :

Président	: Professeur Victor JEANNODA
Directeur(s) de thèse	: Professeur Charlotte RALISON : Docteur Serge TRECHE
Examineurs	: Professeur Louissette RAZANAMPARANY : Professeur Laurence RALAMBORANTO : Professeur Blandine ANDRIANARISOA

Remerciements

Ce travail a été réalisé, à Brickaville (Madagascar), dans le cadre du volet rural du programme Nutrimad mis en œuvre conjointement par le Groupe de Recherches et d'Echanges Technologiques (GRET), l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD) et le Laboratoire de Biochimie de Appliquée aux Sciences de l'Alimentation et à la Nutrition (LABASAN) de l'Université d'Antananarivo. Il a été effectué dans les sites NAC de Brickaville, au LABASAN et à l'occasion d'un accueil de 4 mois au sein du laboratoire de l'UR 106 de l'IRD « Nutrition, Alimentation, Sociétés » à Montpellier.

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à

- * Madame Charlotte RALISON, Chef du LABASAN, pour m'avoir fait l'honneur, au cours de cette thèse mais également des années précédentes, de m'encadrer au cours de ma formation. Soyez assurée de mon entier dévouement et mes sincères remerciements.
- * Monsieur Serge TRECHE, Directeur de recherche à l'IRD, pour l'intérêt et la rigueur qu'il a toujours porté à mon travail malgré ses charges et ses responsabilités, pour ses aides et ses conseils précieux. Veuillez trouver ici l'expression de ma vive reconnaissance et toute ma gratitude.

Qu'il me soit permis de remercier également

- * L'IRD et particulièrement le Département Soutien et Formation des Communauté Scientifiques du Sud (DSF) pour l'allocation de recherches qu'il m'a accordée durant trois années et la confiance qu'il m'a toujours témoignée durant la réalisation de ma thèse.
- * La Responsable des programmes Nutridev pour le GRET, Madame Chantal MONVOIS, pour avoir accepté que j'effectue ma thèse dans le cadre du programme Nutrimad.
- * Le représentant du GRET à Madagascar, Monsieur Luc ARNAUD, d'avoir accepté de m'accueillir au sein de son équipe et de m'avoir fait profiter de ses conseils judicieux.
- * Mesdames Louise RAZANAMPARANY, Laurence RALAMBORANTO, Blandine ANDRIANARISOA et Monsieur Victor JEANNODA, enseignants chercheurs à la Faculté des Sciences pour avoir accepté de faire partie de mon comité de thèse et de bien vouloir consentir à juger ce mémoire.
- * Toute l'équipe GRET : Odette, Josée, Christiane, Léa, Mieja, Kali, Menja, Marie-Ange, Ony, Voahangy, Jeannette, Lala, Arthur, Arnaud, Gilbert, Nary, Rivo, Tiana, Rija, Mamisoa, Jim, Heritiana, Juvence, pour leur aide et leur soutien.
- * L'équipe d'animateurs travaillant dans l'unité de production de farine *koba mazika* pour leur bonne volonté.

- * Les mères et les enfants résidant dans les sites concernés par cette étude ainsi que les dirigeants administratifs et traditionnels qui ont eu l'amabilité de nous consacrer du temps et de collaborer avec nous malgré leurs multiples occupations.
- * Madame Christine VENTURIN pour son aide précieuse lors de la réalisation des analyses sensorielles

Je ne saurais oublier toute l'équipe de l'Unité de recherche 106, « Nutrition, Alimentation, Sociétés » de l'IRD, pour leur accueil chaleureux durant mon séjour.

Je remercie également toutes les personnes qui ont participé à la réalisation de ce travail, la famille RAZAFINDRAZAKA et la famille ANDRIANASOLO.

Je dédie cette thèse à ma fille **Ny Antsa** et à mon mari **Rivo** qui ont su faire preuve de toute la patience nécessaire et m'ont toujours encouragée durant la réalisation de ce travail.

Un grand merci à vous tous

Table des matières

INTRODUCTION ET SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

INTRODUCTION	1
SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE	4
1. Besoins nutritionnels et contraintes physiologiques des nourrissons et des jeunes enfants	4
1.1. Besoins en énergie et en macronutriments	4
1.2. Besoins en vitamines et minéraux	5
1.3. Apport nutritionnel du lait maternel	6
1.4. Age d'introduction des aliments de complément	7
1.5. Facteurs déterminants les ingérés nutritionnels	7
1.5.1 Les facteurs immédiats	8
1.5.2 Les facteurs sous-jacents	8
1.5.3 Les causes fondamentales	9
2. Caractéristiques requises pour un aliment de complément	9
2.1. Densités énergétique et en nutriments	9
2.1.1. Densité énergétique	9
2.1.2. Apports recommandés en nutriments	10
2.2. Aspects hygiéniques	11
2.3. Autres critères	12
3. Procédés utilisables pour conférer aux bouillies une densité énergétique et consistance appropriées	12
3.1. Ajout de sucre et d'huile	13
3.2. Hydrolyse thermomécanique	13
3.3. Hydrolyse enzymatique	14
4. Procédés utilisables pour améliorer la biodisponibilité des nutriments	14
4.1. Biodisponibilité des nutriments	14
4.2. Nature et modes d'action des facteurs antinutritionnels	15
4.2.1. Les phytates	15
4.2.2. Les α -galactosides	15
4.2.3. Les composés inhibiteurs d'enzymes digestives	15
4.3. Procédés pour améliorer la biodisponibilité des nutriments	16
4.3.1. Traitement thermique	16
4.3.2. Traitement enzymatique	16

5. Pratiques alimentaires et état nutritionnel des enfants à Madagascar au cours de la dernière décennie	16
5.1. Pratique alimentaire.....	16
5.2. Etat nutritionnel.....	19

Chapitre 1 : DIAGNOSTIC DE LA SITUATION ALIMENTAIRE ET DE L'ETAT NUTRITIONNEL DES ENFANTS

1. Introduction	23
2. Méthodologie	23
2.1. Choix des sites.....	23
2.2. Déroulement de l'enquête.....	24
2.2.1. Questionnaire	24
2.2.2. Mesure anthropométriques sur les enfants et leurs mères	24
2.3. Saisie, définition de variables et analyse des données.....	25
2.3.1. Saisie des données	25
2.3.2. Définition d'un score de vaccination.....	25
2.3.3. Définition d'un indice de biens possédés par les ménages	25
2.3.4. Définition d'un indice de qualité des pratiques alimentaires	25
2.3.5. Définition d'un score de connaissances nutritionnelles.....	25
2.3.6. Indices utilisés pour décrire l'état nutritionnel des enfants.....	26
2.3.7. Indice utilisé pour décrire l'état nutritionnel des mères	26
2.3.8. Analyse des données	26
3. Résultats et discussions	27
3.1. Caractéristiques socio-économiques des ménages, socio-professionnelles des parents et socio-sanitaires des enfants	27
3.1.1. Caractéristiques socio-économiques des ménages.....	27
3.1.2. Caractéristiques socio-professionnelles et état nutritionnel des mères	28
3.1.3. Caractéristiques socio-professionnelles des chefs de ménage	29
3.1.4. Caractéristiques socio-sanitaires des enfants.....	30
3.1.5. Morbidité des enfants	31
3.2. Pratiques alimentaires des enfants.....	31
3.2.1. Allaitement maternel.....	31
3.2.1.1. Allaitement initial et pratiques alimentaires à la naissance.....	31
3.2.1.2. Indicateurs de conduite de l'allaitement et fréquence des tétées	32
3.2.2. Alimentation de complément	33
3.2.2.1. Age d'introduction de différents types d'aliments.....	33

3.2.2.2. Fréquence de consommation des aliments principaux.....	35
3.2.2.3. Fréquence de consommation des aliments d'accompagnement.....	36
3.2.3. Qualité des pratiques alimentaires des enfants	37
3.2.4. Mise en évidence des déterminants des pratiques alimentaires.....	37
3.3. Etat nutritionnel des enfants de 0 – 23 mois	40
3.3.1. Prévalences des différentes formes de malnutrition selon l'âge.....	40
3.3.1.1. Retard de croissance	40
3.3.1.2. Emaciation.....	41
3.3.1.3. Insuffisance pondérale	41
3.3.2. Mise en évidence des relations existant entre les prévalences des différentes formes de malnutrition et certaines caractéristiques des enfants, de leurs mères et des ménages	42
3.4. Connaissances des mères en matière de nutrition infantile.....	46
3.4.1. Accès à l'information	46
3.4.2. Connaissances des mères en matière de nutrition infantile.....	47
3.4.3. Mise en évidence des relations existant entre le niveau de connaissances nutritionnelles des mères et certaines caractéristiques des enfants, de leurs parents et de ménages	48
4. Conclusion	53

Chapitre 2 : DEFINITION ET ELABORATION D'UN ALIMENT UTILISABLE DANS LE CADRE DE LA STRATEGIE

1. Introduction	55
2. Méthodologie	55
2.1. Mise au point de la source amylasique	55
2.1.1. Choix des matières premières.....	55
2.1.2. Etude du comportement des graines au cours de la germination dans les conditions contrôlées.....	56
2.1.2.1. Germination des graines.....	56
2.1.2.2. Prélèvement d'échantillons	56
2.1.2.3. Mesure du rendement de germination	56
2.1.2.4. Suivi de l'évolution morphologique des graines.....	56
2.1.2.5. Suivi de la cinétique de la production d' α -amylase.....	56
2.1.2.6. Suivi de l'évolution des teneurs en sucres solubles.....	57
2.1.2.7. Suivi de l'évolution des teneurs en facteurs antinutritionnels	57
2.1.2.7.1. Dosage des α -galactosides	57
2.1.2.7.2. Dosage des inhibiteurs de trypsine.....	58
2.1.2.7.3. Dosage des phytates	58

2.1.3. Définition des conditions de production de la farine d'ambérique germée au sein d'une unité de production artisanale.....	59
2.1.3.1. Facteurs étudiés.....	59
2.1.3.1.1. Comparaison de l'effet du support de germination.....	59
2.1.3.1.2. Détermination de la quantité optimale de graines à mettre à germer.....	59
2.1.3.1.3. Détermination de la durée optimale de trempage avant germination.....	60
2.1.3.1.4. Détermination de l'effet de la durée d'immersion.....	60
2.1.3.1.5. Détermination de l'effet de la durée de germination.....	60
2.1.3.1.6. Détermination des effets de différents modes et durées de séchage.....	60
2.1.3.1.6.1. Effet de la densité de chargement des graines sur les claies au cours du séchage solaire.....	60
2.1.3.1.6.2. Effet de l'inventaire des claies au cours du séchage dans un séchoir à gaz.....	60
2.1.3.2. Méthode de mesure de l'efficacité des différents facteurs étudiés sur la germination.....	61
2.1.3.2.1. Mesure du rendement de germination.....	61
2.1.3.2.2. Mesure de l'activité α -amylasique de la farine d'ambérique germée.....	61
2.1.3.2.3. Mesure du pouvoir fluidifiant de la farine d'ambérique germée.....	62
2.1.3.2.4. Mesure de la teneur en matière sèche.....	62
2.2. Mise au point de l'aliment de complément.....	62
2.2.1. Formulation de l'aliment.....	62
2.2.1.1. Objectifs nutritionnels.....	62
2.2.1.2. Mise au point des formules.....	62
2.2.1.3. Présentation du produit.....	63
2.2.2. Validation des formules de l'aliment.....	63
2.2.2.1. Etude de la transférabilité de la préparation.....	63
2.2.2.2. Evaluation de la qualité sensorielle de la bouillie <i>koba mazika</i> auprès des consommateurs.....	63
3. Résultats et discussions.....	65
3.1. Production de la source amylasique.....	65
3.1.1. Aptitude de la graine à la germination.....	65
3.1.2. Evolution de la morphologie des graines au cours de la germination.....	65
3.1.3. Modification de la composition biochimique des graines au cours trempage et de la germination.....	66

2.3.4. Questionnaire	85
2.3.5. Mesures des quantités de bouillies ingérées	86
2.3.6. Mesure de l'écoulement et de la matière sèche.....	86
2.3.7. Pesées des enfants.....	86
2.4. Caractérisation de la consommation alimentaire avant et pendant les périodes de consommation des bouillies.....	87
2.4.1. Caractérisation des aliments consommés.....	87
2.4.2. Réplication et mesure de quantités de repas donnés à l'enfant	87
2.4.3. Détermination des quantités des aliments achetés : aliments de rue, aliments en vrac, aliments industriels.....	87
2.4.4. Détermination des quantités d'énergie et de nutriments ingérés.....	88
3. Résultats et discussions	88
3.1. Caractéristiques des enfants ayant participé à l'étude et de leurs parents.....	88
3.2. Ingérés énergétiques et nutritionnels à partir des bouillies <i>koba mazika</i> et/ou <i>koba aina</i>	89
3.2.1. Caractéristiques moyennes des bouillies.....	89
3.2.2. Ingérés moyens en bouillies et en matière sèche	89
3.2.3. Ingérés énergétiques, protéiques et lipidiques.....	91
3.2.4. Contribution des bouillies à la couverture des besoins énergétiques	92
3.3. Effets de la consommation des bouillies <i>koba mazika</i> et <i>koba aina</i> sur les fréquences de tétées et de consommation d'autres aliments de complément	93
3.4. Effet de la consommation des bouillies <i>koba mazika</i> et <i>koba aina</i> sur les niveaux d'ingérés et la couverture des besoins nutritionnels des enfants.....	95
3.4.1. Ingérés en matière brute et en matière sèche.....	95
3.4.2. Ingérés moyens en énergie, en protéines et en lipides.....	96
3.4.3. Contribution à la couverture des besoins nutritionnels	97
3.4.4. Contribution des nutriments à l'apport énergétique	99
4. Conclusion	100

Chapitre 4 : EVALUATION DE L'APTITUDE D'UNE UNITE DE PRODUCTION

ARTISANALE A PRODUIRE LA FARINE INFANTILE *KOBA MAZIKA* ET DES MENAGES A LA PREPARER SOUS FORME DE BOUILLIES

1. Introduction	102
2. Méthodologie	102
2.1. Mesure de l'activité α -amylasique de la farine d'ambérique germée et de la variabilité des caractéristiques rhéologiques des bouillies préparées à partir de la farine <i>koba mazika</i> produite au sein de l'unité	102
2.1.1. Variabilité de l'activité α -amylasique de l'ambérique germée en fonction du lot de production et de la durée de conservation	103

2.1.2. Variabilité des caractéristiques rhéologiques des bouillies en fonction du lot de production	103
2.2. Effets du stockage sur les qualités organoleptiques et microbiologiques de la <i>koba mazika</i>	103
2.2.1. Durée de stockage et aspect sensoriel des farines	104
2.2.2. Préparation des échantillons	104
2.2.2.1. Farine	104
2.2.2.2. Bouillie	104
2.2.3. Ensemencement et incubation	105
2.2.3.1. Flore aérobie mésophile totale	105
2.2.3.2. Coliforme fécaux	105
2.2.3.3. <i>Escherichia coli</i>	105
2.2.3.4. Levures et moisissures	105
2.2.3.5. Salmonelles	105
2.2.4. Lecture des résultats et dénombrement	106
2.3. Bilan matière de la production de farine d'ambérique germée et de <i>koba mazika</i>	106
2.3.1. Mesure des rendements de transformation au cours de la production de farine d'ambérique germée	106
2.3.1.1. Le triage/tamisage	106
2.3.1.2. Le lavage	106
2.3.1.3. Le trempage	106
2.3.1.4. La germination des graines	107
2.3.1.5. Le séchage	107
2.3.1.5.1. Le séchage au soleil	107
2.3.1.5.2. Le séchage à gaz	107
2.3.1.5.3. Le vannage – broyage	107
2.3.2. Mesure du rendement de production de la farine <i>koba mazika</i>	107
2.4. Réalisation d'un diagnostic de fonctionnement de l'unité de production	108
2.4.1. Etude des charges de la production de <i>koba mazika</i>	108
2.4.2. Suivi des ventes de farine	108
2.5. Etude de la variabilité du mode de préparation et de la valeur nutritionnelle des bouillies préparées au niveau des ménages	108
3. Résultats et discussions	109
3.1. Variabilité de l'activité α -amylasique de la farine d'ambérique germée et des caractéristiques rhéologiques des bouillies <i>koba mazika</i>	109
3.1.1. Variation de l'activité α -amylasique en fonction du lot de production et de la durée de conservation	109
3.1.1.1. Activité α -amylasique	109
3.1.1.2. Variation du pouvoir fluidifiant de la farine d'ambérique germée	

en fonction du lot de production et de la durée de conservation.....	109
3.1.2. Variabilité des caractéristiques rhéologiques des bouillies <i>koba mazika</i> préparées à partir de farines issues de différents lots de production.....	110
3.2. Qualités organoleptiques et microbiologiques de la <i>koba mazika</i>	111
3.2.1. Qualité organoleptique des farines.....	111
3.2.2. Qualité microbiologique des farines.....	111
3.2.3. Qualité microbiologique des bouillies.....	112
3.2.3.1. Température de cuisson des bouillies.....	112
3.2.3.2. Qualité microbiologique des bouillies.....	113
3.3. Bilan matière de la production de farine d'ambérique germée e de <i>koba mazika</i>	114
3.3.1. Rendements de fabrication de la farine d'ambérique germée.....	114
3.3.2. Bilan matière de fabrication de la <i>koba mazika</i>	114
3.4. Diagnostic du fonctionnement de l'unité de production de <i>koba mazika</i>	118
3.4.1. Charges de production de la farine <i>koba mazika</i>	118
3.4.1.1. Coût des matières premières entrant dans la composition de la <i>koba mazika</i>	118
3.4.1.2. Coût des consommables.....	119
3.4.1.3. Amortissement des équipements.....	119
3.4.1.4. Coût de la main d'œuvre.....	120
3.4.1.5. Coût de production de la farine <i>koba mazika</i>	120
3.4.2. Etat des ventes de la farine <i>koba mazika</i> dans les sites.....	121
3.4.3. Compte de résultat de la production de <i>koba mazika</i>	122
3.5. Variabilité des modes de préparation et valeur nutritionnelle des bouillies préparées par les mères.....	122
3.5.1. Respect de l'hygiène et variabilité des modes de préparation.....	122
3.5.2. Valeur nutritionnelle des bouillies.....	123
 4. Conclusion.....	 123

Chapitre 5 : SUIVI ET EVALUATION DE LA STRATEGIE

1. Introduction.....	125
2. Méthodologie.....	125
2.1. Choix des sites d'intervention.....	125
2.2. Suivi du degré d'adoption de la stratégie.....	125
2.3. Evaluation de l'impact de la stratégie.....	126
2.3.1. Méthodologie d'évaluation et déroulement de l'enquête.....	126
2.3.2. Population cible.....	126
2.3.3. Création de nouvelles variables.....	127
2.3.4. Analyse des données.....	127

2.4. Recherche des déterminants du niveau de consommation de la farine <i>koba mazika</i>	128
3. Résultats et discussions	128
3.1. Degré d'adoption de la stratégie	128
3.1.1. Evolution de la vente de <i>koba mazika</i>	128
3.1.2. Evolution du taux de pénétration	129
3.1.3. Niveau de la consommation de <i>koba mazika</i> par enfant	129
3.2. Evolution observées au niveau de la population étudiée	130
3.2.1. Evolution des caractéristiques socio-économiques des ménages	130
3.2.2. Evolution des caractéristiques socio-professionnelles des parents	131
3.2.3. Evolution des caractéristiques sociales et sanitaires des enfants	132
3.3. Effet de la stratégie sur les connaissances nutritionnelles des mères	134
3.3.1. Evolution de l'accès à l'information	134
3.3.2. Evolution des connaissances des mères	135
3.4. Effet de la stratégie sur les pratiques alimentaires des enfants	135
3.4.1. Allaitement initial et distribution de boissons à la naissance	135
3.4.2. Indicateurs de conduite de l'allaitement	136
3.4.3. Age d'introduction de différents types d'aliment	137
3.5. Effet de la stratégie sur l'état nutritionnel des enfants	138
3.5.1. Retard de croissance	138
3.5.2. Emaciation	140
3.5.3. Insuffisance pondérale	141
3.5.4. Effets de l'intervention sur les Z-scores ajustés après prise en compte des facteurs de confusion	143
3.5.5. Impact de l'intervention sur la croissance des enfants âgés de moins de 12 mois au début de l'intervention	144
3.6. Détermination du niveau de consommation de <i>koba mazika</i>	146
4. Conclusion	148
DISCUSSION ET CONCLUSION	149

Liste des tableaux

Tableau 1	: Besoins en énergie des enfants de 0-23 mois	4
Tableau 2	: Besoins en protéines des enfants de 6-23 mois	5
Tableau 3	: Apports recommandés en vitamine et minéraux pour les enfants de 6-23 mois	6
Tableau 4	: Quantités moyennes de lait maternel ingérées dans les pays en développement pendant les deux premières années de la vie	7
Tableau 5	: Densité énergétique minimale requise pour un aliment de complément (kcal/100g)	10
Tableau 6	: Densité en protéines, en lipide et en micronutriments (pour 100 kcal) nécessaires dans les aliments de complément.....	11
Tableau 7	: Normes microbiologiques applicables aux farines infantiles (en nombre de germes par gamme de farine)	12
Tableau 8	: Evolution de la pratique de l'allaitement à la naissance chez les enfants de 1992 à 2003.....	17
Tableau 9	: Durée médiane (en mois) de l'allaitement exclusif et de l'allaitement.....	18
Tableau 10	: Fréquence de consommation en fonction de l'âge de différents types d'aliments de complément	19
Tableau 11	: Prévalence de la malnutrition selon l'âge.....	19
Tableau 12	: Caractéristiques socio- sanitaires et économiques des ménages	28
Tableau 13	: Caractéristiques socio-professionnelles et état nutritionnel des principaux donneurs de soins à l'enfant.....	29
Tableau 14	: Age et caractéristiques anthropométriques des mères.....	29
Tableau 15	: Caractéristiques socio-professionnelles des chefs de ménage	30
Tableau 16	: Caractéristiques socio- sanitaires des enfants.....	30
Tableau 17	: Prévalence de la maladie et de la diarrhée chez les enfants.....	31
Tableau 18	: Allaitement et distribution d'aliments à la naissance.....	31
Tableau 19	: Indicateurs de conduite de l'allaitement maternel et fréquence des tétées	32
Tableau 20	: Répartition des enfants selon la qualité de leurs pratiques alimentaires	37
Tableau 21	: Mise en évidence des relations existant entre la qualité des pratiques alimentaires et des enfants, de leurs mères et des ménages.....	38
Tableau 22	: Nature des relations existant entre pratiques alimentaires et certaines caractéristiques des enfants, de leurs mères et des ménages	39
Tableau 23	: Comparaison de la taille et du poids des enfants en fonction de la qualité de leur pratiques alimentaires	40
Tableau 24	: Etat nutritionnel des enfants de 0-23 mois	40
Tableau 25	: Mise en évidence des relations existant entre l'état nutritionnel des enfants et certaines de leurs caractéristiques ou des caractéristiques de leurs mères ou des ménages	43
Tableau 26	: Mise en évidence des relations existant entre le retard de croissance et	

certains caractéristiques liées aux enfants, à leurs parents et au ménage	44
Tableau 27 : Mise en évidence des relations existant entre l'émaciation et certaines caractéristiques liées aux enfants, à leurs parents et aux ménages.....	45
Tableau 28 : Mise en évidence des relations existant entre les prévalences de l'insuffisance pondérale et différentes variables liés à l'enfant, aux parents et au ménage.....	46
Tableau 29 : Accès à l'information nutritionnelle et sanitaire (en % de mères ayant déclarant avoir déjà entendu les types de message considérés)	47
Tableau 30 : Niveau de connaissances nutritionnelles des mères	47
Tableau 31 : Mise en évidence des relations existant entre le niveau de connaissance des mères et certaines caractéristiques des enfants, de leurs parents et des ménages.....	49
Tableau 32 : Mise en évidence des relations existant entre le niveau de connaissances des mères et différentes caractéristiques (variables qualitatives) des enfants.....	50
Tableau 33 : Mise en évidence des relations existant entre le niveau de connaissances des mères et différentes caractéristiques (variables qualitatives) des parents et des ménages	51
Tableau 34 : Mise en évidence des relations existant entre le niveau de connaissances des mères et différentes quantitatives liées à l'enfant et à la mère	52
Tableau 35 : Proportion d'ingrédients utilisés pour la préparation de bouillies de consistance comparable à partir de différents types de farines	64
Tableau 36 : Rendement de germination de 2 variétés d'ambérique	65
Tableau 37 : Croissance moyenne des plantules d'ambérique au cours de la germination	66
Tableau 38 : Analyse des effets de la variété et de la durée de germination sur la croissance des plantules	66
Tableau 39 : Évolution des teneurs en phytates au cours du trempage et de la germination des graines d'ambérique entières et égermées des variétés jaune et rouge	72
Tableau 40 : Effet des différents supports sur la germination	73
Tableau 41 : Effets de différentes quantités de graines sur la germination	74
Tableau 42 : Effets de différentes durées de trempage des graines d'ambérique avant la germination	74
Tableau 43 : Effets de différentes durées d'immersion des graines d'ambérique durant la germination.....	75
Tableau 44 : Effets de différentes durées de germination des graines d'ambérique.....	75
Tableau 45 : Formule de la farine infantile (<i>koba Mazika</i>)	78
Tableau 46 : Variabilité de la durée de cuisson des bouillies préparées au niveau des ménages	79
Tableau 47 : Teneur en matière sèche, quantité d'huile rajoutée et consistance des bouillies préparées au niveau des ménages	79
Tableau 48 : Analyse de variance des effets et interactions des facteurs au cours des essais	

de cuisson.....	79
Tableau 49 : Âge des dégustateurs.....	80
Tableau 50 : Comparaison des notes d'appréciation générale données par les panélistes à des bouillies préparées à partir de cinq farines différentes.....	81
Tableau 51 : Composition des farines <i>koba mazika</i> et <i>koba aina</i>	84
Tableau 52 : Comparaison de la contribution (%) des macronutriments au contenu énergétique des farines <i>koba mazika</i> et <i>koba aina</i> à la contribution recommandée pour les aliments de complément des enfants de 6-23 mois.....	85
Tableau 53 : Calendrier des études.....	85
Tableau 54 : Caractéristiques des bouillies distribuées.....	89
Tableau 55 : Comparaison des quantités moyennes (\pm écart-type) de bouillies ingérées par repas en fonction du type de bouillie, du jour de consommation et du moment de consommation.....	90
Tableau 56 : Comparaison des ingérés énergétiques moyens (\pm écart-type) et des quantités moyennes (\pm écart-type) de protéines brutes et de lipides ingérées par repas en fonction du type de bouillie, du jour de consommation et du moment de consommation.....	92
Tableau 57 : Evolution des fréquences de tétées et de distribution des aliments avant consommation des bouillies expérimentales.....	93
Tableau 58 : Comparaison des fréquences de tétées et de distribution des aliments autres que les bouilles distribuées en fonction de la nature de la bouillie distribuée.....	94
Tableau 59 : Valeurs moyennes (\pm écart-type) des quantités journalières de MB et de MS consommées avant et pendant la période de distribution des bouillies.....	95
Tableau 60 : Valeurs moyennes (\pm écart-type) des ingérés en énergie, protéines et lipides avant et pendant la période de distribution des bouillies.....	96
Tableau 61 : Durée de stockage des farines <i>koba mazika</i>	104
Tableau 62 : Effets du lot de production et de la durée de conservation sur l'écoulement des bouillies (en mm/30s).....	110
Tableau 63 : Qualité microbiologique des farines <i>koba mazika</i> après différentes durées de stockage	112
Tableau 64 : Qualité microbiologiques des bouillies <i>koba mazika</i> préparées à partir de farines ayant subi différentes durées de conservation.....	113
Tableau 65 : Rendements (%) sur la base de la MB des différentes étapes de fabrication de la farine d'ambérique germée.....	114
Tableau 66 : Calcul du coût des matières premières entrant dans la composition de 100 kg de <i>koba mazika</i>	118
Tableau 67 : Estimation du coût des consommables pour un lot de production de <i>koba mazika</i> à partir de 30 kg de graines d'ambérique mises à germer.....	119
Tableau 68 : Estimation des amortissements pour un lot de production de <i>koba mazika</i> à partir de germination de 30kg d'ambérique.....	120

Tableau 69 : Estimation du frais du personnel pour un lot de production de <i>koba mazika</i> à partir de germination de 30kg d'ambérique.....	120
Tableau 70 : Compte de résultat mensuel de la production de <i>koba mazika</i>	122
Tableau 71 : Teneur en matière sèche, densité énergétique et consistance des bouillies préparées au niveau des ménages	123
Tableau 72 : Evolution des caractéristiques socio-sanitaires et économiques des ménages des sites témoin et d'intervention entre 2003 et 2004.....	131
Tableau 73 : Évolution des caractéristiques socio-professionnelles des mères et des chefs de ménage	132
Tableau 74 : Evolution des caractéristiques des enfants	133
Tableau 75 : Evolution des caractéristiques sanitaires des enfants	133
Tableau 76 : Evolution de l'accès à l'information et types de conseils reçus par les parents.....	134
Tableau 77 : Evolution des connaissances des parents en matière de nutrition infantile.....	135
Tableau 78 : Évolution de l'allaitement et de distribution de boissons à la naissance.....	136
Tableau 79 : Evolution des indicateurs de conduite de l'allaitement maternel.....	136
Tableau 80 : Evolution de l'âge d'introduction de différents types d'aliments.....	137
Tableau 81 : Évolution des prévalences de retard de croissance et du Z-score moyen Taille/âge	139
Tableau 82 : Évolution des prévalences de maigreur et du Z-score moyen Poids/Taille	140
Tableau 83 : Évolution des prévalences de l'insuffisance pondérale et du Z-score moyen Poids/Age	142
Tableau 84 : Identification des variables significativement liées aux Z-scores	143
Tableau 85 : Niveaux de signification des effets de différents variables pouvant constituer des facteurs de confusion sur les valeurs des Z-scores et de l'interaction année*site après ajustement	144
Tableau 86 : Identification des facteurs susceptibles d'influer sur les différentiels de poids ou de taille des enfants ayant été enquêtés en 2003 et en 2004.....	145
Tableau 87 : Niveau de signification de l'effet de l'intervention et des différents facteurs de confusion sur les différentiels de taille et de poids entre les mesures réalisées avant et après intervention.....	146
Tableau 88 : Comparaison des différentiels de taille et de poids des enfants des sites témoins et d'intervention avant et après ajustement sur l'âge et sur les facteurs de confusion identifiés	146
Tableau 89 : Mise en évidence des relations existant entre le niveau de consommation de <i>koba mazika</i> et différentes variables liés à l'enfant, à la mère et au ménage.....	147

Liste des figures

Figure 1	: Modèle explicatif de l'ingéré en énergie et en nutriments à partir des aliments de complément.....	8
Figure 2	: Evolution de la prévalence d'allaitement exclusif chez les enfants de 0-23 mois de 1992 à 2003.....	18
Figure 3	: Evolution de la prévalence du retard de croissance des enfants de 0-23 mois de 1992 à 2003.....	20
Figure 4	: Evolution de la prévalence de la maigreur des enfants de 0-23 mois de 1992 à 2003.....	21
Figure 5	: Evolution de la prévalence d'insuffisance pondérale des enfants de 0-23 mois de 1992 à 2003.....	21
Figure 6	: Age d'introduction des boissons (fréquence cumulée d'enfants ayant commencé à consommer les aliments considérés en fonction de l'âge).....	33
Figure 7	: Age d'introduction d'aliments semi-solides (fréquence cumulée d'enfants ayant commencé à consommer les aliments considérés en fonction de l'âge).....	34
Figure 8	: Age d'introduction des aliments solides (fréquence cumulée d'enfants ayant commencé à consommer les aliments considérés en fonction de l'âge).....	34
Figure 9	: Fréquence de consommation de différents types d'aliments semi-solides par les enfants de 6-23 mois.....	35
Figure 10	: Fréquence de consommation de différents types d'aliments solides par les enfants de 6-23 mois.....	36
Figure 11	: Fréquence de consommation de différents types d'aliments d'accompagnement par les enfants en fonction de l'âge.....	36
Figure 12	: Évolution des Z-scores moyens des enfants de 0-23 mois.....	41
Figure 13	: Cinétique d'apparition de l'activité α -amylasique dans les graines d'ambérique au cours de la germination.....	67
Figure 14	: Evolution de la teneur en sucre des graines en fonction l'étape et de la durée de germination.....	69
Figure 15	: Evolution de la teneur en α -galactosides des graines au cours de la germination...	70
Figure 16	: Evolution de la teneur en inhibiteurs de trypsine dans les graines d'ambérique au cours de la germination.....	71
Figure 17	: Evolution de la teneur en MS des graines au cours du séchage au soleil en fonction de la densité de chargement des claies.....	76
Figure 18	: Evolution de la teneur en MS des graines au cours du séchage dans un séchoir à gaz selon le mode d'inversion des claies.....	77
Figure 19	: Comparaison de la contribution moyenne des différents aliments de complément à la couverture des besoins énergétiques avant et pendant la période de distribution des bouillies expérimentales.....	97
Figure 20	: Répartition des enfants en fonction de leur taux de couverture de leurs besoins	

	énergétiques à partir des aliments de complément avant et pendant la période de distribution des bouillies	98
Figure 21	: Répartition des enfants en fonction de leur taux de couverture de leurs besoins protéiques à partir des aliments de complément avant et pendant la période de distribution des bouillies	99
Figure 22	: Répartition des enfants en fonction de leur taux de couverture de leurs besoins lipidiques à partir des aliments de complément avant et pendant la période de distribution des bouillies	99
Figure 23	: Contribution des nutriments à l'apport énergétique total.....	100
Figure 24	: Evolution de l'activité amylasique de farines d'ambérique germée appartenant à différents lots de production en fonction de la durée de leur conservation	109
Figure 25	: Evolution de l'écoulement des bouillies préparés à partir de farines <i>koba mazika</i> appartenant à différents lots de production en fonction de la durée de leur conservation	110
Figure 26	: Distribution de fréquence de l'écoulement de bouillies préparées en conditions standardisées à partir de 37 échantillons de farines <i>koba mazika</i> issues de lots de production différents	111
Figure 27	: Variation de la température des bouillies au cours de la cuisson	113
Figure 28	: Bilan matière de la production de farine d'ambérique germée.....	116
Figure 29	: Étapes de production de la farine <i>koba mazika</i>	117
Figure 30	: Contribution des différents ingrédients au coût total des ingrédients de la <i>koba mazika</i>	118
Figure 31	: Contribution des différentes charges au coût de production de la farine <i>koba mazika</i>	121
Figure 32	: Evolution des ventes de <i>koba mazika</i> de novembre 2002 à avril 2004	121
Figure 33	: Evolution des ventes de <i>koba mazika</i> dans les 12 sites d'intervention entre avril 2003 et mai 2004.	128
Figure 34	: Evolution du taux de pénétration dans les 12 sites d'intervention.....	129
Figure 35	: Niveau de consommation de la farine <i>koba mazika</i> parmi les enfants ayant acheté au moins un sachet.....	130

Abréviations

Abs	: Absent
%	: Pourcentage
µg	: Microgramme
AET	: Apport Energétique Total
AFNOR	: Association Française de NORmalisation
Ar	: Ariary
ASOS	: Action Secours Organisation Santé
BAPNA	: Benzoyl DL-Arginine p-Nitroanitide
BF	: Bouillie de Farine instantanée
BI	: Farine infantile instantanée
BM	: Bouillie de Maïs
BR	: Bouillie de Riz
BS	: Bouillie de farine distribuée par une ONG
C	: Degré celsius
CDC	: Center for Disease Control
cm	: Centimètre
CR	: Contribution Recommandée
DNS	: Acide DiNitrosalicylique
EDS	: Enquête Démographique et de santé
EMB	: Eosine Bleu de Méthylène
ENDS	: Enquête Nationale Démographique et de santé
EPT	: Eau Peptonée Tamponée
ET	: Ecart- type
FAG	: Farine d'ambérique Germée
FAN	: Facteurs antinutritionnels
FAO	: Food and Agricultural Organisation : Organisation des Nations Unies pour l'Agriculture : et l'Alimentation
Fmg	: Franc malgache : FOibem-pirenena momba ny Flkarohana ampiarina amin'ny FAMPandrosoana ny eny
FOFIFA	ambanivohitra : Centre National de Recherche Appliquée au Développement Rural
g	: Gramme
GRET	: Groupe de Recherche et d'Echanges Technologiques
IMC	: Indice de Masse Corporelle
Ind	: Indéterminé
IP6, IP5, IP4	: Myo-Inositol 6-phosphates, Myo-Inositol 5-phosphates, Myo-Inositol 4-Phosphate
IRD	: Institut de Recherche pour le Développement
KA	: Koba Aina
kcal	: kilocalorie

KM	: Koba Mazika
LABASAN	: LABORatoire de Biochimie Appliquée aux Sciences de l'Alimentation et de la Nutrition
m	: mètre
MB	: Matière Brute
mg	: Milligramme
min	: Minute
ml	: Millilitre
mm	: Millimètre
MPE	: Malnutrition Protéino- Energétique
MS	: Matière Sèche
NAC	: Nutrition à Assise communautaire
NCHS	: National Center for Health Statistics
nds	: Niveau de signification
nm	: Nanomètre
Np	: Non Précisé
Ns	: non significative
OMS	: Organisation Mondiale pour la Santé
p	: Probabilité
P/A	: Poids pour Age
P/T	: Poids pour taille
PCIMEC	: Prise en Charge Intégré de la Maladie des Enfants au niveau Communautaire
Rdt	: Rendement
s	: Seconde
SECALINE	: SECurité ALImentaire et de Nutrition Elargie
T/A	: Taille pour Age
TDCI	: Troubles Dues à la Carence en Iode
UI	: Unité International
UNICEF	: United Nations International Children's Fund : Fond des Nations Unies pour l'Enfance
v/v	: Volume/ volume
VRBL	: Violet Red Bile Lactose Agar

Lexique malagasy- français

<i>Apango</i>	Couche de riz brûlé collé au fond de la marmite lorsqu'on enlève le <i>vary maina</i> . Il est obtenu par addition d'une grande quantité d'eau et sa cuisson jusqu'à ébullition. Le riz s'enlève facilement du fond de la casserole.
<i>Koba aina</i>	Mot qui désigne aussi bien la farine que la bouillie obtenue à partir de la cuisson de la farine « aina »
<i>Koba mazika</i>	Mot qui désigne aussi bien la farine que la bouillie obtenue à partir de la cuisson de la farine « mazika »
<i>Kobam-bary</i>	Bouillie préparée à partir de la farine de riz
<i>Koba katsaka</i>	Bouillie préparée à partir de la farine de maïs
<i>Koban-katsaka</i>	Bouillie préparée à partir de la farine de maïs
<i>Mofa gasy</i>	Galette sucrée à base de farine de riz, cuit à l'aide d'un moule enduit d'huile. La pâte (farine, sucre, eau) est préparée la veille et laissée fermenter pendant une nuit
<i>Ramanonanaka</i>	Galette salée, ayant le même mode préparation que le <i>mofa gasy</i> mais plus riche en huile
<i>Ranom-bary</i>	Sorte d'écume plus ou moins onctueuse recueillie à la surface de l'eau de cuisson du riz ou simplement l'eau de cuisson de riz
<i>Ranon'apango</i>	Eau de cuisson du riz brûlé collé au fond de la marmite après avoir enlevé le <i>vary maina</i>
<i>Vary maina</i>	Riz cuit jusqu'à absorption totale de l'eau de cuisson, de consistance assez ferme
<i>Vary sosoa</i>	Riz cuit dans un excès d'eau, de consistance plus fluide et plus molle que le <i>vary maina</i>

Introduction
Synthèse bibliographique

INTRODUCTION

La malnutrition protéino-énergétique (MPE) demeure un problème majeur à la fois de santé publique et socio-économique à Madagascar. En 1992, chez les enfants de 0 à 3 ans, les prévalences de retard de croissance et d'insuffisance pondérale étaient respectivement de 45,3 et de 36,5%, celle de l'émaciation était de 5,8% (*CNRE et Macro International Inc, 1994*). Malgré les efforts déployés pour améliorer l'état nutritionnel, aucune amélioration n'a été enregistrée depuis cette période. En 2003, la prévalence du retard de croissance était de 44,8%, celle d'insuffisance pondérale de 39,5% et celle de l'émaciation avait même triplé, passant à 14,2% (*Instat et ORC Macro, 2005*). Par ailleurs, les prévalences de maladies par carence en micronutriments sont très préoccupantes : l'anémie ferriprive atteint 68% des enfants de 6-59 mois dont 35% sous forme légère, 31% sous forme modérée et 3% sous forme sévère (*Instat et ORC Macro, 2005*). La prévalence de l'héméralopie est de 2,0% (*Instat et Macro International Inc., 1998*). Concernant les troubles dus à la carence en iode, ils concernaient 75% de la population malgache en 1992. A l'heure actuelle, le problème est passé sous contrôle et la prévalence de goitre qui était de 45,2% en 1992 (*Instat, 2001*) a diminué jusqu'à 5,0% en 2001 du fait de l'utilisation de sel iodé dans 80% des ménages (*Politique Nationale de Nutrition, 2004*).

La période critique où l'état nutritionnel se dégrade commence généralement à 6 mois, âge à partir duquel il est recommandé d'introduire des aliments de complément dans l'alimentation des enfants. Toutefois, la malnutrition protéino-énergétique peut se manifester très tôt pour certains enfants, souvent avant la naissance. Elle n'épargne aucune province du pays et touche aussi bien le milieu rural que le milieu urbain.

Les causes de malnutrition sont multiples, interdépendantes, directes ou indirectes. Les causes immédiates sont l'insuffisance des ingérés alimentaires et le mauvais état de santé des enfants (*WHO, 1998*). Les préparations alimentaires données à partir de 6 mois sont principalement à base de céréales, de fruits et de légumes et leur fréquence de distribution ne dépasse pas 2 fois par jour. La consommation de produits sources de protéines et de lipides est relativement faible (*Instat et ORC Macro, 2005*). Les causes secondaires et fondamentales de la malnutrition sont nombreuses et souvent liées : les soins inadéquats prodigués à l'enfant, le manque d'accès aux services de santé, la mauvaise hygiène, la pauvreté, l'insécurité alimentaire des ménages, les problèmes d'insécurité notamment en milieu rural, le poids de la tradition et des valeurs culturelles (*WHO, 1998*) favorisent l'apparition et/ou l'installation permanente de la malnutrition.

Les conséquences les plus visibles sont la mortalité infanto-juvénile dont 54% peuvent être attribuées aux effets potentialisateurs de la malnutrition (*Instat, 2001; Measure Communication et Linkages, 1999; The Linkages project et Profiles, 2005*). On prévoit qu'elle fera mourir prématurément plus de 197.000 jeunes enfants d'ici l'an 2015 (*The Linkages project et Profiles, 2005*) si des solutions durables ne sont pas mises en œuvre dans les meilleurs délais.

Depuis 1990, divers engagements ont été pris par le gouvernement malgache pour faire face à cette situation alarmante, mais le manque d'informations et de structure de coordination des actions ainsi que la faible couverture des interventions n'ont pas permis de réduction tangible de la malnutrition au

niveau national. En 2004, une Politique Nationale a été adoptée (*Politique Nationale de Nutrition, 2004*), elle est traduite par un plan national d'action pour la nutrition comportant différentes stratégies et actions à court, moyen ou long termes, ponctuelles ou permanentes, aiguës ou généralisées pour combattre la malnutrition dans tous ses aspects (*Plan National d'Action pour la Nutrition, 2005*). Ces stratégies sont basées sur la mise en place et le renforcement de la capacité technique des structures communautaires appuyées par les services techniques (santé, agriculture, sociale, organisations non gouvernementales)

Les objectifs fixés jusqu'en 2015 sont la réduction de la prévalence des différentes formes de MPE chez les enfants de moins de 5 ans (retard de croissance de 50 à 25% et insuffisance pondérale de 40 à 20%), l'augmentation du taux d'allaitement maternel exclusif jusqu'à 6 mois de 50 à 90%, le maintien de la poursuite de l'allaitement à 2 ans à un taux supérieur à 95% et la diminution ou l'éradication des carences en micronutriments (élimination de l'avitaminose A, réduction de moitié de l'anémie ferriprive, élimination des troubles dus à la carence en iode)

Parmi les 14 stratégies définies, les 3 premières concernent la promotion de l'allaitement maternel, l'utilisation d'aliments de complément sains et de bonne valeur nutritionnelle, diversifiés à partir de 6 mois et la supplémentation en micronutriments tels que la vitamine A, le fer et l'acide folique à travers les distributions de masse ou de routine et l'utilisation d'aliments fortifiés tels que le sel iodé.

C'est dans ce contexte que le GRET, l'IRD et le LABASAN, dans le cadre du programme de recherche-action Nutrimad, mettent en place des stratégies visant à améliorer de façon durable l'alimentation et l'état nutritionnel des enfants de 0 à 24 mois. Les stratégies développées comportent deux composantes principales :

- La définition et la mise à disposition des enfants âgés de plus de 6 mois d'aliments de complément de qualité nutritionnelle adéquate, de prix abordable, préparés à partir des produits alimentaires locaux.
- La réalisation d'activités d'éducation nutritionnelle relatives à l'amélioration du calendrier de d'alimentation complétée et de la qualité des aliments de complément.

Le programme Nutrimad comporte deux volets tournés vers les jeunes enfants: un volet urbain et un volet rural. Le volet urbain consiste en une mise en place de gargotes «*hotelin-jazakely*» où les enfants peuvent accéder à des aliments de complément prêts à la consommation. Le volet rural, dans lequel s'insère la présente étude, a commencé en 1999 dans la sous-préfecture de Brickaville et a été développé en accompagnement des activités réalisées dans le cadre du projet NAC/PCIMEC (*PNSAN et al, 1999*). Il est financé par le Comité Français pour l'UNICEF.

Les travaux ont consisté en un diagnostic des situations alimentaire et nutritionnelle à Brickaville, en une mise au point d'aliments de complément et en une évaluation de la stratégie mise en place.

Le présent document est divisé en 7 chapitres :

- Le premier consiste en une synthèse bibliographique consacrée, d'une part, à l'état nutritionnel et aux pratiques alimentaires des enfants malagasy et, d'autre part, à un rappel des

recommandations en matière d'alimentation infantile et de procédés utilisables pour préparer des farines infantiles de qualité appropriée ;

- Le second rapporte le diagnostic des situations alimentaire et nutritionnelle qui existaient, avant intervention, dans la région de Brickaville ;
- Le troisième est consacré à la mise au point d'un aliment de complément adapté à ce contexte ;
- Le quatrième fait état des effets sur les niveaux d'ingérés énergétiques et nutritionnels de la consommation de cet aliment de complément amélioré ;
- Le cinquième est relatif à l'évaluation des possibilités de production de cette farine infantile dans une petite unité et de sa préparation sous forme de bouillies dans les ménages ;
- Le sixième aborde l'étude de l'efficacité de la stratégie à améliorer les habitudes alimentaires et l'état nutritionnel des enfants concernés par le programme ;
- Le dernier chapitre est consacré à une discussion et à une conclusion générale sur l'ensemble des résultats obtenus.

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

1. Besoins nutritionnels et contraintes physiologiques des nourrissons et des jeunes enfants

1.1. Besoins en énergie et en macronutriments

L'organisme vivant puise l'énergie nécessaire aux fonctions métaboliques et physiologiques à partir des réactions chimiques intervenant lors de la digestion des aliments.

Les besoins énergétiques d'un groupe d'individus se définissent comme l'apport en énergie par les aliments nécessaire pour compenser les dépenses énergétiques moyennes de ce groupe. Ces dépenses recouvrent le métabolisme basal, l'énergie dépensée en activité physique, l'énergie nécessaire à l'utilisation des aliments et selon l'état physiologique de l'individu, l'énergie nécessaire à la croissance, à la gestation et à l'allaitement (WHO, 1992 ; FAO/WHO/UNU, 2002).

Durant les premiers mois de la vie, la croissance du nouveau né exige un apport énergétique qui, exprimé par kilogramme de poids corporel, est plus élevé que celui d'un adulte (OMS, 1992). Les besoins énergétiques des enfants (tableau 1) recommandés par l'OMS (1998) et par Butte (2000) ont été calculés par mesure de la dépense énergétique totale moyenne des enfants à l'aide de la technique de l'eau doublement marquée (Butte et al, 2000 ; FAO/WHO/UNU, 2002).

Tableau 1: Besoins en énergie des enfants de 0-23 mois

Classe d'âge (mois)	WHO (1998)	Butte (2000) ¹	WHO (1998)	Butte (2000) ¹
	kcal/ (kg*j)	kcal/ (kg*j)	kcal/j	kcal/j
0-2	88		404	
3-5	82		550	
6-8	83	77,0	682	615
9-11	89	77,5	830	686
12-23	86	81,3	1092	894

(1) D'après Dewey et Brown, 2003.

Les protéines, en plus de leurs fonctions principales de matériaux de construction, ont un rôle secondairement énergétique (Cuq et Lorient, 1992). Elles sont sources d'acides aminés essentiels dont l'organisme est incapable de faire la synthèse. Les dernières recommandations concernant les besoins en protéines sont celles proposées par Dewey et al en 1996 (tableau 2).

Tableau 2 : Besoins en protéines des enfants de 6-23 mois.

Classe d'âge (mois)	g protéines / (kg *j)	g protéines/ j	g protéines /100 kcal
<1	2,69	9,6	3,04
1	2,04		2,32
2	1,53		1,74
3	1,37	8,5	1,67
4	1,27		1,52
5	1,19		1,35
6-8	1,09	9,1	1,31
9-11	1,02	9,6	1,15
12-17	1,00	10,9	1,11
18-23	0,94	10,9	1,04

Source : Dewey et al, 1996

Les lipides, substrats hautement énergétiques, sont des vecteurs de nombreuses vitamines liposolubles, fournissent les acides gras polyinsaturés ou acides gras essentiels (AGE) et peuvent être des précurseurs de nombreuses molécules ayant des fonctions importantes notamment au niveau du cerveau. Les recommandations minimales en lipides ont été estimées à 30% de l'apport énergétique avec au moins 3% de l'énergie devant être fournis par l'acide linoléique (WHO, 1998 ; Lutter et Dewey, 2003).

Les glucides ou carbohydrates peuvent se présenter sous 2 formes : les sucres simples et les polysides assimilables ou non selon la capacité de l'organisme à les hydrolyser. (Adrian et al, 1995). L'importance des glucides assimilables tient au fait qu'ils sont les plus abondants dans le régime alimentaire et couvrent la plus grande partie des besoins énergétiques.

1.2. Besoins en vitamines et minéraux

Les vitamines et les minéraux sont des substances sans valeur énergétique se trouvant en faible quantité ou sous forme de traces dans les aliments, mais ils tiennent des rôles importants dans de nombreuses réactions physiologiques. L'organisme dépend totalement ou en partie des apports exogènes (Tremolières et al, 1984 ; Guillard et al, 1992). Les apports recommandés en ces éléments selon l'âge (tableau 3), sont ceux publiés par l'OMS en 1998 et mis à jour en 2002

Tableau 3 : Apports recommandés en vitamines et minéraux pour les enfants de 6-23 mois

Nutriment	6-8 mois		9-11 mois		12-23 mois	
	WHO 1998	FAO/WHO 2002	WHO 1998	FAO/WHO 2002	WHO 1998	FAO/WHO 2002
Vitamines						
Vitamine A (□g ER)	350	400	350	400	400	400
Folate (□g)	32	80	32	80	50	160
Niacine (mg)	4	1,5	5	4	8	6
Acide pantothénique (mg)		1,8		1,8		2,0
Riboflavine (mg)	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,5
Thiamine (mg)	0,2	0,3	0,3	0,3	0,5	0,5
Vitamine B6 (mg)	0,3	0,3	0,4	0,3	0,7	0,5
Vitamine B12 (□g)	0,4	0,5	0,4	0,5	0,5	0,9
Vitamine C (mg)	25	30	25	30	30	30
Vitamine D (□g)	7	5	7	5	7	5
Vitamine K (□g)		10		2,5		15
Minéraux						
Calcium (mg)	525	400	525	400	350	500
Iode (□g)	60		60	90	70	90
Fer (mg)	11	9,3	11	9,3	6	5,8
Magnésium (mg)	75	54	80	54	85	60
Phosphore (mg)	400		400	54	270	
Sélénium (□g)	10	10	10	10	15	17
Zinc (mg)	5,0	4,1	5,0	4,1	6,5	1,1
Chlore (mg)	500		500		800	
Cuivre (mg)	0,3		0,3		0,4	
Sodium (mg)	320		350		500	

Sources : WHO, 1998 - FAO/WHO, 2002

1.3. Apport nutritionnel du lait maternel

Le lait maternel, meilleur aliment du nouveau né, contient des éléments nutritifs selon des proportions adaptés aux besoins de son organisme. Le premier lait ou colostrum transmet, en outre, des anticorps et des substances ayant une activité antimicrobienne et qui protègent l'enfant contre les infections (WHO, 1992). Par ailleurs, il a été démontré dans tous les pays et dans tous les contextes économiques, que l'allaitement exclusif et l'allaitement prolongés protègent significativement les enfants contre la diarrhée et de nombreuses maladies (OMS, 1992 ; Brown et al, 1995 ; WHO, 1998, Cesar et al, 1999 ; Silfverdal et al, 1999 ; WHO, 2000).

L'OMS a publié des recommandations pour une meilleure pratique de l'allaitement (OMS, 1999), puis un ouvrage consacré à la durée optimale de l'allaitement exclusif (WHO, 2002). Dans l'ensemble, ces recommandations soulignent l'importance de l'allaitement maternel exclusif jusqu'à l'âge de 6 mois et

la nécessité d'introduire, à partir de cet âge, des aliments de complément de valeur nutritionnelle adéquate, de bonne qualité hygiénique et ayant des caractéristiques organoleptiques appropriées tout en poursuivant l'allaitement jusqu'à 2 ans et au-delà.

A partir des études réalisées dans de nombreux pays en développement, trois «niveaux de consommation de lait» ont été définis : ils correspondent à la moyenne des quantités ingérées et à cette moyenne ± 2 écart-types. La contribution du lait maternel à l'Apport Energétique Total (AET) est donnée dans le tableau 4. Une diminution progressive du volume de lait ingéré est observée à partir de l'âge de 6 mois.

Tableau 4 : Quantités moyennes de lait maternel ingérées dans les pays en développement pendant les deux premières années de la vie

Classe d'âge	Quantité moyenne de lait maternel ingéré ¹		Niveau de consommation (en kcal/jour)		
	ml/jour	kcal/jour	bas	moyen	Haut
0-2 mois	714 \pm 131	437 \pm 79	279	437	595
3-5 mois	784 \pm 128	474 \pm 40	314	474	634
6-8 mois	674 \pm 151	413 \pm 98	217	413	609
9-11 mois	616 \pm 172	379 \pm 111	157	379	601
12-23 mois	549 \pm 187	346 \pm 128	90	346	602

Source : WHO, 1998

1.4. Age d'introduction des aliments de complément

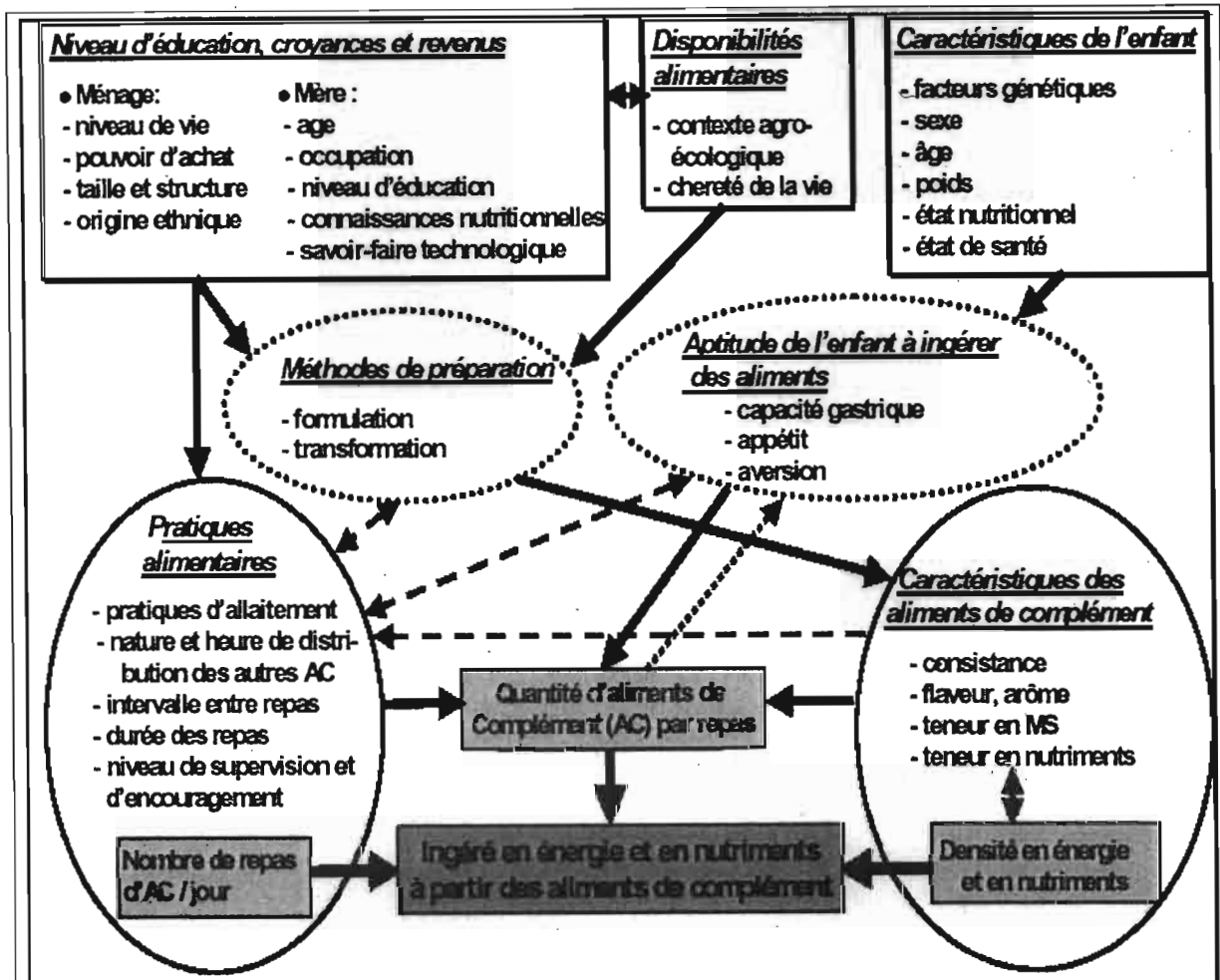
L'âge idéal pour introduire des aliments en complément de l'allaitement maternel a fait l'objet de longues controverses. Alors que l'Unicef a soutenu depuis 1995 l'allaitement maternel exclusif pendant 6 mois, l'OMS a préconisé jusqu'en 2001 une introduction des aliments de complément à partir de 4 à 6 mois (WHO, 1998 ; WHO, 2000).

Les résultats d'études réalisées dans nombreux pays ont fourni des données scientifiques nécessaires pour débattre de cette question. Donner des aliments autres que le lait maternel à un enfant de moins de 6 mois est apparu comme inutile (WHO, 1998); en effet, aucun avantage n'a pu être démontré au niveau des ingérés énergétiques et de la croissance entre des enfants ayant reçu des aliments de complément à partir de 4 mois et des enfants ayant reçu exclusivement du lait maternel jusqu'à 6 mois (Brown et al, 1995 ; Dewey et al, 1999). Il a donc été reconnu au niveau international que l'âge idéal pour introduire des aliments de complément est de 6 mois (WHO, 2002).

1.5. Facteurs déterminants les ingérés nutritionnels

C'est à partir de 4 à 6 mois que le réflexe de protrusion de la langue (ou réflexe de refus des aliments solides ou semi-solides) disparaît normalement et que l'enfant peut absorber des aliments semi-solides. C'est vers cet âge également que la plupart des enzymes digestives commencent à être actives (Akré, 1989). Plus tard, vers 7 à 9 mois, apparaissent les mouvements rythmiques de mastication en même temps que percent les premières dents (WHO, 1992, Gerbouin-Rérolle, 1996).

En conséquence, le nourrisson n'est pas prêt à recevoir des aliments sous forme solide avant l'âge de 6 mois. A partir de cet âge où l'apport d'aliments de complément est sollicité, plusieurs facteurs peuvent intervenir pour contrôler la prise alimentaire. Trois catégories de déterminants ont été identifiées selon le cadre conceptuel proposé par Trèche (2002) (figure 1).



Source : Trèche, 2002

Figure 1 : Modèle explicatif de l'ingéré en énergie et en nutriments à partir des aliments de complément

1.5.1. Les facteurs immédiats

L'ingéré est déterminé par la fréquence de consommation, le volume ingéré à chaque prise alimentaire et la densité énergétique et nutritionnelle de l'aliment. Ce dernier facteur dépend de la teneur en matière sèche de la composition en nutriments de la préparation

1.5.2. Les facteurs sous-jacents

Ces facteurs sont multiples et peuvent être liés soit à l'aliment, soit à l'enfant, soit au donneur de soin.

Les caractéristiques organoleptiques et la consistance sont des paramètres importants dans le choix d'un aliment car ils peuvent influencer l'acceptabilité de ce produit. Il en est de même pour la teneur

en matière sèche et la composition en nutriments puisqu'ils déterminent la densité énergétique et nutritionnelle de l'aliment et peuvent, par conséquent influencer les ingérés nutritionnels.

Parmi les facteurs sous-jacents liés à l'enfant, on peut citer le manque d'appétit, l'aversion vis-à-vis d'un produit et la capacité gastrique. Cette capacité gastrique est estimée à 30ml/kg de poids corporel et avoisine donc 250 ml par prise alimentaire pour un nourrisson de 6 mois.

Certains facteurs sont liés aux pratiques alimentaires, aux modes de préparation de l'aliment, aux intervalles entre les repas et au niveau de supervision et d'encouragement pendant la prise alimentaire. Ils dépendent le plus souvent de la personne prenant soins de l'enfant.

1.5.3. Les causes fondamentales

Elles sont liées aux environnements socio-économiques et culturels de l'enfant et/ou du ménage auquel il appartient (niveau d'éducation des parents, revenus, croyances, disponibilités alimentaires, sexe de l'enfant, ...).

2. Caractéristiques requises pour un aliment de complément

L'aliment doit être conçu pour fournir tous les éléments nutritifs dont l'enfant a besoin en complément de ceux apportés par le lait maternel. Un aliment sous forme de bouillie préparée à partir de farine infantile est celui qui est le mieux adapté à la physiologie de l'enfant au début de la période d'alimentation complétée. La consistance fluide de la bouillie facilite sa consommation et permet à l'enfant d'ingérer, sans demander d'efforts supplémentaires pour mastiquer, une grande quantité d'aliments et, par conséquent, d'énergie

2.1. Densités énergétique et en nutriments

2.1.1. Densité énergétique

Lorsque l'énergie fournie par le lait maternel ne couvre plus les besoins énergétiques de l'enfant, une source complémentaire d'énergie s'avère nécessaire ; ce rôle est assuré par les aliments de complément. La quantité d'énergie nécessaire à partir de ces aliments est la suivante :

$$\text{Energie à fournir par les aliments de complément} = \text{Besoins en énergie} - \text{Apport en énergie du lait maternel}$$

Il n'est pas possible de fixer au préalable la densité énergétique souhaitable dans un volume déterminé d'aliment, sans tenir compte de la fréquence de sa consommation. Si les prises alimentaires se font en plusieurs fois, les besoins énergétiques journaliers peuvent être facilement comblés même si chaque repas apporte peu d'énergie. Lorsque le repas a une teneur en énergie élevée, les besoins sont facilement satisfaits malgré une faible fréquence de distribution.

Le tableau 5 donne les densités énergétiques minimales que devraient avoir les aliments de complément selon le niveau de consommation de lait maternel et de la fréquence journalière de repas.

$$DE = \frac{E}{Qal * Nb \text{ repas/j}}$$

DE : Densité énergétique requise dans les aliments de complément
 E : Energie à fournir par les aliments de complément
 Qal : Quantité d'aliments de complément consommée par repas
 Nb repas/j : Nombre de repas par jour

Tableau 5 : Densité énergétique minimale requise pour un aliment de complément (kcal/100g)

Classe d'âge	Besoins énergétiques (kcal)		Energie fournie par le lait maternel selon le niveau d'ingéré (kcal /j)		Energie devant pouvoir être apportée par les aliments de complément (kcal)	capacité gastrique (ml) ³	Densité énergétique minimale selon le nombre de repas par jour (kcal/100g)		
	Moyen	+2ET ¹	Faible ²	Moyen			2 repas /j	3 repas /j	4 repas /j
6-8 mois	615	769	Faible ²	217	552	249	111	74	55
			Moyen	413			71	48	36
9-11 mois	686	858	Faible ²	157	701	285	123	82	61
			Moyen	379			84	56	42
12-23 mois	894	1118	Faible ²	90	1028	345	149	99	74
			moyen	346			112	75	56

Source : Trèche, 2004

(1) soit +25% pour couvrir les besoins de la presque totalité des enfants

(2) équivalent à la moyenne moins 2 écart-types de la quantité moyenne de lait maternel ingérées dans les pays en développement

(3) en supposant que la capacité gastrique de l'enfant est de 30ml/kg de poids corporel

2.1.2. Apports recommandés en nutriments

A partir des recommandations proposées par l'OMS en 1998 et celles proposées par Lutter et Dewey en 2003, les densités en protéines, en lipides, en vitamines et en minéraux que devrait avoir un aliment de complément sont récapitulées dans le tableau 6. Elles ont été calculées en fonction de l'âge et en considérant que la population d'enfants bénéficie d'un niveau moyen de consommation de lait maternel.

Tableau 6 : Densités en protéines, en lipides et en micronutriments (pour 100 kcal) nécessaires dans les aliments de complément

Nutriment (/kcal)	6-8 mois (WHO, 1998)	9-11 mois (WHO, 1998)	6-11 mois (Lutter et al, 2003)	12-23 mois (WHO, 1998)	12-23 mois (Lutter et al, 2003)
Protéines (g)	0,7	0,7	1,7 - 2,6	0,70	1,5 - 2,5
Lipides (g)			2,7		3,1
Vitamines					
Vitamine A (µg ER)	5,0	9,0	113,6	17,0	113,6
Biotine (g)			0,3 - 0,4		0,7
Acide folique (µg)	0,0	0,0	9,9 - 12,4	0,0	18,9
Niacine (mg)	1,1	0,9	1,1 - 1,6	0,9	0,7
Ac pantothénique.(mg)	0,2	0,1	0,1 - 0,2	0,1	0,1
Riboflavine (mg)	0,07	0,04	0,06 - 0,09	0,05	0,06
Thiamine (mg)	0,04	0,04	0,06 - 0,09	0,05	0,07
Vitamine B6 (mg)	0,0	0,0	0,08 - 0,11	0,0	0,08
Vitamine B12 (µg)	0,00	0,00	0,08 - 0,1	0,0	0,1
Vitamine C (mg)	0,0	0,0	39,8 - 79,6	1,1	18,9 - 38,0
Vitamine D (µg)	2,5	1,5	0,6 - 1,1	0,9	0,4 - 0,8
Vitamine E			2,8		1,9
Minéraux					
Calcium (mg)	125,0	78,0	56,8 - 113,7	26,0	38,6 - 75,0
Chlore (mg)	81,0	53,0		76,0	
Cuivre (mg)	0,04	0,02	114 - 227	0,04	75,7 - 151,6
Iode (µg)	0,0	0,0	51,1	1,0	34,1
Fer (mg)	4,0	2,4	6,3	0,8	2,7
Magnésium (mg)	19,0	13,0	22,7 - 34,1	9,0	15,2 - 22,7
Manganèse (µg)	4,0	3,0	0,3	2,0	0,2
Phosphore (mg)	114,0	70,0	42,7 - 56,8	26,0	28,4 - 38,0
Potassium (mg)	129,0	84,0		69,0	
Sélénium (µg)	0,0	0,0	5,7	0,5	3,9
Sodium (mg)	74,0	53,0		54,0	
Zinc (mg)	1,6	1,0	2,3 - 2,9	0,8	1,5

Sources : WHO, 1998 - Lutter et Dewey, 2003

2.2. Aspects hygiéniques

L'aliment de complément donné à l'enfant ne doit pas être à l'origine d'infections susceptibles d'affaiblir la capacité de son organisme ou d'entraver son développement. Des spécifications sont proposées pour les préparations destinées aux nourrissons et jeunes enfants (Codex, 1994), elles

visent à limiter au maximum les éventuels effets des microorganismes (tableau 7) pouvant nuire à la santé des enfants

Tableau 7 : Normes microbiologiques applicables aux farines infantiles (en nombre de germes par gamme de farine)

Microorganismes	Farine à cuire	Farine instantanée
Bactéries aérobies mésophiles	<10 ⁵	<10 ⁴
Coliformes fécaux	<100	<20
Escherichia coli	<10	<2
Levures et moisissures	<10 ³	non précisé
Salmonelles	absent	absent

Source : Codex alimentarius, 1994

2.3. Autres critères

La consistance, le goût, l'odeur et la granulométrie des produits alimentaires sont les caractéristiques organoleptiques qui vont influencer sur leur acceptabilité par les consommateurs. D'autres exigences telles que la commodité d'usage, le coût et la conformité avec les habitudes alimentaires sont également des critères d'acceptabilité d'un aliment de complément, mais aussi sont des critères de qualité (Cheftel et al, 1977)

3. Procédés utilisables pour conférer aux bouillies une densité énergétique et une consistance appropriées

D'une manière générale, les aliments de complément donnés aux enfants à Madagascar sont des préparations à base de produits amylacés : des céréales ou des tubercules (Instat et ORC Macro, 2005).

L'amidon constitue la réserve énergétique des végétaux. Il est abondant dans les tubercules dans les grains des céréales et dans certaines graines des légumineuses, mais aussi largement répandu dans beaucoup de cellules végétales. Il s'agit d'un polymère du glucose constitué d'un mélange de molécules d'amylose et d'amylopectine. L'amylose est composée de plusieurs milliers d'unités glucose liées par des liaisons α -1,4 ; sa structure est essentiellement linéaire, mais elle comprend quelques branchements. L'amylopectine est formée de nombreuses chaînes contenant de 10 à 100 unités glucose liées en α -1,4 pour former des chaînes linéaires avec un faible pourcentage de liaisons α -1,6 constituant les zones de ramification (Colonna et Hoebler, 1991 ; Champ et Faisant, 1992, Adrian et al, 1995).

Au cours des traitements hydrothermiques (cuisson par exemple), les grains d'amidon subissent un gonflement suivi d'une altération de leur structure qui s'accompagne de la diffusion d'une partie de leur contenu dans le milieu aqueux. Ce phénomène, qui se traduit par une augmentation de la

viscosité de la suspension, est connu sous le nom de « gélatinisation » de l'amidon. Au cours du refroidissement, la viscosité augmente encore en raison du phénomène de « gélification » (*Champ et Faisant, 1992*).

La dilution de la suspension dans un grand volume d'eau peut diminuer la viscosité, mais a l'inconvénient de diminuer en même temps la valeur nutritionnelle de la préparation. Plusieurs procédés existent pour augmenter la densité énergétique d'un aliment tout en lui maintenant une consistance acceptable.

3.1. Ajout de sucre et d'huile

L'ajout de sucre dans la préparation augmente sa densité énergétique sans en modifier sensiblement la viscosité. En effet, l'ajout de lipides permet à la fois une amélioration de la densité énergétique et une légère réduction de la viscosité. En effet, les monoglycérides et les acides gras forment un complexe avec l'amidon (*Champ et Faisant, 1992 ; Trèche, 1995*) en faisant passer l'amylose d'une forme amorphe à une forme compacte en hélice qui empêche l'eau de pénétrer dans la molécule.

L'ajout de sucre et d'huile permet l'apport en énergie, mais rend difficile le respect des équilibres en protéines et en micronutriments dans la préparation dans la mesure où ils apportent des « calories vides ». (*Trèche, 1995; Gerbouin-Rérolle, 1996 ; WHO, 1998*).

3.2. Hydrolyse thermomécanique

La cuisson extrusion est un procédé qui permet de conférer des propriétés nouvelles aux aliments par un traitement à haute pression, à température élevée (jusqu'à 250°C) pendant une durée brève (1 à 2 minutes) (*Cheftel, 1986 ; WHO, 1998*).

Le produit ressort à travers un orifice (filière), sous l'action d'une vis créant des pressions élevées qui compriment et cisailent la matière. Sous l'action de la température élevée, le produit subit une cuisson plus ou moins intense. A la sortie de l'extrudeur, l'eau contenue sous pression dans le produit se vaporise, les grains d'amidon éclatent et il se crée une structure alvéolée de faible densité. Le contact brusque avec le milieu ambiant provoque une chute de température et assure la rigidification de la structure de l'amidon (*Champ et Faisant, 1992*).

Cette technique présente de nombreux avantages : augmentation de la digestibilité de l'amidon et des protéines, dénaturation des facteurs antinutritionnels ainsi que la destruction complète ou partielle des microorganismes initialement présents dans le produit (*Mouquet et al, 2003*). Toutefois, si les températures atteintes sont trop élevées, la cuisson- extrusion peut être à l'origine d'une diminution de la biodisponibilité de la lysine par réaction de Maillard (*Cuq et Lorient, 1992*).

3.3. Hydrolyse enzymatique

L'utilisation d'une source enzymatique capable d'hydrolyser partiellement les molécules constitutives de l'amidon dans les farines infantiles s'avère être le procédé le plus intéressant car étant le moins cher et le plus facile à réaliser à une échelle familiale ou communautaire (Trèche, 1995 ; WHO, 1998). Ce procédé a été souvent proposé dans de nombreux pays en développement pour la préparation de farines infantiles.

L' α -amylase est une endoenzyme capable de dépolymériser au hasard les chaînes constitutives de l'amidon au niveau des liaisons $\alpha,1-4$ des molécules de glucose (Courtois et Perlès, 1959). Son action aboutit à la formation de dextrans composées de une à quelques dizaines d'unités de glucose. Ces produits d'hydrolyse ont un gonflement limité et la conséquence immédiate est la diminution de la viscosité apparente de la suspension. De cette façon, on peut préparer des bouillies de teneur en matière sèche élevée qui conservent une viscosité acceptable pour l'enfant.

Trois sources d'amylases sont potentiellement utilisables :

- Les amylases d'origine animale rencontrées dans la salive, la décoction de pancréas, le lait maternel (Trèche, 1995) ;
- Les amylases d'origine végétale, en particulier celles produites par les graines au début de leur germination pour mobiliser leurs réserves amylacées. L'efficacité des graines germées de céréales à réduire la viscosité des bouillies a été étudiée (Trèche, 1995 ; Verster, 1995) et il s'est révélé qu'il existe au niveau de l'activité amylolytique des graines une importante variation inter- et intra-spécifique et qu'une même source d'amylases avait un pouvoir amylolytique différent selon l'origine botanique de l'amidon sur lequel on la fait agir.
- Les amylases d'origine microbienne : l'une des amylases bactériennes dont l'utilisation a été proposée dans la production de farines infantiles (Trèche, 1995) est la BAN, une endoamylase produite par Novo Industries A/S, synthétisée par *Bacillus subtilis*. Sa température optimale d'activité est de 72°C. Elle présente l'avantage d'être bon marché, de pouvoir amylolytique constant et d'agir à très faible dose pour réduire considérablement la viscosité de bouillies. Elle a été utilisée dans la fabrication de farines infantiles dans certains pays d'Afrique, au Vietnam et récemment à Madagascar.

4. Procédés utilisables pour améliorer la biodisponibilité des nutriments

4.1. Biodisponibilité des nutriments

La biodisponibilité des nutriments dans les aliments est leur aptitude à être réellement libérés au cours des processus digestifs, à être absorbés correctement puis utilisés efficacement au niveau métabolique. Elle dépend de l'environnement physico-chimique des nutriments, des traitements subis par l'aliment, de l'absence des facteurs antinutritionnels, de l'équilibre du régime (Besançon, 1995).

4.2 Nature et modes d'action des facteurs antinutritionnels

Les facteurs antinutritionnels sont des substances naturellement présentes dans les aliments. En raison de l'absence d'enzyme capable de les hydrolyser dans le tractus digestif de l'homme et des particularités de leurs modes d'action, ils perturbent fortement l'assimilation des nutriments et peuvent même rendre ces derniers inutilisables par l'organisme.

4.2.1. Les phytates

L'acide phytique ou myo-inositol hexaphosphorique (IP6) est composé d'un inositol esterifié par 6 radicaux phosphates. Ces phosphates créent des liaisons avec les cations pour lesquels ils ont des affinités variables ($Fe < Ca < Mn < Co < Cu < Zn$). Ils constituent la forme de réserve principale en phosphore dans les graines de céréales et légumineuses (50 à 85% du phosphore végétal se trouve sous forme de phytates). Au cours de la digestion, les complexes phytates-minéraux restent insolubles et difficilement absorbés au niveau de l'intestin. La répartition des phytates dans les graines diffère selon les espèces (*Pointillart et Gueguen, 1992 ; Pointillart, 1993*)

4.2.2. Les α -galactosides

Les α -galactosides sont de petits oligosaccharides tri-, tetra et pentaholosides (raffinose, stachyose, verbascose, ...) composés de saccharose liés en α -1-6 à du galactose (*Courtois et Perlès, 1959*). Ces glucides sont thermostables et ne sont pas dégradés par les enzymes digestives des animaux supérieurs (qui n'ont pas de α -galactosidase). Par conséquent, ces glucides ne sont pas absorbés par l'intestin grêle et sont fermentés au niveau du colon par les micro-organismes qui possèdent l'équipement enzymatique adéquat en produisant du méthane et du gaz carbonique. C'est ainsi que les fermentations coliques des α -galactosides sont responsables de flatulences et de diarrhées.

4.2.3. Les composés inhibiteurs d'enzymes digestives

Ce sont des polypeptides ou protéines se liant spécifiquement et de manière stable aux enzymes digestives (protéases, amylases). Les inhibiteurs d'amylases dans les grains de céréales (blé, riz) et des légumineuses sont connus comme pouvant diminuer la digestibilité de l'amidon.

La présence à l'état natif dans les aliments d'inhibiteurs de trypsine peut être responsable d'hypertrophie pancréatique, de retard de croissance et de carences importantes en acides aminés soufrés. Deux mécanismes sont susceptibles d'entrer en jeu dans la diminution de la digestibilité des protéines :

- la baisse de l'hydrolyse des protéines alimentaires consécutive à la complexation et, par conséquent, à la baisse d'activité, de la trypsine et de la chymotrypsine ;
- l'hypersécrétion compensatrice de trypsine qui conduit à une perte accrue d'azote

4.3. Procédés pour améliorer la biodisponibilité des nutriments

Les facteurs antinutritionnels sont actifs durant le transit intestinal. En général, les procédés physico-chimiques appliqués à l'aliment éliminent partiellement ou totalement ces composés et améliorent la biodisponibilité des nutriments. Plusieurs types de traitements sont connus :

4.3.1. Traitement thermique

Les traitements comme le grillage, la torréfaction, l'autoclavage, la cuisson-extrusion dénaturent les substances de nature protéique comme les facteurs antitrypsiques et les enzymes endogènes. Par conséquent, ils présentent également le désavantage de diminuer la digestibilité des α -galactosides, de phytates et de l'amidon (*Champ et Faisant, 1992*). En outre, un traitement thermique mal adapté peut réduire, en cas de réaction de Maillard, la disponibilité en lysine (*Cuq et Lorient, 1992*)

4.3.2. Traitement enzymatique

L'action de la phytase (EC3138), une phosphatase capable de dephosphoryler l'IP6, conduit progressivement à l'inositol-5-phosphates (IP5), et aux inositol-4 phosphates (IP4), -3 (IP3), -2 (IP2) et -1 (IP1). Les trois derniers produits sont susceptibles de traverser la barrière intestinale (*Pointillart, Gueguen, 1992*). La phytase est vraisemblablement absente dans le tube digestif humain, mais il existe d'autres sources de phytases :

Les phytases végétales. Connues depuis longtemps (*Courtois, 1947*), elles sont présentes dans des graines de nombreuses espèces végétales : blé, maïs, orge, riz, haricots, courge. L'activité phytasique des graines varie considérablement d'une espèce à l'autre et au sein d'une même espèce. Ces enzymes sont particulièrement actives durant la germination des graines (*Frias, 2003*).

Les phytases microbiennes. Leur action peut se développer au cours d'une fermentation subie par les aliments ou quand elles leur sont rajoutées. L'addition de phytase microbienne améliore notablement la digestibilité et la rétention de phosphore végétal (*Simons et al, 1990 ; Kessler, 1992*).

Les phytases intestinales. Leur niveau d'activité est variable selon l'espèce. Le phosphore phytique est totalement hydrolysé par les ruminants. Certains animaux (rats, poulets, porc, ...) possèdent également des phytases dans leur intestin, mais ce n'est pas le cas de l'Homme (*Pointillart, 1993*).

5. Pratiques alimentaires et état nutritionnel des enfants à Madagascar au cours de la dernière décennie

Les ingérés alimentaires insuffisants et l'état sanitaire constituent les causes immédiates de l'état nutritionnel d'un enfant. La capacité de l'organisme à lutter contre les différentes maladies infectieuses dépend de l'état nutritionnel.

5.1. Pratiques alimentaires

L'allaitement maternel jusqu'à 6 mois et sa poursuite au delà de 2 ans sont des pratiques fortement recommandées par l'OMS (*WHO, 2002*). Grâce à ses qualités nutritive et immunologique, le lait

maternel transmet les éléments nutritifs et des anticorps aux nourrissons et limite ainsi l'exposition aux maladies (WHO, 1992).

A Madagascar, aussi bien en milieu rural qu'en milieu urbain, l'allaitement maternel est une pratique courante : plus de 98% des enfants sont mis au sein (Instat et ORC Macro, 2005). Les données recueillies lors des différentes enquêtes nutritionnelles permettent de suivre la tendance des pratiques d'allaitement maternel.

Entre 1992 et 2003, la proportion d'enfants ayant reçu le colostrum a augmenté de façon importante (de 6% à 62%) ainsi que celle d'enfants ayant été allaités dans les 24 heures après leur naissance (de 45% à 88%) (tableau 8). Par ailleurs, une amélioration a été observée concernant la pratique de l'allaitement maternel exclusif (figure 2) qui est passée de 47% à 77% chez les enfants de moins de 4 mois et de 17% à 49% chez les enfants de 4-5 mois (CNRE et Macro International Inc., 1994 ; Instat et ORC Macro, 2005).

Ce changement positif de comportement des mères malagasy face à la pratique de l'allaitement est en partie le fruit d'une Politique Nationale mise en place depuis 1992 en faveur de l'allaitement précoce des enfants et de l'allaitement exclusif jusqu'à l'âge de 6 mois. Cette politique s'est caractérisée principalement par l'initiative «hôpitaux amis des bébés», mais on peut remarquer que ce changement a affecté aussi bien les enfants nés dans les centres de santé que les enfants nés au domicile.

Tableau 8 : Evolution de la pratique de l'allaitement à la naissance chez les enfants de 1992 à 2003

	1992			2003		
	Taux d'allaitement	Début de l'allaitement		Taux d'allaitement	Début de l'allaitement	
		< 1H après la naissance	Au cours du jour qui suit la naissance ¹		< 1H après la naissance	Au cours du jour qui suit la naissance ¹
Moyenne nationale	97,2	6,2	44,9	98,3	62,4	88,4
Milieu de résidence						
Capitale	95,5	3,8	33,7	98,3	79,8	94,3
Autres villes	96,1	3,4	37,8	98,9	70,5	89,9
Urbain	95,9	3,6	36,4	98,8	72,2	90,6
Rural	97,4	6,7	46,3	98,2	60,2	87,9
Lieu d'accouchement						
Etablissement sanitaire	97,5	3,9	39,7	98,4	72,8	92,2
A domicile	97,8	8,1	48,9	98,6	54,1	86,6
Autre	100,0	10,3	56,6	96,4	55,6	87,0

(1) y compris les enfants allaités dans l'heure qui a suivi la naissance

L'ensemble des données concerne les enfants nés au cours des 5 années ayant précédé l'enquête (0-59 mois)

Sources : CNRE et DHS Macro International Inc., 1994

Instat et ORC Macro 2005

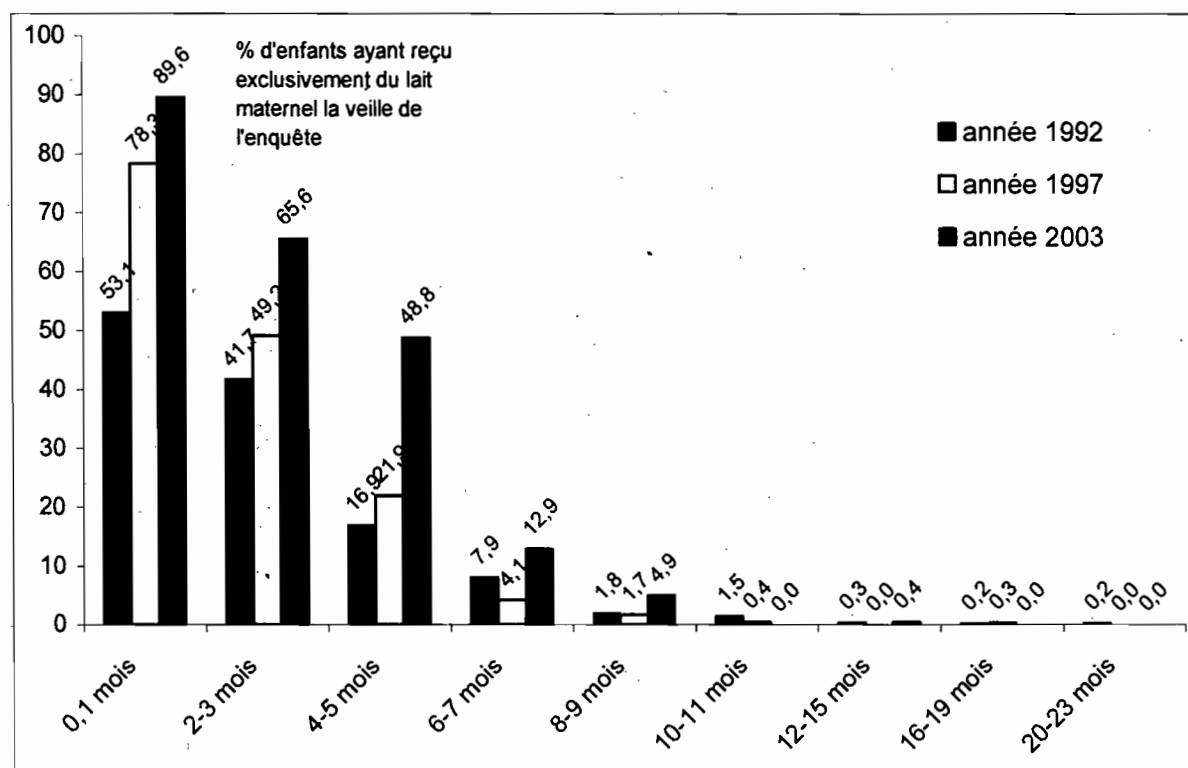


Figure 2 : Evolution de la prévalence d'allaitement exclusif chez les enfants de 0-23 mois de 1992 à 2003

Sources : CNRE et Macro International Inc., 1994
 Instat, Macro International Inc., 1998
 Instat et ORC Macro, 2005

Le taux d'alimentation complétée en temps opportun est supérieur à 85%. Le taux de poursuite de l'allaitement maternel reste élevé (90%) chez les 12-15 mois et chez les enfants de 20-23 mois (64%).

Bien qu'encore insuffisantes, les durées médianes d'allaitement exclusif et d'allaitement se sont légèrement allongées depuis 1992 (tableau 9).

Tableau 9 : Durée médiane (en mois) de l'allaitement exclusif et de l'allaitement

Année	1992	1997	2003
Durée médiane de l'allaitement exclusif	0,9	2,2	3,5
Durée médiane de l'allaitement	19,4	20,7	21,6

Sources : CNRE et Macro International Inc., 1994
 Instat, Macro International Inc., 1998
 Instat et ORC Macro, 2005

Une analyse comparée des pratiques d'allaitement des nourrissons et des jeunes enfants des pays d'Afrique publiée par Instat et ORC Macro (2005) fait ressortir que la durée moyenne d'allaitement observée à Madagascar ne se différencie pas de celles des autres pays. C'est au Cameroun que la durée moyenne d'allaitement est la plus courte (18,2 mois) et en Ethiopie qu'elle est la plus longue (24,9 mois).

La diminution de la proportion d'enfants consommant des aliments de complément avant l'âge de 4 mois (de 44% en 1992 à 11% en 2003) et entre 4 et 6 mois (de 78 à 41%) est un changement favorable, mais qui doit être encore accentué (*figure 2*).

Les aliments de complément donnés à partir de 6 mois sont principalement des céréales (87%), des légumes et fruits (75%), des aliments liquides (51%) et des tubercules (30%) (*tableau 10*). La consommation d'aliments sources de protéines est relativement faible. La base de l'alimentation solide est donc constituée de produits riches en calories mais pauvres en protéines (*Instat et ORC Macro, 2005*).

Tableau 10 : Fréquence de consommation en fonction de l'âge de différents types d'aliments de complément (en % des enfants ayant reçu l'aliment considéré au cours des 24 heures précédant l'enquête)

Nature de l'aliment	Age de l'enfant		
	0-3 mois	4-5 mois	6-23 mois
Céréales	1,2	29,6	86,7
Fruits, légumes	2,1	11,0	74,5
Liquides	8,1	21,9	51,2
Graisse, beurre	0,1	1,5	30,0
Racines et tubercules	1,8	1,2	29,5
Viande, poisson, œuf	0,7	3,4	27,0

Source : Instat et ORC Macro, 2005

5.2. Etat nutritionnel

L'état nutritionnel des enfants est caractérisé par une forte prévalence du retard de croissance et de l'insuffisance pondérale dont les formes sévères ont connu des augmentations au cours de la dernière décennie (respectivement de 19 à 22% et de 10 à 12%). En outre, la prévalence de l'émaciation a quasiment triplé de 1992 à 2003.

Tableau 11 : Prévalence de la malnutrition selon l'âge

Prévalence du Z-score	Taille pour âge		Poids pour taille		Poids pour âge	
	<-3ET	<-2ET	<-3ET	<-2ET	<-3ET	<-2ET
ENDS 92 (0-35 mois)	19,2	45,3	0,4	5,8	9,6	36,5
EDS 97 (0-35 mois)	21,6	48,3	0,9	7,4	12,8	40,0
EDSMD-III (0-35 mois)	21,7	44,8	3,0	14,2	11,7	39,5

Sources : CNRE et Macro International Inc., 1994
 Instat, Macro International Inc., 1998
 Instat et ORC Macro, 2005

La période d'apparition de ces différentes formes de malnutrition est précoce et se situe souvent avant 6 mois. La situation nutritionnelle des enfants se détériore jusqu'à l'âge de 2 ans :

La prévalence de retard de croissance, déjà élevée chez les enfants âgés de moins de 6 mois, augmente rapidement. C'est chez les enfants de 12-23 mois qu'elle est la plus élevée : plus de 57% d'entre eux souffrent de retard de croissance dont plus de la moitié de forme sévère.

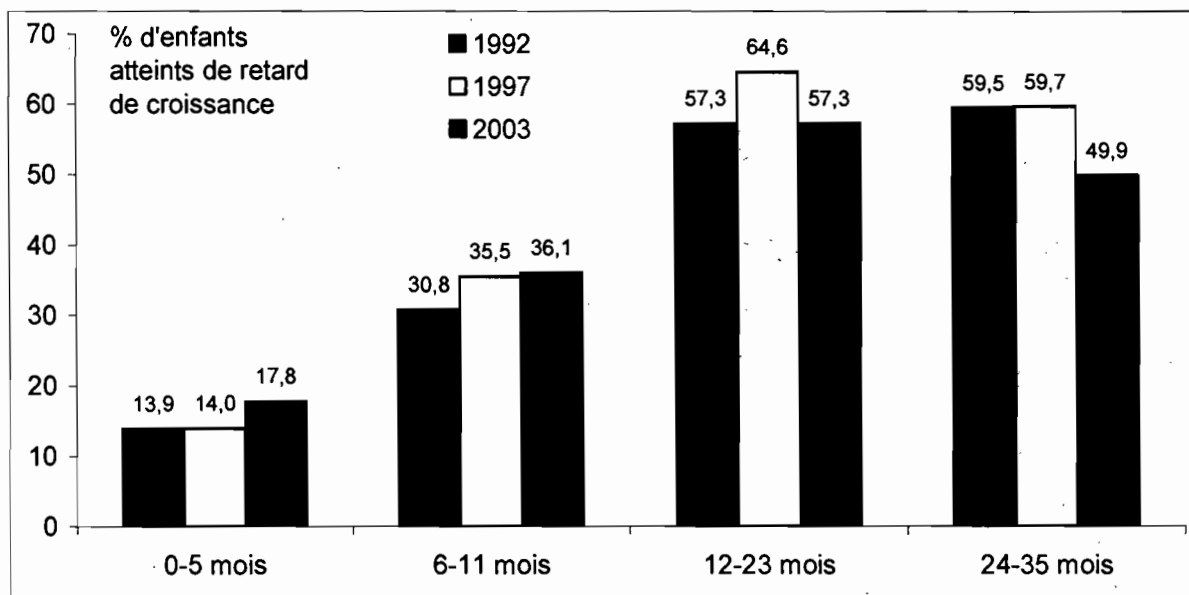


Figure 3 : Evolution de la prévalence du retard de croissance des enfants de 0-23 mois de 1992 à 2003

Sources : CNRE et Macro International Inc., 1994

Instat, Macro International Inc., 1998

Instat et ORC Macro, 2005

Chez les enfants de moins de 6 mois, la situation face à l'émaciation semble relativement satisfaisante malgré une détérioration enregistrée en 2003. C'est à partir de 6 mois que la situation se dégrade brusquement et c'est également chez les enfants de 12-23 mois que la prévalence est la plus élevée. Globalement, la prévalence de la maigreur a nettement augmenté entre 1997 et 2003.

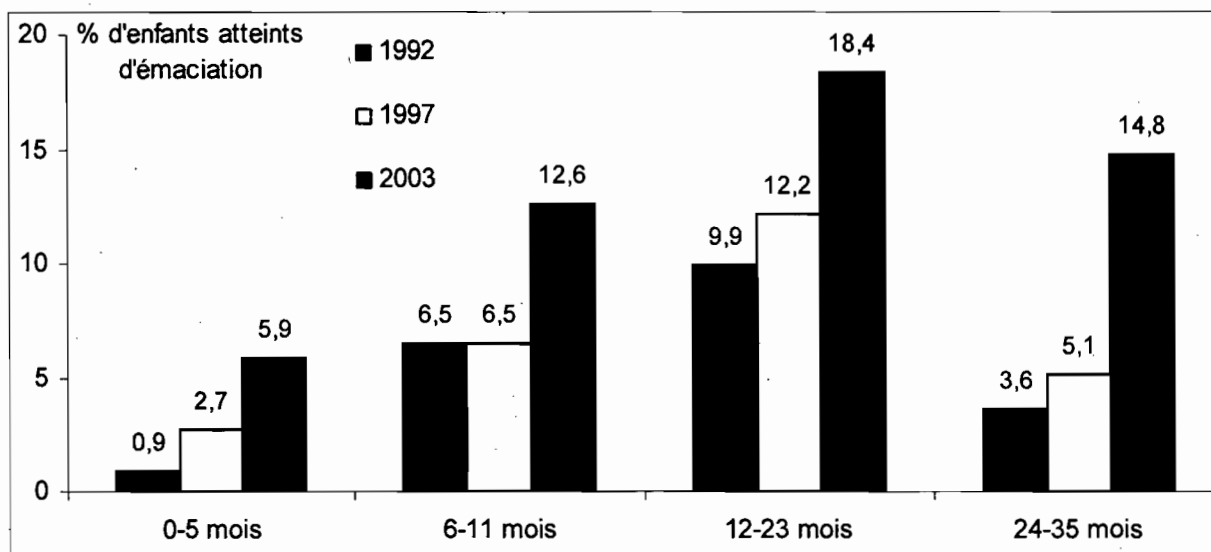


Figure 4 : Evolution de la prévalence de la maigreur des enfants de 0-23 mois de 1992 à 2003

Sources : CNRE et Macro International Inc., 1994

Instat, Macro International Inc., 1998

Instat et ORC Macro, 2005

La proportion d'enfants atteints d'insuffisance pondérale est relativement faible chez les enfants de moins de 6 mois, mais elle augmente rapidement et atteint un pic chez les enfants de 12-23 mois. Quelle que soit la période d'enquête, la proportion d'enfants entre 1 et 2 ans souffrant d'insuffisance pondérale avoisine toujours les 50%. Ensuite la prévalence diminue légèrement chez les 24-35 mois.

En comparaison avec les situations des pays d'Afrique subsaharienne dans lesquels des enquêtes de même type ont été réalisées depuis 2000, on constate que, après l'Éthiopie, c'est Madagascar qui présente la prévalence d'insuffisance pondérale la plus élevée dans la mesure où elle touche près de 40% des enfants de moins de trois ans (*The Linkages project et Profiles, 2005*).

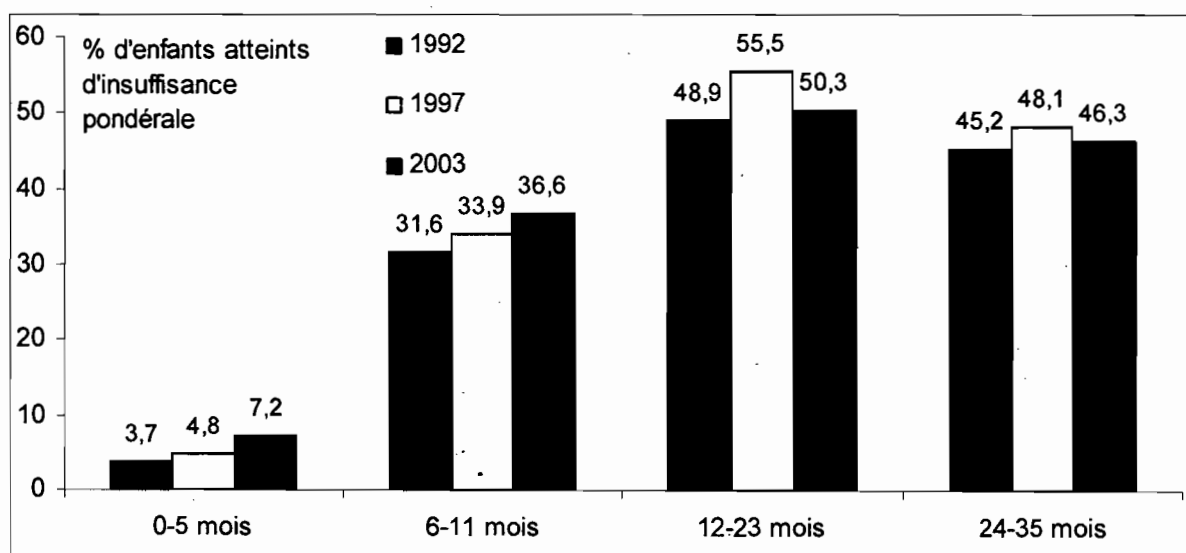


Figure 5 : Evolution de la prévalence d'insuffisance pondérale des enfants de 0-23 mois de 1992 à 2003

Sources : CNRE et Macro International Inc., 1994

Instat, Macro International Inc., 1998

Instat et ORC Macro, 2005

D'une manière générale, les pratiques alimentaires des nourrissons et des jeunes enfants malgaches ont subi des modifications positives entre 1992 et 2003, mais ne correspondent pas encore aux pratiques alimentaires optimales recommandées par l'OMS et l'Unicef (*WHO, 1998 ; WHO, 1999 ; WHO, 2002*). L'état nutritionnel reste précaire avec une forte prévalence du retard de croissance et de l'insuffisance pondérale qui s'accroissent avec l'âge.

CHAPITRE 1

Diagnostic de la situation alimentaire et de l'état nutritionnel des enfants

1. Introduction

La connaissance des pratiques alimentaires et de leurs déterminants ainsi que de la contribution de ces derniers à l'état nutritionnel des enfants sont des préalables nécessaires à toute intervention nutritionnelle (FAO, 1994).

Des enquêtes nutritionnelles réalisées dans 3 sites NAC/PCIMEC de Brickaville, pris comme sites pilotes de l'intervention du programme Nutrimad, avaient permis de révéler l'existence de mauvaises pratiques alimentaires et une situation nutritionnelle alarmante chez les enfants de moins de 2 ans (Razafindrazaka, 2001 ; Moursi et al, 2003 ; Ralison et al, 2004). L'introduction trop précoce de boissons et d'aliments de complément de mauvaise qualité concernait une majorité d'enfants. Un grand nombre d'enfants souffraient de malnutrition protéino-énergétique : 16,5% d'entre eux étaient atteints d'émaciation, 34,3% de retard de croissance et 43,0% d'insuffisance pondérale. Par ailleurs, l'évolution des prévalences en fonction de l'âge avait montré que la malnutrition apparaissait dès les premiers mois de la vie et s'accroissait avec l'âge.

Afin de pouvoir mieux appréhender la situation dans la zone de Brickaville en vue de définir, mettre en place et diffuser une stratégie visant l'amélioration de la situation nutritionnelle des jeunes enfants, un diagnostic plus complet s'est avéré nécessaire dans des sites NAC représentatifs de la région.

La présente partie de notre travail, relative à ce diagnostic, se fixe deux objectifs:

- Décrire les pratiques alimentaires et l'état nutritionnel des enfants âgés de moins de deux ans résidant sur ces sites
- Identifier les facteurs liés à l'enfant, aux parents et aux ménages qui influencent les pratiques alimentaires et l'état nutritionnel des enfants

2. Méthodologie

2.1. Choix des sites

Les sites ont été choisis parmi les 65 sites NAC/PCIMEC mis en place par le Ministère de la Santé et l'Unicef dans la sous-préfecture de Brickaville. Le choix de ces sites a été fait selon deux critères : l'accessibilité géographique aux différentes périodes de l'année et la préexistence ou non d'une intervention nutritionnelle dans, ou à proximité, du site.

Dans tous les sites accessibles, une enquête socio-économique au moyen d'un questionnaire a été mise en œuvre. Elle a été faite auprès des dirigeants administratifs (maire, adjoint au maire, président du comité local de sécurité ...) et des volontaires NAC des sites. Les données recueillies étaient de nature:

- socio- démographique (*effectif de la population, infrastructures sanitaires,...*)
- économique (*activités professionnelles du site, présence et type de marché, potentiel économique, ...*)
- agro- écologique (*produits cultivés,...*),

- et relatives à la présence ou non d'intervenants en matière de nutrition infantile dans le site ou dans les villages environnants.

Les sites ayant bénéficié de deux, ou plus, interventions d'organisations travaillant dans le domaine de la nutrition infantile ont été écartés.

Les informations recueillies ont permis de retenir 24 sites et de les regrouper en fonction de certaines caractéristiques communes en 4 classes (*Moursi, 2002*) qui ont été utilisées plus tard pour choisir 12 sites témoins et 12 sites d'intervention ayant des caractéristiques comparables (*Annexe 2*).

2.2. Déroulement de l'enquête

Une enquête alimentaire transversale et exhaustive par questionnaire avec mesures anthropométriques a été réalisée auprès des parents d'enfants de moins de 2 ans avant le démarrage de l'intervention dans les 24 sites retenus. Elle a eu lieu du 13 janvier au 25 février 2003.

Les recueils d'informations ont été assurés par 5 enquêteurs préalablement formés aux formulations des questions, au remplissage du questionnaire d'enquête ainsi qu'aux mesures anthropométriques.

2.2.1 Questionnaire

Les thèmes explorés (*Annexe 3*) ont concerné :

- L'allaitement maternel : pratiques d'allaitement à la naissance ; fréquences journalières et durée
- L'alimentation de complément : âge d'introduction et nature des aliments consommés
- Caractérisation des niveaux de connaissances des mères en matière de nutrition infantile avec des rubriques relatives :
 - à l'accès à l'information et aux types de messages déjà reçus
 - aux connaissances sur les pratiques d'allaitement
 - à l'avis des mères sur les aliments distribués aux enfants
 - à la perception de la malnutrition

2.2.2 Mesures anthropométriques sur les enfants et leurs mères

La taille a été mesurée au millimètre près à l'aide de toises fabriquées localement, en position couchée pour les enfants et en position debout pour les mères.

Le poids a été mesuré au moyen d'un pèse-personne Söehne précis à 100g près, d'une portée de 130kg. Les mesures ont été répétées autant de fois que nécessaire pour obtenir 3 fois la même valeur. Le poids de l'enfant était déduit par double pesée (différence du poids de la mère pesée avec son enfant dans les bras et de celui de la mère seule).

Le recueil de la date de naissance a été fait à partir d'un document officiel (acte de naissance, carnet de pesée, etc.) mentionnant l'âge "exact" de l'enfant. A défaut, la date de naissance a été notée "sûre" lorsque la mère la connaissait par cœur (l'information était recoupée plusieurs fois). Elle a été notée "estimée" lorsque la mère ne s'en souvenait pas avec certitude : le mois a été repéré à l'aide du calendrier local d'événements (par rapport à des événements précis) et la date a été arbitrairement fixée au 15 du mois identifié.

2.3. Saisie, définition de variables et analyse des données

2.3.1. Saisie des données

Les informations recueillies ont été vérifiées et codées avant de faire l'objet d'une double saisie avec le logiciel EPI-INFO version 6.04d (*Center for Diseases Control & Prevention CDC, USA et Organisation Mondiale de la Santé OMS, Genève*) pour identifier les éventuelles erreurs de saisies.

2.3.2. Définition d'un score de vaccination

Selon l'OMS, un enfant doit recevoir 5 vaccins selon le calendrier suivant: le BCG (contre la tuberculose) à la naissance ; 3 doses de vaccin DTCP (contre la diphtérie, le tétanos, la coqueluche, le poliomyélite) entre 2 et 4 mois à intervalle de 1 mois ; le vaccin contre la rougeole à 9 mois.

Pour décrire le statut vaccinal des enfants, un score de vaccination a été calculé de la manière suivante : un point pour chaque vaccin effectué à temps et 0 pour les vaccins non effectués ou effectués trop tardivement. La somme des 6 notes a été ramenée à 100 et les enfants repartis en 3 groupes qualifiés de faible (score<50), moyen (50=<score<=99) et bon (score=100). en fonction de leur statut vaccinal.

2.3.3. Définition d'un indice de biens possédés par les ménages

Un indice de biens possédés a été calculé à partir des informations recueillies concernant les biens matériels possédés (table, télévision, rizière, etc.) par le ménage ainsi que les montants de leur dépense journalière moyenne.

Pour cela, les prix moyens des meubles et ustensiles rencontrés dans les ménages ont été estimés. L'indice a été calculé en faisant la somme des valeurs de l'ensemble des biens possédés. Ensuite, les ménages ont été repartis dans 3 groupes selon les valeurs obtenues : faible (< 400000 Fmg ou 80 000 Ar), moyen (> 400 000 Fmg ou 80 000 Ar et < 1 000 000 Fmg ou 200 000 Ar) et élevé (>= 1 000 000 Fmg ou 200 000 Ar).

2.3.4. Définition d'un indice de qualité des pratiques alimentaires

Un indice de qualité des pratiques alimentaires a été construit pour les enfants de 0-23 mois en se référant aux recommandations internationales les plus récentes relatives aux pratiques d'allaitement et aux modalités d'alimentation en fonction de l'âge (*Annexe 4*).

A chaque pratique déclarée par la mère depuis la naissance a été attribuée une note sur une échelle variable en fonction de l'âge des enfants. L'indice a été calculé en faisant la somme des notes obtenues. Trois niveaux de qualité (médiocre, moyen et bon) des pratiques alimentaires ont ensuite été définis selon la valeur obtenue pour cet indice.

2.3.5. Définition d'un score de connaissances nutritionnelles

Un score de connaissances nutritionnelles des mères a été également élaboré, toujours en se référant aux recommandations internationales relatives aux pratiques d'allaitement et d'alimentation des enfants (*Annexe 5*).

Une note a été attribuée à chaque réponse des mères. En faisant la somme de ces notes, on a obtenu un score qui a permis ensuite de définir trois niveaux de connaissances nutritionnelles : niveau bas pour un score inférieur à 28, moyen pour un score compris entre 28 et 35 et élevé pour un score égal ou supérieur à 36.

2.3.6. Indices utilisés pour décrire l'état nutritionnel des enfants

L'état nutritionnel des jeunes enfants a été évalué en utilisant trois indices basés sur la combinaison du poids, de la taille et de l'âge qui, exprimés en «Z-Score», font référence aux données relatives à une population standard internationale du NCHS/CDC/WHO et permettent de définir différentes formes de malnutrition (OMS, 1983 ; Secaline, 1998)

- L'indice poids pour taille (P/T) mesure la malnutrition aiguë ou émaciation (*wasting*) qui fait généralement suite à un déficit alimentaire récent ou à une maladie, en particulier un épisode diarrhéique.
- L'indice Taille pour âge (T/A) révèle la présence de la malnutrition chronique ou retard de croissance (*stunting*) qui s'installe progressivement avec l'âge.
- L'indice poids pour âge (P/A) décrit une insuffisance pondérale (*underweight*), conséquence des effets combinés du retard de croissance et de l'émaciation.

Pour ces 3 indices :

- Un Score < - 2 ET et > -3 ET de la valeur moyenne signifie que l'enfant souffre d'une malnutrition modérée.
- Un Z-score < - 3 ET de la valeur médiane révèle une malnutrition sévère.

2.3.7. Indice utilisé pour décrire l'état nutritionnel des mères

Le statut nutritionnel des mères a été évalué en par l'Indice de Masse Corporelle (IMC) ou indice de Quételet. L'IMC se calcule de la manière suivante :

$$\text{IMC} = (\text{poids}) / (\text{taille}^2)$$

Trois seuils permettent de caractériser l'état nutritionnel des femmes non enceintes :

- Si $\text{IMC} < 18,5$, la femme est dans un état de maigreur.
- Si $18,5 \leq \text{IMC} \leq 25$, la femme se trouve dans un état normal.
- Si $\text{IMC} > 25$, la femme a un excès de poids.

2.3.8. Analyse des données

Les analyses ont été effectuées avec le logiciel EPI-INFO version 6.04d (Center for Diseases Control & Prevention CDC, USA et Organisation Mondiale de la Santé OMS, Genève).

Les niveaux de signification des relations entre, d'une part, la qualité des pratiques alimentaires ou l'état nutritionnel des enfants, et, d'autre part, les différentes variables décrivant des caractéristiques des enfants, de leurs mères et des ménages ont été testés par analyse de variance lorsque que ces variables étaient quantitatives et par le test du khi2 lorsque ces variables étaient qualitatives.

3. Résultats et discussions

3.1. Caractéristiques socio-économiques des ménages, socio-professionnelles des parents et socio-sanitaires des enfants

3.1.1. Caractéristiques socio-économiques des ménages

Sur les 24 sites retenus, 938 ménages comprenant un enfant de moins de deux ans ont été recensés. Leurs caractéristiques sont résumées dans le tableau 12.

En moyenne, un ménage est composé de 6 individus. Concernant l'habitation, les occupants sont majoritairement propriétaires (87%) et le bois est le combustible le plus utilisé pour la cuisson (93%). Peu de ménages bénéficient de l'électricité comme source d'éclairage (3,6%) et la plupart utilisent une lampe à pétrole.

Concernant les conditions sanitaires, l'eau de surface constitue la source d'approvisionnement en eau pour la plupart des ménages (80%) et 27% ne disposent pas de latrines.

Le découpage des ménages en classes en considérant 80.000 et 200.000 Ariary (Ar) comme valeurs seuils pour la somme des biens possédés permet de les répartir en trois classes d'effectifs comparables regroupant des ménages considérés comme ayant, respectivement, des niveaux économiques faible (35%), moyen (34%) et élevé (31%). Les dépenses moyennes quotidiennes des ménages s'élèvent à 1648 ±800 Ar (8240 ±4000 Fmg). Les sommes consacrées à l'alimentation de l'enfant restent dérisoires : seul le quart des parents y consacre plus de 100 Ar (500 Fmg) par jour.

Tableau 12 : Caractéristiques socio- sanitaires et économiques des ménages

Critères étudiés	Effectif	Pourcentage
Statut d'occupation du ménage		
Propriétaire	938	87,0
Non propriétaire		13,0
Nature du combustible utilisé		
Bois	938	92,9
Charbon		7,1
Source d'éclairage		
Électricité	937	3,6
Lampe pétrole		94,9
Autres		1,5
Source d'approvisionnement en eau		
Borne fontaine/puits	938	19,8
Fleuve/rivière		80,2
Accès à des latrines		
Oui	938	73,3
Indice de biens possédés		
Bas	934	35,4
Moyen		33,7
Élevé		30,8
Dépenses liées à l'alimentation de l'enfant		
0 Ar	913	44,7
>0 et ≤ 100Ar		30
> 100Ar		25,3

3.1.2. Caractéristiques socio-professionnelles et état nutritionnel des mères

Les caractéristiques socio-professionnelles de la principale personne donneuse de soins à l'enfant ainsi que l'état nutritionnel de leur mère sont donnés dans les tableaux 13. et 14

Dans la plupart des ménages, les personnes qui s'occupent principalement des enfants sont leurs mères (97%). Ces mères sont relativement jeunes car 23% d'entre elles ont moins de 21 ans et 60% se trouvent dans la tranche 21-34 ans. Pour ce qui est de l'état nutritionnel, 23% se trouvent dans un état de maigreur et 4% en surcharge pondérale.

Concernant le niveau de scolarisation, 76% des responsables de l'enfant ont été scolarisées, mais jusqu'à des niveaux très variables. Du point de vue leur situation matrimoniale, 79% sont mariées.

L'agriculture constitue l'activité professionnelle principale pour la grande majorité (87%).

Tableau 13 : Caractéristiques socio-professionnelles et état nutritionnel des principaux donneurs de soins à l'enfant

Critères étudiés	Effectif	Pourcentage
La mère est la personne s'occupant habituellement de l'enfant		
Oui	938	97,3
Classe d'âge des mères		
< 21 ans		22,7
21-34 ans	906	60,2
>= 35 ans		17,1
Indice de masse corporelle des mères (IMC) (%)		
IMC <18,5		22,1
18,5 ≤ IMC <25	904	74,0
IMC ≥ 25		3,9
Niveau de scolarisation de la principale personne donneuse de soins à l'enfant (%)		
Jamais scolarisée ni alphabétisée		23,6
Primaire ou alphabétisée	932	58,9
Secondaire ou plus		17,5
Activité professionnelle		
Agriculture		86,7
Autres	865	13,3
Situation matrimoniale		
Mariée/union libre		79,2
Célibataire	936	20,8

Les moyennes (\pm ET) de l'âge, de la taille, du poids et de l'IMC des mères biologiques sont données dans le tableau 14.

Tableau 14 : Age et caractéristiques anthropométriques des mères

Critères étudiés	Effectif	Moyenne	Ecart-type
Age (années)	907	26,8	7,3
Poids (kg)	915	46,8	6,7
Taille (cm)	915	152,1	6,0
IMC (kg/m ²)	915	20,2	2,5

3.1.3. Caractéristiques socioprofessionnelles des chefs de ménage

Parmi les ménages enquêtés, 59% sont dirigés par le père biologique de l'enfant, 11% par la mère elle-même et 30% par une autre personne de la famille ; les chefs de ménages ont un âge moyen de 35 ans ($34,7 \pm 11,9$ ans). Comme le montre le tableau 15, 17% d'entre eux n'ont jamais été scolarisés. L'agriculture reste leur activité majeure.

Tableau 15 : Caractéristiques socio-professionnelles des chefs de ménage

Critères étudiés	Effectif	Pourcentage
Niveau de scolarisation		
Jamais scolarisée ni alphabétisée	706	21,8
Primaire ou alphabétisée		58,6
Secondaire ou plus		19,5
Activité professionnelle		
Agriculture	934	74,4
Autres		25,9

3.1.4. Caractéristiques socio- sanitaires des enfants

Les caractéristiques des enfants de 0-23 mois enquêtés dans les 24 sites sont données dans le tableau 16 : 51% sont des garçons et 49% des filles ; 36% des naissances seulement ont eu lieu en milieu hospitalier ; 41% des enfants ont pu être pesés dans un centre de santé au cours du mois précédent les enquêtes et 47% ont un bon statut vaccinal.

Tableau 16 : Caractéristiques socio- sanitaires des enfants

Critères étudiés	Effectif	Pourcentage
Sexe		
Garçons	938	51,1
Filles		48,9
Classe d'âge des enfants		
0-5 mois	938	28,5
6-11 mois		26,3
12-17 mois		24,8
18-23 mois		20,4
Rang de naissance		
1	927	24,6
2		20,8
3-4		24,9
> 4		29,7
Lieu d'accouchement		
Maternité	938	36,2
Domicile		63,8
Statut vaccinal		
Faible	933	25,5
Moyen		27,7
Bon		46,8
Enfants ayant été pesés au cours du mois précédent l'enquête	938	41,3

3.1.5. Morbidité des enfants

Le tableau 17 résume l'état de santé des enfants au cours des deux semaines ayant précédé les enquêtes. La veille de notre passage, 29% avaient été malades et 11% avaient eu la diarrhée ; si l'on se réfère à l'état de santé durant les deux dernières semaines précédant l'enquête, le pourcentage d'enfants ayant souffert d'une maladie (palu, toux, grippe, infections respiratoires, fièvre, ...) était de 55% et celui d'enfants atteints de diarrhée était de 28%.

Tableau 17 : Prévalence de la maladie et de la diarrhée chez les enfants

	Effectif	Pourcentage
Maladie la veille de l'enquête	938	28,9
Maladie au cours des 2 dernières semaines	938	55,2
Diarrhée la veille de l'enquête	938	11,4
Diarrhée au cours des 2 dernières semaines	937	28,0

3.2. Pratiques alimentaires des enfants

3.2.1 Allaitement maternel

3.2.1.1 Allaitement initial et pratiques alimentaires à la naissance

Le tableau 18 montre que l'allaitement maternel est une pratique généralisée puisque 99,7% des nouveaux-nés ont été allaités. La première mise au sein s'est déroulée moins d'une heure après l'accouchement pour 61% des enfants, mais 46% des enfants ont été alimentés avec des boissons avant d'être allaités.

Ces données sont comparables à celles obtenues lors de l'enquête réalisée en 2000 (*Razafindrazaka, 2001, Moursi et al, 2003*) dans les trois sites pilotes et à l'enquête EDS nationale (*Instat et ORC Macro, 2005*) pour lesquelles, respectivement, 61,6% et 62,4% des enfants sont allaités moins d'une heure après leur naissance.

Concernant la prise de boissons avant le début de l'allaitement, les fréquences mesurées sont légèrement inférieures à celles enregistrées en 2000, moment auquel 55,6% des enfants avaient reçu des boissons avant leur première mise au sein.

Tableau 18 : Allaitement et distribution d'aliments à la naissance

Critères étudiés	Effectif	Pourcentage
Mise au sein après la naissance		
<1 heure		60,5
>1 heure	929	39,2
n'a pas été allaité		0,3
Consommation d'eau sucrée avant la première mise au sein	928	46,3

3.2.1.2 Indicateurs de conduite de l'allaitement et fréquence des tétées

Les différents indicateurs de la conduite de l'allaitement maternel (OMS, 1991), calculés à partir des pratiques déclarées au cours des 24 heures précédant l'enquête, sont donnés dans le tableau 19.

Concernant l'allaitement exclusif, il n'est pratiqué que par 66% des enfants de moins de 4 mois : en d'autres termes, 34% des nourrissons reçoivent déjà de l'eau ou des compléments. La situation se dégrade à 4-5 mois puisque seulement 24% des enfants sont allaités exclusivement. Au total près de la moitié (48%) des enfants de moins de 6 mois reçoivent déjà de l'eau ou des compléments au lait maternel. Le taux d'allaitement exclusif obtenu est inférieur à la moyenne nationale (67,2%). Le taux d'allaitement prédominant des enfants de moins de 6 mois est à peine plus élevé (62%) que le taux d'allaitement exclusif ce qui montre que 38% des enfants de moins de 6 mois reçoivent déjà des aliments de complément et seulement environ 10% uniquement des boissons (eau sucrée ou non, thé, tisane, jus de fruits) en plus du lait maternel.

Le taux de poursuite de l'allaitement maternel à 1 an (12-15 mois) est correct puisque 93% des enfants sont encore allaités mais l'allaitement diminue fortement avant l'âge de 2 ans puisque seulement 49% des enfants de 20-23 mois sont encore allaités.

Si l'on se réfère à l'allaitement au cours des dernières 24 heures, le nombre de tétées est supérieur à 10 pour plus des trois quarts des enfants ce qui correspond à un allaitement à la demande.

Tableau 19 : Indicateurs de conduite de l'allaitement maternel et fréquence des tétées

Critères étudiés		Effectif	Pourcentage
Taux d'allaitement exclusif			
0-3 mois		179	65,9
4-5 mois		88	23,9
0-5 mois		267	52,1
Taux d'allaitement prédominant			
0-3 mois		179	78,2
4-5 mois		88	29,5
0-5 mois		267	62,2
Taux d'allaitement complété en temps opportun			
6-9 mois		168	94,0
Taux de poursuite de l'allaitement maternel			
- à un an (12-15 mois)		155	92,9
- à deux ans (20-23 mois)		127	48,8
Fréquence des tétées			
0-5 mois	Moins de 10 fois	255	15,7
	10 fois et plus		84,3
6-23 mois	Moins de 10 fois	556	25,0
	10 fois et plus		75,0
0-23 mois	Moins de 10 fois	811	22,1
	10 fois et plus		77,9

3.2.2. Alimentation de complément

3.2.2.1 Age d'introduction de différents types d'aliments

La figure 6 présente les fréquences cumulées des enfants ayant commencé à consommer différents types de boissons en fonction de leur âge. Ces courbes permettent de déterminer l'âge médian d'introduction des différentes boissons, c'est-à-dire l'âge à partir duquel 50% des enfants enquêtés avaient commencé à consommer l'aliment considéré. On constate que l'introduction des boissons se fait pour certains enfants à un âge très précoce et même depuis la naissance pour certains d'entre eux. L'eau simple ou sucrée est introduite dans l'alimentation de l'enfant à un âge médian de 4,9 mois ; elle est suivie par le *ranon'apango* à 6,4 mois.

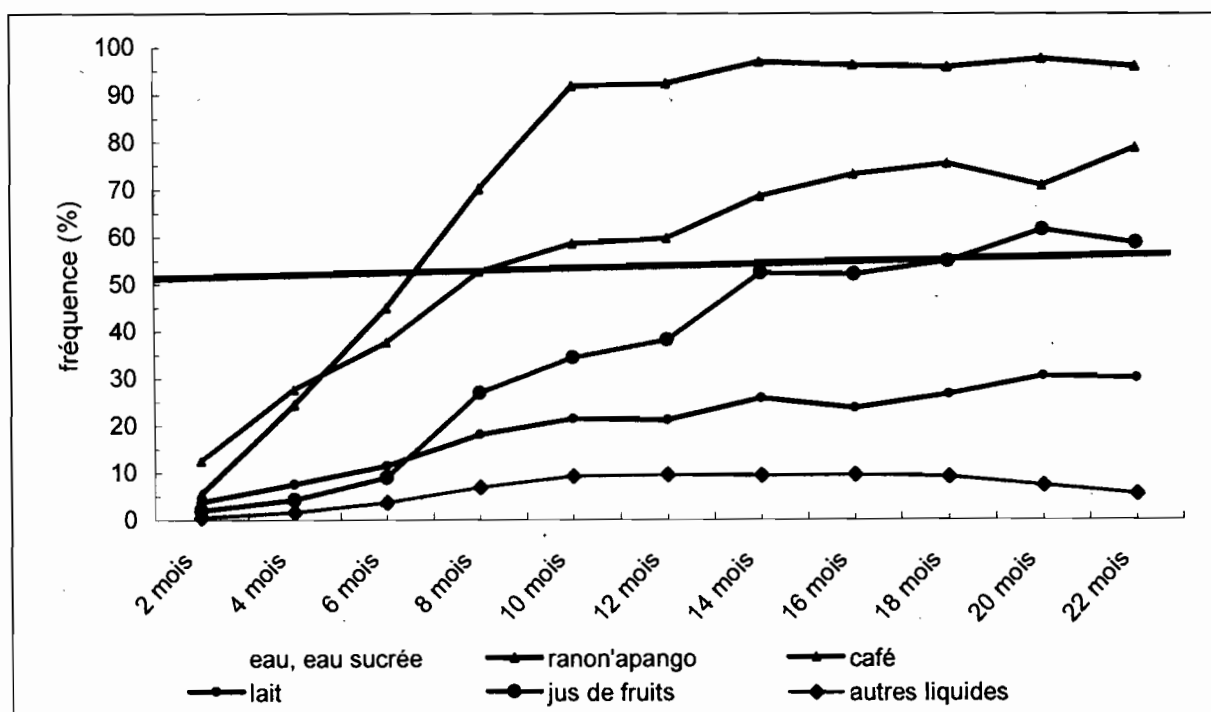


Figure 6 : Age d'introduction des boissons (fréquence cumulée d'enfants ayant commencé à consommer les aliments considérés en fonction de l'âge).

Comme le montre la figure 7, l'âge médian d'introduction des aliments semi-solides se situe au-delà de 6 mois. Ceux de la bouillie de riz et du *ranom-bary*, respectivement à 7,6 et de 8,0 mois, précèdent celui du *vary sosoa* à 8,5 mois. La consommation de ces aliments de consistance fluide reste relativement basse, ne dépassant pas 60% sauf pour le *vary sosoa* que 81% des enfants ont déjà commencé à consommer à l'âge de 22 mois.

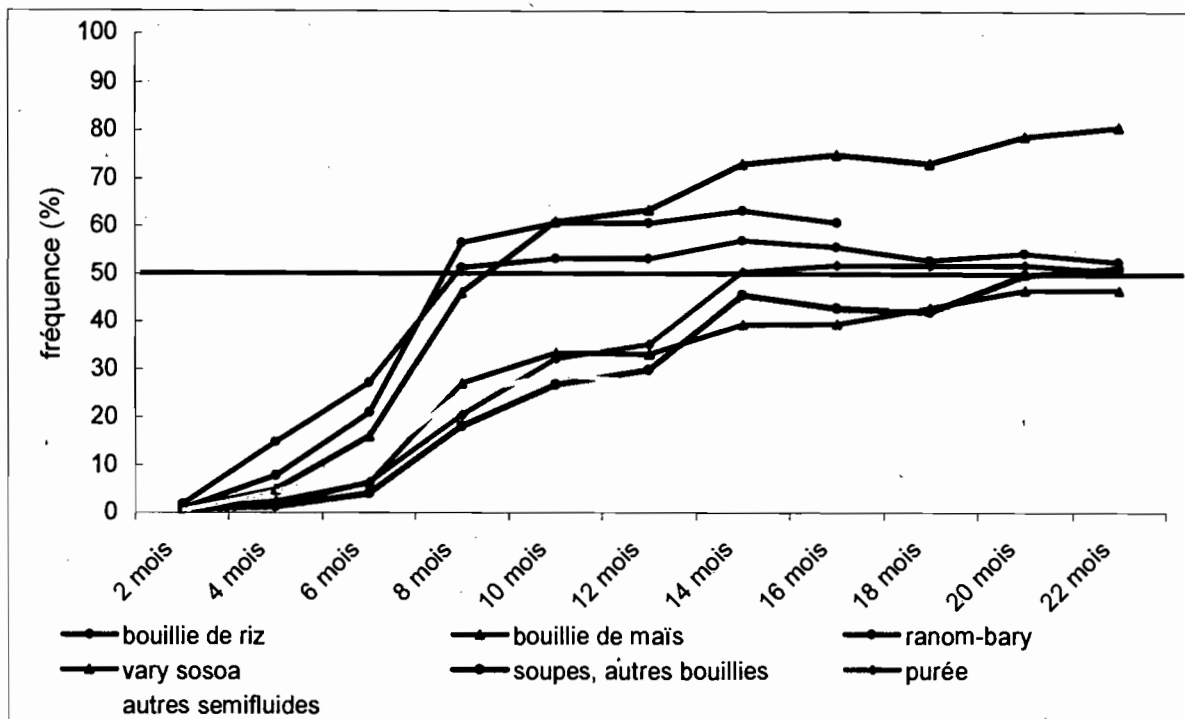


Figure 7 : Age d'introduction d'aliments semi-solides (fréquence cumulée d'enfants ayant commencé à consommer les aliments considérés en fonction de l'âge).

Concernant l'introduction d'aliments solides (figure 8), on constate que le pain et les biscuits ont un âge médian d'introduction qui se situe à moins de 7 mois (6,4 mois) et que les âges médians des autres aliments solides s'échelonnent entre 9 et 13 mois. A l'âge de 10 mois, plus de la moitié des enfants ont déjà reçu du vary maina et de l'apango, aliments dont les caractéristiques ne sont pas adaptées aux enfants de cet âge.

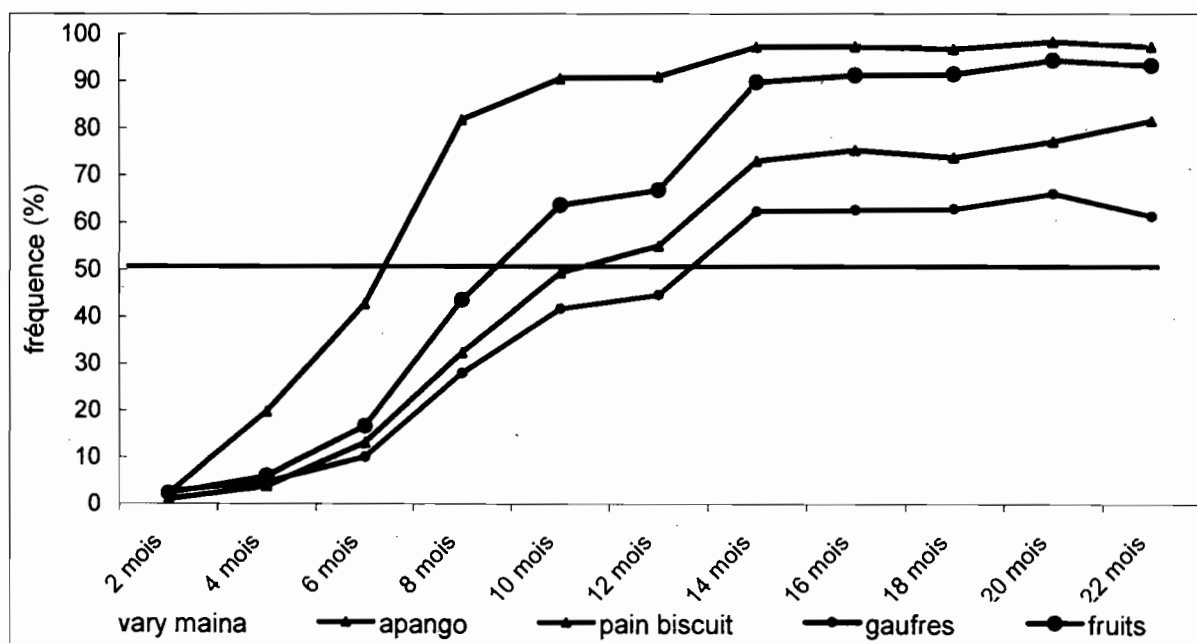


Figure 8 : Age d'introduction des aliments solides (fréquence cumulée d'enfants ayant commencé à consommer les aliments considérés en fonction de l'âge).

3.2.2.2 Fréquence de consommation des principaux aliments

Les figures 9 et 10 donnent la nature et la fréquence de consommation des principaux aliments distribués aux enfants de 6-23 mois au cours des 24 heures précédant l'enquête.

La fréquence de consommation des bouillies, qui atteint en moyenne près de 50% tous types de bouillies confondus chez les enfants de 6-23 mois, diminue de façon importante avec l'âge. La consommation de *ranom-bary* est près de deux fois plus fréquente chez les enfants de 6-11 mois que chez ceux de 18-23 mois. En revanche, la fréquence de consommation du *vary sosoa* dépasse 40% quelle que soit la classe d'âge considérée. La consommation des autres aliments semi solides (soupe, purée) ne dépasse jamais 15%.

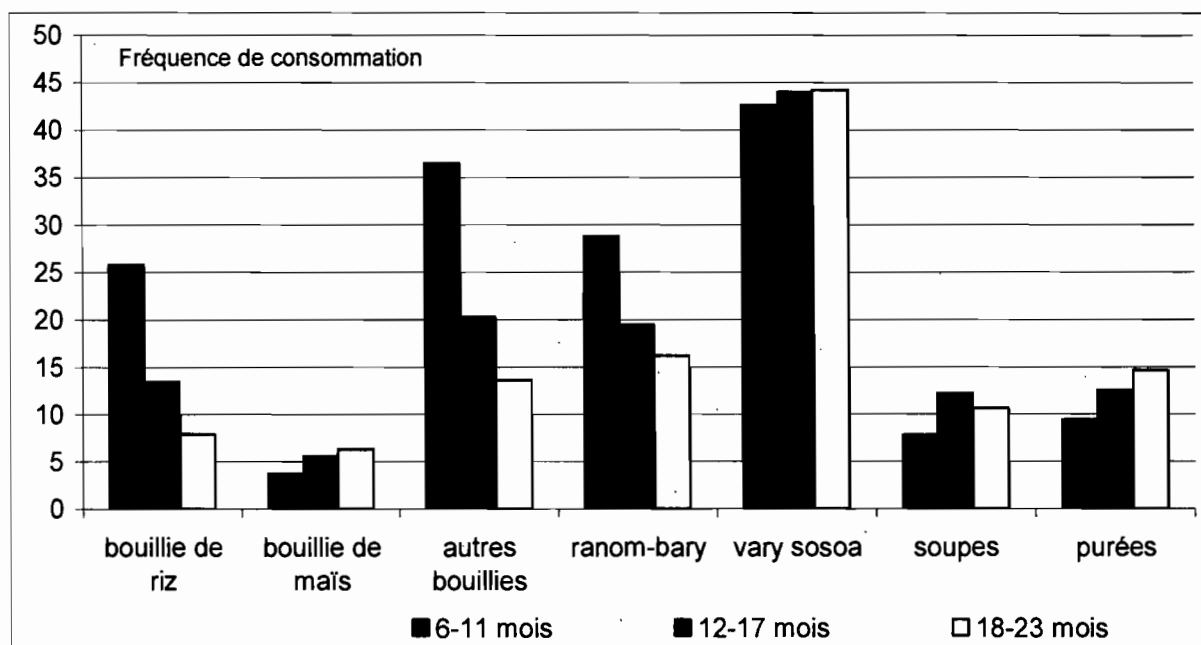


Figure 9 : Fréquence de consommation de différents types d'aliments semi-solides par les enfants de 6-23 mois (% d'enfants ayant consommé l'aliment considéré la veille de l'enquête).

La fréquence de consommation du *vary maina* et de l'*apango* augmente avec l'âge alors que celle du pain et des biscuits a plutôt tendance à diminuer (figure 10). Les enfants âgés de 6-11 mois sont déjà plus de 50% à consommer régulièrement du *vary maina* et dès un an, ils sont près de 90%.

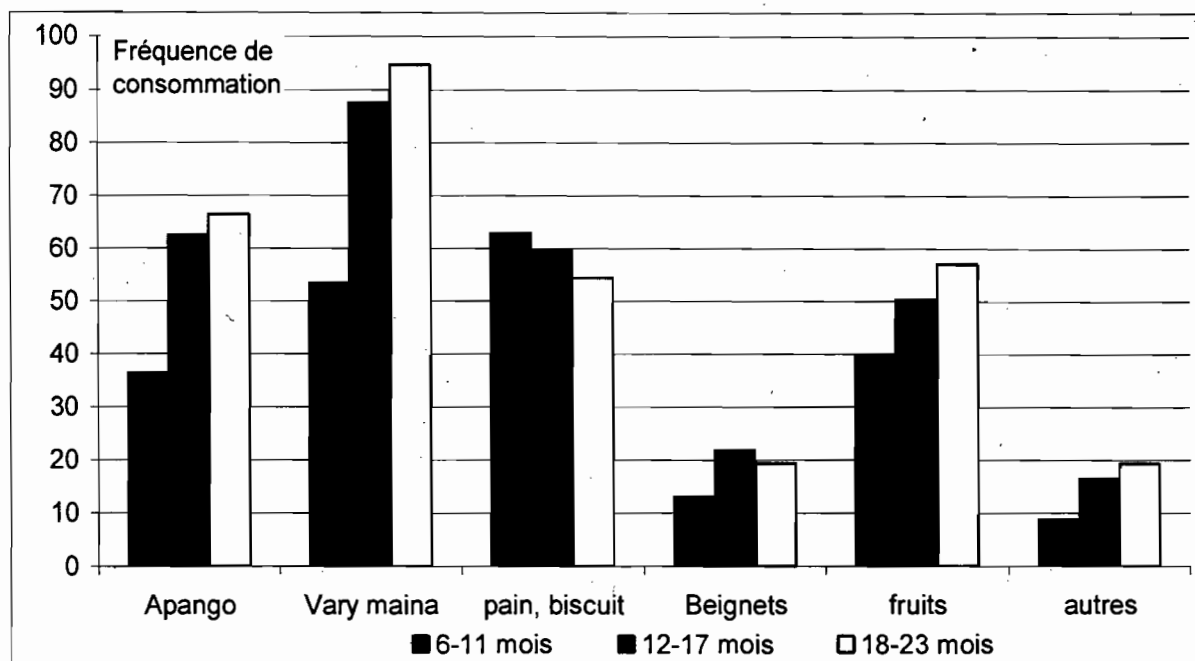


Figure 10 : Fréquence de consommation de différents types d'aliments solides par les enfants de 6-23 mois (% d'enfants ayant consommé l'aliment considéré la veille de l'enquête).

3.2.2.3 Fréquence de consommation des aliments d'accompagnement

La figure 11 présente la fréquence de consommation des aliments d'accompagnement en fonction de l'âge. Les résultats font apparaître que les plus consommés sont les brèdes, les poissons et les graines de légumineuses et que la fréquence de leur consommation augmente considérablement avec l'âge. La consommation de légumes et d'autres aliments sources de protéines (œuf, viande, crustacés) concerne une assez faible proportion d'enfants.

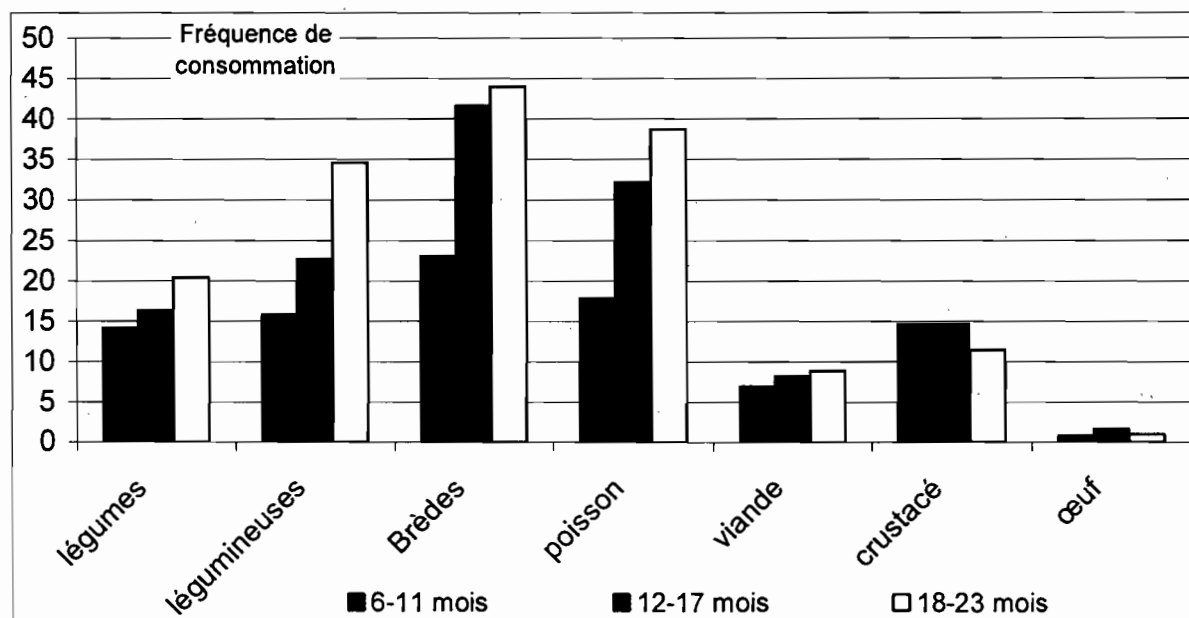


Figure 11 : Fréquence de consommation de différents types d'aliments d'accompagnement par les enfants en fonction de l'âge (% d'enfants ayant consommé l'aliment considéré la veille de l'enquête).

3.2.3. Qualité des pratiques alimentaires des enfants

La définition d'un indice de qualité des pratiques alimentaires a permis de répartir les enfants en trois classes (*tableau 20*) d'effectifs comparables en choisissant, pour les différentes classes d'âge des valeurs seuils telles que la répartition des enfants entre ces trois classes ne dépende pas de l'âge.

Tableau 20 : Répartition des enfants selon la qualité de leurs pratiques alimentaires

Pratiques alimentaires	0-5 mois	6-11 mois	12-23 mois	Valeur de p	0-23 mois
<i>Effectif</i>	267	247	424		938
Médiocres (%)	31,1	31,2	34,4	0,6612	32,6
Moyennes (%)	33,3	34,8	35,1		34,5
Bonnes (%)	35,6	34,0	30,4		32,8

3.2.4. Mise en évidence des déterminants des pratiques alimentaires

Les relations existantes entre différents facteurs liés à l'enfant, à la mère, au chef de ménage et au ménage et l'indice de qualité des pratiques alimentaires sont résumées dans le tableau 21.

Les huit facteurs identifiés comme étant associées à la qualité des pratiques alimentaires sont l'âge, le statut vaccinal, le poids et la taille de l'enfant ainsi que le suivi de la croissance au cours du mois précédant l'enquête, le niveau scolaire de la mère et du chef de ménage et le niveau économique du ménage.

Tableau 21 : Mise en évidence des relations existant entre la qualité des pratiques alimentaires et des enfants, de leurs mères et des ménages.

Variables étudiées	Niveau de signification
Variables qualitatives¹	-
Sexe de l'enfant	ns
Rang de naissance	ns
Prévalence du retard de croissance	ns
Prévalence de l'émaciation	ns
Prévalence de l'insuffisance pondérale	ns
Diarrhée la veille de l'enquête	ns
Diarrhée au cours des 2 semaines précédant l'enquête	ns
Survenue d'une maladie la veille de l'enquête	ns
Survenue d'une maladie au cours des 2 semaines précédant l'enquête	ns
État nutritionnel de la mère	ns
Profession de la mère	ns
Niveau de scolarité de la mère	P=0,0101
Statut matrimonial de la mère	ns
Statut d'occupation du ménage	ns
Classe d'âge de la mère	ns
Niveau de scolarité du père	ns
Profession du père	ns
Nature du combustible utilisé dans le ménage	ns
Accès aux latrines	P=0,0411
Dépenses liées à l'alimentation de l'enfant	ns
Biens possédés par le ménage	P<0,0001
Pesée de l'enfant au cours du mois de l'enquête	P=0,0065
Statut vaccinal de l'enfant	P=0,0006
Lieu d'accouchement	P<0,0001
Prise de boisson avant la première tétée	P<0,0001
Variables continues²	
Age de l'enfant	P=0,0009
Poids de l'enfant	P=0,0003
Taille de l'enfant	P<0,0001
Poids de la mère	ns
Taille de la mère	ns

Ns : indique qu'il n'existe pas d'association statistiquement significative ($p \geq 0.05$)

(1) test de khi 2 entre la variable traduisant l'appartenance des enfants à l'un des trois groupes définis en fonction de la qualité des pratiques alimentaires subies et les variables considérés.

(2) analyse de variance permettant de comparer les moyennes obtenues pour les variables considérées pour chacun des trois groupes définis en fonction de la qualité des pratiques alimentaires subies.

Comme résumé dans le tableau 22, il ressort que les enfants bénéficiant de meilleures pratiques alimentaires sont aussi ceux qui sont nés dans un centre de santé, qui ont été pesés au cours du mois précédent l'enquête, qui n'ont pas un statut vaccinal moyen, qui appartiennent à des ménages ayant un indice de biens possédés élevé et un accès à des latrines et dont les mères ont un niveau scolaire secondaire ou supérieur.

Tableau 22 : Nature des relations existant entre pratiques alimentaires et certaines caractéristiques des enfants, de leurs mères et des ménages.

Variables étudiées	Effectif	Qualité des pratiques alimentaires subies			Niveau de signification
		Médiocre	Moyenne	Bonne	
Niveau de scolarité de la mère (%)					
Analphabète	220	34,5	39,5	25,9	P=0,0101
Primaire	549	33,2	35,0	31,9	
Secondaire/supérieure	163	34,4	24,5	41,1	
Accès aux latrines					
Oui	688	35,9	31,8	32,3	P=0,0411
Non	250	38,8	40,0	31,2	
Indices de biens possédés par le ménage (%)					
Bas	331	43,2	29,3	27,5	P<0,0001
Moyen	315	26,3	40,0	33,7	
Élevé	288	31,9	33,0	35,1	
Lieu d'accouchement					
Maternité	340	32,6	27,4	40,0	P<0,0001
A domicile	598	34,8	37,8	27,4	
Pesée de l'enfant au cours du mois précédant l'enquête (%)					
Oui	387	31,5	30,7	37,7	P=0,0065
Non	551	35,8	36,3	27,9	
Statut vaccinal de l'enfant (%)					
Bas	238	34,0	42,0	23,9	P=0,006
Moyen	258	30,2	37,2	32,6	
Élevé	437	35,9	27,7	36,4	
Prise de boisson avant la première tétée					
Oui	430	42,6	43,5	14,0	P<0,00001
Non	498	25,7	26,1	48,2	

La taille et le poids moyens des trois groupes d'enfants définis en fonction de la qualité de leurs pratiques alimentaires sont statistiquement différents. Néanmoins lorsque ces variables sont ajustées sur l'âge des enfants pour tenir compte des différences d'âge entre les enfants des trois groupes, ces différences ne sont plus significatives ce qui indique qu'à âge égal, il n'y a ni différence de poids ni

différence de taille entre les enfants des trois groupes d'enfants définis en fonction de la qualité des pratiques alimentaires.

Tableau 23 : Comparaison de la taille et du poids des enfants en fonction de la qualité de leur pratiques alimentaires.

Variables étudiées		Médiocre	Moyenne	Bonne	Niveau de signification
Taille de l'enfant (cm)					
	<i>Effectif</i>	318	318	300	
Moyenne ± ET non ajustée		69,53±8,10 ^a	67,16±8,10 ^b	66,99±8,39 ^b	P=0,0001
Moyenne ajustée sur l'âge		68,27	67,77	67,68	P=0,10
Poids de l'enfant (kg)					
	<i>Effectif</i>	319	319	300	
Moyenne ± ET non ajustée		7,59±1,86 ^a	7,07±1,93 ^b	7,07±1,79 ^b	P<0,0003
Moyenne ajustée sur l'âge		7,34	7,18	7,22	P=0,18

Sur une même ligne, les moyennes non suivies par une même lettre sont significativement différentes au niveau de signification indiqué

3.3. Etat nutritionnel des enfants de 0-23 mois

3.3.1. Prévalences des différentes formes de malnutrition selon l'âge

Les prévalences de malnutrition chez les enfants de 0-23 mois sont données dans le tableau 24 pour les différentes classes d'âge.

Tableau 24 : Etat nutritionnel des enfants de 0-23 mois

Age	taille pour âge		poids pour taille		poids pour âge	
	<-3ET	<-2ET	<-3ET	<-2ET	<-3ET	<-2ET
0-5 mois (%)	1,9	12,8	0,4	0,8	1,9	7,5
6-11 mois (%)	8,2	31,0	0,0	8,5	11,8	36,2
12-17 mois (%)	17,3	51,1	1,7	19,7	19,8	59,5
18-23 mois (%)	24,6	55,0	2,6	20,4	18,3	55,0
0-23 mois (%)	12,0	35,7	1,9	10,9	12,3	37,3
<i>Effectif</i>	932		917		936	

3.3.1.1 Retard de croissance

La prévalence d'enfants qui accusent un retard de croissance est de 35,7% chez les enfants de 0-23 mois avec 12% de forme sévère. Selon l'âge, cette proportion varie considérablement, elle atteint 12,8% des nourrissons de moins de 6 mois et finit par concerner 55,0% des enfants de 18-23 mois ; en d'autres termes, la situation se dégrade avec la croissance en âge.

Ces prévalences sont comparables à celles obtenues au cours des enquêtes réalisées en 2000 dans 3 sites NAC à Brickaville (*Razafindrazaka, 2001 ; Moursi et al, 2003*) et qui s'élevaient à 34,3% dont 12,2% de forme sévère. Elles sont plus faibles que la moyenne nationale qui est de 42,6% dont 20% de forme sévère chez les enfants de même âge (0-23 mois) (*Instat et ORC Macro, 2005*).

3.3.1.2 Emaciation

L'émaciation atteint 11,8% des enfants de moins de 2 ans. Du point de vue de l'âge, elle concerne les enfants à partir de 6 mois et la situation se dégrade avec l'âge des enfants : ce sont les enfants de plus de 12 mois qui en souffrent le plus.

Cette prévalence de l'émaciation est relativement basse comparée à la moyenne nationale (14%) chez les enfants de même âge (*Instat et ORC Macro, 2005*) et à celle mesurée en 2000 (16,5%) (*Razafindrazaka, 2001 ; Moursi et al, 2003*).

3.3.1.3 Insuffisance pondérale

Comme indiqué dans le tableau 24, l'insuffisance pondérale atteint 37,6% des enfants de 0-23 mois dont 12,3% de forme sévère. Déjà fréquente aux jeunes âges, elle augmente rapidement pour toucher 59,5% des enfants âgés de 12-17 mois puis commence à diminuer légèrement chez ceux de 18-23 mois. La prévalence mesurée est plus faible que celle enregistrée dans les trois sites pilote en 2000 où elle était de 43% (*Razafindrazaka, 2001 ; Moursi et al, 2003*) chez les enfants de cette même tranche d'âge, mais elle est comparable à la moyenne nationale qui est de 36,5% (*Instat et ORC Macro, 2005*).

La figure 12 qui donne l'évolution des Z-scores moyens en fonction de l'âge illustre cette dégradation progressive de l'état nutritionnel avec l'âge.

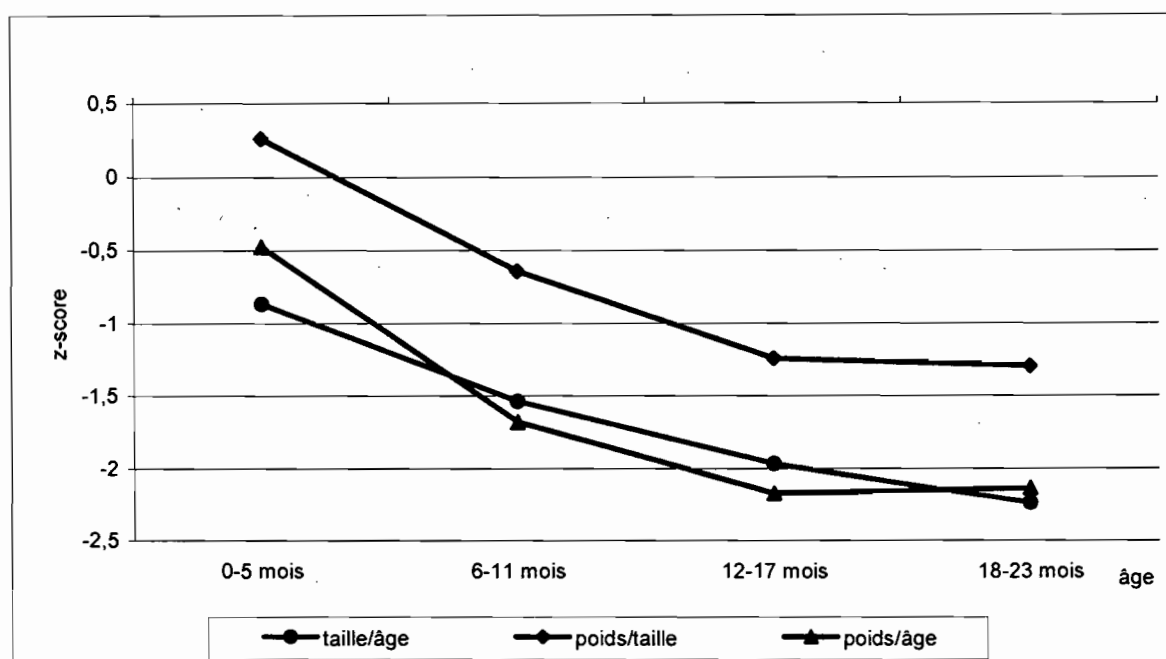


Figure 12 : Évolution des Z-scores moyens des enfants de 0-23 mois

Le Z-score moyen taille/âge est déjà de faible pour les enfants de moins de 6 mois (-0,87) et il diminue fortement pour atteindre une valeur de -2,24 chez les enfants de 18-23 mois.

Concernant l'émaciation, la situation est moins préoccupante. Le Z-score moyen Poids/taille est de -0,26 chez les enfants de moins de 6 mois ; après une diminution sensible au cours du second semestre de vie, il semble se stabiliser autour de -1,3 à partir de l'âge de 12 mois.

Pour l'insuffisance pondérale, l'état des enfants se dégrade de manière importante jusqu'à l'âge de 18 mois : le Z-score moyen Poids/âge passe de -0,47 pour les enfants de moins de 6 mois à -2,17 chez ceux de 12 -17 mois pour se stabiliser par la suite.

L'évolution des différents Z-scores met en évidence une apparition de la malnutrition avant l'âge de 6 mois qui s'aggrave de manière importante jusqu'à l'âge de deux ans. Bien que les prévalences d'émaciation et d'insuffisance pondérale soient légèrement plus faibles que celles enregistrées en 2000 chez les enfants de 0-23 mois, la situation restait en 2003 particulièrement préoccupante justifiant la mise en oeuvre immédiate de stratégies efficaces.

3.3.2. Mise en évidence des relations existant entre les prévalences des différentes formes de malnutrition et certaines caractéristiques des enfants, de leurs mères et des ménages.

L'évolution de l'état nutritionnel peut être influencé par de nombreux facteurs liés à l'environnement de l'enfant. Le tableau 25 récapitule les facteurs associés de manière significative à l'état nutritionnel des enfants.

En dehors de la classe d'âge de l'enfant, quatre autres facteurs sont associés au retard de croissance : l'état de santé de l'enfant la veille de l'enquête, l'état nutritionnel de la mère, la source d'éclairage utilisée par le ménage et le niveau de dépense pour l'alimentation de l'enfant.

Tableau 25 : Mise en évidence des relations existant entre l'état nutritionnel des enfants et certaines de leurs caractéristiques ou des caractéristiques de leurs mères ou des ménages.

Variables qualitatives étudiées	Retard de croissance	Emaciation	Insuffisance pondérale
Caractéristiques liées à l'enfant			
Sexe	ns	P=0,0056	P=0,0043
Classe d'âge	P<0,0001	P<0,0001	P<0,0001
Rang de naissance	ns	ns	ns
Naissance en structure sanitaire	ns	P=0,0384	ns
Survenue d'une diarrhée la veille de l'enquête	ns	ns	ns
Survenue d'une diarrhée dans les 2 semaines précédant l'enquête	ns	ns	ns
Maladie la veille de l'enquête	P=0,0434	p=0,0003	P<0,0001
Maladie au cours des 2 semaines précédant l'enquête	ns	ns	0,0010
Statut vaccinal	ns	ns	ns
Qualité des pratiques alimentaires	ns	ns	ns
Caractéristiques liées à la mère			
Age de la mère	ns	ns	ns
État nutritionnel de la mère	P=0,0084	P=0,0167	P<0,0001
Profession	ns	ns	ns
Niveau scolaire	ns	ns	ns
Statut matrimonial	ns	ns	P=0,0420
Qualité des pratiques d'allaitement initial	ns	ns	ns
Prise de boisson à la naissance	ns	ns	ns
Caractéristiques liées au chef de ménage			
Niveau de scolarité du père	ns	ns	ns
Profession du père	ns	ns	ns
Caractéristiques liées au ménage			
Statut d'occupation du logement	ns	ns	ns
Accès à l'eau	ns	P=0,0248	ns
Raccordement à l'électricité	P=0,0150	ns	ns
Accès à des latrines	ns	ns	ns
Combustibles utilisés	ns	P=0,0152	ns
Indice de biens possédés par le ménage	ns	ns	ns
Dépense pour l'alimentation de l'enfant	P<0,0001	ns	ns

Ns : indique qu'il n'existe pas d'association statistiquement significative ($p \geq 0.05$)

(1) test de khi 2 entre la variable traduisant le fait que l'enfant est malnutri ou non (Taille/âge, Poids/taille ou Poids/âge < -2ET : NCHS) et les variables considérés.

Les enfants les plus âgés et ceux ayant été malades au cours des 2 semaines précédant l'enquête sont les plus touchés par le retard de croissance (tableau 26). C'est également le cas des enfants issus des mères ayant un mauvais état nutritionnel. Par ailleurs, les enfants qui vivent dans des

ménages ayant d'autres sources d'éclairage que la lampe à pétrole ou l'électricité et ceux à qui les parents consacrent peu ou pas d'argent pour leur repas sont davantage atteints par le retard de croissance.

Tableau 26 : Mise en évidence des relations existant entre le retard de croissance et certaines caractéristiques liées aux enfants, à leurs parents et au ménage.

Variables étudiées	Effectif	Enfants retardés en taille (T/A < - 2 ET)	Enfants non retardés en taille (T/A > - 2ET)	Niveau de signification
Classe d'âge des enfants (%)				
0-5 mois	265	12,8	87,2	P<0,0001
6-11 mois	245	31,0	69,0	
12-17 mois	231	51,1	48,9	
18-23 mois	191	55,0	45,0	
Maladie de la veille (%)				
Oui	269	40,9	59,1	P=0,0434
Non	663	33,6	66,4	
État nutritionnel de la mère (%)				
Maigre	202	40,6	59,4	P=0,0084
Normal	671	35,6	64,4	
Surpoids	36	13,9	86,1	
Accès à l'électricité (%)				
Electricité	34	29,4	70,6	P=0,0150
Lampe à pétrole	883	35,4	64,6	
Autres	14	71,4	28,6	
Dépense pour l'alimentation de l'enfant (%)				
100 ariary et plus	229	39,3	60,7	P=0,0000
Moins de 100 ariary	406	26,6	73,4	
0 ariary	272	44,9	55,1	

Concernant l'émaciation, elle est liée de manière significative au sexe et à la classe d'âge de l'enfant, au fait qu'il soit né dans une structure sanitaire et au fait d'avoir été malade la veille de l'enquête. Elle est également associée à l'état nutritionnel de la mère, à l'accès à l'eau et la nature du combustible utilisé par le ménage.

En effet, il a été constaté que les garçons et les enfants ayant été malades au cours des 2 semaines précédant l'enquête sont plus touchés par l'émaciation et que les enfants nés dans un centre de santé

sont moins souvent atteints d'émaciation (*tableau 27*). Par ailleurs, les enfants de mères ayant un mauvais état nutritionnel ou appartenant à un ménage n'ayant pas accès à l'eau potable ou utilisant le bois comme combustible pour la cuisson sont plus vulnérables à l'émaciation.

Tableau 27 : Mise en évidence des relations existant entre l'émaciation et certaines caractéristiques liées aux enfants, à leurs parents et aux ménages

Variables étudiées	Effectif	Enfants maigres (P/T < -2 ET)	Enfants non maigres (P/T > - 2 ET)	Niveau de signification
Classe d'âge (%)				
0-5 mois	247	0,8	99,2	0,0000
6-11 mois	246	8,5	91,5	
12-17 mois	233	19,7	80,3	
18-23 mois	191	20,4	79,6	
Sexe de l'enfant (%)				
Garçons	467	14,8	85,2	0,0056
Filles	450	8,7	91,3	
Maladie de la veille (%)				
Oui	268	17,9	82,1	0,0003
Non	649	9,2	90,8	
Lieu de naissance (%)				
Dans un centre de santé	333	8,7	91,3	0,0384
A domicile	584	13,5	86,5	
Etat nutritionnel de la mère (%)				
Maigre	202	15,8	84,2	0,0167
Normal	657	11,1	88,9	
Surpoids	35	0,0	100,0	
Accès à l'eau (%)				
Eau de forage	180	6,7	93,3	0,0248
Eau de surface	737	13,0	87,0	
Nature du combustible utilisé (%)				
Bois	853	12,5	87,5	0,0152
Autres	64	1,6	98,4	

L'insuffisance pondérale est liée de manière significative avec sept facteurs : le sexe et la classe d'âge de l'enfant, le fait qu'il ait été malade veille ou au cours des 2 semaines précédant les enquêtes, l'état nutritionnel de la situation matrimoniale de la mère.

Les garçons, les enfants plus âgés, ceux issus des mères célibataires ou de faible IMC et ceux ayant été malades la veille ou au cours des deux semaines précédant les enquêtes sont plus nombreux à être atteints d'insuffisance pondérale (*tableau 28*).

Tableau 28 : Mise en évidence des relations existant entre les prévalence de l'insuffisance pondérale et différentes variables liés à l'enfant, aux parents et au ménage

Variables étudiées	Effectif	Enfants souffrant d'insuffisance pondérale	Enfants à croissance normale (%)	Valeur de p
Classe d'âge (%)				
0-5 mois	267	7,5	92,5	0,0000
6-11 mois	246	36,2	63,8	
12-17 mois	232	59,5	40,5	
18-23 mois	191	55,0	45,0	
Sexe de l'enfant (%)				
Garçons	477	42,1	57,9	0,0043
Filles	459	32,9	67,1	
Maladie de la veille (%)				
Oui	271	48,0	52,0	0,0000
Non	665	33,4	66,6	
Maladie au cours des 2 semaines précédant l'enquête (%)				
Oui	517	42,4	57,6	0,0010
Non	419	31,7	68,3	
Etat nutritionnel de la mère (%)				
Maigre	203	50,2	49,8	0,0000
Normal	674	35,0	65,0	
Surpoids	36	13,9	86,1	
Statut matrimonial de la mère (%)				
Mariée	741	35,8	64,2	0,0420
Célibataire/ divorcée	193	44,0	56,0	

3.4. Connaissances des mères en matière de nutrition infantile

3.4.1. Accès à l'information

L'accès des mères à l'information nutritionnelle ainsi qu'à différents types de messages est donné dans le tableau 29. Respectivement, 90%, 83% et 71% des mères déclarent avoir déjà entendu des messages sur la santé ou l'alimentation des enfants, la vaccination et sur l'hygiène. Les messages qui concernent l'alimentation des enfants malades et celle des femmes enceintes ou allaitantes sont ceux qui sont les moins retenus.

Tableau 29 : Accès à l'information nutritionnelle et sanitaire (en % de mères ayant déclaré avoir déjà entendu les types de message considérés).

Critères étudiés	Effectif	Pourcentage
Messages sur la santé ou l'alimentation des enfants	936	90,4
Information sur l'allaitement maternel	935	70,1
Information sur l'alimentation des enfants de plus de 6 mois	935	64,9
Information sur l'alimentation des enfants malades	935	53,8
Information sur l'alimentation des femmes enceintes ou allaitantes	935	47,4
Information sur la vaccination des enfants	935	83,1
Information sur l'hygiène	935	70,6

3.4.2. Connaissances des mères en matière de nutrition infantile

Le niveau de connaissances des mères concernant la nutrition et l'alimentation des nourrissons et des jeunes enfants est résumé dans le tableau 30. Moins de deux tiers connaissent les recommandations essentielles concernant la conduite de l'allaitement : 61% savent qu'il faut allaiter l'enfant moins d'une heure après l'accouchement. ; Respectivement, 56% et 64% savent que l'allaitement doit être exclusif jusqu'à 6 mois et que l'allaitement doit être poursuivi jusqu'à deux ans et plus.

Tableau 30 : Niveau de connaissances nutritionnelles des mères (en % ayant donné les réponses mentionnées).

	Effectif	Pourcentage
Délai idéal pour la mise au sein après la naissance		
<1 heure	938	61,1
>1 heure		38,9
Durée de l'allaitement exclusif		
6 mois	938	56,4
4-6 mois		15,1
-< 4 ou >7 mois		26,4
Age de sevrage définitif		
2 ans et plus	938	63,5
moins de 2 ans		31,8
Consistance du plat de l'enfant à partir de 6 mois		
Solide	922	5,5
Liquide		94,5

Concernant la consistance du plat à donner aux enfants à partir de 6 mois, près de 95% des mères pensent qu'elle devrait être fluide (de type bouillies/purées).

Ces résultats montrent qu'une proportion encore importante de mères ne connaît pas encore certaines recommandations essentielles pour bien alimenter leurs enfants. Des messages d'éducation

pour renforcer ces connaissances et promouvoir des changements de comportement des parents doivent donc être diffusés pour souhaiter améliorer les pratiques alimentaires des enfants.

3.4.3. Mise en évidence des relations existant entre le niveau de connaissances nutritionnelles des mères et certaines caractéristiques des enfants, de leurs parents et des ménages

Les relations significatives existant entre le score de connaissances nutritionnelles des mères et les caractéristiques des enfants, de leurs parents et des ménages sont données dans le tableau 31.

Les facteurs associés de manière significative au niveau des connaissances des mères sont : le niveau de scolarité, l'âge et le statut matrimonial des mères, le niveau de scolarité des chefs de ménage, l'accès aux latrines, le niveau de dépenses liées à l'alimentation de l'enfant, le lieu d'accouchement, le fait que les enfants ait été pesés dans le mois précédant l'enquête, le statut vaccinal de l'enfant, la prise ou d'une boisson avant la première tétée et la qualité des pratiques alimentaires appliquées à l'enfant. Par ailleurs, Il apparaît également que l'âge, le poids, la taille de l'enfant et taille de la mère sont associés au niveau de connaissance des mères

Tableau 31 : Mise en évidence des relations existant entre le niveau de connaissance des mères et certaines caractéristiques des enfants, de leurs parents et des ménages.

Variables étudiés	Niveau de signification
Variables qualitatives¹	ns
Caractéristiques de l'enfant	
Sexe de l'enfant	ns
Rang de naissance	ns
Retard de croissance	ns
Émaciation	ns
Insuffisance pondérale	ns
Diarrhée la veille de l'enquête	ns
Diarrhée au cours des 2 semaines précédant l'enquête	ns
Maladie la veille de l'enquête	ns
Maladie au cours des 2 semaines précédant l'enquête	ns
Caractéristiques des parents et des ménages	
Age de la mère	P=0,0251
État nutritionnel de la mère	ns
Profession de la mère	ns
Niveau de scolarité de la mère	P<0,0001
Statut matrimonial de la mère	P=0,0472
Niveau de scolarité du père	P=0,0180
Profession du père	ns
Statut d'occupation du ménage	ns
Indice de biens possédés par le ménage	ns
Combustible	ns
Accès aux latrines	P=0,0016
Qualité des pratiques alimentaires	P<0,0001
Dépenses liées à l'alimentation de l'enfant	P=0,0014
Biens possédés par le ménage	ns
Pesée de l'enfant au cours du mois de l'enquête	P<0,0001
Statut vaccinal de l'enfant	P<0,0001
Lieu d'accouchement	P<0,0001
Qualité des pratiques alimentaires	P<0,0001
Prise de boisson avant la première tétée	P<0,0001
Variables continues²	
Age de l'enfant	P=0,0467
Poids de l'enfant	P=0,0013
Taille de l'enfant	P=0,0154
Poids de la mère	ns
Taille de la mère	P=0,0416

Ns : indique qu'il n'existe pas d'association statistiquement significative ($p > 0.05$)

(1) test de khi 2 entre la variable traduisant l'appartenance des mères à l'un des trois groupes définis en fonction du niveau de leurs connaissances nutritionnelles et les variables considérés.

(2) analyse de variance permettant de comparer les moyennes obtenues pour chacune des variables considérées pour chacun des trois groupes définis en fonction du niveau des connaissances nutritionnelles des mères.

On constate que les enfants qui bénéficient de meilleures pratiques alimentaires sont ceux dont les mères ont les meilleurs niveaux de connaissances nutritionnelles. Les mères qui sont célibataire/ divorcée/ veuve ou qui ont fait des études ou qui sont plus âgées, ont un niveau de connaissances nutritionnelles plus élevé que les autres. Par ailleurs, les mères vivant dans des ménages ayant accès aux latrines et qui consacrent plus d'argent à l'enfant ont également de meilleures connaissances nutritionnelles. Les mères qui ont les meilleurs niveaux de connaissances sont aussi celles qui accouchent le plus souvent dans des structures sanitaires et qui accordent le plus de soins particuliers à leurs enfants en les faisant peser et vacciner en temps opportun (tableau 32). Il est intéressant de souligner que le niveau de connaissance des mères n'est pas significativement lié avec l'état nutritionnel des enfants quel que soit l'indicateur (Taille/âge, Poids/taille, Poids/âge) pris en compte.

Tableau 32 : Mise en évidence des relations existant entre le niveau de connaissances des mères et différentes caractéristiques (variables qualitatives) des enfants

Variables étudiées	Effectif	Bas	Moyen	Elevé	Niveau de signification
Qualité des pratiques alimentaires (%)					
Médiocre	319	39,2	39,8	21,0	0,0000
Moyenne	318	34,3	36,2	29,1	
Bonne	300	16,7	33,7	49,1	
Classe d'âge de l'enfant (%)					
0-5 mois	267	33,0	40,1	27,0	0,0482
6-11 mois	247	33,6	29,6	36,8	
12-17 mois	232	25,9	38,4	35,8	
18-23 mois	191	27,7	38,7	33,5	
Statut vaccinal de l'enfant					
Bas	238	46,6	35,3	18,1	0,0000
Moyen	258	30,6	36,4	32,9	
Elevé	436	21,6	37,2	41,3	
Lieu d'accouchement (%)					
Dans un centre de	339	21,5	38,6	39,8	0,0000
A domicile	598	35,3	35,5	29,3	
Délai d'allaitement initial (%)					
Moins d'une heure	561	18,7	38,3	43,0	0,0000
Moins de 24 heures	364	47,3	34,3	18,4	
Pesée de l'enfant au cours des 2 semaines précédant l'enquête (%)					
Oui	386	20,7	36,8	42,5	0,0000
Non	551	37,0	36,5	26,5	

Tableau 33 : Mise en évidence des relations existant entre le niveau de connaissances des mères et différentes caractéristiques (variables qualitatives) des parents et des ménages

Variables étudiées	Effectif	Bas	Moyen	Elevé	Niveau de signification
Statut matrimonial de la mère (%)					
Mariée	740	28,9	38,6	32,4	0,0472
Célibataire / veuve / divorcée	195	34,9	29,2	35,9	
Niveau de scolarité de la mère (%)					
Analphabète	220	48,6	31,8	19,5	0,0000
Primaire	548	28,5	36,9	34,7	
Secondaire/supérieur	163	9,8	42,9	47,2	
Age de la mère (%)					
Moins de 21 ans	208	38,0	34,1	27,9	0,0251
21-34 ans	549	28,6	37,7	33,7	
35 ans et plus	169	23,7	37,3	39,1	
Niveau de scolarité					
Analphabète	154	37,7	33,1	29,2	0,0180
Primaire	414	29,5	37,9	32,6	
Secondaire/supérieur	138	19,6	40,6	39,9	
Accès aux latrines (%)					
Oui	687	27,1	38,1	34,8	0,0016
Non	250	39,2	32,4	28,4	
Dépense liée à					
0 ariary	274	30,7	34,3	35,0	0,0014
Moins de 100 ariary	407	35,6	35,4	29,0	
100 ariary et plus	231	20,3	41,6	38,1	

Par ailleurs, on constate que les mères ayant des enfants plus âgés ont des niveaux de connaissances nutritionnelles plus élevés. Les mères qui ont les meilleurs niveaux de connaissances ont des enfants dont le poids et la taille sont également plus élevés (tableau 34) mais cette différence de taille disparaît quand on ajuste la taille des enfants par rapport à leur sexe et leur âge. Après avoir ajusté les Z-scores des enfants sur leur sexe et leur âge, on constate que le niveau de connaissances nutritionnelles des mères influe sur le poids par rapport à l'âge et le poids par rapport à la taille mais pas sur la taille par rapport à l'âge.

Tableau 34 : Mise en évidence des relations existant entre le niveau de connaissances des mères et différentes variables quantitatives liées à l'enfant et à la mère

Variables étudiées	Bas	Moyen	Elevé	Niveau de signification
Age de l'enfant				
<i>Effectif</i>	284	343	310	
Moyenne ± écart type (mois)	10,46±0,40 ^a	11,30±0,37 ^{ab}	11,84±0,39 ^b	0,0467
Poids de l'enfant				
<i>Effectif</i>	284	343	310	
Moyenne ± erreur type (kg)	6,97±0,11 ^a	7,22±0,10 ^a	7,53±0,11 ^b	P=0,0014
Moyenne ¹ ajustée ± erreur type (kg)	7,12±0,08 ^a	7,21±0,06 ^a	7,39±0,06 ^b	P=0,0204
Taille de l'enfant				
<i>Effectif</i>	284	343	310	
Moyenne ± erreur type (cm)	66,98±0,50 ^a	67,73±0,45 ^{ab}	68,95±0,47 ^b	P=0,0155
Moyenne ¹ ajustée ± erreur type (cm)	67,64±0,2	67,82±0,22	68,26±0,2	ns
BMI de la mère				
<i>Effectif</i>	277	333	304	
BMI moyen ± erreur type	20,00±0,15	20,33±0,14	20,21±0,14	ns
Z-score Taille/âge de l'enfant				
<i>Effectif</i>	283	338	310	
Moyenne ± erreur type	-1,62±0,07	-1,59±0,07	-1,58±0,07	ns
Moyenne ¹ ajustée ± erreur type	-1,63±0,07	-1,59±0,06	-1,57±0,06	ns
Z-score Poids/Taille de l'enfant				
<i>Effectif</i>	278	331	307	
Moyenne ± erreur type	-0,76±0,07	-0,62±0,07	-0,69±0,07	ns
Moyenne ¹ ajustée ± erreur type	-0,83±0,06 ^a	-0,61±0,05 ^b	-0,65±0,06 ^b	P=0,0171
Z-score Poids/âge de l'enfant				
<i>Effectif</i>	284	341	310	
Moyenne ± erreur type	-1,62±0,08	-1,49±0,07	-1,55±0,07	ns
Moyenne ¹ ajustée ± erreur type	-1,69±0,06 ^a	-1,49±0,06 ^b	-1,49±0,06 ^b	P=0,0372

Ns : non significatif

¹ Sur l'âge et le sexe des enfants

Les moyennes non suivies d'une même lettre sont significativement différentes au niveau 5%

Les résultats obtenus tendent donc à montrer que le niveau des connaissances des mères influe sur la qualité des pratiques alimentaires et des soins appliqués aux enfants ainsi que sur le poids de leurs enfants.

4. Conclusion

D'une manière générale, l'allaitement est une pratique courante dans la zone d'étude puisque 99,7% des enfants ont été allaité à leur naissance. Cependant, une distribution de boissons avant la première mise au sein est pratiquée pour près de la moitié (46%) des enfants alors que cette pratique est particulièrement néfaste, en particulier dans des zones où l'accès à l'eau potable est inexistant.

Par rapport aux recommandations relatives à la pratique d'allaitement exclusif, 52% des nourrissons de moins de 6 mois seulement sont alimentés correctement. L'introduction de boissons vers l'âge de 5 mois et le *vary maina* à moins de 10 mois, aliments non adaptés à la physiologie des jeunes enfants, restent des pratiques à corriger et qui justifient le transfert de messages d'éducation nutritionnelle sur la nécessité d'adopter un calendrier d'alimentation complétée approprié. Quant à la nature et à la qualité des aliments donnés aux enfants, ils sont dans la majorité des cas à base de riz et le peu de diversité du régime alimentaire laisse présager un mauvais équilibre nutritionnel. En d'autres termes, les aliments de complément donnés sont inadaptés.

Le taux d'alimentation complétée en temps opportun (94%), les taux de la poursuite de l'allaitement à un (93%) et à deux ans (49%) sont relativement bons et traduisent, en même temps que la pratique généralisée de l'allaitement à la demande, des pratiques adéquates qu'il est néanmoins souhaitable d'encourager.

La qualité des pratiques alimentaires sont associées au niveau socio-économique des ménages (niveau scolaire de la mère, conditions sanitaires et économiques) et semblent dépendre fortement du niveau de connaissances nutritionnelles des mères.

Concernant l'état nutritionnel des enfants, les résultats montrent la précarité de la situation : la malnutrition existe et n'épargne aucune classe d'âge. Le retard de croissance touche 35,7% des enfants, la maigreur 11,8% et l'insuffisance pondérale 37,6%.

L'analyse des déterminants de l'état nutritionnel révèle la complexité des causes de la malnutrition. En effet, ces dernières appartiennent à différentes catégories et à différents degrés de l'arbre causal de la malnutrition. Les garçons et les enfants plus âgés sont plus vulnérables à la malnutrition. La morbidité semble fortement associé à l'état nutritionnel quel que soit l'indicateur considéré. Les soins accordés à l'enfant, les conditions économiques et sanitaires semblent importants car les enfants qui bénéficient d'un bon niveau de soins et qui sont issus des ménages les plus favorisés sont moins atteints de malnutrition.

Bien que de nombreuses mères aient déjà entendu des informations sur l'alimentation et la nutrition des enfants, seulement 65% des mères ont reçu les messages sur l'alimentation des enfants de plus de 6 mois. Un certain nombre d'entre elles ne prennent conscience ni de l'importance de l'introduction de l'aliment de complément à 6 mois ni de la nécessité de prêter attention à la qualité de cet aliment à cette période critique de la vie.

Au vu de ces résultats, il apparaît important de mettre en œuvre dans les plus brefs délais des activités visant à améliorer le calendrier de sevrage et la qualité des aliments donnés aux enfants.

Des messages sur les pratiques d'hygiène au niveau des ménages doivent également être intensifiés car la fréquence des infections et des diarrhées et le peu d'accès aux latrines sont parmi les déterminants identifiés de la malnutrition des enfants.

Des messages d'éducatons nutritionnelles devaient donc être formulés et diffusés à travers des réseaux d'informations proches des cibles et accessibles à tout instant. Ces messages seront axés sur l'adoption de calendrier approprié d'alimentation complétée et sur la nécessité d'introduire, uniquement à partir de 6 mois, des aliments de complément, de prix accessible, ayant toutes les caractéristiques nutritionnelles, sanitaires et organoleptiques requises pour être adaptés physiologiquement, culturellement, et économiquement aux besoins des familles.

CHAPITRE 2:

Définition et élaboration d'un aliment utilisable dans le cadre de la stratégie

1. Introduction

Les résultats des enquêtes alimentaire et nutritionnelle réalisées durant la phase de diagnostic dans les sites NAC de Brickaville ont relevé l'existence de pratiques alimentaires inadaptées, en particulier l'introduction trop précoce d'aliments de complément inadéquats ne permettant pas de couvrir les besoins nutritionnels des enfants. En effet, 34% des enfants de moins de 4 mois reçoivent déjà au moins divers aliments liquides, voire semi- solides ou solides. Les aliments de complément sont préparés à base de produits amylicés, notamment le riz : *ranom-bary*, bouillie de riz, *vary sosoa*, *vary maina*, *ranon'apango*.

Afin de contribuer à l'amélioration des apports nutritionnels des enfants, les stratégies développées par le programme Nutrimad prévoient la mise à disposition d'un aliment de complément contenant une grande quantité d'énergie dans un volume bien déterminé (de haute densité énergétique), équilibré en nutriments, de bonne qualité organoleptique, de prix abordable et respectant les habitudes alimentaires. La préparation d'un tel aliment nécessite l'utilisation de sources d' α -amylases qui vont hydrolyser l'amidon en molécules de plus faible poids moléculaire. Ces amylases peuvent, notamment, être obtenues à partir de grains de céréales ou de légumineuses germées.

Pour la stratégie développée à Brickaville, le choix de la source d' α -amylase s'est porté sur l'ambérique (*Vigna umbellata*) qui présente un double intérêt : elle sert à la fois de source de protéines et de source d' α -amylases lorsque ses graines sont germées. En outre, ce produit est disponible pendant toutes les périodes de l'année.

Ainsi, cette partie de notre travail se fixe 2 objectifs :

- Mettre au point une source amylicique à partir de graines d'ambérique préparées, d'abord en conditions standardisées et, ensuite, dans les conditions d'une petite unité de production
- Mettre au point l'aliment de complément et étudier son acceptabilité auprès des consommateurs.

2. Méthodologie

2.1. Mise au point de la source amylicique

2.1.1. Choix des matières premières

Des entretiens et réunions avec les représentants de la Communauté (*agriculteurs, épiciers et commerçants, parents et dirigeants administratifs*) ont permis de dresser le calendrier de culture et des produits alimentaires disponibles à Brickaville. Sur les céréales et légumineuses disponibles, des tests de germination ont été effectués avec notamment le riz paddy (*Oryza sativa*), le maïs (*Zea mays*), le haricot (*Phaseolus vulgaris*) et l'ambérique (*Vigna umbellata*). L'ambérique s'est avérée la plus intéressante car moins chère et plus facile à égermer et à moudre que d'autres légumineuses après séchage des graines germées.

Deux variétés, une jaune et une rouge, que nous avons pu nous procurer auprès de la FOFIFA, ont été utilisées dans les expériences réalisées au laboratoire.

2.1.2. Etude du comportement des graines au cours de la germination dans les conditions contrôlées

2.1.2.1. Germination des graines

Pour chaque variété, 15 échantillons ont été constitués. Les étapes de la germination sont les suivantes (*Annexe 6*) :

- Trempage des graines dans une solution d'eau de Javel à 10% durant 10 minutes
- Rinçage 5 fois à l'eau millipore
- Trempage dans l'eau à température ambiante durant 24 heures.
- Germination : après trempage, les graines sont étalées sur un coton imbibé d'eau dans une boîte de Pétri et mises à germer sous serre à une température de 28-30°C et dans une humidité atmosphérique de 60% durant 96 heures.

Trois séries de germination ont été effectuées.

2.1.2.2. Prélèvement d'échantillons

Toutes les 24 heures, 3 prélèvements par variété, ont été effectués au hasard. Une partie des échantillons a été placée à -20°C tout de suite après prélèvement. Les plantules ont été mesurées et le rendement de germination a été calculé.

A chaque prélèvement, les échantillons prélevés ont été repartis en deux lots: le premier a été égermé, le second conservé avec les germes. Ils ont été ensuite lyophilisés et réduits en poudres qui ont été utilisées pour les dosages de l' α -amylase, des sucres et des facteurs antinutritionnels.

2.1.2.3. Mesure du rendement de germination

Le rendement de germination des graines a été évalué, à la fin de la germination, par comptage des grains ayant germé sur 100 graines pris au hasard.

2.1.2.4. Suivi de l'évolution morphologique des graines

Les changements morphologiques des graines ont été étudiés par observation quotidienne à l'œil nu et par mesure de la longueur de la partie aérienne ou épicotyle, de la racine ou hypocotyle et des racines secondaires ou radicules de la plantule des échantillons prélevés.

2.1.2.5. Suivi de la cinétique de la production d' α -amylase

La méthode colorimétrique mise au point par la firme Megazyme (*Méthode du kit alpha amylase de Megazyme ; Wickaw, Irlande*), a été utilisée pour suivre l'évolution de l'activité amylolytique de la farine d'ambérique germée. L' α -amylase contenue dans l'échantillon attaque le substrat Azurine cross linked ou AZCL-amylose, les produits d'hydrolyse sont des substances colorées dont l'intensité de la coloration est proportionnelle à l'activité de l'enzyme. La méthode comporte 3 étapes :

- Extraction de l'amylase contenue dans l'échantillon : 0,5 g de l'échantillon et 10 ml de solution tampon A sont passés au vortex et agités par retournement pendant 15 min. La suspension est centrifugée à 1000g à 4°C durant 10 min et diluée 100 fois.
- Hydrolyse du substrat AZCL-amylose par l'extrait de l'échantillon à doser contenant l' α -amylase: dans des tubes à essai, 1ml de la préparation est ajouté, équilibré au bain-marie à 40°C pendant 5min. Le substrat présenté sous forme de tablette d'amylazyme est ajoutée et laissée en contact pendant 10 min ; 10 ml de trizma sont ensuite rajoutés, les tubes sont plongés dans un bain d'eau glacée, retirés et laissés à température ambiante durant 5 min.
- Mesure de la quantité d'enzyme de l'échantillon à partir des produits d'hydrolyse qui sont des substances colorées dont l'intensité de la coloration est proportionnelle à l'activité de l'enzyme. La préparation est homogénéisée puis filtrée. L'absorbance du filtrat est mesurée à 590 nm. L'activité amylasique est exprimée en Unité Ceralpha par gramme de matière sèche (MS) (*U/g de MS ; ICC Standard N°303, Megazyme International, Irland*)

Unités Ceralpha/g de MS= [milli-unités Ceralpha / masse de la prise d'essai x 0,001 x 20 x dilution] x 100/MS

Avec

• Milli-unités Ceralpha/ml= 121*absorbance (590nm) +3,2 (R=0,99 selon notice megazyme)

0,001= facteur de conversion de milli-unités en unités

20= volume d'extraction initial (soit 20ml par g de prise d'essai)

Dilution= dilution suivante du volume d'extraction initial

MS= teneur en matière sèche de la prise d'essai (g/100g)

2.1.2.6. Suivi de l'évolution des teneurs en sucres solubles

Le dosage des sucres solubles comporte 2 étapes :

- Extraction des oses à l'éthanol : 80 mg de poudre lyophilisée et 3 ml d'éthanol à 80% sont mis au bain-marie à 90°C sous agitation durant 30 min. Le mélange est centrifugé pendant 10 min à 4000g à 4°C, le surnageant est récupéré (S1). Le culot est repris dans 3 ml d'éthanol et l'opération précédente est renouvelée (S2). Puis le culot est rincé avec 3 ml d'éthanol, centrifugé et le surnageant est recueilli (S3). Les surnageants (S1, S2, S3) sont cumulés et évaporés sous vide pendant une nuit à température ambiante à l'aide d'un évaporateur centrifuge Speedvac (JOUAN RC 10-10, Saint Herblain, France). Le culot est repris dans 10 ml d'eau Millipore, puis filtré.
- Quantification des oses par chromatographie ionique à l'aide d'un appareil DIONEX DX 500 en utilisant une colonne Carbo PAC PA1. La détection est faite par ampérométrie pulsée avec comme éluant la soude 90 mM. Les résultats sont exprimés en g /100g de MS.

2.1.2.7. Suivi de l'évolution des teneurs en facteurs antinutritionnels

2.1.2.7.1. Dosage des α galactosides

L'extraction et la quantification des α -galactosides ont été réalisées de la même façon et simultanément avec les sucres solubles (cf § 2.1.2.6).

2.1.2.7.2. Dosage des inhibiteurs de trypsine

Le dosage a été effectué par mesure de la trypsine qui réagit avec le Benzoyl D L-Arginine p-Nitroanilide ou BAPNA (AFNOR, 1997). Les inhibiteurs de trypsine contenus dans les échantillons bloquent l'action de la trypsine ; la trypsine libre est dosée en la fixant avec le BAPNA, le complexe trypsine-chlorhydrate de N α -Benzoyl D L-Arginine p-Nitroanilide est un produit coloré dont l'intensité de la coloration est proportionnelle à la quantité de complexe dans le milieu réactionnel. Le dosage comporte les étapes suivantes :

- Mise en suspension d'une quantité connue d'échantillon dans de l'acide chlorhydrique 0,0025N à 2,8<pH<3,0 sous agitation pendant 30 min.
- Mise en contact d'une quantité croissante de cette suspension avec l'enzyme (trypsine) : une série de mélange suspension/eau distillée à concentration croissante a été constituée. Les tubes contenant les mélanges sont plongés au bain-marie 37°C (dans la suite du dosage, l'ajout de réactifs dans chaque tube est décalé d'une intervalle de 20 s). Après 10 min, 2ml de trypsine est ajouté sauf dans To où on rajoute 2ml d'HCl 0,001N
- Mise en contact de la trypsine libre avec le BAPNA : 10 min exactement après l'addition de trypsine; 5 ml de BAPNA préchauffé à 37°C sont rajoutés. Dans le tube T, avant l'addition du BAPNA, 1ml d'acide acétique à 30% est versé. La réaction est bloquée par acidification du milieu : 10 min exactement après l'ajout de BAPNA, les réactions dans les tubes sont bloquées par ajout de 1ml d'acide acétique (sauf dans T)
- Dosage du complexe formé par la trypsine et le BAPNA : la trypsine libre forme un composé de coloration jaune qui est le p-nitroaniline. Le contenu de chaque tube est homogénéisé et filtré. L'intensité de la coloration est mesurée au spectrophotomètre à 410 nm. Les résultats sont exprimés en UI/100g de MS

2.1.2.7.3. Dosage des phytates

Les phytates ont été dosés par chromatographie ionique Dionex selon une méthode mise au point par Talamond *et al.* (1998).

- Extraction des phytates de l'échantillon à doser : 200 mg d'échantillon à doser et 10ml d'acide chlorhydrique 0,5N sont mis dans un tube à essai ensuite agités et mis dans un bain-marie bouillant pendant exactement 6 min. Le tube est retiré et refroidi, centrifugé à 4°C à une vitesse de 4000 g durant 20 min. Le surnageant est récupéré et additionné de 1,5 ml d'acide chlorhydrique 36,5%. L'acide est évaporé au Speedvac (JOUAN RC 10-10, Saint Herblain, France) jusqu'à obtenir un résidu sec
- Quantification des phytates : dans les 10 minutes précédant l'injection, le culot est repris dans 2 ml d'eau millipore et filtré (Acrodisc de 0,2 μ m). le filtrat obtenu est dilué au 1/50 ; 50 μ l de filtrat sont passés sur une colonne échangeuse d'anions Ion Pac AS11 (4 x 250mm, Dionex) équipée d'une pré-colonne Ion Pac AG11 (4 x 50mm) et d'un supprimeur d'anions (AMMS-III 4mm). La

séparation est assurée par un gradient d'éluion composé de NaOH et d'eau. Les valeurs obtenues sont exprimées en g d'IP6/100g de MS.

2.1.3. Définition des conditions de production de la farine d'ambérique germée au sein d'une unité de production artisanale

2.1.3.1. Facteurs étudiés

L'objectif est de déterminer quels sont les paramètres favorables dans les conditions réelles du lieu de production (température, humidité atmosphérique, luminosité) pour obtenir des graines d'ambérique ayant une activité amylolytique élevée avec un meilleur rendement de germination.

Ainsi, pour chacune des étapes de la production de farine d'ambérique germée, les effets des différents facteurs pouvant influencer sur l'activité de l' α -amylase, ont été étudiés

- le trempage : mode et durée
- la germination : nature des supports à utiliser (tissu, terre, sable, panier), quantité de graines à germer, durée de germination
- le séchage : mode (exposition au soleil ou séchage dans un séchoir à gaz)

Des séries de germination ont été réalisées selon les protocoles suivants afin d'en définir les conditions optimales.

2.1.3.1.1. Comparaison de l'effet du support de germination

Quatre types de support ont été testés : terre, sable, tissu et panier.

Les 3 premiers supports (terre, sable, tissu) ont été étalés sur des plateaux. Les graines préalablement trempées ont été mises sur ces supports avant que l'ensemble soit humidifié. Les plateaux sont recouverts de tissus noirs et la germination s'est déroulée dans un local fermé. Les graines ont été humidifiées quotidiennement par aspersion.

Le panier utilisé est en fibres végétales (roseaux d'eau). Sa dimension est de 21 x 13 x 26 cm. Il est tapissé de feuilles de ravinala à l'intérieur. Le panier a été ficelé après introduction des graines, ensuite exposé au soleil le jour et mis à l'abri la nuit. Les graines ont été humidifiées quotidiennement par immersion du panier d'une durée de 1 minute.

Pour chaque support, 400 g de graines préalablement trempés durant 24 heures ont été mis à germer pendant 96 heures.

2.1.3.1.2. Détermination de la quantité optimale de graines à mettre à germer

Une quantité déterminée de graines (allant de 300 à 1000g) a été trempée durant 24 heures, mise à germer dans un panier durant 96 heures. Les graines ont été humidifiées par immersion journalière du panier d'une durée de 1 minute.

2.1.3.1.3. Détermination de la durée optimale de trempage avant germination

Les graines ont été mises à germer dans un panier après avoir subi ou non un trempage de 6, 12 ou 24 heures. Le panier a subi une immersion journalière de 1 min ; la durée de germination est de 96 heures.

2.1.3.1.4. Détermination de l'effet de la durée d'immersion

Les graines ont été d'abord trempées durant 24 heures, ensuite mise à germer dans un panier pendant 96 heures. Durant la période de germination, les graines ont subi ou non des immersions journalières d'une min ou de 60 min.

2.1.3.1.5. Détermination de l'effet de la durée de germination

Cinq cent grammes d'ambérique ont été trempées durant 24 heures ensuite mises à germer dans un panier durant 96 heures. Les graines ont été humidifiées quotidiennement par immersion du panier d'une durée de 1 minute.

Durant la germination, des prélèvements ont été effectués toutes les 24 heures, de 48 à 120 heures afin de mesurer le rendement de germination et l'activité amylolytique des graines.

2.1.3.1.6. Détermination des effets de différents modes et durées de séchage

Les essais ont été réalisés en comparant la vitesse de la perte en eau des graines germées exposées au soleil ou mises dans un dans un séchoir à gaz. En effet, le degré d'humidité des graines germées doit être le plus bas possible (inférieur ou égal à 8%) pour avoir, après broyage, une farine défavorable à la multiplication rapide des germes d'altération.

2.1.3.1.6.1. Effet de la densité de chargement des graines sur les claies au cours du séchage solaire

L'objectif de cet essai est de déterminer la vitesse de la perte en eau des graines exposées à l'air libre en fonction de la densité de chargement des claies. La dimension de la claie est de 2 x1 m, au cours du séchage, elle est posée sur un support en bois à une hauteur de 70 cm. Trois chargements de claies ont été testés :

- Un chargement de 9kg / claie (charge normale utilisée par l'unité de fabrication)
- Un chargement de 4,5kg / claie
- Un chargement de 3 kg / claie

Pour chaque densité de chargement, 2 claies ont été suivies et les mesures ont été réalisées au cours de 2 journées différentes sur des lots de graines germées issus de productions différentes. Au cours des essais, des prélèvements ont été effectués sur chaque claie toutes les 2 heures durant la journée (de 6 à 18 heures) pour déterminer en double la teneur en matière sèche (Rakotonarivo, 2004).

2.1.3.1.6.2. Effet de l'inversion des claies au cours du séchage dans un séchoir à gaz

Un séchoir à gaz de type ATESTA a été utilisé au cours des essais, il possède deux compartiments comportant chacun 9 niveaux de claies situés à des hauteurs différentes par rapport au brûleur. Les

claires situées les plus basses sont les plus proches du brûleur central et numérotées de 1 et ainsi de suite jusqu'à 9, les claires les plus hautes (les plus éloignées du brûleur).

L'objectif de cet essai était de comparer 2 modes de rotations des claires :

- la première consistant à inverser la position des claires 1 et 9, 2 et 8, 3 et 7, 4 et 6 (la 5 restant inchangée) toutes les 3 heures.
- La seconde consistant à retirer régulièrement la claire la plus basse, à faire descendre d'un niveau toutes les autres claires et à placer la première claire au dessus des autres.

Le premier mode de rotation a été appliqué aux claires au cours du premier essai et le second mode de rotation a été testé lors du second essai. Le séchage a duré 18 heures et des prélèvements ont été effectués sur chaque claire toutes les 3 heures (*Rakotonarivo, 2004*).

2.1.3.2. Méthodes de mesure de l'efficacité des différents facteurs étudiés sur la germination

Quatre méthodes ont été utilisées pour mesurer l'efficacité de ces différentes modalités :

2.1.3.2.1. Mesure du rendement de germination :

Le rendement de germination est déterminé soit :

- par comptage de graines ayant germé sur 100 graines prises au hasard à la fin de la germination
- par pesée des graines germées qui sont ramenées au poids des graines mises à germer

2.1.3.2.2. Mesure de l'activité α -amylasique de la farine d'ambérique germée

L'activité enzymatique de la farine d'ambérique germée a été mesurée sur une solution d'amidon soluble (*Bernfeld, 1955*). La méthode comporte 3 étapes :

- Extraction de l'enzyme : 0,5 g de farine d'ambérique germée et 50 ml de tampon phosphate sont mis en agitation durant 1 heure à 4°C, ensuite filtré. Le filtrat contenant l'enzyme est récupéré.
- Mise en contact de l'enzyme avec une solution d'amidon soluble : dans un tube à essai, 0,25 ml de solution d'amidon est additionné de 0,5 ml de tampon phosphate. Le tube est plongé dans de l'eau glacée, ensuite additionné de 0,25 ml de l'extrait enzymatique. On laisse la réaction se poursuivre durant 6 min à 37°C puis on l'arrête en immergeant le tube dans de l'eau glacée.
- Dosage colorimétrique à l'acide 3-5-dinitrosalicylique (DNS) des produits d'hydrolyse : on fait réagir dans le milieu réactionnel 0,5 ml de DNS et on porte au bain marie 100°C durant 7 min. Le DNS forme des complexes jaunes orangés avec le sucre réducteur. La réaction est arrêtée en mettant le tube sous l'eau froide. On y rajoute 5ml d'eau distillée. La densité optique du complexe formé est lue à 540 nm.

2.1.3.2.3. Mesure du pouvoir fluidifiant de la farine d'ambérique germée

Le pouvoir fluidifiant de la farine a été estimé à travers la mesure de l'écoulement Bostwick de la bouillie (Mouquet et al, 1998) ; la bouillie est préparée à partir d'un mélange de farine d'ambérique germée et de farine de riz (20/80 ; p/p sur la base de sa matière sèche). Cinquante grammes de ce mélange ainsi préparé sont délayés dans 200 ml d'eau froide et portés à ébullition dans une marmite en aluminium sur une plaque chauffante. Le mélange étant remué constamment puis maintenu 5 minutes à ébullition.

Cent grammes de bouillie sont alors versés dans un compartiment fermé d'une boîte à écoulement de Bostwick, délimité par un système de type guillotine qui permet de libérer la bouillie. La mesure est effectuée lorsque la température de la bouillie est redescendue à 45°C. La vitesse d'écoulement de la bouillie est la distance parcourue par le front de la bouillie mesurée après 30 s.

2.1.3.2.4. Mesure de la teneur en matière sèche

La mesure de la teneur en matière sèche (MS) a été réalisée par dessiccation du produit à l'étuve à 103±2°C jusqu'à obtention d'une masse constante (Multon, 1991). Les pesées ont été effectuées à l'aide d'une balance de précision 0,1g. La teneur en MS de la prise d'essai en gramme pour cent grammes d'échantillon (g/100g) est donnée par la formule

$$MS\% = m_1 \cdot 100 / m_0$$

Où :

m_0 : masse initiale, en gramme de la prise d'essai

m_1 : masse après séchage, en gramme de la prise d'essai

2.2. Mise au point de l'aliment de complément

2.2.1. Formulation de l'aliment

La formulation d'un aliment composé consiste en la détermination des proportions d'ingrédients à mélanger pour qu'il contienne des quantités suffisantes de nutriments en regard d'objectifs nutritionnels préalablement fixés. La formulation a été réalisée au moyen d'Alicom, un logiciel de formulation assistée par ordinateur mis au point par l'IRD.

2.2.1.1. Objectifs nutritionnels

Les objectifs nutritionnels adoptés pour l'alimentation de complément des enfants de 6-23 mois sont ceux publiés par WHO en 1998. Ils expriment la quantité (en µg-, mg, ou g) en nutriments que devrait apporter 100g de l'aliment.

2.2.1.2. Mise au point des formules

Les ingrédients ont été choisis selon leur apport principal en nutriment, selon leur disponibilité dans la région et selon leur coût. Ont été retenus les ingrédients à coût relativement bas. Ce sont des :

- Ingrédients de base, source d'amidon: le riz (*Oryza sativa*), le maïs (*Zea mays*).
- sources de protéines et d'α-amylase: l'ambérique germée (*Vigna umbellata*)

- sources de lipides (huile)
- Des produits pour augmenter la qualité organoleptique de la bouillie (sucre)
- Des compléments minéraux et vitaminiques permettant d'assurer un bon équilibre en micronutriments

2.2.1.3. Présentation du produit

Le produit formulé est sous forme de farine infantile à cuire. Lorsqu'elle est préparée en bouillie, elle constitue un aliment facile à avaler par l'enfant, adapté à sa physiologie c'est-à-dire de consistance fluide et de haute densité énergétique (contenant une grande quantité d'énergie dans un volume bien déterminé).

2.2.2. Validation des formules de l'aliment

2.2.2.1. Étude de la transférabilité de la préparation

Cette étude a été réalisée afin de vérifier si le mode de cuisson recommandé pour la farine était transférable au niveau des ménages et s'il permet d'obtenir une bouillie de teneur en MS et de consistance acceptables dans les conditions réelles d'utilisation.

L'évaluation de la transférabilité de la préparation de bouillie s'est faite au moyen d'observations à domicile. Elle s'est déroulée en 3 séances et a été effectuée sur 20 couples mère- enfant âgés de 6-9 mois choisis par tirage au sort.

La première étape a consisté en une démonstration du mode de préparation du produit en utilisant des unités de mesures ménagères équivalentes au poids recommandé pour chaque ingrédient. Après cette démonstration, chaque mère a préparé une bouillie. La cuisson s'est faite sur du feu de bois ou sur du charbon, selon la préférence des mères. A la fin de cette séance, des sachets de 50g de farine ont été remis aux mères pour la préparation des bouillies. Il leur a été demandé de bien noter les difficultés ou les avantages de la préparation dans les conditions ménagères.

Les deuxième et troisième séances ont eu pour but de vérifier si, compte tenu des informations qu'elles avaient reçues, les mères arrivaient à obtenir des bouillies de bonne consistance lorsque ces dernières étaient préparées dans les conditions des ménages. Pour chacune des 2 séances, la mère a réalisé à domicile, une cuisson sous la surveillance d'un observateur. Ce dernier a noté tous les détails de chaque préparation. Seuls les ingrédients nécessaires à la cuisson ont été fournis, les ustensiles et la source de chaleur (charbon de bois ou bois de chauffage) utilisés étaient ceux du ménage visité.

2.2.2.2. Évaluation de la qualité sensorielle de la bouillie auprès des consommateurs

La qualité sensorielle de la bouillie préparée à partir de la farine mise au point, a été évaluée en la comparant, à l'aide d'un test de préférence (AFNOR, 2000) qui mesure l'appréciation et l'acceptabilité d'un produit selon l'intensité du plaisir ressenti par les dégustateurs à leur observation et à leur consommation, à celle de bouillies préparées à partir d'autres farines infantiles disponibles sur le marché local. Cinq farines ont été utilisées, quatre farines à cuire et une farine instantanée.

Un panel de 44 consommateurs, comprenant 75% de mères ayant des enfants âgés de 6-23 mois, a été constitué. Les analyses se sont déroulées dans 2 sites NAC facilement accessibles et disposant de locaux pouvant être utilisés comme salle de dégustation.

Chaque type de farine est mis dans un emballage transparent et codé par un nombre de 3 chiffres choisis dans une table de nombres au hasard. Les matériels ayant servi à la cuisson (grande marmite, casserole, spatule, louche) et à la présentation (godets en plastique transparent) ont été également codés de façon identique à la bouillie.

La préparation des bouillies sans la présence du panel, a été réalisée comme indiqué dans le tableau 35. Les rapports farine/eau utilisés ont permis d'obtenir des bouillies de même consistance

Tableau 35 : Proportion d'ingrédients utilisés pour la préparation de bouillies de consistance comparable à partir de différents types de farines

Ingrédient	Bouillie de maïs (BM)	Bouillie de la farine améliorée (KM)	Bouillie de farine instantanée (BF)	Bouillie de riz (BR)	Bouillie de farine distribuée par une ONG (BS)
N°	1	2	3	4	5
Farine (g)	135	250	250	135	225
Sucre (g)	15	-	-	15	25
Huile (g)	-	18	-	-	-
Eau (g)	1000	1000	850	1075	1050

Les farines à cuire sont délayées dans de l'eau froide et cuites dans une casserole sur feu de charbon. Les préparations étaient homogénéisées et maintenues à ébullition pendant 10 min. Après la cuisson, les bouillies ont été maintenues au bain-marie afin de les donner aux consommateurs à des températures homogènes. Pour la farine instantanée (BF), 250 g étaient délayés dans 850 ml d'eau bouillante, homogénéisés ensuite la bouillie a été également maintenue au bain marie.

Les bouillies ont été présentées à chaque dégustateur l'une après l'autre (monadique séquentiel) dans des conditions rigoureusement identiques : servies sur un plateau de façon anonyme, même quantité, même conditionnement. Les dégustateurs goûtent un à un les produits en donnant une note d'appréciation allant de 1 à 7 sur une échelle de notation (*Annexe 7*) qui traduit le fait de ne pas aimer du tout à aimer énormément selon les degrés suivants :

1. Ne pas aimer du tout
2. Ne pas beaucoup aimer
3. Ne pas assez aimer
4. Ni aimer, ni détester
5. Aimer assez
6. Beaucoup aimer
7. Aimer énormément

L'ordre d'évaluation des bouillies est aléatoire afin de lisser les effets d'ordre et de bord (premier et dernier produits testés).

Le recueil des données s'est fait sur une fiche d'évaluation sur laquelle il suffisait de cocher en dessous d'une image représentant une échelle de sourires. Un questionnaire portant sur les habitudes de consommation des bouillies a été également établi. Les données ont ensuite été traitées par XLSTAT version 5.1.

3. Résultats

3.1. Production de la source amylasique

3.1.1. Aptitude des graines à la germination

L'aptitude des 2 variétés de graines d'ambérique à la germination a été mesurée sur 3 essais, les résultats sont rapportés dans le tableau 36 :

Tableau 36 : Rendement de germination de 2 variétés d'ambérique

Essai n°	Variété jaune	Variété rouge	Effet ¹ variété	Effet ¹ essai	Interaction ¹ Variété* Essai
1	97	91	P=0,04	ns	ns
2	99	94			
3	99	85			
Moyenne	98,3 ±1,2	90,0 ±4,6			

(1) analyse de variance à deux facteurs de variation
ns indique une association non significative ($p > 0,05$)

La variété jaune a un meilleur rendement (98%) que la variété rouge (90%).

3.1.2. Evolution de la morphologie des graines au cours de la germination

Au cours de la germination, différentes réactions métaboliques interviennent et induisent des modifications morphologiques des graines.

Le tableau 37 montre l'évolution de la croissance moyenne des plantules au cours de la germination. A chaque jour de prélèvement, pour chaque variété et pour chaque essai de germination, les mesures ont été réalisées sur 50 graines prises au hasard.

Tableau 37 : Croissance moyenne des plantules d'ambérique au cours de la germination

Variété	Durée de germination (heure)	Hypocotyle (mm)	Epicotyle (mm)	Radicelle (mm)
Ambérique jaune	24 H	10,2±6,1	0,0	0,0
	48 H	15,4±5,4	12,2±4,9	0,0
	72 H	23,0±7,4	32,1±13,1	0,5±1,4
	96 H	28,3±12,0	65,6±14,7	12,2±5,7
Ambérique rouge	24 H	9,0±5,7	0,0	0,0
	48 H	14,1±6,2	10,7±6,0	0,0
	72 H	18,8±8,4	22,3±8,8	0,5±1,4
	96 H	26,2±9,9	51,0±11,4	12,2±6,1

La racine principale ou hypocotyle est la partie de la plante qui apparaît la première, après 24 heures, avec une taille moyenne de 10,2 mm pour l'ambérique jaune et 9,0 mm pour le rouge. Au bout de 48 heures, sa longueur moyenne est respectivement de 15,4 mm et 14,1 mm.

La partie aérienne de la plante (ébauche de la tige et des feuilles) apparaît après 2 jours (taille moyenne de 12 et 11 mm, respectivement, pour les variétés jaune et rouge) et atteint 65 et 51 mm, respectivement, au bout de 4 jours.

Les racines secondaires font leur apparition au bout de 96 heures de germination avec une longueur moyenne de 12,2 mm pour les 2 variétés.

Tableau 38 : Analyse des effets de la variété et de la durée de germination sur la croissance des plantules

	Niveau de signification		
	Variété ¹	Jour ¹	Interaction ¹ Variété x jour
Croissance de l'hypocotyle	P<0,001	P<0,001	P<0,001
Croissance de l'épicotyle	P<0,001	P<0,001	P<0,001
Croissance de la radicle	ns	P<0,001	P<0,05

(1) analyse de variance a deux facteurs de variation

L'analyse de la variance a deux facteurs de variation (variété et journée de réalisation) de la longueur des différentes parties de la plantule (Tableau 38) montre que la croissance varie significativement d'un jour à l'autre et d'une variété à l'autre. Les croissances de l'hypocotyle et de l'épicotyle dépendent de la variété cultivée : la variété jaune pousse mieux que la rouge.

3.1.3. Modification de la composition biochimique des graines au cours du trempage et de la germination

Au cours du trempage, des transferts de matière ont lieu entre les différents compartiments de la graine et l'eau de trempage (Purchas et al, 2003) suivis par des réactions métaboliques au cours de la

germination. Il se produit des synthèses d'enzymes notamment d'hydrolases qui déterminent le devenir des composés initialement présents dans les graines.

3.1.3.1. Evolution de l'activité amylasique au cours de la germination

La mesure de l'activité α -amylasique dans les graines brutes montre qu'aucune activité n'est détectable avec le kit Megazyme. Cette activité commence à être décelée après trempage des graines et augmente en fonction de la durée de germination. C'est au bout de 96 heures de germination que les plus fortes activités sont observées, respectivement pour les graines d'ambérique jaune et rouge, de 66 et 37 U/g de MS.

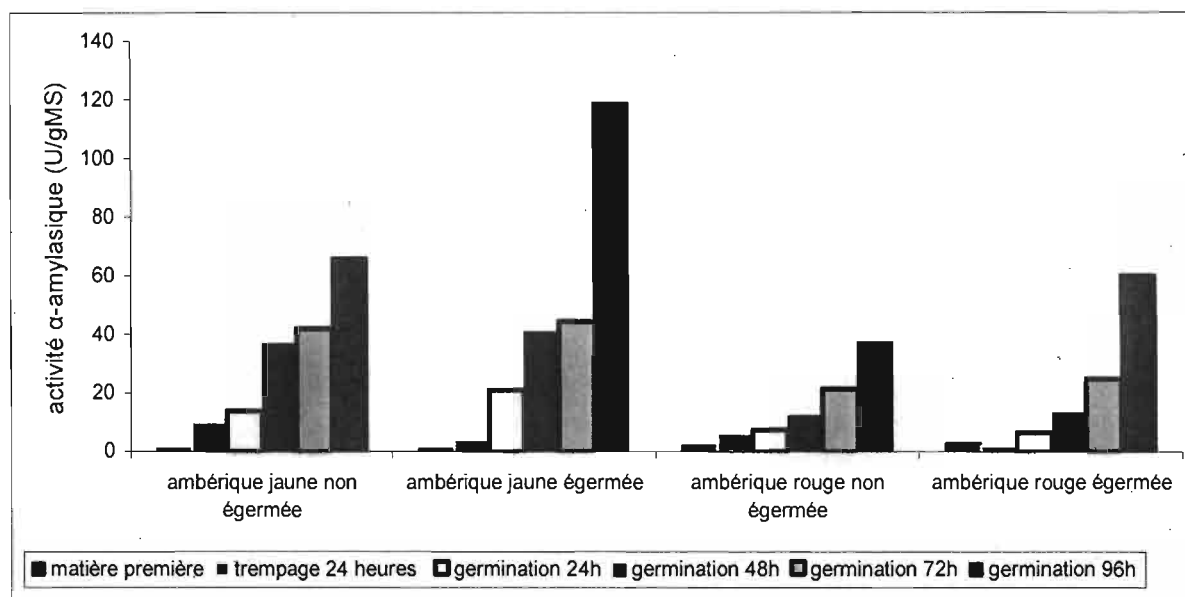


Figure 13 : Cinétique d'apparition de l'activité α -amylasique dans les graines d'ambérique au cours de la germination

L'augmentation de l'activité amylasique après égermage semble indiquer que l' α -amylase se trouve localisé dans l'endosperme et non dans les pousses. La différence d'activité amylasique pour les 2-variétés est très marquée. Après germination, la variété jaune présente des activités α -amylasiques plus élevées que la rouge, l'utilisation de la variété jaune comme source d' α -amylase est donc plus intéressante.

3.1.3.2. Evolution de la teneur en sucres solubles

L'analyse des graines brutes non décortiquées de la variété d'ambérique jaune montre que le composant majeur en sucres est le saccharose, il y est présent avec une teneur de 2,1 g /100 g de MS. La teneur en glucose est de 0,8 g et celle en fructose de 0,6 g ; le maltose s'y trouve en très faible quantité car sa teneur est de 0,04 g.

Dans la variété rouge, les teneurs en ces sucres sont de 1,2 g/ 100g de MS pour le saccharose, de 0,01g pour le glucose, de 0,0068 g pour le fructose et de 0,24 g pour le maltose.

Les effets du trempage et de la germination sur ces composés sont présentés sur la figure 15.

Le trempage de 24 heures entraîne une augmentation de la teneur initiale du glucose dans les graines qui devient 5 fois plus élevée dans la variété jaune et 3 fois dans la rouge. Au cours de la germination par la suite, sa teneur diminue brusquement pour augmenter progressivement au cours de la germination. A la fin de la germination, dans la variété jaune, la teneur en glucose reste 34% moins basse que sa teneur initiale mais augmente considérablement dans la rouge.

La même tendance a été notée pour le fructose, une augmentation de 5 fois et 3 fois plus élevée de sa teneur initiale respectivement dans la jaune et la rouge après un trempage de 24 heures suivie d'une diminution brusque et une augmentation progressive au cours de la germination. Vers la fin de la germination, la teneur en fructose des graines reste faible dans la jaune (11%) mais connaît une hausse remarquable dans la rouge (6700%). Cependant, une tendance vers un accroissement est observée pour les 2 variétés.

Le trempage de 24 heures en revanche a un effet inverse pour le saccharose. La teneur en ce sucre diminue fortement à 25% et 35% respectivement pour la jaune et la rouge pour augmenter ensuite à une quantité 150% leur teneur initial à la fin de la germination.

La teneur en maltose ne connaît pas de variation importante, elle reste inférieure à 0,05 g à la fin de la germination.

La variation de la teneur en sucres au cours du trempage et de la germination pourrait être expliquée de 2 manières : soit par diffusion des composés dans l'eau de trempage et de l'eau de germination, soit par hydrolyse du saccharose et/ou de certains composés glucidiques comme les α -galactosides. En effet, l'activation d'enzymes responsables de l'hydrolyse de ces composés aboutit à la formation de produits intermédiaires notamment le saccharose (Courtois, 1959) qui seront par la suite dégradés en glucose et fructose à l'origine de l'augmentation de la teneur en sucres solubles. Ces derniers sont responsables du développement du goût sucré de la farine obtenue des graines germées (Traoré, 2004).

Les effets du trempage et de la germination sur quelques variétés de céréales ont été étudiés par d'autres auteurs. Les résultats obtenus par Traoré (2004) sur le sorgho, le mil et le maïs révèlent que les variations des teneurs en sucres dans les graines dépendent de l'espèce considérée. En effet, le trempage fait diminuer la teneur en saccharose et augmenter celles en glucose et fructose dans le sorgho (*Sorghum bicolor*). En revanche, une diminution quantitative de ces 3 sucres a été notée dans le maïs (*Zea mays*) et le mil (*Pennisetum glaucum*). Après germination de 57-96 heures, une augmentation considérable de la teneur en saccharose (150-280%), en fructose (380-1520%) et en glucose (2140-4480%) a été observée dans ces 3 variétés de graines.

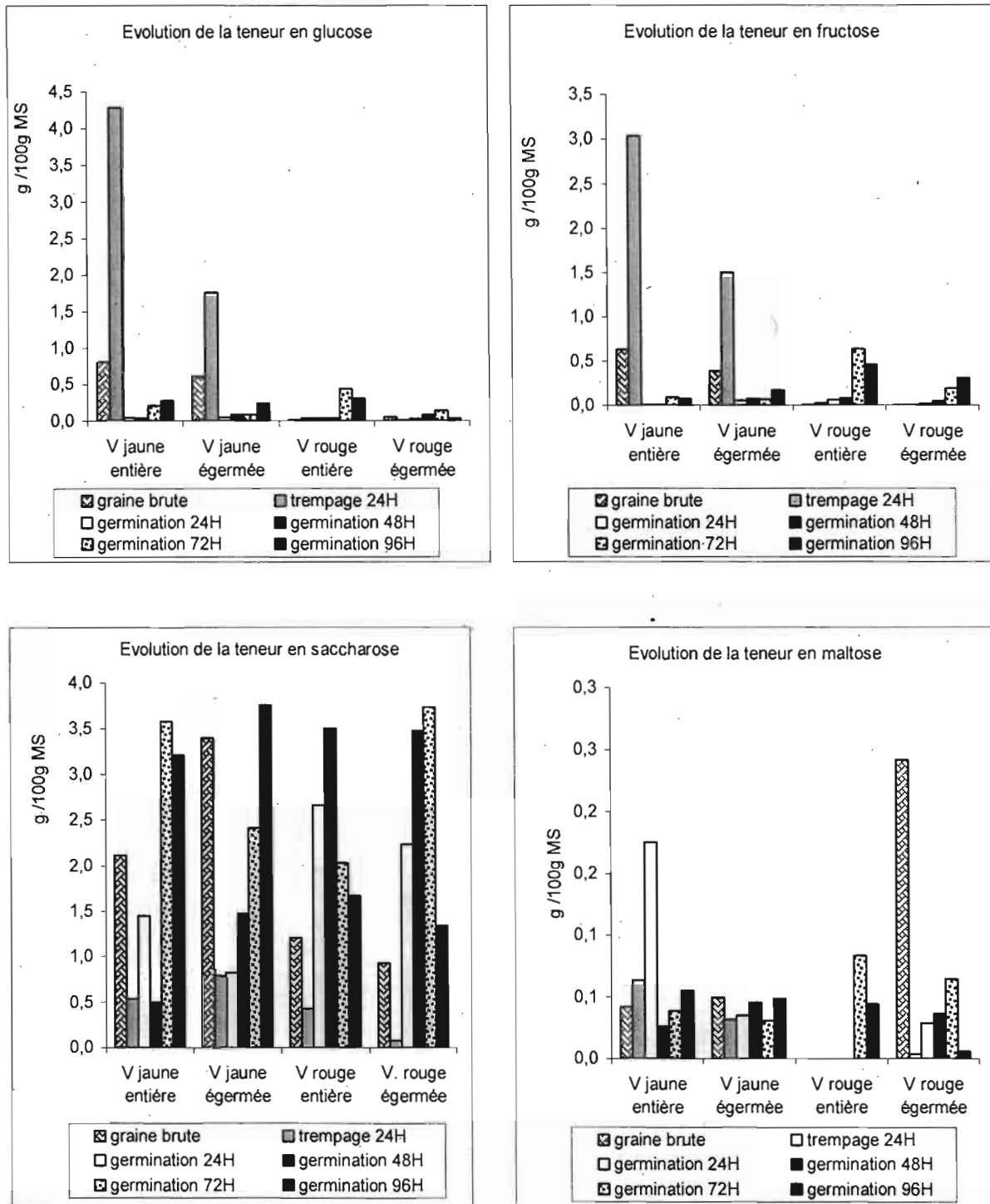


Figure 14 : Evolution de la teneur en sucre des graines en fonction de l'étape et de la durée de germination

3.1.3.3. Evolution des teneurs en facteurs antinutritionnels :

3.1.3.3.1. Alpha- galactosides

Les déterminations des teneurs en α -galactosides dans les graines brutes d'ambérique non décortiquées montrent que le stachyose est le composant majeur, sa teneur est de 3,7g et 4,5g/100gMS, respectivement, pour les variétés jaune et rouge. Les teneurs en raffinose et verbascose sont relativement basses (<0,5g/100gMS). Les effets du trempage et de la germination sur ces composés sont donnés sur la figure 15.

Après un trempage de 24 heures, suivi d'une germination de 96 heures, les teneurs en stachyose, en raffinose et en verbascose des graines entières ont diminué pour les deux variétés.

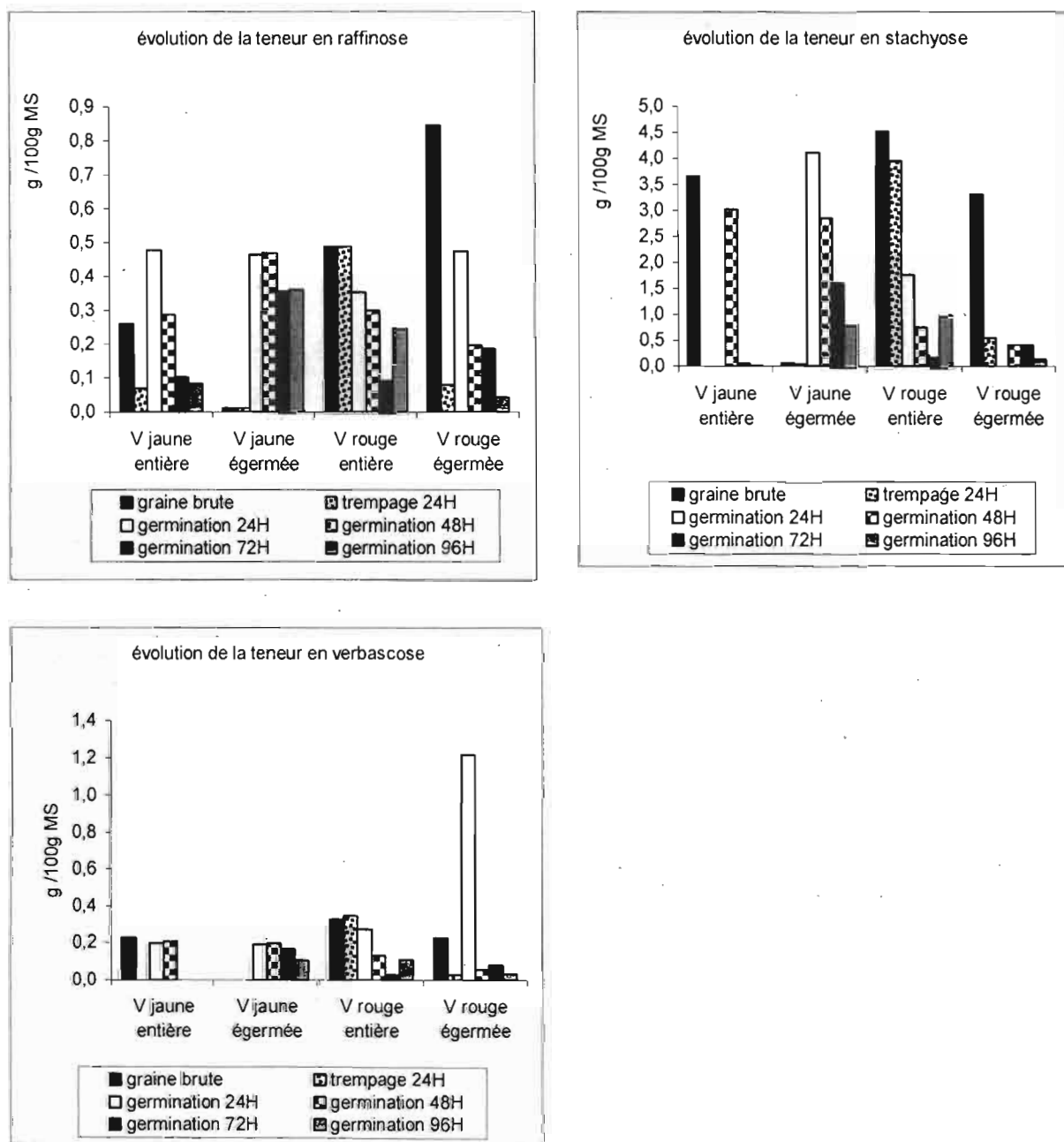


Figure 16 : Evolution de la teneur en α -galactosides des graines au cours de la germination

La diminution de la teneur en α -galactosides est due, soit à leur dissolution dans l'eau de trempage et de germination (Ouedraogo, 1998,) soit à leur hydrolyse après synthèse d' α -1,6-galactosidase dans les graines au cours de la germination. L'action de cette enzyme conduit à la libération de saccharose (Courtois, 1959) qui à son tour est dégradé en molécules plus simples; c'est ainsi que la quantité d' α -galactosides diminue et celles en saccharose et en d'autres oses (glucoses et fructose), initialement absents ou présents en faible quantité dans les graines, s'accroissent au cours de la germination.

Ces résultats sont comparables à ceux obtenus par d'autres auteurs sur d'autres espèces de légumineuses. Des mesures de ces facteurs de flatulence réalisées sur les lentilles (*Lens culinaris var vulgaris*) ont montré que lorsque les graines germent à l'obscurité durant 10 jours, la teneur en α -galactosides diminue progressivement durant les 4 premiers jours et que ces composés finissent par disparaître au bout de 6 jours (Frias, 1996). Parallèlement, la teneur en oses s'accroît

Des analyses de la teneur en sucres réalisées sur le pois (*Pisum sativum*) ont montré une variation de la teneur selon le stade de développement des graines : au début de leur croissance, les teneurs en sucres (saccharose, glucose, fructose,...) augmentent alors que celles en oligosaccharides, notamment en α -galactosides diminuent.

Le trempage et la germination sont donc des procédés favorables pour diminuer ou éliminer les α -galactosides et pour libérer des sucres solubles qui présentent l'avantage d'être digestibles.

3.1.3.3.2. Inhibiteurs de trypsine

Les déterminations de teneurs en inhibiteurs de trypsine dans les graines brutes d'ambérique entières montrent une teneur en inhibiteurs de trypsine de 14 et 13 UI respectivement dans les variétés jaune et rouge (figure 16).

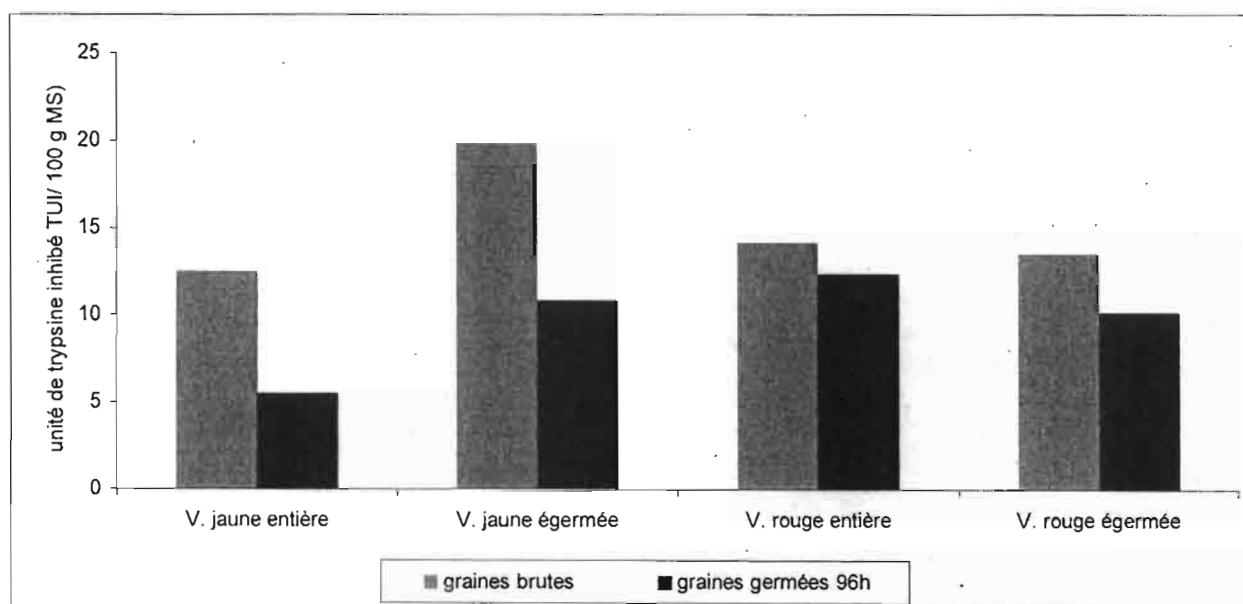


Figure 16 : Evolution de la teneur en inhibiteurs de trypsine dans les graines d'ambérique au cours de la germination

Pour la variété jaune, la perte en facteurs antitrypsiques après 96 heures de germination est de 56 % ; elle n'est que de 45% dans les graines égermées. Pour la variété rouge, la perte n'est que de 13% dans les graines entières mais peut atteindre 25% pour les graines égermées.

La diminution des teneurs en ces composés pourrait s'expliquer, par leur diffusion dans l'eau de trempage et dans l'eau de germination. La température élevée et la longue durée de trempage favorisent la perte en ces composés (Barimalaa, 1997 ; Mbofung, 2004). D'autre part, les enzymes protéolytiques actives au cours de la germination et particulièrement actives à 30°C (Mbofung, 2004) pourraient être responsables de l'hydrolyse des inhibiteurs de trypsine (Urminska, 1996).

3.1.3.3.3. Phytates

Les teneurs en phytates des graines brutes entières sont de 164 et 223mg/100gMS respectivement pour les variétés jaune et rouge. Comparés à d'autres espèces de céréales et de légumineuses, l'ambérique présente une faible teneur en phytates. Le maïs (*Zea mays*) par exemple contient 908 mg de phytates pour 100g de MS et le soja (*Glycine hispida*) 878 mg /100 g de MS (Lestienne, 2004).

L'évolution de la teneur en phytates au cours du trempage et de la germination est donnée dans le tableau 39.

Tableau 39 : Évolution des teneurs en phytates au cours du trempage et de la germination des graines d'ambérique entières et égermées des variétés jaune et rouge.

Opération	Variété jaune				Variété rouge			
	Graines entières avec plantule		Graines égermées		Graines entières avec plantules		Graines égermées	
	Teneur (mg/100g MS)	% de phytates résiduels	Teneur (mg/100g MS)	% de phytates résiduels	Teneur (mg/100g MS)	% de phytates résiduels	Teneur (mg/100g MS)	% de phytates résiduels
Matière première	164,2		258,1		222,9		174,3	
Trempage 24 heures	154,1	93,9	201,7	78,2	215,5	96,7	160,8	92,2
Germination 24h	94,6	57,6	117,4	45,5	168,1	75,4	136,3	78,2
Germination 48h	26,4	16,1	51,6	20,0	193,7	86,9	111,3	63,8
Germination 72h	0,0	0,0	17,4	6,7	109,1	48,9	87,3	50,1
Germination 96h	0,0	0,0	35,2	13,6	57,1	25,6	104,8	60,1

Une faible réduction de teneur en phytates a été observée après trempage, elle est de 6% dans la variété jaune et de 3% dans la variété rouge. Cette baisse peut s'expliquer par une diffusion des phytates dans l'eau de trempage et de germination (Lestienne, 2004).

Au cours de la germination, une baisse de teneur en phytates a été enregistrée ; elle est d'autant plus importante que la durée augmente. Les phytates disparaissent après 72 heures dans la variété jaune, ils sont encore présents à 26% de leur quantité initiale après 96 heures dans la variété rouge. Cette diminution de la teneur en phytates est le résultat d'une hydrolyse enzymatique qui se produit à l'intérieur des graines.

L'égermage des graines augmente la teneur en phytates à des taux variables selon la variété considérée, il l'augmente à 14% pour la variété jaune et peut aller jusqu'à 60% pour la variété rouge. Cet effet de l'égermage pourrait s'expliquer par la répartition des phytates dans les graines qui seraient davantage localisés dans l'endosperme.

Des études similaires ont été effectuées avec différentes espèces de céréales et légumineuses et ont mis en évidence des diminutions plus ou moins importantes des teneurs en phytates au cours des trempages selon l'espèce considérée et selon les conditions de trempage. Une perte en phytates de 28% a été enregistré dans le mil (*Pennisetum glaucum*), 21% dans le maïs (*Zea mays*), 4% dans le sorgho (*Sorghum bicolor*), 17% dans le riz (*Oryza sativa*) et 23% dans le soja (*Glycine hispida*) après trempage de 24 heures à 30°C (Lestienne, 2004).

L'efficacité de la germination à diminuer la teneur en phytates a été également observée par de nombreux auteurs. A titre d'exemple, une réduction de 16 et de 77% après respectivement 1 et 5 jours de germination a été observée dans le niébé (*Vigna unguiculata*) (Tabekhia et Luh, 1980).

Ces résultats obtenus ont montré que la réduction de la teneur en phytates dépend de l'espèce végétale, des conditions et de la durée du trempage et de la germination. L'efficacité de la germination à réduire la teneur en phytates est maximale si la quantité d'enzymes capable d'hydrolyser les phytates est élevée et si les conditions de germination sont favorables à l'activité de ces enzymes (Lestienne, 2004).

3.1.4. Conditions optimales de production de farine d'ambérique germée au sein d'une unité de production

3.1.4.1. Nature du support de germination

Les résultats des essais visant à mettre en évidence l'influence du type de support de germination sont donnés dans le tableau 40. Après essais sur différents supports, il a été constaté que les graines poussent mieux dans un panier que sur les autres supports utilisés. La germination réalisée dans un panier permet un rendement de 84%. Par ailleurs, l'activité amylolytique des graines ne dépend pas du support utilisé. Les consistances des bouillies préparées avec ces mêmes graines ne sont pratiquement pas différentes et les teneurs en sucres réducteurs libérés par l'action de l'enzyme ne diffèrent que faiblement.

Tableau 40 : Effet des différents supports sur la germination

Supports	Rendement de germination ¹	Activité amylolytique (mg maltose/g de farine*min)	Ecoulement de la bouillie (mm/30s) ²
Terre étalée sur un plateau	40±3 ^a	44	90
Sable étalé sur un plateau	41±3 ^{ab}	44	92
Tissu étalé sur un plateau	38±2 ^{ab}	37	78
Panier tapissé de feuille de ravinala	84±4 ^c	38	80
Niveau de signification	p<0,001		

(1) analyse de variance

(2) pour des bouillies préparées à une teneur en matière sèche voisine de 20g/100g.

* les moyennes non suivies par une même lettre sont significativement différentes (Test de Fisher avec calcul de la ppds ; P<0,05)

3.1.4.2. Quantité de graines mises à germer

Les essais réalisés pour la détermination de la quantité optimale de graines à mettre à germer dans un panier de germination révèlent que le rendement de germination diffère significativement avec la densité de chargement des paniers : une faible quantité de graines permet un meilleur rendement mais n'a d'effet favorable ni sur l'activité amylolytique des graines ni sur le pouvoir fluidifiant des farines germées mesuré par l'écoulement des bouillies (tableau 41). Le meilleur rendement de germination est atteint pour 500g de graines mises à germer

Tableau 41 : Effets de différentes quantités de graines sur la germination

Quantité introduite dans le panier (g)	Rendement de germination ¹	Activité amylolytique (mg maltose/g de farine*min)	Écoulement de la bouillie (mm/30s) ³
300	1,40 ± 0,05 ^a	33	70
400	1,47 ± 0,02 ^b	34	75
500	1,51 ± 0,00 ^{bc}	40	95
600	1,23 ± 0,01 ^d	37	80
700	1,17 ± 0,01 ^{de}	34	78
800	1,05 ± 0,07 ^f		
900	0,98 ± 0,01 ^g		
1000	0,86 ± 0,01 ^h		
Valeur de p ²	<0,001		

(1) Masse des graines germées / masse des graines mises à germer (sur la base de la matière brute)

(2) analyse de variance

(3) pour des bouillies préparées à une teneur en matière sèche voisine de 20g/100g.

* les moyennes non suivies par une même lettre sont significativement différentes (Test de Fisher avec calcul de la pps ; P<0,05):

3.1.4.3. Durée de trempage avant germination

La comparaison du rendement de germination et du pouvoir fluidifiant de farines d'ambérique germée obtenues après différentes durées de trempage des graines (tableau 42) montre que le trempage des graines durant 24 heures est le plus intéressant. Il donne un rendement de germination de 87% et confère une activité amylolytique se traduisant par un écoulement de la bouillie de 80 mm/30s.

Tableau 42 : Effets de différentes durées de trempage des graines d'ambérique avant la germination

Durée de trempage	Rendement de germination	Activité amylolytique (mg maltose/g de farine*min)	Écoulement de la bouillie (mm/30s) ^{1, 2}
Sans	0 ± 0 ^a	-	-
6 heures	68 ± 2 ^b	32	67
12 heures	85 ± 1 ^c	34	75
24 heures	87 ± 2 ^d	37	80
Valeur de p ¹	<0,001	<0,001	<0,001

(1) analyse de variance

(2) pour des bouillies préparées à une teneur en matière sèche voisine de 20g/100g.

* les moyennes non suivies par une même lettre sont significativement différentes (Test de Fisher avec calcul de la pps ; P<0,05):

3.1.4.4. Durée d'immersion journalière pendant la période de germination

La comparaison des rendements de germination obtenus après différentes durées journalières d'immersion (0, 1 et 60 minutes) des graines (tableau 43) montre qu'une durée d'immersion d'une minute est la plus favorable. Cette durée s'accompagne d'un rendement de germination de 88% et d'une activité amylolytique se traduisant par un écoulement de 82 mm/ 30 s.

Tableau 43 : Effets de différentes durées d'immersion des graines d'ambérique durant la germination

Durée d'immersion	Rendement de germination ¹	Activité amylolytique (mg maltose/g de farine*min)	Écoulement de la bouillie (mm/30s) ²
Sans	27 ± 3 ^a	24	55
1 minute	88 ± 2 ^b	37	82
1 heure	80 ± 3 ^c	33	67
Valeur de p	<0,001		

(1) analyse de variance

(2) pour des bouillies préparées à une teneur en matière sèche voisine de 20g/100g.

* les moyennes non suivies par une même lettre sont significativement différentes (Test de Fisher avec calcul de la pdds ; P<0,05):

3.1.4.5. Durée de germination

La comparaison des effets obtenus après différentes durées de germination (tableau 44) montre que la durée de germination influe significativement sur l'activité amylolytique : 5 jours de germination permettent d'obtenir un rendement de germination de 89%, et une activité amylolytique se traduisant par un écoulement de la bouillie de 91mm/30s.

Tableau 44 : Effets de différentes durées de germination des graines d'ambérique

Durée de germination	Rendement de germination	Activité amylolytique (mg maltose/g de farine*min)	Écoulement de la bouillie (mm/30s) ²
2 jours	84	7 ± 1 ^a	9±1 ^a
3 jours	86	18 ± 1 ^b	54±10 ^b
4 jours	87	26 ± 0 ^c	89±5 ^c
5 jours	89	28 ± 0 ^d	91±2 ^c
Valeur de p ¹		<0,001	<0,001

(1) analyse de variance

(2) pour des bouillies préparées à une teneur en matière sèche voisine de 20g/100g

* les moyennes non suivies par une même lettre sont significativement différentes (Test de Fisher avec calcul de la pdds ; P<0,05):

Lorsque l'on compare les effets de durée de germination de 96 et 120 heures, on constate que le pouvoir fluidifiant ne varie pas de manière significative (p=0,57). Par conséquent, il n'est pas indispensable de prolonger d'une journée (de 4 à 5 jours) la germination car elle ne permet pas d'améliorer de façon significative ni le rendement de germination, ni la consistance des bouillies obtenues.

3.1.4.6. Modalité de séchage

3.1.4.6.1. Effet de la densité de chargement des graines sur les claies au cours du séchage solaire

Les effets de la densité de chargement des claies sur la perte en eau des graines germées au cours d'un séchage solaire sont donnés sur la figure 17.

Une différence de teneurs initiales en matière sèche des graines est observée au cours des 2 séries d'essais (34 et 27 g MS/100g graines).

Au cours du séchage, l'évolution de la teneur en MS des graines varie significativement en fonction de la durée de séchage ($p < 0,05$). Après 12 heures de séchage, la teneur en MS des graines dépasse les 45% au cours du premier essai, quelle que soit la densité de chargement des claies. Elle n'atteint pas les 37% au cours du second essai même sur des claies à tiers de charge. Il est nécessaire de préciser que les conditions météorologiques enregistrées durant ces deux journées étaient très différentes : le premier essai s'est déroulé sous un ciel dégagé qui a permis une perte en eau de plus de 10% avec une température moyenne de 26°C au niveau des claies tandis que le second essai s'est déroulé sous un ciel couvert avec une température moyenne au niveau des claies de 22°C et une perte en eau des graines inférieure à 10%.

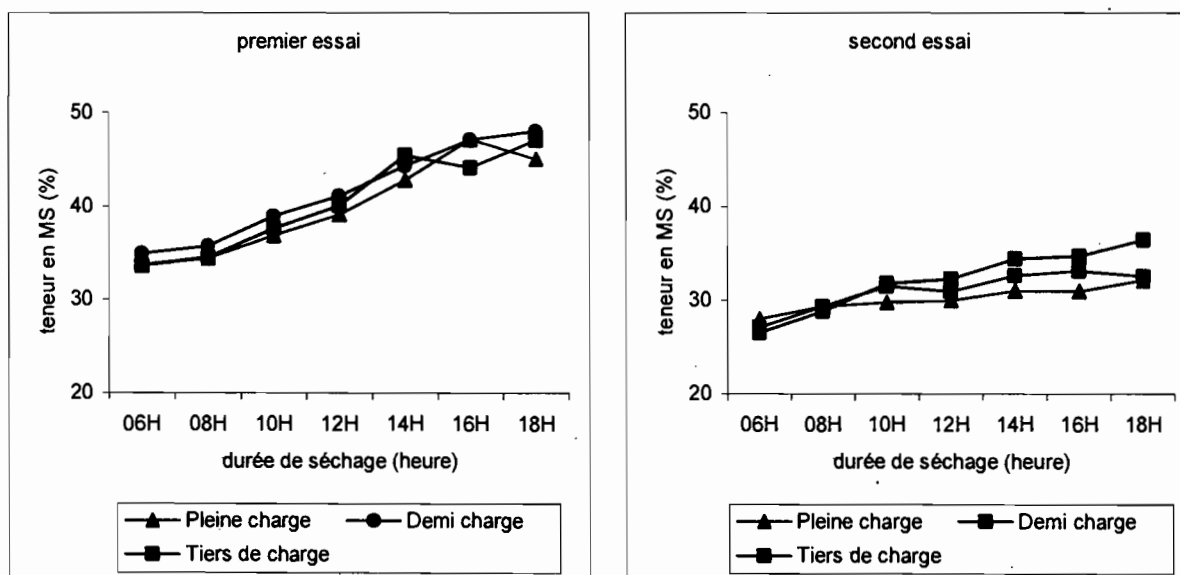


Figure 17 : Evolution de la teneur en MS des graines au cours du séchage au soleil en fonction de la densité de chargement des claies.

L'analyse de variance effectuée sur les teneurs en MS des graines au cours de ces 2 essais met en évidence des effets significatifs de la durée de séchage. Il semble que l'effet de la densité de chargement des claies est plus marqué en fin de séchage à l'occasion du second essai c'est-à-dire que la perte en eau des graines est plus rapide dans les claies à tiers de charge vers la fin du séchage. Cependant, le faible effet de la densité de chargement des claies sur la perte en eau des

graines n'incite pas à diminuer de moitié ou à diviser par trois le chargement des claies compte tenu des investissements nécessaires pour disposer de claies supplémentaires.

3.1.4.6.1.2. Effet de l'inversion des claies au cours du séchage dans un séchoir à gaz

Les essais avaient comme objectifs de comparer deux modes de rotations des claies :

- une inversion de la position des claies 1 et 9, 2 et 8, 3 et 7, 4 et 6 (la 5 restant inchangée) toutes les 3 heures.
- Le retrait régulier (de la claie la plus basse pour la placer au dessus des autres avec descente d'un niveau de toutes les autres claies (tous les 3 heures après avoir retiré la claie 1)

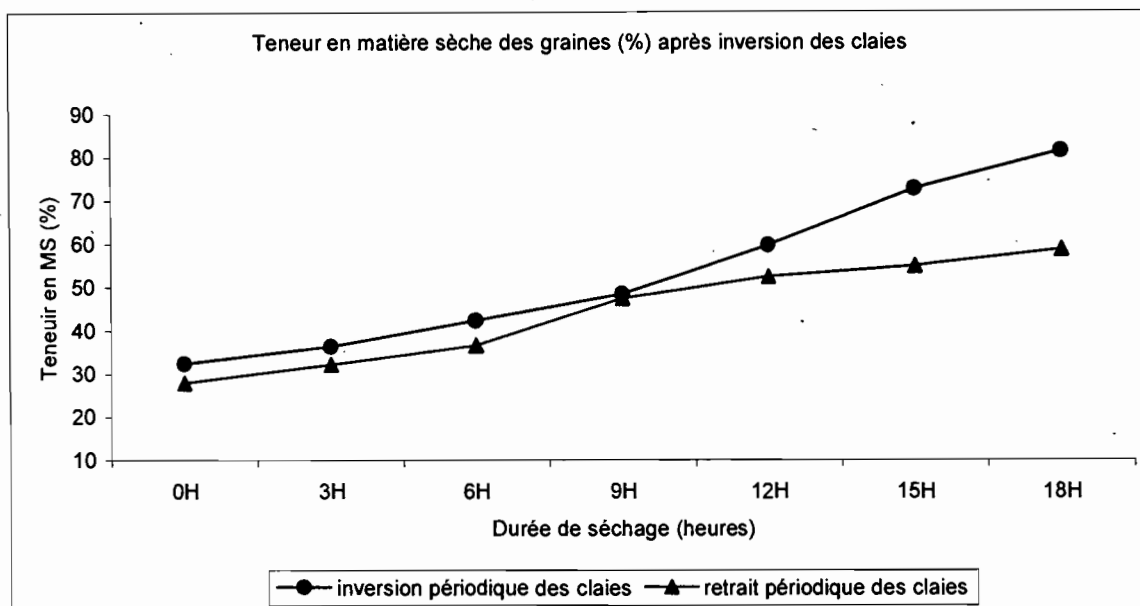


Figure 18 : Evolution de la teneur en MS des graines au cours du séchage dans un séchoir à gaz selon le mode d'inversion des claies

La comparaison des évolutions de la teneur en MS des graines pour les deux modes d'inversion des claies (figure 18) montre que les deux modes de séchage influent de manière significativement différente sur la teneur en matière sèche des graines ($p < 0,05$), le mode 1 (l'inversion périodique des claies) s'avère être plus efficace. Au cours du premier essai, la teneur en MS moyenne des graines de différentes claies dépasse 80%. Au cours du second essai, la teneur en MS moyenne des graines n'est que de 59%. L'inversion périodique des claies permet donc d'homogénéiser les vitesses de séchage des différentes claies.

L'effet de la position des claies par rapport au brûleur est plus marqué pour le deuxième mode de rotation car les graines situées sur les claies les plus basses près du brûleur parviennent à avoir une teneur en MS supérieure à 90% tandis que celles des autres claies n'arrivent pas à atteindre une teneur en MS de 50g/100g.

L'inversion périodique des claies est donc conseillé car elle permet de réduire la variabilité de la vitesse de séchage, la durée, par conséquent les charges liées au séchage des graines.

Tableau 46 : Variabilité de la durée de cuisson des bouillies préparées au niveau des ménages

Observation	Durée de cuisson après ébullition (en min)
1 ^{er} essai de cuisson	9 min 07 ± 3 min 17
2 ^{ème} essai de cuisson	8 min 40 ± 3min 30
Moyenne	8 min 56 ± 3 min 21

La durée moyenne de maintien au feu est de 9 min après ébullition : elle ne présente pas de grande variabilité d'un essai à l'autre chez une même préparatrice ($p=0,73$) mais varie d'une préparatrice à l'autre ($p<0,003$), allant de 219 s (3 min 39 s) à 1013s (16 min 53s).

Les analyses de la qualité nutritionnelle de ces bouillies prélevées au niveau des ménages (tableau 47) montrent une teneur moyenne en matière sèche satisfaisante : $27,9 \pm 4,2$ g /100 g de bouille. L'analyse de variance des teneurs en MS de ces préparations (tableau 50) révèle que ces dernières présentent des différences d'une préparatrice à l'autre ($p=0,03$), mais ne varie pas d'un essai à l'autre chez la même préparatrice ($p=0,81$).

Tableau 47 : Teneur en matière sèche, quantité d'huile rajoutée et consistance des bouillies préparées au niveau des ménages

	Bouillies observées	Matière sèche moyenne (g/100g)	Poids moyen de l'huile rajouté par les mères (g)	Ecoulement moyen (mm/30s à 45°C)
1 ^{er} essai de cuisson	20	$27,9 \pm 4,2$	$5,9 \pm 3,1$	65 ± 57
2 ^{ème} essai de cuisson	20	$27,4 \pm 4,5$	$5,6 \pm 3,2$	74 ± 54
Moyenne		$27,9 \pm 4,1$	$5,7 \pm 3,1$	69 ± 56

La quantité d'huile rajoutée est supérieure à celle recommandée (3,6 g pour 50 g de farine). La vitesse d'écoulement, bien qu'inférieure à la valeur souhaitée, est satisfaisante (70 mm/ 30 s). Toutefois, elle présente de grandes variations d'une préparatrice à l'autre ($p<0,05$).

Ces résultats montrent que les bouillies préparées au niveau des ménages ont une qualité nutritionnelle acceptable.

Tableau 48 : Analyse de variance des effets et interactions des facteurs au cours des essais de cuisson

Facteur étudié	Matière sèche	Ecoulement	Durée de cuisson
Personne préparatrice (A)	0,0311	0,0051	0,0028
Essai (B)	0,9565	0,6200	0,7301
Interaction A * B	<0,05	<0,05	<0,05

Il semble néanmoins nécessaire d'insister au moment de la diffusion des messages d'éducation nutritionnelle sur les deux points suivants : réalisation d'une cuisson à feu doux au départ afin que l'enzyme puisse être active plus longtemps et maintien à ébullition pendant au moins 10 minutes afin d'assurer une bonne qualité hygiénique aux bouillies.

Grâce à l'action fluidifiante spectaculaire de l'enzyme contenue dans la farine d'ambérique sur la consistance de la bouillie, le produit a été dénommé par la Communauté « *koba mazika* ».

3.2.3. Qualité sensorielle des bouillies selon l'appréciation des consommateurs

L'évaluation de l'appréciation sensorielle de la bouillie *koba mazika* par les consommateurs a été réalisée afin de situer cet aliment par rapport à d'autres farines utilisées comme aliments de complément et disponibles dans la région : de la farine de maïs (BM), la farine *koba mazika* (KM), une farine infantile instantanée (BI), de la farine de riz (BR) et une farine distribuée par une ONG (BX). Les bouillies BM, KM, BI, BR et BX ont été préparées respectivement à partir de ces farines.

3.2.3.1. Caractéristiques des consommateurs

Les analyses sensorielles des cinq bouillies ont été réalisées avec un panel de 44 individus qui ont préalablement reçu une formation sur le principe du test à réaliser ; 75% d'entre eux sont des mères ayant des enfants âgés de 6-23 mois, les 25% restants sont composés de mères ayant des enfants plus âgés, des grand-mères, La distribution de fréquence de l'âge des panélistes est donnée dans le tableau 49.

Tableau 49 : Âge des dégustateurs

Effectif des dégustateurs	44
Age moyen des dégustateurs (année)	30,8±13,5
Moins de 20 ans	9%
20-34 ans	66%
35-44 ans	7%
45 ans et plus	18%

3.2.3.2. Analyses des préférences des consommateurs

Les analyses sensorielles par test de préférence ont permis de classer chaque bouillie en fonction de l'appréciation globale (j'aime/j'aime pas) donnée par les consommateurs

Les moyennes des notes données dans le tableau 50 varient entre 3,48 et 6,75. La première place revient de loin au produit BI avec une note de 6,75 sur une échelle de 7 points et avec un écart type faible. La *Koba mazika* recueille une note de 4,48 mais avec un écart-type élevé et les bouillies BM, BX et enfin BR sont moins appréciées.

L'écart-type élevé pour la note moyenne obtenue par la *koba mazika* signifie que les avis des consommateurs sont divergents concernant les caractères sensoriels du produit. En revanche, l'écart-type faible pour BI montre que les avis sont consensuels.

Tableau 50 : Comparaison des notes d'appréciation générale données par les panélistes à des bouillies préparées à partir de cinq farines différentes

Produit	Moyenne \pm ET
BI	6,75 ^a \pm 0,78
KM	4,48 ^b \pm 2,29
BM	4,39 ^b \pm 2,08
BX	3,86 ^{bc} \pm 1,76
BR	3,48 ^c \pm 2,11

* les moyennes non suivies par une même lettre sont significativement différentes (Test de Fisher avec calcul de la pps ; $P < 0,001$):

4. Conclusion

L'ambérique est une espèce de légumineuses dont les graines germent facilement : les variétés jaune et rouge que nous avons utilisées ont un rendement de germination de, respectivement 98% et 90%. Au cours de la germination, la synthèse d'enzymes telles que les phytases, les α -galactosidases et de composés (probablement des enzymes protéolytiques) influant sur les facteurs antitrypsiques permettent la réduction notable des teneurs en phytates, en α -galactosides et en inhibiteurs de trypsine. Il est à noter que l'hydrolyse des α -galactosides favorise l'apparition de sucres digestibles : saccharose, et à moindre degré, glucose et fructose. L'efficacité de la germination à diminuer les teneurs en différents facteurs antinutritionnels a été mise en évidence pour les deux variétés mais elle est plus marquée pour la variété jaune. L'activation d' α -amylases endogènes permet en conditions hydrothermiques appropriées l'hydrolyse de l'amidon. Étant donné la facilité et les nombreux avantages nutritionnels à faire germer l'ambérique jaune, l'utilisation de cette variété a été retenue dans la suite de notre travail.

Les conditions de germination ont pu être optimisées pour la variété jaune : 500g de graines d'ambérique sont trempés durant 24 heures, emballés dans un panier en roseau tapissé de feuille de ravalala qui est ensuite ficelé et exposé au soleil durant le jour et mis à l'abri la nuit. Le panier subit une immersion journalière dans de l'eau pendant une minute. La durée optimale de germination est de 96 heures.

Le séchage au gaz est plus efficace que le séchage solaire. La densité de chargement des claies exposées à l'air libre au début de séchage ne semble pas affecter la vitesse de la perte en eau. La position des claies dans le séchoir influe sur la cinétique de séchage mais l'inversion périodique des claies constitue un moyen efficace pour accélérer le séchage et uniformiser la teneur en matière sèche des graines.

La formulation d'aliment de complément à base de produits alimentaires locaux et utilisant comme source de protéines et d' α -amylases de la farine d'ambérique germée a permis l'obtention d'une farine infantile à cuire « *koba mazika* ». Elle a été conçue pour correspondre au mieux aux

recommandations nutritionnelles pour les aliments de complément destinés aux enfants à partir de 6 mois.

Concernant l'aptitude des ménages à préparer des bouillies de bonne qualité, les préparatrices ont suivi le mode de cuisson préconisé et pu obtenir des bouillies ayant des teneurs en MS (28 g/ 100g de préparation) et une consistance acceptables (vitesse d'écoulement : 70 mm/ 30 s). La durée moyenne de cuisson est de 9 min, mais des grandes variations ont été enregistrés concernant cette durée. Ces résultats permettent de conclure que le transfert de la préparation des bouillies en direction des ménages est possible, mais que des actions de sensibilisation en vue de prolonger la cuisson de la bouillie devront être faites au niveau des consommateurs.

L'analyse sensorielle des bouillies préparées à partir des farines disponibles dans la zone de Brickaville a démontré que la *koba mazika* est appréciée. Les avis divergents des consommateurs, révélé par un écart type élevé, laissent cependant supposer que des améliorations sont encore à faire concernant les caractéristiques sensorielles de la bouillie *koba mazika* si on la compare à des farines instantanées de fabrication industrielle.

- pouvoir être présents à toutes les séances de l'étude et accepter de venir deux fois par jour au lieu de distribution des bouillies (cantine) pendant douze jours.

Puis, 36 enfants ont été tirés au sort et répartis aléatoirement en deux groupes de 18 enfants.

2.3. Comparaison des ingérés nutritionnels à partir des bouillies *koba mazika* et *koba aina*

2.3.1. Type d'enquête

Il s'agit d'une étude comparative transversale de consommation de bouillie réalisée sur les enfants sélectionnés plus haut. La prise de bouillie de chaque enfant a été suivie durant 6 jours répartis en deux tranches de 3 jours par semaine.

2.3.2. Nature des bouillies distribuées et équilibres en macronutriments

Les bouillies distribuées aux enfants sont de deux types, la bouillie *koba mazika* et la bouillie *koba aina*. La composition des farines à partir desquelles elles ont été préparées, est donnée dans le tableau 51.

Tableau 51 : Composition des farines *koba mazika* et *koba aina* (en % exprimé sur la base de la matière brute).

Produit	<i>Koba mazika</i>	<i>Koba aina</i>
Maïs	36,86	49,55
Ambérique	27,00	-
Soja	-	15,60
Riz	18,00	15,00
Arachide	-	7,50
Sucre	10,00	11,00
Sel iodé	0,69	0,69
Phosphate de calcium	0,50	0,45
CMV ¹	0,23	0,21
Huile de soja ²	6,72	-

(1) CMV : compléments minéraux et vitaminiques

(2) l'huile est rajoutée par les mères au cours de la cuisson

La contribution des macronutriments au contenu énergétique des deux farines est la suivante : plus de 11% de l'énergie sont fournies par les protéines ; 20 à 21% par les lipides. Dans l'ensemble, elle est satisfaisante bien que la contribution des lipides dans l'apport énergétique total (AET) soit légèrement inférieure aux recommandations de Lutter (2003) (tableau 52).

Tableau 52 : Comparaison de la contribution (%) des macronutriments au contenu énergétique des farines *koba mazika* et *koba aina* à la contribution recommandée (CR) pour les aliments de complément (AC) des enfants de 6-23 mois

Nutriments	<i>koba mazika</i>	<i>koba aina</i>	CR pour un enfant de 6-11 mois ¹	CR pour un enfant de 6-23 mois ¹
Protéines	11,7	14,3	6-10	6-10
Lipides	20,3	21,1	24	26
Glucides	67,9	64,7	65-69	64-79

(1) Source : Lutter, 2003

2.3.3. Déroulement de l'étude

Les bouillies *koba aina* et *koba mazika* ont été données aux enfants au cours de deux périodes expérimentales consécutives de 3 jours en commençant par la *koba mazika* pour le premier groupe de 18 enfants et par la *koba aina* pour le second groupe de 18 enfants.

Pour chaque bouillie à tester, trois jours d'adaptation précèdent les trois jours de mesure afin d'habituer l'enfant à sa consommation. Pendant toute la période de distribution, les bouillies ont été servies deux fois par jour, le midi et le soir (tableau 53). Au total, chaque enfant de chaque groupe a reçu douze bouillies *koba mazika* et douze bouillies *koba aina* dont la moitié ont fait l'objet de mesures des ingérés.

Tableau 53: Calendrier de l'étude.

Premier groupe d'enfants	Adaptation 1			Période 1			Adaptation 2				Période 2						
	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14	J15	J16	J17
	KM	KM	KM	KM	KM	KM		KA	KA	KA	KA	KA	KA				
	KM	KM	KM	KM	KM	KM		KA	KA	KA	KA	KA	KA				
Second groupe d'enfants				Adaptation 1			Période 1				Adaptation 2			Période 2			
	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14	J15	J16	J17
					KA	KA	KA	KA	KA	KA		KM	KM	KM	KM	KM	KM
				KA	KA	KA	KA	KA	KA		KM	KM	KM	KM	KM	KM	

KM : *koba mazika*

KA : *koba aina*

Pour des raisons de commodité, la distribution de bouillies aux deux groupes a été réalisée simultanément dans deux compartiments différents d'un local spécialement aménagé (cantine). La prise de repas dans chaque compartiment s'est faite sous surveillance de deux observatrices et de moi-même.

2.3.4 Questionnaire

Une fiche individuelle sous forme de questionnaire (Annexe 8) a été utilisée pour recueillir les données. Elle est divisée en parties concernant :

- les renseignements sur l'enfant (identité, âge, poids)
- l'état de santé de l'enfant et la fréquence de l'allaitement, de la prise des boissons et d'autres aliments durant la demi journée ayant précédé la distribution.
- la nature des bouillies consommées et les pesées visant à déterminer les ingérés à chaque prise alimentaire : la nature de la bouillie, le rang du jour de consommation, l'heure de la consommation (correspondant au repas de midi ou du soir), le poids du bol vide avec la cuillère, le poids du bol rempli avant et après la consommation, le poids du bavoir et de la serviette propre, le poids des pertes qui sont récupérées dans les bavoirs et serviettes après consommation.

2.3.5. Mesures des quantités de bouillies ingérées

Il est à souligner que les bouillies distribuées ont été préparées par nos soins. Les observations et les pesées se sont déroulées de la manière suivante :

- Les assiettes et les cuillères ont été tarées avant d'être remplies de bouillies ainsi que les bavoirs et serviettes à utiliser.
- Les pesées ont été effectuées au moyen d'une balance *Scout Pro* précise à 0,1g près, d'une portée de 600g et d'une balance *Tefal* d'une précision de 1g près et d'une portée de 5 kg.
- Avant chaque repas, un bavoir propre était placé autour du cou de l'enfant et une serviette propre au niveau des pieds et jambes pour récupérer les éventuelles pertes. La position et les gestes de l'enfant durant la prise de repas ont été notés.

Les quantités de bouillies consommées ont été obtenues par différence de poids des assiettes/cuillères avant et après consommation en tenant compte des pertes recueillies dans les serviettes et bavoirs. Elles ont été ensuite traduites en ingérés énergétique et en nutriments à l'aide d'un programme Excel à partir de la composition en nutriments des deux farines. Les tests statistiques, principalement des analyses de variance, ont été réalisés sur Statgraphics 5.1 (*Manugistics Inc, Rockville, 2001*).

2.3.6. Mesure de l'écoulement et de la teneur en matière sèche

Durant la période expérimentale, l'écoulement et la teneur en matière sèche de chaque bouillie ont été déterminés à chaque préparation du midi et du soir (*cf méthode de mesure dans chapitre 3, paragraphes 2.1.3.b. 3 et 2.1.3.b.4*) soit au total sur 12 prélèvements pour chacun des deux types de bouillies distribués.

2.3.7. Pesées des enfants

Afin de pouvoir exprimer d'une manière standard les ingérés nutritionnels par kg de poids corporel, les enfants ont été pesés deux fois (une fois tous les 7 jours) durant la période de l'étude. Le poids de l'enfant a été mesuré par double pesée au moyen d'une balance pèse-personne *Söhne* de portée 130kg et d'une précision de 100g.

2.4. Caractérisation de la consommation alimentaire avant et pendant les périodes de consommation des bouillies

La méthodologie utilisée a été une enquête descriptive transversale de consommation alimentaire réalisée sur les mêmes enfants que ceux sélectionnés pour l'étude précédente. L'enquête a concerné les prises alimentaires de chaque enfant durant 4 jours non consécutifs.

Cette partie de l'étude a été réalisée en 2 étapes :

- Une enquête par questionnaire permettant de caractériser la nature et la quantité des aliments consommés par l'enfant et les quantités respectives des ingrédients constitutifs du repas ;
- Une observation réalisée au niveau des ménages permettant la description précise du mode de préparation de ces aliments et au cours de laquelle des échantillons ont été prélevés pour détermination de leur teneur en matière sèche.

2.4.1. Caractérisation des aliments consommés

Pour caractériser la consommation alimentaire de la veille de l'enfant, la méthode dite «rappel de 24 heures» (SNDLF, 2001) a été adoptée, c'est une méthode rétrospective permettant de décrire la nature et les quantités de tous les aliments et boissons consommés par l'enfant depuis son réveil la veille jusqu'à son réveil le matin de l'enquête.

Il a été demandé, au moyen d'un questionnaire, à la mère ou à la personne qui s'est occupée de l'enfant la veille de l'entretien de préciser dans l'ordre chronologique : l'heure de chacune des prises ainsi que la nature et les quantités d'aliments consommés exprimées en unités ménagères (cuillère à soupe, cuillère à café, tasse ...) Pour un repas ayant plusieurs composants, la nature et les quantités consommées de chacun des composants ont été également demandées.

L'enquête a été réalisée sur quatre jours : deux jours pendant la période où l'enfant n'avait pas encore reçu les bouillies *koba mazika* et *koba aina* (4 jours et un jour avant) et deux jours pendant la période où il en avait consommé (la seconde journée de chaque période expérimentale de 3 jours).

2.4.2. Réplication des plats et estimation des quantités données à l'enfant

Les aliments identifiés ont été répliqués durant les visites à domicile suivant les quantités et les modes de préparation décrits par les mères. Les quantités exprimées en unités ménagères ont été converties en grammes par pesée des ingrédients sur une balance *Scout Pro* de précision 0,1 g. Sur les mêmes préparations, des prélèvements ont été effectués pour déterminer en triple leur teneur en matière sèche.

La quantité de repas donnée à l'enfant a été estimée par duplication ou « méthode de la portion jumelle » (Dop et al, 1996) qui consiste à demander à la mère de répliquer dans le bol de l'enfant les quantités de chaque ingrédient données au repas.

2.4.3. Détermination des quantités d'aliments utilisés à partir de leur prix d'achat

Pour les cas où l'aliment pris par l'enfant avait été acheté, la détermination de la quantité ou du poids de chaque ingrédient constitutif d'un plat a été faite de la manière suivante :

3.2. Ingérés énergétique et nutritionnels à partir des bouillies *koba mazika* et/ou *koba aina*

3.2.1. Caractéristiques moyennes des bouillies

La détermination de la teneur en matière sèche et de la consistance des bouillies à chaque distribution a permis de dresser les caractéristiques moyennes de ces dernières (tableau 54).

Tableau 54 : Caractéristiques des bouillies distribuées

	<i>Koba mazika</i>	<i>Koba aina</i>	Niveau de signification
Nombre de bouillies observées	12	12	
Teneur moyenne en matière sèche (g/100g)	25,5 ± 0,9	25,7 ± 1,0	ns
Densité énergétique moyenne (kcal/100g)	102,5 ± 3,6	99,7 ± 3,9	ns
Écoulement moyen (mm/30s à 45°C)	97,0 ± 52,7	112,9 ± 37,0	ns

ns : non significatif.

La *koba mazika* a une teneur en matière sèche de 25,5 g et une densité énergétique de 103 kcal pour 100 g de bouillie. En moyenne, sa vitesse d'écoulement est de 97 mm/30 s.

Quant à la *koba aina*, sa teneur en matière sèche est de 25,7g et sa densité énergétique de 100 kcal. Elle a tendance à avoir une consistance plus fluide que les bouillies *koba mazika* avec un écoulement moyen est de 113 mm/30 s.

Dans l'ensemble, les deux bouillies ont des caractéristiques très voisines : leur densité énergétique, leur teneur en matière sèche ainsi que leur consistance ne diffèrent pas significativement.

3.2.2. Ingérés moyens en bouillies et en matière sèche

Les mesures réalisées ont permis de caractériser précisément les quantités de bouillies et de matière sèche consommées à partir des deux types de bouillies.

Le niveau de consommation de chaque enfant est très variable et diffère significativement d'un enfant à l'autre, allant de 1 à 316 g. La quantité moyenne de bouillie ingérée à chaque repas est de 89 g apportant 23 g de MS. Lorsque ces résultats sont exprimés en ingérés par kg de poids corporel, un enfant consomme 13,5 g de bouillie et 3,4 g de matière sèche.

Une analyse de variance prenant en compte les quatre facteurs de variation (type de bouillie / jour de jour de consommation / moment de consommation / enfant) et leurs interactions met en évidence (tableau 56) :

- que les quantités ingérées de *koba aina* sont légèrement mais significativement plus élevées que celle de *koba mazika* : respectivement, 95 et 84 g de bouillie ($p=0,024$) et 24,0 et 21,3 g de MS ($p=0,027$) par repas, soit par kg de poids corporel 14,1 et 12,8 g de bouillie ($p=0,040$) et 3,6 g et 3,2 g de MS ($p=0,040$).
- que les quantités de bouillies consommées le troisième jour des périodes expérimentales sont significativement plus faibles que celles des deux premiers jours.

- que les quantités de bouillies consommées le midi ne sont pas significativement différentes de celles ingérées l'après midi.
- qu'il existe de grandes disparités ($p < 0,0001$) entre les niveaux de consommation des enfants puisque leur consommation moyenne calculée sur 12 repas s'échelonne entre 19 et 223 g (2,2 à 53,3 g par kg de poids corporel). Cinq enfants sur 25 ont en moyenne consommé moins de 50 g de bouillie par repas alors que deux en consommaient plus de 150 g.

Tableau 55 : Comparaison des quantités moyennes (\pm écart-type) de bouillie ingérées par repas en fonction du type de bouillie, du jour de consommation et du moment de consommation.

	Moyenne	Type de bouillie		Jour de consommation			Moment de consommation	
		<i>Koba mazika</i>	<i>koba aina</i>	1 ^{er} jour	2 ^{ème} jour	3 ^{ème} jour	Midi	Soir
Nombre de repas observés	300	147	153	100	100	100	149	151
Quantité de matière brute consommée par repas en g								
Par enfant	89,3 \pm 62,9	83,7 \pm 64,0	94,6 \pm 61,7	100,2 \pm 71,0	92,2 \pm 58,8	75,3 \pm 56,0	86,1 \pm 70,3	92,3 \pm 54,8
NdS		P=0,0238		P=0,0007			ns	
Par enfant et par kg	13,5 \pm 12,1	12,8 \pm 2,2	14,1 \pm 12,0	15,2 \pm 13,6	14,0 \pm 12,2	11,1 \pm 9,9	13,2 \pm 13,4	13,7 \pm 10,7
NdS		P=0,0399		P=0,0002			ns	
Quantité de matière sèche consommée par repas en g								
Par enfant	22,8 \pm 16,1	21,3 \pm 16,3	24,2 \pm 15,8	25,6 \pm 18,1	23,5 \pm 15,0	19,3 \pm 14,6	21,9 \pm 17,9	23,6 \pm 14,1
NdS		P=0,0178		P=0,0009			ns	
Par enfant et par kg	3,4 \pm 3,1	3,2 \pm 3,1	3,6 \pm 3,1	3,9 \pm 3,5	3,6 \pm 3,1	2,8 \pm 2,6	3,4 \pm 3,4	3,5 \pm 2,8
NdS		P=0,0273		P=0,0003			ns	

NdS : Niveau de signification de l'analyse de variance à 4 facteurs de variation (type de bouillie*jour de consommation*moment de consommation*enfant) – ns : non significatif.

- qu'il n'existe pas d'interaction significative entre les facteurs «enfant» et «jour de consommation», entre les facteurs «enfant» et «moment de consommation» et entre les facteurs «type de bouillie» et «moment de consommation» indiquant qu'il n'y a pas de différence de comportement entre enfants en relation avec le jour et le moment de consommation et que les différences de consommation entre types de bouillie ne dépendent pas du moment de consommation.
- qu'il existe une interaction significative ($p=0,0213$) entre les facteurs «enfant» et «type de bouillie» traduisant le fait que 17 enfants ont consommé en moyenne plus de *koba aina* que de *koba mazika* et 9 enfants plus de *koba mazika* que de *koba aina*.
- qu'il existe une interaction significative ($p=0,0048$) entre les facteurs «type de bouillie» et «jour de consommation» traduisant le fait que les niveaux moyens de consommation de deux

bouillies étaient identiques les deux premiers jours (respectivement pour *koba aina* et *koba mazika* : 100,4 et 100,0 g de bouillie par repas le premier jour ; 92,0 et 92,7 g le second jour) mais que la consommation moyenne de *koba aina* a été beaucoup plus faible que celle de *koba mazika* le troisième jour (59,5 versus 91,1 g par repas).

- qu'il existe une interaction significative ($p=0,0004$) entre les facteurs «jour de consommation» et «moment de consommation» traduisant le fait que les consommations moyennes ont été plus élevées le midi que l'après-midi au premier jour de distribution (110 vs 90 g par repas) et, inversement, plus faibles le midi que l'après midi au deuxième (80 vs 104) et au troisième (67 vs 83 g) jour de distribution.

Par rapport aux résultats obtenus par Rakotoarisoa (2003) sur des enfants de même tranche d'âge, vivant dans un quartier d'Antananarivo et consommant de la bouillie *koba aina*, les quantités de bouillie et de matière sèche ingérées sont légèrement plus élevées : selon cet auteur, un enfant consommait en moyenne 87,5 g de bouillie, soit 22,3 g de matière sèche, par repas.

3.2.3. Ingérés énergétiques, protéiques et lipidiques

Le tableau 56 récapitule les ingérés moyens en énergie, en protéines et en lipides par repas.

A partir d'un repas de bouillie, l'ingéré énergétique moyen d'un enfant est de 89 kcal soit 13,6 kcal/kg de poids tandis que les ingérés protéiques et lipidiques moyens sont, respectivement, de 3,2 et 2,1 g.

Le traitement des données par analyse de variance met en évidence que le facteur «enfant» est celui qui introduit le plus de variabilité dans la mesure où des différences significatives de quantités ingérés entre enfants se retrouvent au niveau des ingérés en énergie, protéines et lipides. En revanche, dans la mesure où la *koba mazika* a une densité énergétique et une teneur en protéines légèrement plus élevées que la *koba aina* qui compense en partie les écarts de quantités consommées entre les deux bouillies, les différences d'ingérés énergétiques et d'ingérés en protéines entre les deux types de bouillie ne sont pas significatifs. Les teneurs en lipides des deux farines étant égales, les différences d'ingérés se retrouvent au niveau des ingérés lipidiques qui sont plus élevés pour la *koba aina* que pour la *koba mazika*.

Tableau 56: Comparaison des ingérés énergétiques moyens (\pm écart-type) et des quantités moyennes (\pm écart-type) de protéines brutes et de lipides ingérées par repas en fonction du type de bouillie, du jour de consommation et du moment de consommation.

	Moyenne	Type de bouillie		Jour de consommation			Moment de consommation	
		<i>Koba mazika</i>	<i>koba aina</i>	1 ^{er} jour	2 ^{ème} jour	3 ^{ème} jour	Matin	Soir
Nombre de repas observés	300	147	153	100	100	100	149	151
Ingéré énergétique par repas en kcal								
Par enfant	89,1 \pm 63,3	85,6 \pm 65,4	94,1 \pm 61,2	101,0 \pm 71,3	92,6 \pm 59,2	76,1 \pm 56,6	86,5 \pm 70,3	93,3 \pm 55,6
NdS		ns		P=0,0007			ns	
Par enfant et par kg	13,6 \pm 12,2	13,0 \pm 12,56	14,0 \pm 12,0	15,4 \pm 13,7	14,1 \pm 12,3	11,2 \pm 10,0	13,3 \pm 13,4	13,8 \pm 10,9
NdS		ns		P=0,0002			ns	
Quantité de protéines brutes consommée par repas en g								
Par enfant	3,21 \pm 2,3	3,06 \pm 2,34	3,35 \pm 2,18	3,60 \pm 2,54	3,30 \pm 2,11	2,72 \pm 2,02	3,09 \pm 2,51	3,33 \pm 1,98
NdS		ns		P=0,0007			ns	
Par enfant et par kg	0,48 \pm 0,4	0,47 \pm 0,45	0,51 \pm 0,43	0,55 \pm 0,49	0,51 \pm 0,44	0,40 \pm 0,36	0,48 \pm 0,48	0,50 \pm 0,39
NdS		ns		P=0,0002			ns	
Quantité de lipides consommée par repas en g								
Par enfant	2,07 \pm 1,5	1,93 \pm 1,48	2,20 \pm 1,42	2,32 \pm 1,64	2,13 \pm 1,36	1,75 \pm 1,31	1,90 \pm 1,62	2,14 \pm 1,27
NdS		P=0,0180		P=0,0008			ns	
Par enfant et par kg	0,31 \pm 0,3	0,29 \pm 0,28	0,33 \pm 0,28	0,35 \pm 0,32	0,32 \pm 0,29	0,26 \pm 0,24	0,30 \pm 0,32	0,32 \pm 0,25
NdS		P=0,0268		P=0,0003			ns	

NdS : Niveau de signification de l'analyse de variance à 4 facteurs de variation (type de bouillie*jour de consommation*moment de consommation*enfant) – ns : non significatif.

Comme pour les quantités de bouillie ou de MS consommées, il n'y a pas de différence d'ingérés en énergie, protéines ou lipides en fonction du moment de la journée. En revanche, les ingérés du troisième jour sont significativement moins élevés que ceux du premier et du deuxième jour des périodes expérimentales.

3.2.4. Contribution des bouillies à la couverture des besoins énergétiques

L'Apport Énergétique Total (AET) quotidien d'un enfant dépend de l'apport du lait maternel et de ceux des aliments de complément. Dans la classe d'âge 6-9 mois, on considère que les besoins énergétiques moyens sont de 645 kcal (Butte et al, 2000). Si les enfants de cet âge bénéficient de niveaux moyens (405 kcal) d'apport en lait maternel (WHO, 1998), les aliments de complément doivent donc fournir en moyenne 240 kcal par jour.

En apportant en moyenne, respectivement, 171 et 188 kcal par jour, la prise de deux bouillies *koba mazika* et *koba aina* couvre 27 et 29% des besoins des enfants ce qui ne permet pas de compléter totalement les apports moyens en lait maternel pour couvrir l'ensemble des besoins énergétiques.

Pour la plupart des enfants, la prise d'une troisième bouillie par jour ou la consommation d'un autre aliment de complément est donc nécessaire pour couvrir l'ensemble de leurs besoins

3.3. Effets de la consommation des bouillies *koba mazika* et *koba aina* sur les fréquences de tétées et de consommation d'autres aliments de complément

Les fréquences de tétées et de distribution des repas au niveau des ménages ont été suivies pour chaque enfant au cours de 3 périodes :

- Période 1 : Deux jours situés avant le début de la consommation des bouillies expérimentales (4 jours et un jour avant par rappel de 24heures effectué le lendemain)
- Période 2 : les trois jours d'observation de la première semaine de distribution des bouillies en interrogeant la mère au moment de la consommation des bouillies sur les prises alimentaires survenues, respectivement, entre le lever de l'enfant et la bouillie du midi, et entre la bouillie du midi et le lever du lendemain.
- Période 3 : les trois jours d'observation de la seconde semaine de distribution des bouillies selon les mêmes modalités.

Le tableau 57 récapitule les résultats obtenus au cours de la première période qui estime les fréquences de consommation habituelles des enfants.

Tableau 57 : Evolution des fréquences de tétées et de distribution des aliments avant consommation des bouillies expérimentales¹

	Matin	Après midi	Journée
<i>Effectif d'enfants concernés</i>	26	26	26
<i>Nombre de périodes observées</i>	47	47	47
Tétées (%)			
0 ou 1 fois	17	19	4
2 ou 3 fois	21	19	13
4 à 9 fois	21	15	18
10 fois et plus	41	47	55
Boissons et aliments liquides (%)			
0 fois	28	68	26
1 fois	47	28	32
2 fois et plus	25	4	42
Aliments semi liquides et solides (%)			
0 fois	21	53	21
1 fois	42	40	28
2 fois et plus	37	7	51

Avant la période de distribution des bouillies, 55% des enfants sont allaités plus de 10 fois par jour tandis que 4% ne l'ont pas été pendant les deux jours d'observation. Le plus souvent, les boissons et aliments liquides et les aliments solides/semi-fluides sont distribués au moins deux fois par jour.

Pendant les périodes de distribution des bouillies nous avons pu vérifier que les fréquences de tétées et de distribution d'aliments au niveau des ménages ne variaient pas significativement en fonction du jour d'observation (1^{er}, 2^{ème} ou 3^{ème}) et en fonction de la période, c'est-à-dire en fonction de l'ordre dans lequel ont été distribués les bouillies *koba mazika* et *koba aina*.

L'effet du type de bouillie distribué sur les fréquences de tétées et de distribution d'autres aliments au niveau des ménages est analysé dans le tableau 58. On constate que ces fréquences sont identiques pour les deux types de bouillies sauf celles des tétées l'après midi dans la mesure où les enfants sont sensiblement moins allaités après un repas de *koba aina* qu'après un repas de *koba mazika*.

Tableau 58 : Comparaison des fréquences de tétées et de distribution des aliments autres que les bouillies distribuées en fonction de la nature de la bouillie distribuée

	Matin		Après midi	
	<i>k. mazika</i>	<i>k. aina</i>	<i>k. mazika</i>	<i>k. aina</i>
Effectif d'enfants concernés	26	26	26	26
Nombre de périodes observées	77	77	76	75
Tétées (%)				
0 ou 1 fois	9	12	9	23
2 ou 3 fois	54	55	48	42
4 à 9 fois	35	26	34	32
10 fois et plus	5	7	9	3
	ns		P=0,046	
Boissons et aliments liquides (%)				
0 fois	53	53	48	44
1 fois	34	38	36	44
2 fois et plus	13	9	16	12
	ns		ns	
Aliments semi liquides et solides (%)				
0 fois	51	57	56	60
1 fois et plus	49	43	44	40
	ns		ns	

La comparaison des ces fréquences de prises alimentaires pendant les périodes expérimentales avec celles relevées pendant la période pré-expérimentale doivent être faites avec prudence dans la mesure où les mères n'ont pas été questionnées de la même manière. Toutefois, il semble que pendant la période où les enfants ont consommé deux bouillies expérimentales par jour, la fréquence de ceux bénéficiant d'un allaitement à la demande (plus de 10 fois par demi journée) ait considérablement diminué. La fréquence de distribution de boissons et d'aliments liquides semble avoir également diminué en particulier le matin. En revanche, si on tient compte du fait que la consommation des bouillies expérimentales correspondait à la prise de deux repas supplémentaires semi-liquides, les fréquences de consommation des aliments semi-liquides et solides ont considérablement augmenté pendant les périodes expérimentales par rapport à la période pré-expérimentale.

3.4. Effets de la consommation des bouillies *koba mazika* et *koba aina* sur les niveaux d'ingérés et la couverture des besoins nutritionnels des enfants

3.4.1. Ingérés en matière brute et en matière sèche

La comparaison des ingérés moyens en matière brute et en matière sèche à partir des aliments de complément avant et pendant la période expérimentale de distribution des bouillies *koba mazika* et *koba aina* est donnée dans le tableau 59 à partir des estimations faites par rappel de 24H des ingérés au cours de deux journées en période pré-expérimentale (4 jours et un jour avant le début de la distribution des bouillies) et de deux journées en période expérimentale correspondant à la seconde journée des deux périodes de mesures de la consommation des bouillies.

Tableau 59 : Valeurs moyennes (\pm écart-type) des quantités journalières de matière brute et de matière sèche consommées avant et pendant la période de distribution des bouillies

Période	Effectif	Boissons et aliments liquides (1)	Aliments semi liquides et solides (1)	Bouillies expérimentales (2)	Ingérés totaux
Quantités de matière brute par jour (en g)					
Pré-expérimentale	46	64 \pm 121	152 \pm 156	-	216 \pm 219
Expérimentale	52	47 \pm 70	84 \pm 107	180 \pm 102	310 \pm 197
Niveau de signification		P=0,0287	P<0,0001		P=0,0002
Quantités de matière brute par jour et par kg de poids corporel (en g)					
Pré-expérimentale	46	11,3 \pm 26,6	21,2 \pm 22,5	-	32,5 \pm 41,1
Expérimentale	52	7,5 \pm 13,2	12,2 \pm 16,3	27,3 \pm 22,7	46,9 \pm 42,3
Niveau de signification		P=0,0131	P=0,0001		P=0,0004
Quantités de matière sèche par jour (en g)					
Pré-expérimentale	46	0,81 \pm 2,00	32,7 \pm 32,6	-	33,5 \pm 32,6
Expérimentale	52	0,90 \pm 1,87	17,8 \pm 22,6	45,1 \pm 25,9	63,8 \pm 33,3
Niveau de signification		ns	P<0,0001		P<0,0001
Quantités de matière sèche par jour et par kg de poids corporel (en g)					
Pré-expérimentale	46	0,15 \pm 0,37	4,5 \pm 4,3	-	4,6 \pm 4,3
Expérimentale	52	0,13 \pm 0,28	2,5 \pm 3,2	6,9 \pm 5,8	9,4 \pm 6,9
Niveau de signification		ns	P<0,0001		P<0,0001

(1) aliments distribués au niveau des ménages

(2) bouillies *koba mazika* et *koba aina* distribuées à la cantine

Niveau de signification de l'analyse de variance à 2 facteurs de variation (enfant*periode)

On constate que la consommation des bouillies n'a pas modifié de façon importante les quantités de boissons et d'aliments liquides consommées par les enfants, mais qu'en revanche elle a réduit de près de moitié les quantités d'aliments semi-liquides et solides distribués au niveau des ménages. Toutefois lorsque l'on fait le bilan sur l'ensemble des aliments de complément consommés, on met en

évidence que les enfants ont consommé près de 45% de matière brute et 90% de matière sèche de plus en période expérimentale qu'en période pré-expérimentale.

La possibilité de consommer deux fois par jour des bouillies de haute densité énergétique ayant les caractéristiques de la *koba aina* et de la *koba mazika* permet donc d'augmenter considérablement les ingérés des enfants à partir des aliments de complément.

3.4.2. Ingérés moyens en énergie, en protéines et en lipides

Les ingérés en nutriments des enfants à partir des aliments de complément, avant et pendant la période de distribution des bouillies, ont été estimés à partir de tables de composition pour les aliments distribués au niveau des ménages et des résultats de l'analyse de la composition de la *koba aina* et de la *koba mazika* en traduisant les quantités consommées en énergie et en nutriments (tableau 60).

Tableau 60 : Valeurs moyennes (\pm écart-type) des ingérés en énergie, protéines et lipides avant et pendant la période de distribution des bouillies

Période	Effectif	Boissons et aliments liquides (1)	Aliments semi liquides et solides (1)	Bouillies expérimentales (2)	Ingérés totaux
Ingérés énergétiques par jour (en kcal)					
Pré-expérimentale	46	4,2 \pm 9,8	130 \pm 131	-	135 \pm 131
Expérimentale	52	5,0 \pm 9,4	73 \pm 95	178 \pm 102	256 \pm 131
Niveau de signification		ns	P=0,0001		P<0,0001
Ingérés énergétiques par jour et par kcal de poids corporel (en kcal)					
Pré-expérimentale	46	0,72 \pm 1,89	17,7 \pm 17,4	-	18,5 \pm 17,4
Expérimentale	52	0,74 \pm 1,52	10,2 \pm 13,2	27,0 \pm 22,8	38,1 \pm 26,9
Niveau de signification		ns	P=0,0001		P<0,0001
Quantités de protéines par jour (en g)					
Pré-expérimentale	46	0,093 \pm 0,418	3,07 \pm 3,34	-	3,16 \pm 3,34
Expérimentale	52	0,096 \pm 0,33	1,80 \pm 2,73	5,02 \pm 2,87	6,93 \pm 3,80
Niveau de signification		ns	P=0,0017		P<0,0001
Quantités de protéines par jour et par kg de poids corporel (en g)					
Pré-expérimentale	46	0,011 \pm 0,073	0,42 \pm 0,46	-	0,44 \pm 0,46
Expérimentale	52	0,0152 \pm 0,064	0,25 \pm 0,38	0,75 \pm 0,64	1,03 \pm 0,77
Niveau de signification		ns	P=0,0025		P<0,0001
Quantités de lipides par jour (en g)					
Pré-expérimentale	46	0,104 \pm 0,477	1,20 \pm 1,96	-	1,31 \pm 2,00
Expérimentale	52	0,107 \pm 0,366	0,87 \pm 1,48	4,10 \pm 2,35	5,08 \pm 2,68
Niveau de signification		ns	ns		P<0,0001
Quantités de lipides par jour et par kg de poids corporel (en g)					
Pré-expérimentale	46	0,020 \pm 0,090	0,16 \pm 0,25	-	0,17 \pm 0,26
Expérimentale	52	0,017 \pm 0,064	0,12 \pm 0,20	0,63 \pm 0,53	0,76 \pm 0,55
Niveau de signification		ns	ns		P<0,0001

(1) aliments distribués au niveau des ménages

(2) bouillies *koba mazika* et *koba aina* distribuées à la cantine

Ns : non significatif

Niveau de signification de l'analyse de variance à 2 facteurs de variation (enfant*periode)

Les différences d'ingérés énergétiques sont conformes aux différences d'ingérés en matière sèche : la consommation des bouillies expérimentales n'a pas d'effet significatif sur les ingérés énergétiques à partir des boissons et aliments liquides, elle diminue d'un peu plus de 40% les ingérés à partir des aliments semi liquides ou solides pris au niveau des ménages, mais au total permet d'augmenter de 90% les ingérés énergétiques à partir des aliments de complément. Par ailleurs, elle permet de doubler les ingérés en protéines à partir des aliments de complément et de quadrupler ceux en lipides. Les ingérés en minéraux en vitamines n'ont pas été comparés mais compte du fait que les farines *koba aina* et *koba mazika* sont fortifiées, les ingérés en vitamines et minéraux doivent obligatoirement augmenter dans des proportions encore plus importantes pendant la période de consommation des bouillies.

3.4.3 Contribution à la couverture des besoins nutritionnels

Dans la classe d'âge considérée, les besoins journaliers en énergie et en protéines sont estimés, respectivement, à 80 kcal et 1,09 g par kg de poids corporel. Par ailleurs, dans la mesure où la contribution minimale des lipides aux apports énergétiques est estimée à 30%, les besoins journaliers en lipides peuvent, pour leur part, être estimés à 2,67g par kg de poids corporel.

La figure 19 présente la contribution des différents types de plats à la couverture des besoins énergétiques.

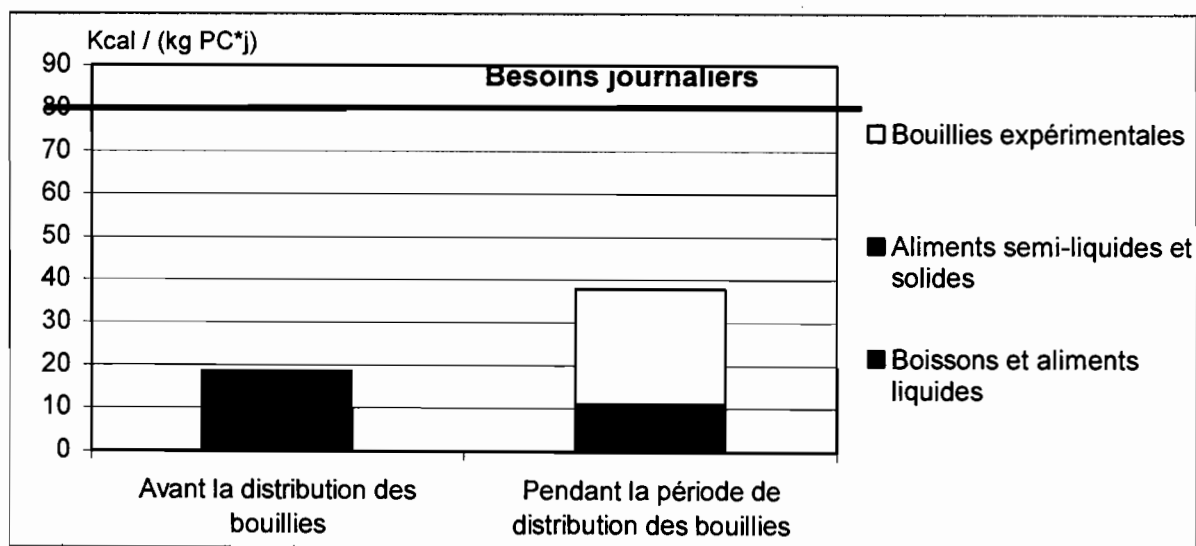


Figure 19 : Comparaison de la contribution moyenne des différents aliments de complément à la couverture des besoins énergétiques avant et pendant la période de distribution des bouillies expérimentales

Avant la période de consommation des bouillies, les aliments de complément couvraient en moyenne 23% des besoins énergétiques. Pendant la période de consommation des bouillies, ce pourcentage de couverture des besoins atteignait 48%. Pour que les enfants arrivent à couvrir leurs besoins énergétiques, il est donc nécessaire que le lait maternel couvre, respectivement, en moyenne 77 et 53% des besoins énergétiques.

Mais les taux de couverture des besoins varient dans des proportions importantes d'un enfant à l'autre (*figure 20*). En réalité on constate que dans près des deux tiers des cas, les aliments de complément habituels couvrent moins de 20% des besoins énergétiques des enfants et qu'ils couvrent plus de 40% des besoins dans seulement environ 25% des cas. En revanche, pendant la période de distribution des bouillies, seulement 15% des enfants n'arrivent pas à couvrir à partir des aliments de complément plus de 20% de leurs besoins énergétiques tandis que plus de la moitié arrivent à couvrir plus de 40% de ces besoins.

En ce qui concerne les besoins en protéines et en lipides, les aliments de complément arrivent à couvrir en moyenne, avant et pendant la période de distribution des bouillies expérimentales, respectivement, 40 et 94% des besoins en protéines et 6 et 28% des besoins en lipides. Mais comme pour la couverture des besoins énergétiques, on constate de grandes variations d'une enfant à l'autre au niveau de ces taux de couverture (*figures 21 et 22*). Les pourcentages d'enfants qui couvrent plus de 40% de leurs besoins protéiques à partir des aliments de complément sont, respectivement, 41 et 82%, avant et pendant la distribution des bouillies expérimentales. Ceux qui arrivent à couvrir plus de 20% de leurs besoins en lipides sont de 9 et 61%. La consommation des bouillies permet donc non seulement une meilleure couverture des besoins énergétiques mais aussi une meilleure couverture des besoins en protéines et lipides.

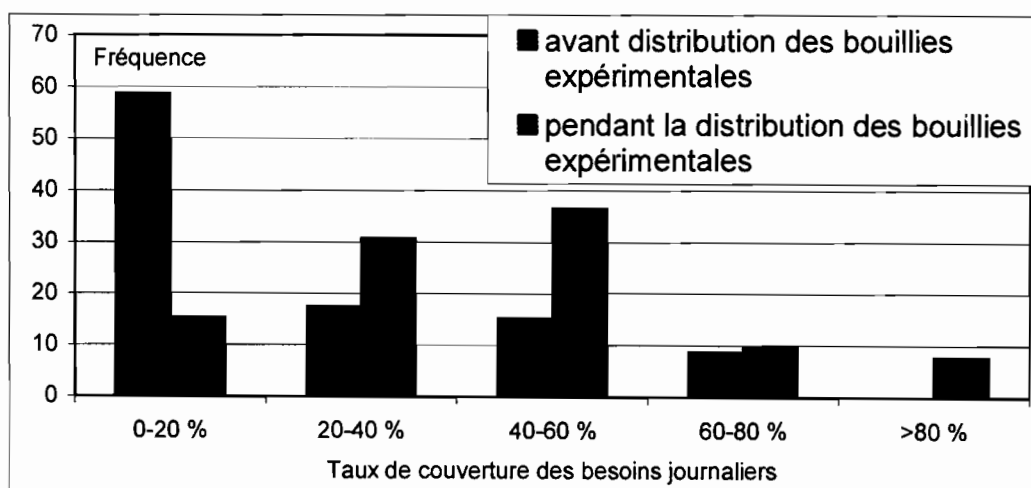


Figure 20 : Répartition des enfants en fonction de leur taux de couverture de leurs besoins énergétiques à partir des aliments de complément avant et pendant la période de distribution des bouillies.

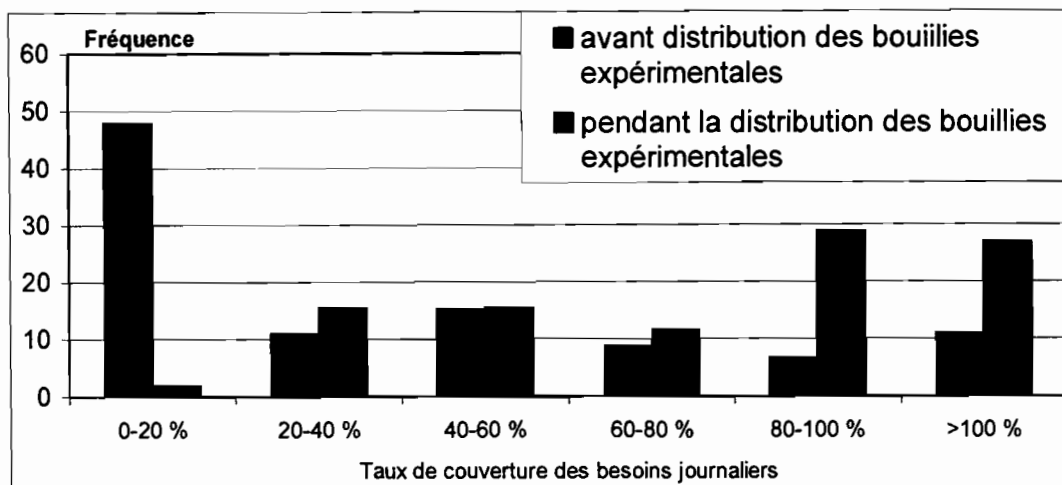


Figure 21 : Répartition des enfants en fonction de leur taux de couverture de leurs besoins protéiques à partir des aliments de complément avant et pendant la période de distribution des bouillies

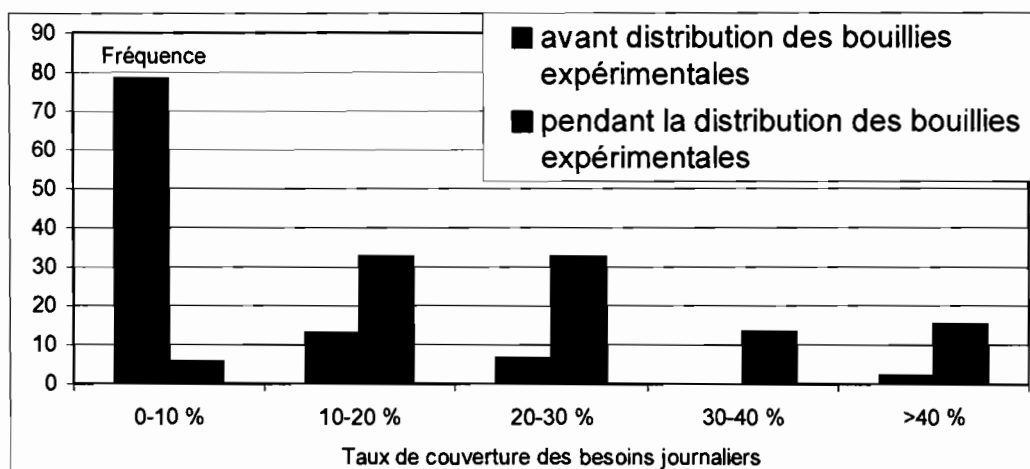


Figure 22 : Répartition des enfants en fonction de leur taux de couverture de leurs besoins lipidiques à partir des aliments de complément avant et pendant la période de distribution des bouillies

3.4.4. Contribution des nutriments à l'apport énergétique

Les contributions respectives des différents nutriments à l'apport énergétique total (AET) à partir des aliments de complément sont données sur la figure 23.

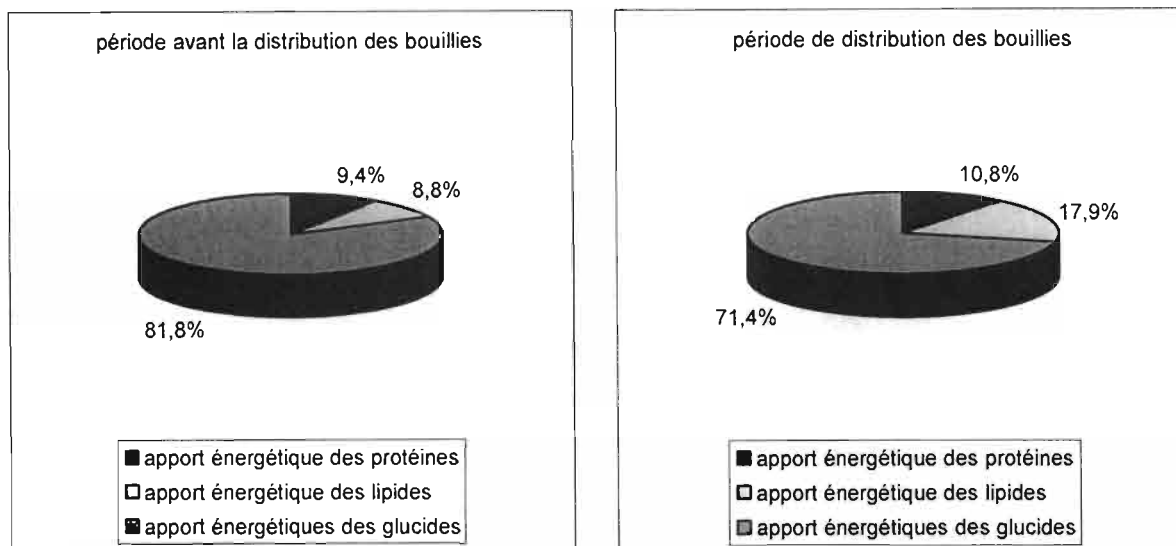


Figure 23 : Contribution des nutriments à l'apport énergétique total

Avant la distribution de bouillies, l'aliment de complément donné à l'enfant est très déséquilibré : hyperglucidique avec 82% de l'AET, très pauvre en lipides avec 9% de l'AET. Si l'équilibre en protéines est acceptable, 9%, l'apport quantitatif n'est pas suffisant.

Durant la période de distribution des bouillies, la part énergétique des glucides devient 71%, légèrement supérieure à la limite recommandée pour ces nutriments, la part des protéines, 11% de l'AET est satisfaisante, celle en lipides de 18% est encore faible au vu des recommandations.

Dans l'ensemble, une amélioration de l'équilibre énergétique est notée.

4. Conclusion

Cette étude a permis de préciser la valeur nutritionnelle des aliments de complément et de définir réellement la place des bouillies de haute densité énergétique dans la satisfaction des besoins nutritionnels des enfants en bas âge.

L'enquête a porté sur les enfants de 6-9 mois et a révélé que les aliments qui leur sont habituellement distribués sont de faible densité énergétique et de teneurs en nutriments non équilibrées. Ces aliments ne fournissent en moyenne que 135 kcal, 3,16 g de protéines et 1,31g de lipides par jour. L'essentiel de l'énergie est fourni par les glucides. La contribution de ces aliments à la couverture des besoins énergétiques n'est que de 23% et il est probable que pour de nombreux enfants les apports en lait maternel soient insuffisants pour couvrir les 77% des besoins restant à couvrir.

Afin de corriger ce déficit énergétique, des bouillies préparées à partir de farines de qualité nutritionnelle améliorée *koba mazika/koba aina* ont été introduites dans l'alimentation des enfants. Leur apport énergétique est de l'ordre de 90 kcal par repas avec des ingérés énergétiques par kg de poids corporel de l'ordre de 14 kcal.

L'introduction de ces bouillies a permis d'augmenter les apports nutritionnels des aliments de complément à 256 kcal et les apports protéiques et lipidiques respectivement à 6,9 et 5,1g par jour. En moyenne, la consommation des deux bouillies améliorées par jour permet de couvrir le tiers des besoins énergétiques journaliers des enfants. Un meilleur équilibre nutritionnel a été noté et la part des glucides dans l'alimentation a nettement diminué. Pendant la période de consommation des bouillies, le taux de couverture des besoins énergétiques à partir des aliments de complément a atteint 47%, niveau qui apparaît satisfaisant dans la mesure où à cette âge le lait maternel est censé couvrir au moins la moitié des besoins énergétiques.

Bien que ce travail ait été ponctuel et limité à une tranche d'âge, les résultats obtenus reflètent le quotidien des enfants malagasy en période d'alimentation complétée. Les résultats obtenus suggèrent et confirment la nécessité d'utiliser des aliments de complément de qualité nutritionnelle adéquate et en quantité suffisante.

CHAPITRE 4:

**Evaluation de l'aptitude
d'une unité artisanale à
produire la farine infantile
koba mazika et des
ménages à la préparer
sous forme de bouillies**

1. Introduction

Au démarrage du projet, la production de farine *koba mazika* a été assurée par des volontaires NAC résidant dans les sites. Cependant, le manque de temps ou la mauvaise organisation des producteurs a été à l'origine des pénuries de *koba mazika* dans les sites. De plus, la marge bénéficiaire que les volontaires pouvaient tirer de la vente des farines était dérisoire en regard de la quantité de travail nécessaire pour les préparer. Après une année de fonctionnement, ce réseau de production à échelle villageoise a été abandonné.

Le nouveau choix a consisté à produire le *koba mazika* au sein d'une unité de fabrication artisanale (*Annexe 9*) située à Brickaville, chef lieu de la sous préfecture. Ce choix permet de réaliser des contrôles réguliers de la qualité nutritionnelle, d'assurer la production à différentes périodes de l'année et de mieux assurer la gestion financière de la production de la farine. L'unité de production est fonctionnelle depuis novembre 2002. La production est assurée par des animateurs-ouvriers d'une ONG partenaire (ASOS). Ces animateurs sont non seulement chargés de la production, mais également de l'approvisionnement en *koba mazika* des différents sites NAC, de l'animation et du soutien au réseau de volontaires villageois. Lors de chaque approvisionnement en farine des points de vente, l'animateur récupère les fiches de ventes et l'argent des sachets vendus. Le responsable du point de vente conserve une marge de 20% sur chaque sachet vendu.

Cette partie de notre travail a pour objectifs de juger de l'aptitude de l'unité à produire une *koba mazika* de qualité correcte et constante et de la capacité des mères à la préparer sous forme de bouillies ayant les caractéristiques souhaitées. Elle consiste à :

- Estimer, d'une part, la variabilité de l'activité α -amylasique et l'aptitude à la conservation de la farine d'ambérique germée et, d'autre part, les caractéristiques rhéologiques des bouillies *koba mazika* préparées à partir des farines produites dans l'unité
- Vérifier la qualité microbiologique de la farine *koba mazika* et de la bouillie
- Estimer les rendements des différentes étapes de préparation de farine *koba mazika*
- Faire le bilan économique de l'unité de production
- Evaluer la variabilité du mode de cuisson et de la qualité nutritionnelle des bouillies *koba mazika* préparées par les mères

2. Méthodologie

2.1. Mesure de l'activité α -amylasique de la farine d'ambérique germée et de la variabilité des caractéristiques rhéologiques des bouillies préparées à partir de la farine *koba mazika* produite au sein de l'unité

Cette étude a consisté à :

- mesurer l'activité α -amylasique de la farine d'ambérique germée

- vérifier si l'activité enzymatique reste inchangée au cours de la conservation
- évaluer la variabilité de la consistance des bouillies préparées à partir de *koba mazika* provenant de différents lots de production.

2.1.1. Variabilité de l'activité α -amylasique de l'ambérique germée en fonction du lot de production et de la durée de conservation

La mesure de l'activité α -amylasique de l'ambérique se fait sur des farines des graines ayant germé 96 heures dans les conditions de production de l'unité. Après broyage des graines d'ambérique, un échantillon de farine a été prélevé (S1), le reste a servi à préparer de la farine *koba mazika* (S2). Les échantillons S1 et S2 sont emballés dans des sachets en polyéthylène.

Pour quatre lots de production, l'aptitude de la farine germée à fluidifier la bouillie a été mesurée sur une durée de trois mois toutes les 4 semaines en utilisant deux méthodes différentes :

- sur la farine d'ambérique germée (S1), par mesure de l'activité α -amylasique sur l'amidon soluble (cf méthode d'analyse dans § 2.1.3.b.2 du chapitre 3)
- sur des farines *koba mazika* (S2), par mesure de l'écoulement des bouillies préparées (cf méthode de mesure dans § 2.1.3.b.3 du chapitre 3)

2.1.2. Variabilité des caractéristiques rhéologiques des bouillies en fonction du lot de production

La variabilité de l'activité amylasique des farines d'ambérique germée est évaluée en mesurant l'écoulement de bouillies préparées à partir de farines *koba mazika* issues de différents lots de production.

À chaque production, 3 sachets de 50g de *koba mazika* ont été prélevés au hasard après ensachage de la farine. Ils ont été préparés en bouillies selon le mode de cuisson recommandé. Lorsque la température des bouillies atteignait 45°C, la vitesse de leur écoulement était mesurée au moyen d'un consistomètre de Bostwick (cf méthode de mesure dans la chapitre 3, § 2.1.3.b.3).

2.2. Effets du stockage sur les qualités organoleptiques et microbiologiques de la *koba mazika*

Les analyses microbiologiques réalisées antérieurement sur des farines *koba mazika* fraîchement préparées avaient montré que ces dernières présentent une charge microbienne élevée et que, lorsqu'elles étaient de qualité microbiologique acceptable, la durée de stockage maximale ne dépassait pas un mois (Rakotonarivo, 2004).

Certains traitements appliqués aux aliments tels que la cuisson permettent de réduire ou d'éliminer une grande partie de la flore. Afin de s'assurer que le mode de cuisson recommandé permet l'obtention des bouillies ne présentant aucun risque pour les enfants cibles, nous avons cherché à dénombrer les germes sur des farines ayant été stockées pendant différentes durées puis évalué la persistance de ces microorganismes après la cuisson de ces farines en bouillies.

2.2.1. Durée de stockage et aspect sensoriel des farines

Des prélèvements de sachets *koba mazika* ont été effectués au hasard sur 9 lots produits à différentes périodes comme le montre le tableau 61. Les analyses microbiologiques ont été effectuées en février 2005 ; par conséquent, les durées de stockage des échantillons sont différentes, les plus anciens datent de 44 semaines, les plus récents de 7 semaines. Ces échantillons ont été conservés à température ambiante jusqu'au moment où ils ont été analysés.

Tableau 61 : Durée de stockage des farines *koba mazika*

Lot	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
Durée de stockage (semaine)	44	24	20	19	16	13	12	11	7

2.2.2. Préparation des échantillons

La préparation des farines et des bouillies ainsi que les manipulations et l'utilisation des matériels, ont été faites conformément à la norme NF ISO 7218 (AFNOR, 1996)

2.2.2.1. Farine

Pour les 9 productions ayant subi différentes durées de stockage, 4 sachets ont été prélevés au hasard, leurs contenus ont été mélangés dans un récipient stérile autour d'un bec Bunsen sous hôte. Une partie du mélange de farine a été utilisé directement pour l'analyse microbiologique, tandis que le reste a servi à préparer de la bouillie.

Vingt grammes de farine sont mis en suspension dans 180g d'eau peptonnée tamponnée (EPT) à l'intérieur d'un sachet stérile. La suspension mère est énergiquement agitée puis laissée reposer durant 30 min pour assurer la survie de tous les micro-organismes. Ensuite, une série de dilutions est réalisée de la façon suivante : 9 ml d'EPT sont réparties stérilement dans une série de tubes et 1ml de la suspension mère est transféré dans le tube n°1. Après avoir homogénéisé le contenu du tube n°1 à l'aide d'un vortex, on en transfère 1ml dans le tube n°2 ainsi de suite jusqu'à un facteur de dilution 10⁹.

2.2.2.2. Bouillie

Cinquante grammes de farine ont été préparés en bouillie en utilisant des récipients (casserole, couvercle, spatule) et de l'eau distillée stérilisés. Durant la préparation, la température au cœur de la bouillie a été enregistrée toutes les 60 secondes à l'aide d'un thermomètre à sonde préalablement nettoyé à l'alcool. A la fin de la cuisson, la bouillie est retirée du feu et la casserole est rapidement couverte avec un couvercle stérilisé.

L'échantillonnage de la bouillie a été effectué 30 minutes après que la température au cœur de la bouillie ait atteint 45°C ; 20g de bouillie sont mises en suspension dans 180g d'EPT à l'intérieur d'un « bag filter ». La suspension mère est énergiquement agitée puis laissée reposer durant 30min. Une série de dilution a été effectuée de la même façon que celle réalisée avec de la farine.

La teneur en matière sèche de la farine et de la bouillie a été déterminée en triple en mesurant la perte en eau à 103°C de 10g de farine ou de bouillie (cf § 2.1.3.2.1 du chapitre 3).

2.2.3. Ensemencement et incubation

2.2.3.1. Flore aérobie mésophile totale

La méthode utilisée pour le dénombrement de la flore totale est celle décrite par la norme NF V 08-051 (AFNOR, 1999). Sur les fonds des boîtes de pétri stériles est placé 1ml de dilution (10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6}). Rapidement, environ 15ml de milieu de culture fondu de Plate Count Agar (PCA) ramenés à la température de 45 à 50°C sont versés (culture en profondeur). Après avoir mélangé soigneusement l'inoculum au milieu, les boîtes sont posées sur une surface froide et horizontale pour solidifier le milieu. L'incubation s'est faite avec des boîtes retournées (sens dessus dessous), durant 72 heures à 30°C.

2.2.3.2. Coliformes fécaux

Le dénombrement des coliformes fécaux a été réalisé suivant la norme NF-V 08 060 (AFNOR, 1996).

L'ensemencement de 1 ml de l'inoculum se fait avec une dilution 10^{-3} et 10^{-4} pour la farine et une dilution de 10^{-1} et une solution mère pour la bouillie. Une fois l'inoculum déposé au fond d'une boîte de Pétri, environ 15ml du milieu Violet Red Bile Lactose Agar (VRBL) sont versés ; le mélange est homogénéisé et laissé refroidir. Le milieu VRBL est utilisé à double couche. Une fois que la seconde couche est devenue solide, les boîtes sont retournées. L'incubation a été réalisée à 44°C durant 24 heures.

2.2.3.3. *Escherichia coli*

La méthode utilisée pour la recherche et le dénombrement de *Escherichia coli* est celle décrite par Holt-Harris & Teague (1916).

Le milieu utilisé est de l'Eosine Bleu de méthylène (EMB). L'inoculum est ensemencé en profondeur avec 1ml de solution mère. Environ 15 ml du milieu fondu sont coulés. Le mélange est homogénéisé puis les boîtes sont retournées. L'incubation a été réalisée à 37°C durant 24 heures.

2.2.3.4. Levures et moisissures

Le dénombrement des levures et des moisissures a été réalisé suivant la norme NF-V 08-022.

L'ensemencement de l'inoculum 1ml se fait avec une dilution 10^{-4} et 10^{-5} pour la farine et une dilution de 10^{-3} et 10^{-4} pour la bouillie. Une fois l'inoculum déposé au fond d'une boîte de Pétri, environ 15 ml du milieu sont versés et le mélange est ensuite homogénéisé avant d'être laissé à refroidir. Le milieu utilisé est le MRS AGAR additionné de chloramphénicol, ce dernier inhibe la croissance des bactéries. Les boîtes sont retournées puis incubées durant 5 jours à 30°C.

2.2.3.5. Salmonelles

Les salmonelles ont été recherchées selon la norme NF-V 08-052. Les manipulations comportent 3 étapes :

- Pré-enrichissement non sélectif : cette phase vise à permettre aux bactéries stressées de récupérer leur stabilité à partir du milieu. La suspension mère est incubée à 37°C durant 24 heures
- Enrichissement sélectif : 0,1ml de suspension est mis en culture dans 9ml de Rappaport Vassiliadis à 42°C pendant 18 à 24 heures
- Culture : l'isolement est effectué sur un milieu sélectif, 1 ml de cette suspension est inoculé sur un milieu hektoen ensuite la boîte est retournée et incubée à 37°C durant 24 heures.

2.2.4. Lecture des résultats et dénombrement

Les microorganismes ont été identifiés d'après leurs aspects caractéristiques. Après incubation, les colonies ont été comptées.

2.3. Bilan matière de la production de farine d'ambérique germée et de *koba mazika*

La pérennité économique de l'unité dépend de l'équilibre entre les charges de production et les volumes de farine *koba mazika* produits et vendus. Afin d'évaluer la capacité de l'unité à fonctionner de manière autonome et pérenne, un diagnostic de fonctionnement a été réalisé pour mesurer les rendements de transformation et estimer les coûts de production de la farine d'ambérique germée et de la farine *koba mazika*.

Le recueil des informations concernant la production a été réalisé à partir d'observations réalisées à l'occasion de plusieurs productions et de l'exploitation des fiches de suivi de production régulièrement remplies au niveau de l'unité.

2.3.1. Mesure des rendements de transformation au cours de la production de farine d'ambérique germée

Les rendements des différentes étapes de la transformation des graines en farine d'ambérique germée ont été estimés à partir de la germination de 30 kg d'ambérique. Ils ont été calculés sur la base de la matière brute, par pesée du produit avant et après chaque opération sur une balance à fléau de portée 100 kg. Cette mesure de rendements concerne les étapes suivantes : le triage/tamisage, le trempage, la germination, le séchage, l'égermage et le broyage.

2.3.1.1. Le triage/tamisage

Les graines sont triées à l'aide d'un tamis et à la main afin de les débarrasser des particules étrangères et retirer les graines abîmées.

2.3.1.2. Le lavage

Il se fait avec de l'eau additionnée de sûr'eau dilué à 10% (90/10, v/v) pendant 15 min. Les graines sont ensuite rincées avec de l'eau potable.

2.3.1.3. Le trempage

Le trempage permet de ramollir les graines. Ces dernières sont mises dans une cuvette complètement immergée dans 5 fois leur masse d'eau durant 12 heures.

2.3.1.4. La germination des graines

C'est l'étape la plus importante car la synthèse d'enzymes, notamment de l' α -amylase et des enzymes responsables de l'hydrolyse des facteurs antinutritionnels, se fait au cours de la germination des graines.

Les graines préalablement trempées, sont mises à germer dans des paniers en roseaux d'eau de 21 x 13 x 26 cm, tapissés de feuilles de *ravinala* à l'intérieur. Les paniers sont ensuite ficelés. La germination dure 96 heures pendant lesquelles les paniers sont exposés au soleil le jour, mis à l'abri pendant la nuit et immergés toutes les 24 heures pendant une minute dans de l'eau potable.

2.3.1.5. Le séchage

Ce procédé permet d'arrêter la germination et d'obtenir des graines à faible taux d'humidité qui peuvent être facilement transformées en farine.

Après 96h de germination, les graines sont sorties des paniers, exposées au soleil. En cas de ciel couvert, elles sont immédiatement séchées dans un séchoir à gaz.

2.3.1.5.1. Le séchage au soleil

En fin de germination, les graines sont séchées au soleil pendant au moins 3 jours selon l'intensité et la durée de l'ensoleillement et dans un endroit exposé au vent. Elles sont étalées sur des claies de 2 x 1 m sur des supports de 70 cm de hauteur, avec une densité maximale de 9 kg par claie (équivalent à une épaisseur de 3 cm de graines germées). Etant donnée la grande variabilité journalière des conditions climatiques de la région, le séchage au soleil est rarement suffisant et un séchage complémentaire dans un séchoir à gaz est presque toujours nécessaire.

2.3.1.5.2. Le séchage à gaz

Le séchoir à gaz de type Atesta peut contenir 75 kg de graines humides ce qui correspond à environ 30 kg de graines sèches. Le séchage au gaz dure au moins 24 heures pour que la teneur en eau résiduelle ne dépasse pas 8g / 100g.

2.3.1.5.3. Le vannage- broyage

Les graines germées et séchées sont frottées à la main afin de les débarrasser de leurs plantules avant d'être réduites en farine dans un broyeur à marteaux.

2.3.2. Mesure du rendement de production de la farine *koba mazika*

Les rendements de production de la farine *koba mazika* ont été estimés par pesée des ingrédients avant et après chaque étape de transformation sur une balance à fléau de portée 100 kg. Ces mesures de rendement ont concerné le triage, le séchage, l'égermage et le broyage des différents ingrédients. Les quantités des autres ingrédients utilisés correspondent à la quantité de farine d'ambérique germée obtenue à partir de 30 kg de graines.

2.4. Réalisation d'un diagnostic de fonctionnement de l'unité de production

2.4.1. Etude des charges de la production de *koba mazika*

L'objectif est d'évaluer le prix de revient de la production de la *koba mazika*. Les calculs ont été réalisés par exploitation des fiches de suivi de la production qui tiennent compte :

- du prix d'achat des matières premières et des rendements au cours de leurs transformations
- du prix des consommables utilisées : eau, sûr'eau, électricité, gaz, paniers, sachets, feuilles de ravinala, sachets emballage
- du coût de la main d'œuvre
- des frais d'amortissement des équipements

2.4.2. Suivi des ventes de farine

Le suivi vise à déterminer, d'une part, la quantité de farine produite au sein de l'unité et, d'autre part, le volume vendu dans les sites. Les informations ont été recueillies par exploitation des fiches de suivi de la production et d'une base de données Access qui contient les informations relatives au volume des ventes réalisées dans les sites à partir des fiches de ventes

2.5. Étude de la variabilité du mode de préparation et de la valeur nutritionnelle des bouillies préparées au niveau des ménages

Cette étude s'est proposée de vérifier la variabilité du mode de préparation des bouillies au niveau des ménages ainsi que leur qualité nutritionnelle (consistance, densité énergétique, teneur en nutriments).

Elle a été réalisée 6 mois après le démarrage de l'intervention c'est-à-dire à mi-parcours de la période d'intervention. A partir de la liste des clients enregistrés dans la base de donnée Access, 24 mères résidant dans les 12 sites d'intervention ont été tirées au sort pour être observées.

Pour chaque mère tirée au sort, une observation à domicile a été effectuée. Elle a comporté les étapes suivantes :

- Observations de l'hygiène des ustensiles à utiliser et de la personne qui prépare la bouillie
- Observations du mode de préparation de la bouillie
- Mesure de la quantité de chaque ingrédient utilisé
- Mesure du temps de préparation
- Evaluation des caractéristiques rhéologiques des bouillies préparées par mesure de leur vitesse d'écoulement (*cf chapitre 3, § 2.1.3.b.3*)
- Prélèvement de bouillies pour la mesure de leurs teneurs en MS (*cf chapitre 3, § 2.1.3.b.4*)

Les détails de la préparation ainsi que la quantité (en masse ou en volume) de chaque ingrédient utilisé ont été notés sur une fiche individuelle par enfant. A la fin de la préparation, la vitesse d'écoulement de la bouillie a été mesurée et un prélèvement a été effectué pour déterminer la teneur en MS de la préparation.

Les données sont ensuite saisies et traitées sur Excel et converties en énergie et en nutriments sur Alicom.

3. Résultats

3.1. Variabilité de l'activité α -amylasique de la farine d'ambérique germée et des caractéristiques rhéologiques des bouillies *koba mazika*

3.1.1. Variation de l'activité α -amylasique en fonction du lot de production et de la durée de conservation

3.1.1.1. Activité α -amylasique

Les résultats des mesures de l'activité amylasique des farines d'ambérique germée sont illustrés sur la figure 24.

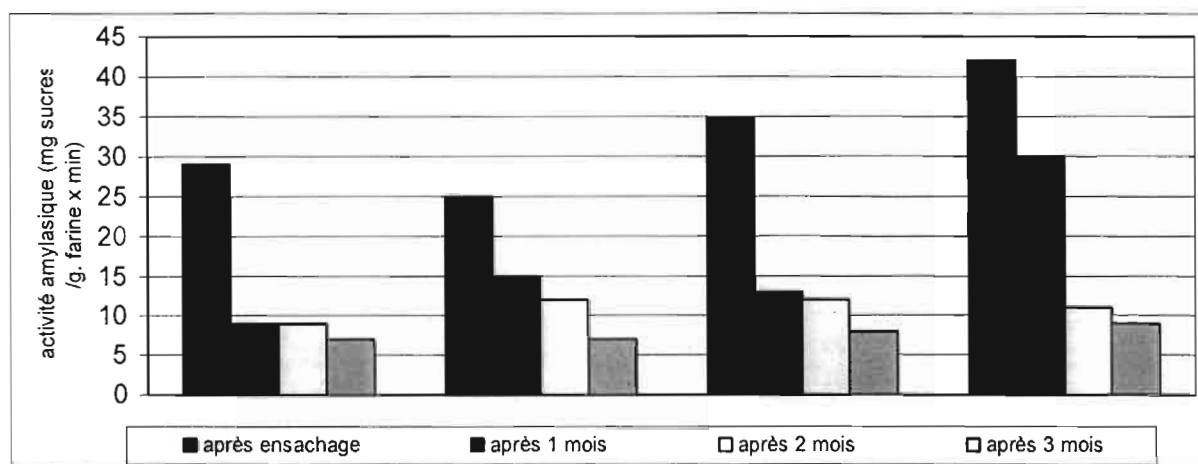


Figure 24 : Evolution de l'activité amylasique de farines d'ambérique germée appartenant à différents lots de production en fonction de la durée de leur conservation

L'activité amylasique de la farine est variable d'une production à une autre, permettant la libération de 25 à 42mg de sucres réducteurs (ég. maltose)/g de farine x min. Toutefois, une analyse de variance prenant en compte les deux facteurs de variation (lot de germination et durée de conservation) ne permet pas de mettre en évidence d'effet significatif ($p=0,876$) du lot de germination alors que l'effet de la durée de conservation est hautement significatif ($p=0,0002$). En moyenne pour les quatre lots, les mesures des teneurs en sucres réducteurs libérés par l'action de l'enzyme laissent à conclure que l'activité amylasique des farines stockées pendant 3 mois est 5 fois inférieure à celle des farines fraîchement produites.

3.1.1.2. Variation du pouvoir fluidifiant de la farine d'ambérique germée en fonction du lot de production et de la durée de conservation

Les variations de la vitesse d'écoulement de bouillies préparées en condition standard à partir de farines *koba mazika* contenant des farines d'ambérique germée issues des mêmes lots que celles dont l'activité amylasique a été étudiée dans le paragraphe précédent ont été mesurées sur une période de 3 mois (figure 25 ; tableau 62)).

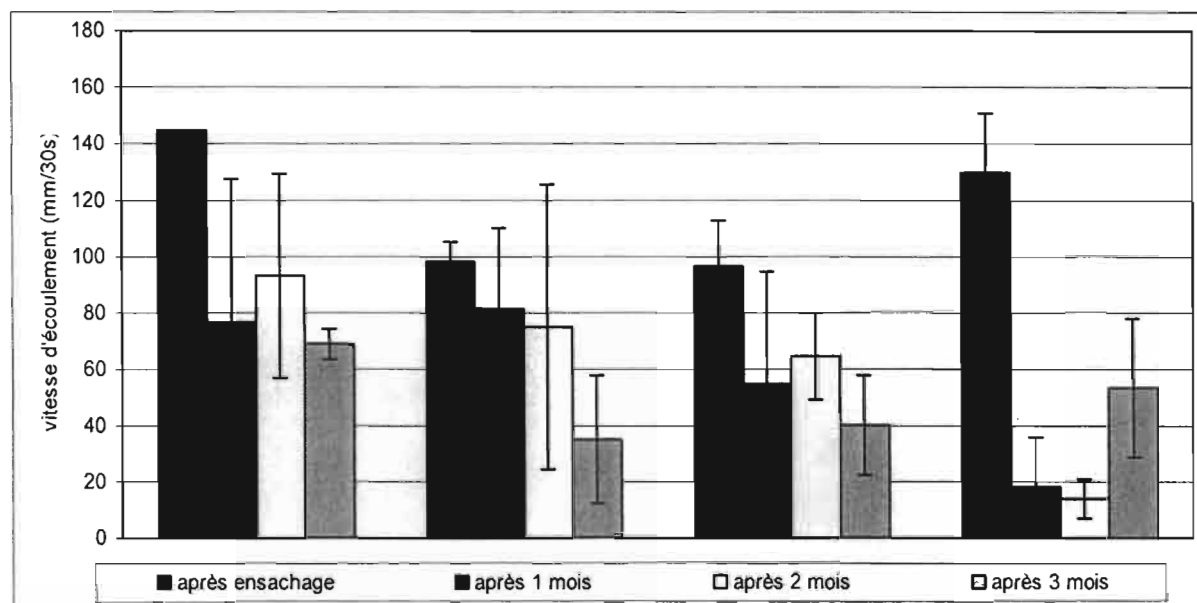


Figure 25 : Evolution de l'écoulement des bouillies préparés à partir de farines koba mazika appartenant à différents lots de production en fonction de la durée de leur conservation (chaque valeur est la moyenne de trois déterminations réalisées sur des bouillies différentes).

Tableau 62 : Effets du lot de production et de la durée de conservation sur l'écoulement des bouillies (en mm/30s).

Lot de production (A)		Durée de conservation (B)		Interaction A * B	Effet de la teneur en Matière sèche
Lot 1	83±10	A l'emballage	130±10 ^a	ns	P=0,171
Lot 2	80±9	Après 1 mois	61±8 ^b		
Lot 3	63±8	Après 2 mois	51±9 ^{bc}		
Lot 4	61±9	Après 3 mois	46±8 ^c		
Nds	Ns	Nds	P<0,0001		

Moyennes (\pm erreur-type) ajustées sur la teneur en matière sèche (de s 5

(Ns) indique une association non significative – Dans la colonne «durée de conservation» les moyennes non suivies d'une lettre commune sont significativement différentes au niveau 5%

Lorsque l'on compare les écoulements moyens obtenus pour les différents lots de production et pour les différentes durées de conservation après ajustement sur les teneurs en matière sèche pour tenir compte de la variabilité expliquée par les différences de teneur en matière sèche entre bouillies (de 19,7 à 25,1 g MS/100 de bouillie), on constate qu'ils ne diffèrent pas significativement entre lots de production mais que plus la durée de conservation est longue moins les bouillies obtenues sont fluides. L'absence d'interaction montre que la diminution du pouvoir fluidifiant est comparable quel que soit le lot de production.

3.1.2. Variabilité des caractéristiques rhéologiques des bouillies koba mazika préparées à partir de farines issues de différents lots de production

La variabilité de la consistance de bouillies préparées à partir de 37 échantillons de farines koba mazika issues de productions différentes est représentée sur la figure 26.

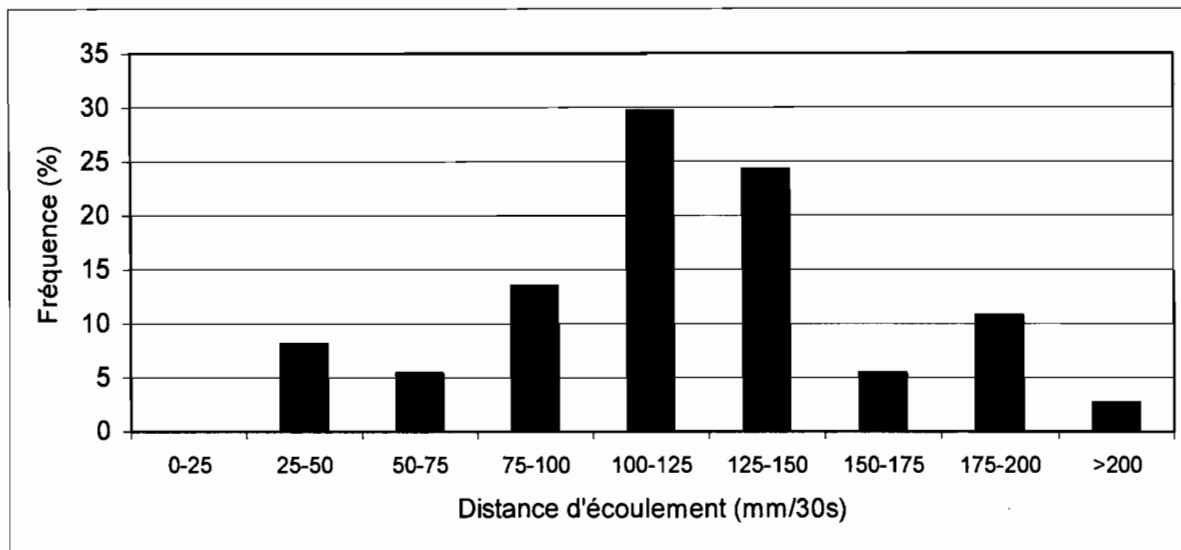


Figure 26 : Distribution de fréquence de l'écoulement de bouillies préparées en conditions standardisées à partir de 37 échantillons de farines koba mazika issues de lots de production différents.

L'écoulement moyen est de 118 ± 43 mm/30s. 87% des farines produites permettent l'obtention des bouillies ayant un écoulement supérieur à 80mm/30s, mais on constate, néanmoins, des variations importantes de consistance entre les farines.

D'une manière générale, la production de farines permettant l'obtention de bouillies ayant des caractéristiques rhéologiques satisfaisantes est possible mais un contrôle régulier du pouvoir fluidifiant de la farine d'ambérique germée apparaît comme nécessaire.

3.2. Qualités organoleptiques et microbiologiques de la *koba mazika*

3.2.1 Qualité organoleptique des farines

Les observations faites à l'ouverture de sachets sur les farines issues de 9 lots et conservés entre 7 et 44 semaines ont permis de constater que les échantillons des lots conservés 20 semaines et plus sont légèrement moisissés, que celui conservé 19 semaines a complètement changé d'odeur, la couleur initialement jaune a viré en jaune grisâtre, et que ceux des lots fabriqués depuis moins de 20 semaines semblent avoir une odeur et une couleur normale. En revanche, aucune des farines des 9 lots n'est contaminée par des insectes ou des corps étrangers.

3.2.2 Qualité microbiologique des farines

Les résultats d'analyses microbiologiques faites sur des farines *koba mazika* sont présentés dans le tableau 63. Les nombres de microorganismes décelés ont été comparés aux normes relatives aux farines à cuire (*Codex alimentarius*, 1994). Ils montrent une flore totale élevée sauf pour 2 lots de farines (F6 et F8) qui ont été conservés durant 3 mois. Les coliformes qui restent à un niveau acceptable juste après la production (*Rakotonarivo*, 2004), dépassent largement la limite autorisée

après 3 mois de stockage. L'absence d'*Escherichia coli* dans la plupart des farines sauf pour F5 où il a été détecté, indique un respect relatif des pratiques d'hygiène. Le genre *Salmonella* est absent dans toutes les farines. Quant aux levures et aux moisissures, leur nombre dépasse les normes requises dans 8 lots sur 9, elles sont particulièrement importantes dans les farines ayant une durée de conservation de plus de 3 mois et surtout dans F4 où la teneur en eau est la plus élevée (15,8 g/100g).

Dans l'ensemble, ces résultats tendent à montrer que les farines *koba mazika* ne peuvent pas être conservés au delà d'une durée de 3 mois.

Tableau 63. : Qualité microbiologique des farines *koba mazika* après différentes durées de stockage

Microorganismes	Normes	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
Flore mésophile totale	$<10^5$	$4 \cdot 10^6$	10^6	10^6	$5 \cdot 10^7$	$3,8 \cdot 10^8$	$<10^4$	$7,4 \cdot 10^7$	$<10^5$	$4,5 \cdot 10^8$
Coliformes fécaux	<100	$2,5 \cdot 10^4$	10^5	10^5	$8 \cdot 10^5$	$2,1 \cdot 10^4$	$1,4 \cdot 10^3$	$1,2 \cdot 10^3$	<1	$<10^2$
<i>Escherichia coli</i>	<10	Abs ⁽¹⁾	abs	abs	abs	$<10^2$	abs	abs	abs	abs
Salmonelle	0	abs	abs	abs	abs	abs	abs	abs	abs	abs
Levures & moisissures	$<10^3$	$< 10^4$	$2,7 \cdot 10^4$	$3,3 \cdot 10^5$	$7 \cdot 10^5$	$4 \cdot 10^7$	$2 \cdot 10^5$	$3 \cdot 10^3$	$<10^2$	$9 \cdot 10^4$
Conclusions		NS ⁽²⁾	NS	NS	NS	NS	S ⁽³⁾	NS	S	NS

(1) Abs= absence (2) NS t= non satisfaisant - (3) S= satisfaisant

3.2.3. Qualité microbiologique des bouillies

3.2.3.1. Température de cuisson des bouillies

Les températures enregistrées au cœur des bouillies durant les cuissons sont présentées sur la figure 27.

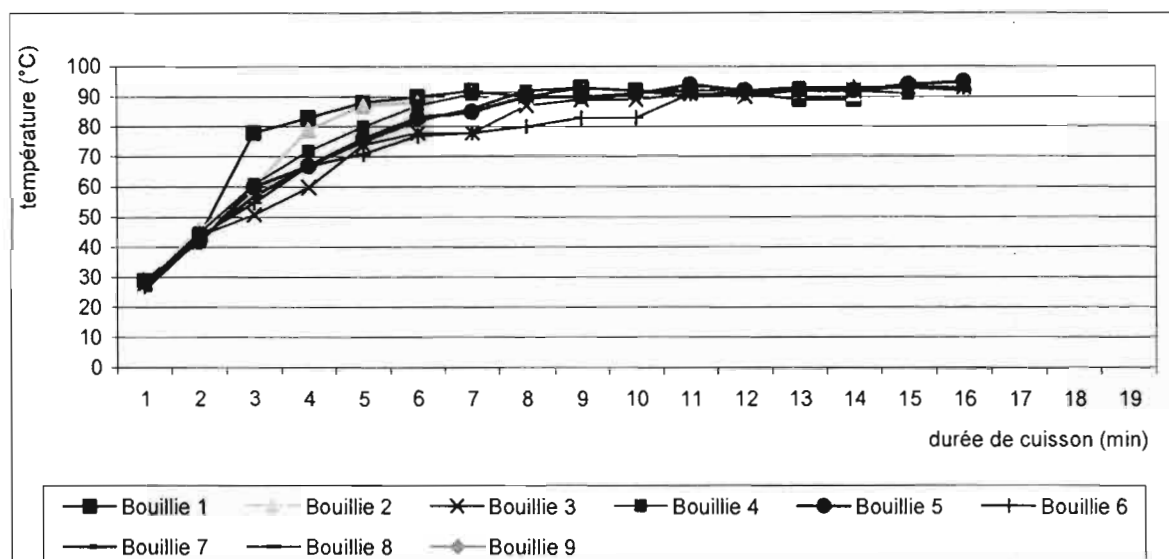


Figure 27 : Variation de la température des bouillies au cours de la cuisson

La température moyenne à laquelle apparaissent les premières bulles est de 81°C. Cette température est atteinte après environ 5 min de cuisson. La température maximale est de 94°C. La température de cuisson commence à se stabiliser au bout de 8 min, soit environ 3 min après le début de l'ébullition..

3.2.3.2. Qualité microbiologique des bouillies

Les résultats d'analyses microbiologiques réalisées sur des bouillies *koba mazika* sont présentés dans le tableau 64. Les nombres de microorganismes décelés ont été comparés aux normes destinées aux farines instantanées (*Codex alimentarius, 1994*). Ils montrent une charge microbienne élevée pour les bouillies issues des farines stockées plus de 3 mois tandis que celle issues des farines plus récentes est acceptable. Les teneurs en coliformes fécaux, en *Escherichia coli* et en flore fongique sont rendues acceptables par la cuisson. C'est le cas par exemple dans la bouillie B5 préparé à partir de la farine F5. Il est également intéressant de souligner la disparition d'*E. coli* dans la bouillie.

Toutefois, la flore fongique de certaines bouillies reste élevée même après cuisson ; c'est le cas des B4 où cette teneur est de $2 \cdot 10^3$.

Tableau 64. : Qualité microbiologiques des bouillies *koba mazika* préparées à partir de farines ayant subi différentes durées de conservation.

Microorganismes	Normes	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9
Flore mésophile totale	$<10^4$	$2 \cdot 10^6$	$2,2 \cdot 10^5$	$3,1 \cdot 10^5$	ind ⁽⁴⁾	$3,5 \cdot 10^5$	$<10^3$	$3,8 \cdot 10^3$	$<10^4$	$7,9 \cdot 10^3$
Coliformes fécaux	<20	$2 \cdot 10^2$	<1	<1	<1	<1	<90	<1	<1	<1
<i>Escherichia coli</i>	<2	Abs ⁽¹⁾	abs	abs	abs	abs	abs	abs	abs	abs
Salmonelle	0	Abs ⁽¹⁾	abs	abs	abs	abs	abs	abs	abs	abs
Levures&moisissures	Np ⁽⁵⁾	$2 \cdot 10^2$	$<10^3$	$2 \cdot 10^2$	$2 \cdot 10^3$	$<10^2$	$5 \cdot 10^2$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$
Conclusions		NS ⁽²⁾	NS	NS	NS	NS	S ⁽³⁾	S	S	S

(1) Abs= absent - (2) NS= non satisfaisant - (3) S= satisfaisant - (4) ind= indéterminé - (5) np= non précisé

Au vu des résultats obtenus pour les différents lots de farine, une cuisson de 10 minutes à une température supérieure à 80°C et à condition de respecter strictement les conditions d'hygiène de la préparation, permet de diminuer la charge microbiologique des bouillies. Cependant, lorsque les farines ont initialement des flores totales importantes, la cuisson ne permet plus de les rendre propres à la consommation

Avec les lots F6, F7, F8 et F9, ayant subi une conservation de 3 mois, la préparation permet d'obtenir des bouillies de qualité acceptable. Une farine conservée au delà de 3 mois n'est plus consommable.

3.3. Bilan matière de la production de farine d'ambérique germée et de *koba mazika*

3.3.1. Rendements de fabrication de la farine d'ambérique germée

Le schéma de production de la farine d'ambérique germée est donné sur la figure 29 (*Annexe 10*). Le bilan matière montre qu'au total, à partir de 100kg d'ambérique, on obtient en moyenne 47,9 kg de farine d'ambérique germée.

Le bilan matière réalisé au cours des différentes étapes de la production a été effectué sur 46 lots. Les résultats sont donnés dans le tableau 65.

Tableau 65 : Rendements (%) sur la base de la MB des différentes étapes de fabrication de la farine d'ambérique germée

Étape	n	Moyenne ± Ecart-Type	Valeur minimale	Valeur maximale	Observations
Triage	45	96,6 ± 2,2	90,0	99,3	Rdt > 95% dans 85% des cas
Germination-séchage	45	64,8 ± 21,6	0	86,3	Rdt = 0 dans 9% des cas et >75% dans 26% des cas
Egermage	41	79,4 ± 5,7	64,9	91,1	Rdt > 75% dans 76% des cas
Broyage	36	96,6 ± 3,5	81,5	99,7	Rdt > 95% dans 81% des cas
Ensemble	46	47,9 ± 15,9	0	64,9	Rdt=0 dans 9% des cas et >50% dans 65% des cas

Au cours du triage, 3,4% du poids des graines est perdu par enlèvement des graines abîmées et des corps étrangers. Après séchage des graines germées, le poids des graines ne correspond plus qu'à 62,6% du poids initial. Les rendements de l'égermage et du broyage sont, respectivement, de 79 et 98%. Au total, les graines perdent plus de la moitié de leur poids au cours des différentes étapes de production de la farine d'ambérique germée.

3.3.2. Bilan matière de fabrication de la *koba mazika*

Le riz, le maïs et les graines séchées et égermées d'ambérique sont d'abord broyés en farine séparément avec un rendement respectif de 97%, 97% et 96,6%.

La farine de maïs, de riz ainsi que le sucre sont mélangés pour donner le mélange Mix1. A la farine d'ambérique sont additionnés de sel et les compléments minéraux et vitaminiques pour constituer le mélange Mix2. La farine *koba mazika* est obtenue par mélange des Mix1 et Mix2 dans un tonneau mélangeur durant 10 min (*Annexe 11*).

Les quantités d'ingrédients nécessaires ainsi que les différentes étapes de la production de farine sont données sur la figure 30. Pour 30 kg de graines d'ambérique mises à germer, on obtient 50,48 kg de *koba mazika*.

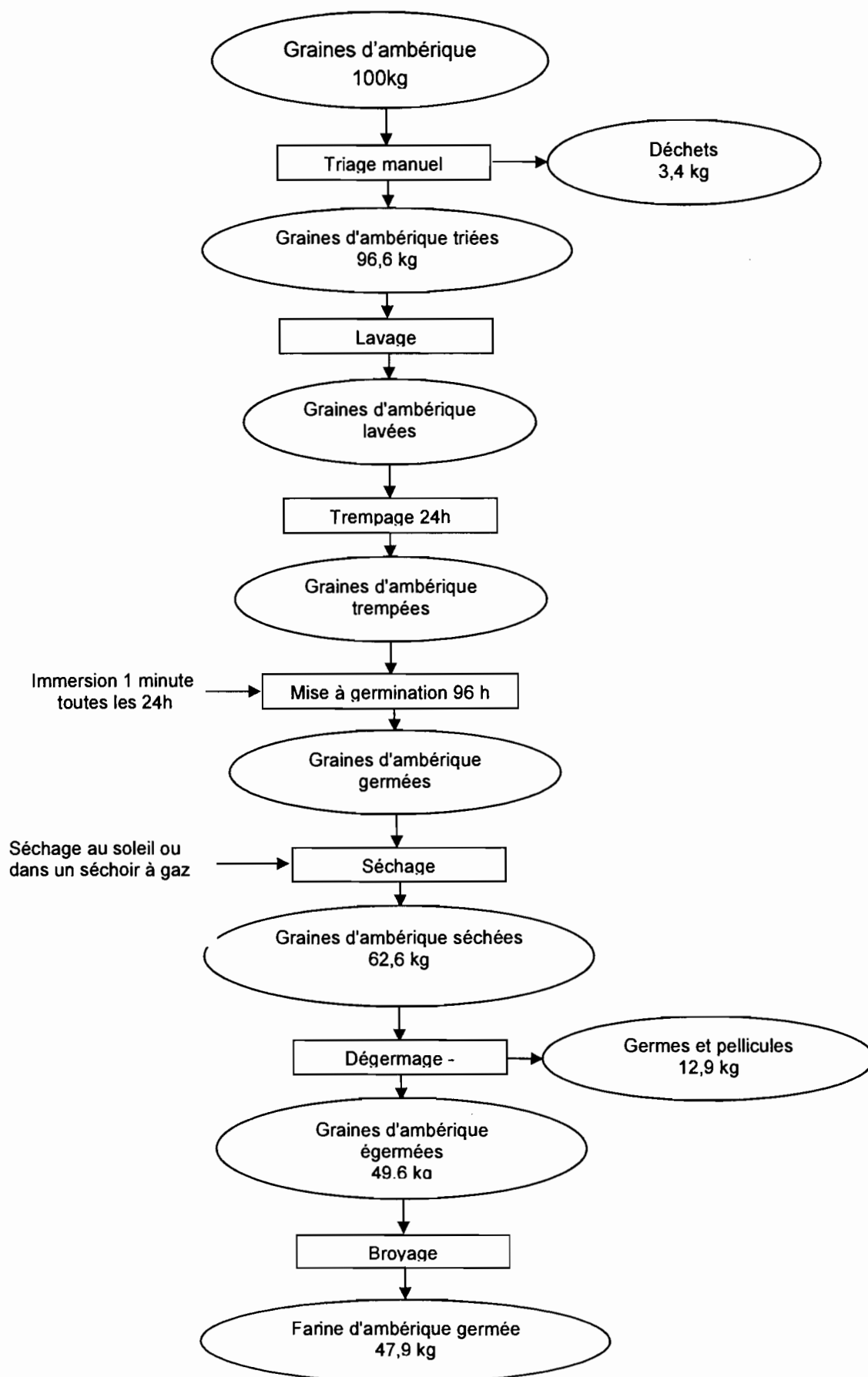
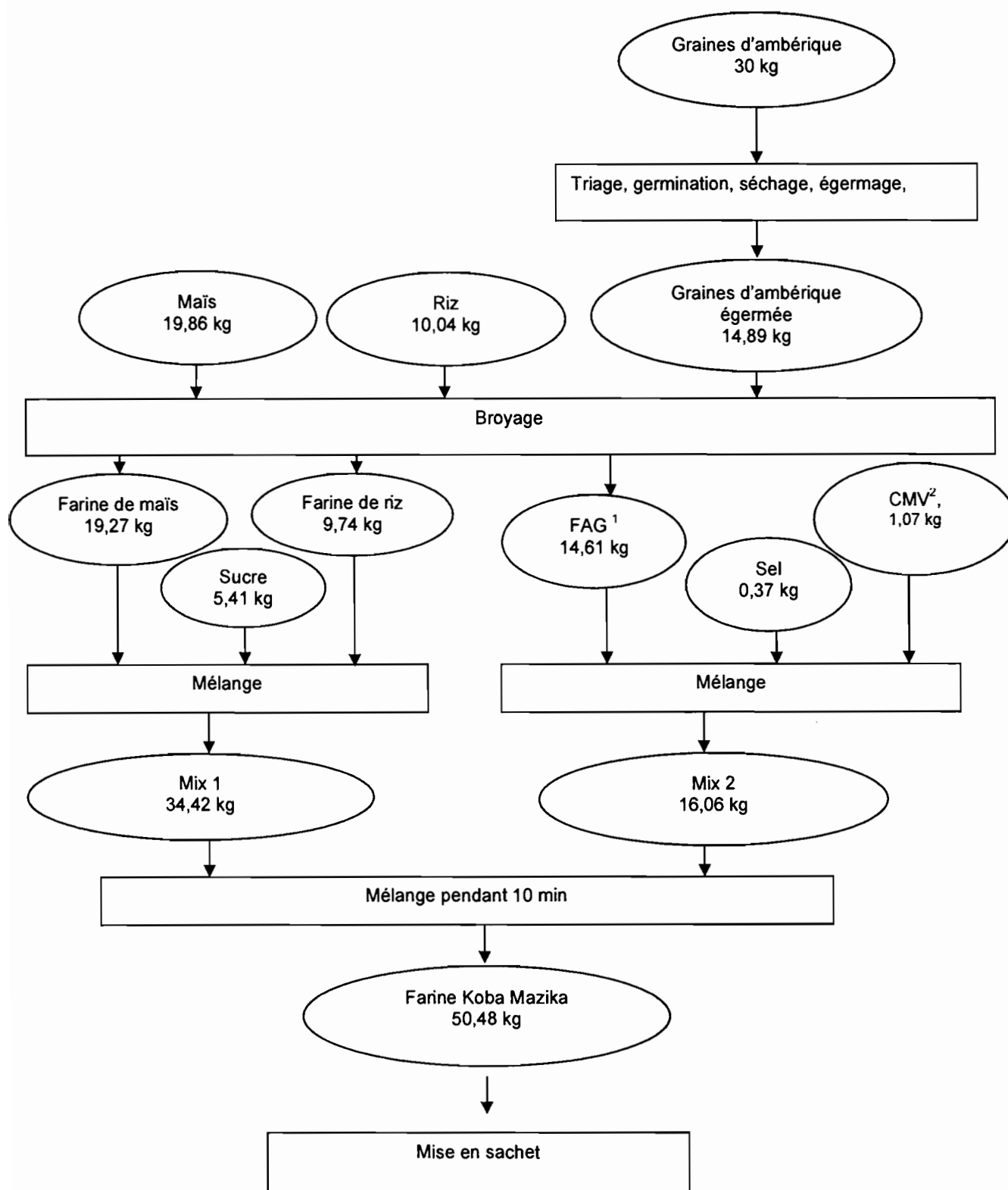


Figure 28. Bilan matière de la production de farine d'ambérique germée (moyennes établies sur la base de la matière brute à partir du suivi de 46 lots de production)



(1) farine d'ambérique germée

(2) complément minéral et vitaminique

Figure 29 : Étapes de production de la farine koba mazika (bilan moyen à partir de 46 lots de production)

3.4. Diagnostic du fonctionnement de l'unité de production de *koba mazika*

3.4.1. Charges de production de la farine *koba mazika*

3.4.1.1. Coût des matières premières entrant dans la composition de la *koba mazika*

Le prix d'achat des matières premières entrant dans la fabrication de la *koba mazika*, est donné dans le tableau 66. Il s'agit, pour chaque ingrédient, d'un prix moyen d'achat depuis novembre 2002 jusqu'en avril 2004.

Tableau 66 : Calcul du coût des matières premières entrant dans la composition de 100 kg de *koba mazika*

Produit	Composition (kg pour 100 kg de <i>koba mazika</i>)	Rendement de transformation (%)	Quantité de matières premières nécessaires (kg)	Prix/kg des matières premières (Ariary)	Coût total (Ariary)
Maïs	38,17	97	39,35	375	14 756
Ambérique	28,93	48	59,40	590	33 263
Riz	19,30	97	19,90	454	9 033
Sucre	10,72	100	10,72	800	8 577
Sel iodé	0,76	100	0,76	400	304
Ca ₃ (PO ₄) ₂	1,21	100	1,21	4 900	5 937
CMV ¹	0,91	100	0,91	28 000	25 517
<i>Total</i>	100,00		132,25		97 387

(1) Compléments Minéraux et Vitaminiques

Le coût des ingrédients nécessaires à l'obtention de 1 kg de farine *koba mazika* est de 974 Ariary. La contribution de chaque ingrédient au coût des matières premières est illustrée sur la figure 30. L'ambérique contribue pour 34% au coût des ingrédients. Le maïs contribue pour 15% et les compléments minéraux et vitaminiques (premix et phosphate tricalcique), bien qu'en faible proportion dans la farine, contribuent pour 32% du coût en raison de leur prix élevé.

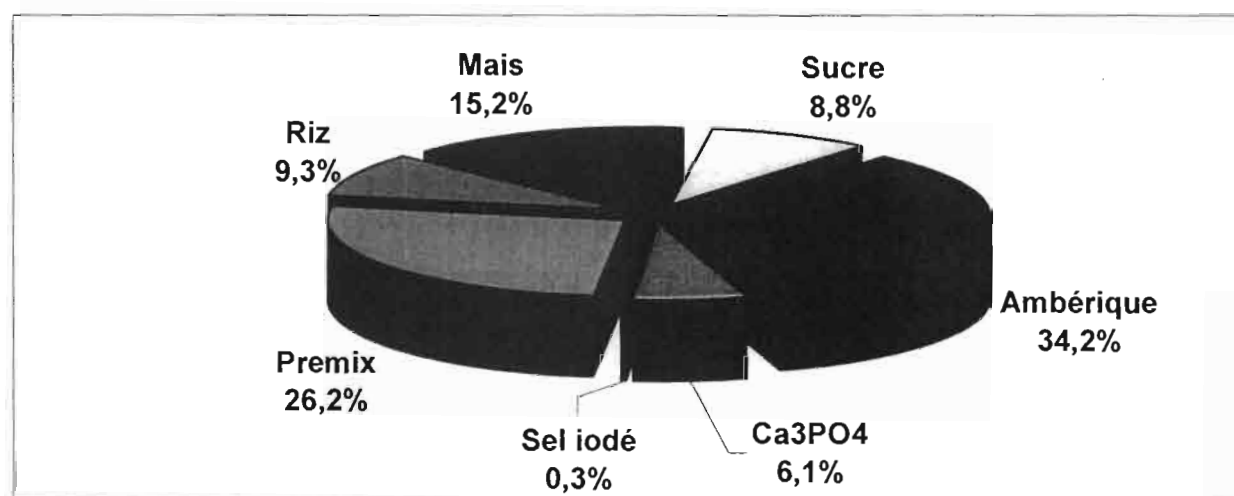


Figure 30 : Contribution des différents ingrédients au coût total des ingrédients de la *koba mazika*

3.4.1.2. Coût des consommables

Le coût, ramené au kg de farine produite, des consommables nécessaires pour une production à partir 30kg de graines d'ambérique mises à germer de 50,5 kg de farine *koba mazika* est donné dans le tableau 67. Les calculs ont été basés sur un rythme de quatre productions mensuelles. :

Tableau 67 : Estimation du coût des consommables pour un lot de production de koba mazika à partir de 30 kg de graines d'ambérique mises à germer.

Nature des consommables	Observations	Prix unitaire (Ariary)	Quantité	Nb de productions réalisées	Estimation du coût (Ariary)	
					Par production	Par kg de KM
Gaz	pour 1kg de farine d'ambérique séchée	249 Ar /kg	14,61	1	3 632	72
Electricité		8 000 Ar/mois		4	2 000	40
Paniers	Utilisables pour 4 productions	150Ar/pièce	60	4	2 250	45
Feuilles de <i>ravinala</i>		1500Ar/production		1	1 500	30
Sachets	1010m à 0,8fmg la pièce	162Ar/production		1	162	3
Sûr'eau	1/3 du flacon de sûr'eau	500Ar/flacon	1	3	167	3
Eau	Eau de pluie	Non comptabilisé				
Coût des consommables					9 710	192

Le coût moyen des différents consommables nécessaires pour la réalisation d'une production est de 9 710 Ar (soit 192 Ar/ kg de farine produite).

3.4.1.3. Amortissement des équipements

La contribution des différents équipements aux amortissements, calculée en faisant l'hypothèse de la réalisation de quatre 4 productions par mois, est détaillée dans le tableau 68. Ce coût des amortissements pour un lot de production s'élève à 19 869 Ar (soit 394 Ar par kg de farine produite). Ce sont le séchoir, le broyeur et les claies qui contribuent le plus au coût des amortissements.

Tableau 68 : Estimation des amortissements pour un lot de production de koba mazika à partir de germination de 30kg d'ambérique

Nature des équipements	Nb	Prix unitaire (Ariary)	Coût total (Ariary)	Durée d'amortissement	Coût d'amortissement / production
Bassines	15	6 000	90 000	3 ans	625
Seaux	3	2 400	7 200	3 ans	50
Support de séchage solaire	20	1 900	38 000	1 ans	792
Claies de séchage solaire	34	8 000	272 000	2 ans	2 833
Séchoir à gaz	1	1 720 000	1 720 000	5 ans	7 167
Broyeur à disque	1	760 000	760 000	5 ans	3 167
Balance bascule	1	90 000	90 000	5 ans	375
Tonneau mélangeur	1	450 000	450 000	5 ans	1 875
Balance de ménage	1	160 000	160 000	3 ans	1 111
Thermosoudeuse	1	75 000	75 000	1,5 ans	1 042
Réservoir d'eau Makiplast (1000 l)	1	400 000	400 000	10 ans	833
<i>Total</i>			4 062 200		19 869

3.4.1.4. Coût de la main d'oeuvre

La production d'un lot de farine est assurée par 4 animateurs-ouvriers d'une ONG partenaire. Le salaire de ces agents est pris en charge par le projet à raison de 70 000 Ar. /homme mois. Si on estime que ces animateurs passent la moitié de leur temps aux activités de production de farine et l'autre moitié à des activités d'animations dans les sites villageois, le coût de la main d'œuvre par production peut être estimé à 35000 Ar (soit 693 Ar /kg de farine).

Tableau 69 : Estimation du frais du personnel pour un lot de production de koba mazika à partir de germination de 30kg d'ambérique

Libellé	Observations	Prix unitaire (Ariary)	Quantité	Nombre de productions réalisées	Estimation du coût (Ar)	
					Par production	Par kg de KM
Frais du personnel	Moitié du salaire du personnel avec un rythme de 4 productions par mois	35 000 A r / homme*mois	4	4	35 000	693

3.4.1.5. Coût de production de la farine koba mazika

La contribution des différentes charges aux coûts de production de la farine koba mazika est donnée par la figure 31. Le coût de production de 1 kg de koba mazika s'élève au total à 2 253 Ar.

Les matières premières et les consommables représentent, respectivement, 43,2 et 8,5% des charges. Les charges fixes (47,5%) sont constitués pour 17,5% de frais d'amortissement et pour 31% de frais de personnel..

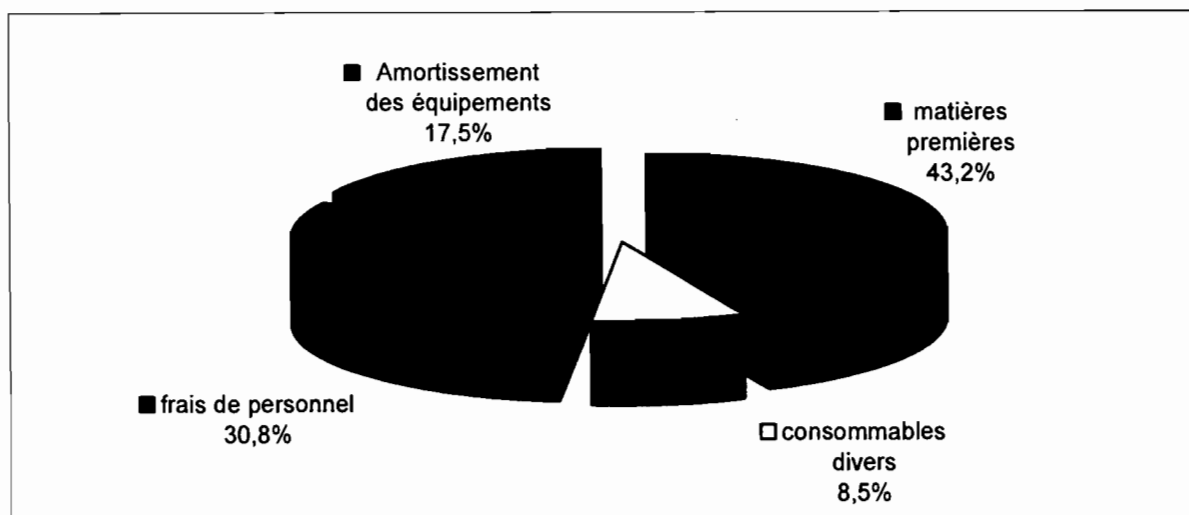


Figure 31 : Contribution des différentes charges au coût de production de la farine koba mazika

3.4.2. Etat des ventes de la farine koba mazika dans les sites

L'évolution des ventes de la farine *koba mazika* dans les sites depuis l'ouverture de l'unité de production en novembre 2002 et jusqu'en avril 2004 est donnée sur la figure 32. De novembre 2002 à avril 2003, ces ventes ont uniquement concerné les trois sites pilotes. Les ventes dans les sites d'intervention n'ont réellement démarré qu'en avril 2003.

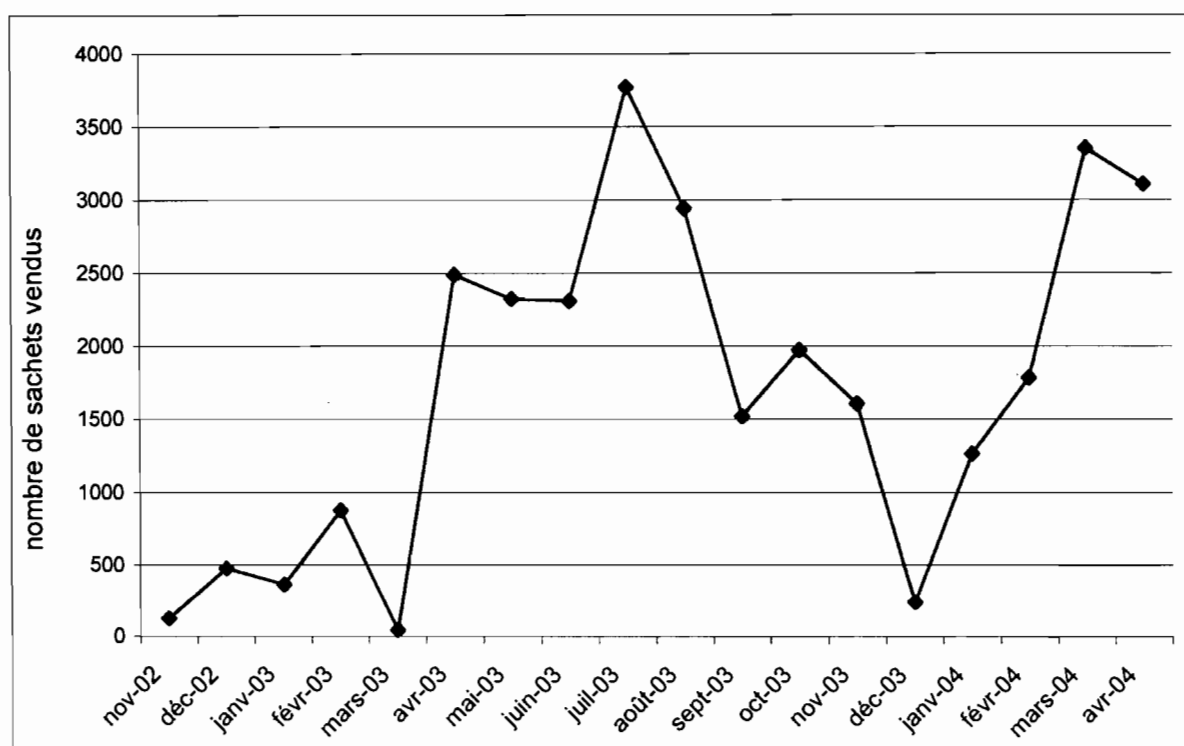


Figure 32 : Evolution des ventes de koba mazika de novembre 2002 à avril 2004

On constate de grandes variations au niveau des ventes de la farine *koba mazika* ; les chutes enregistrées correspondent, soit au passage d'un cyclone (mai-juin), soit à une période de soudure (octobre-novembre), soit à une rupture d'approvisionnement (décembre 2003).

Pour les 2 conditionnements de farine disponibles au sein de l'unité (sachets de 50 et de 30 g de farine), les prix de vente devraient être, respectivement, de 140 Ar et de 85 Ar or ces sachets sont vendus 50 Ar et à 30 Ar, respectivement.

3.4.3. Compte de résultat de la production de *koba mazika*

Le compte de résultat de l'unité sur la base de 4 productions par mois réalisées à partir de la germination de 30kg d'ambérique est donné dans le tableau 70

Tableau 70 : Compte de résultat mensuel de la production de *koba mazika*

Charges de l'unité de production	Prix (Ariary)	produits et ventes de l'unité	Nombre	Prix unitaire (Ar)	Prix total (Ar)
Coût des matières premières	196 644	sachets produits /mois	4 040	50	202 000
Coût des consommables divers	38 841				
Frais de personnel	140 000				
Frais d'amortissements des équipements	79 460				
<i>Total</i>	454 963			<i>Total</i>	202 000

Le total des charges de l'unité est de 454 963 Ar pour des recettes de 202 000 Ar.

Ce compte de résultat met en évidence que les recettes sur la période étudiée ne permettaient de couvrir qu'environ 45% des charges de production, soit l'équivalent du coût des matières premières, et que l'unité perdait environ 250 00 Ar / mois .

Pendant la période étudiée, l'unité, était encore dans une phase pilote de son existence au cours de laquelle il a été possible de prendre en charge les frais de personnel et le coût des amortissements. L'objectif principal qui était de rendre accessible au plus grand nombre d'enfants la farine *koba mazika* a pu être atteint mais pour assurer la pérennité de l'unité des solutions restaient à trouver.

3.5. Variabilité des modes de préparation et valeur nutritionnelle des bouillies préparées par les mères

3.5.1. Respect de l'hygiène et variabilité des modes de préparation

Les résultats des observations réalisées au niveau de 24 ménages au cours de la préparation de bouillies montrent que :

- l'hygiène des mains (lavage avant la préparation du repas) est respectée par 100% des mères observées ;.

- 96% des mères (soit 23 sur 24) respectent les conseils d'hygiène au cours de la préparation, en particulier l'utilisation d'ustensiles propres ;
- il n'y a pas de dérive du mode de cuisson : le mode utilisé par toutes les mères est le mélange puis homogénéisation de la farine dans l'eau froide avant cuisson. La durée de cuisson après ébullition est en moyenne de 9 min 6 sec. Cette durée est, respectivement de moins de 5 min, de 5 à 10 min et de plus de 10 min pour 3, 12 et 9 mères sur 24.

3.5.2. Valeur nutritionnelle des bouillies

La quantité d'huile rajoutée par les mères au moment de la préparation est supérieure ou égale à la quantité recommandée (3,6 g d'huile pour 50 g de farine) dans 71% des cas : la quantité moyenne rajoutée est de 5,1g. Cinq mères sur les 24 observées ont rajouté du sucre dans la préparation.

Des déterminations de teneur en MS et d'écoulement ont permis de caractériser les 24 bouillies préparées au niveau des ménages. Les résultats sont présentés dans le tableau 71

Tableau 71 : Teneur en matière sèche, densité énergétique et consistance des bouillies préparées au niveau des ménages

	Moyenne \pm Ecart-type	Valeurs minimale et maximale observées
Matière sèche (g/100g MB)	27,5 \pm 3,5	21,1 - 38,4
Densité énergétique (kcal/100g MB)	106,4 \pm 14,2	88,0 - 146,4
Écoulement (mm/30s à 45°C)	80,1 \pm 48,8	0 - 170

La teneur en MS moyenne des bouillies *koba mazika*, telles qu'elles sont préparées par les mères dans les ménages, est de 27,5 g pour 100 g et leur densité énergétique moyenne est de 106,4 kcal pour 100 g ce qui correspond aux objectifs. L'écoulement moyen est également satisfaisant mais respectivement 7 et 6 bouillies sur les 24 observées ont des écoulements inférieurs à 60 et supérieurs à 120 mm/30s.

4. Conclusion

Le suivi du pouvoir fluidifiant de la farine d'ambérique germée produite au sein de l'unité a montré qu'il est possible d'obtenir des bouillies *koba mazika* de bonne consistance, ayant une vitesse moyenne d'écoulement d'environ 120 mm/30s (supérieure à 80mm/30s dans 87% des cas). Toutefois, des différences peuvent exister entre les lots produits à des moments différents. Par ailleurs la mesure de l'activité α -amylasique de la farine montre que l'enzyme perd progressivement son pouvoir hydrolysant et donc fluidifiant au cours de la conservation.

L'analyse microbiologique des farines révèle qu'il n'est pas facile de produire des farines de bonne qualité bactériologique. Il s'est avéré également impossible et non souhaitable de conserver ces farines. En effet, lorsque ces farines ont une longue durée de stockage, la cuisson de 10 minutes n'est

plus suffisante pour réduire la charge microbienne des bouillies à cause du nombre important et du développement rapide des microorganismes.

En définitive, la conservation de *koba mazika* au delà d'un mois n'est pas recommandée étant donné la diminution progressive du pouvoir fluidifiant de la farine d'ambérique germée et de la dégradation de la qualité bactériologique de la farine.

Le diagnostic réalisé au niveau de l'unité de production artisanale de farine *koba mazika* à partir des fiches de suivi de production et des fiches de suivi des ventes met en évidence que :

- Le rendement de la germination des graines d'ambérique n'est que de 48% ce qui se répercute de façon non négligeable sur le coût des matières premières (environ 17%) et le prix de revient de la farine (7%).
- Le prix de revient de 1 kg de *koba mazika* s'élève à 2 253 Ar/kg
- Les équipements de production, les frais du personnel ainsi que les consommables divers utilisés représentent 57% du prix de revient de la farine
- Sur la période étudiée, la vente de farine n'a permis que le recouvrement de 44% du prix de revient, soit à peu près le coût des matières premières utilisés. Plus de la moitié (56%) des coûts de production ont donc été pris en charge par le programme Nutrimad.

Ce diagnostic a conduit le programme Nutrimad à modifier les procédés de fabrication de la *koba mazika* pour la suite du programme. Actuellement la source amylasique utilisée est une α -amylase industrielle (Ban 800 de la société Novo S.A) qui a l'avantage d'avoir une activité amylasique constante et un prix de revient plus faible que celui des farines d'ambérique germée. Les matières premières (ambérique, riz et maïs) sont torréfiées pour améliorer les caractères organoleptiques et la qualité microbiologique du produit fini. Ce changement de procédé n'a cependant pas permis de diminuer le prix qui se situe toujours autour de 2 300Ar/kg de farine.

L'observation des modalités de préparation des bouillies au niveau des ménages n'a pas mis en évidence de dérive importante par rapport aux recommandations données aux mères. Les bouillies préparées au niveau des ménages ont une teneur en matière sèche (27,5 g/100g) et une densité énergétique (107 kcal/100g) satisfaisantes et permettent de faire bénéficier les enfants du bon équilibre nutritionnel que leur confère leur formulation.

Du point de vue technologique, l'unité a pu produire des farines qui permettent l'obtention des bouillies de haute densité énergétique mais dont l'aptitude à la conservation est faible. Le mode de préparation de ces farines en bouillies est facilement retenu par les mères. Il est cependant souhaitable de continuer à vérifier le bon respect des modes de préparation par les mères, notamment pour s'assurer que les préparations se font dans des conditions d'hygiène acceptables et que les bouillies obtenues répondent bien aux objectifs nutritionnels fixés.

CHAPITRE 5:

Suivi et évaluation de la stratégie

1. Introduction

Le suivi et l'évaluation d'une stratégie permettent de contrôler comment les activités se déroulent sur le terrain, dans quelles mesures les objectifs fixés au départ sont atteints et, éventuellement, de réorienter les activités si besoin est. Ils permettent également d'évaluer l'impact de la stratégie (FAO, 1994).

La présente étude a été menée afin de mesurer le degré d'adoption et l'efficacité de la stratégie mise en œuvre à Brickaville. Des indicateurs quantifiables ont été relevés périodiquement tout au long de l'année, avant et après l'intervention, sur des enfants ayant bénéficié ou non de la stratégie. Les objectifs visés étaient de :

- évaluer le degré d'adoption de la stratégie à travers l'évolution de ses différentes composantes à savoir :
 - les ventes de sachets de farine *koba mazika*
 - le rapport entre nombre de clients et le nombre d'enfants de 6-23 mois ciblés
 - le niveau de consommation de *koba mazika* par enfant
- Mesurer les changements intervenus sur les connaissances des parents en matière de nutrition des jeunes enfants
- Mesurer les modifications observées sur les pratiques alimentaires et sur l'état nutritionnel des enfants de 0-23 mois après la mise en œuvre de la stratégie dans les sites.
- Identifier les déterminants de la consommation de *koba mazika* chez ces enfants.

2. Méthodologie

2.1. Choix des sites d'intervention

Les 24 sites concernés sont ceux dans lesquels le diagnostic a été réalisé (cf. chapitre 2 § 2.1). Ces sites sont repartis en 2 groupes : à l'intérieur de chaque groupe homogène préalablement constitué, la moitié des sites a été tirée au sort pour constituer les sites « d'intervention », l'autre moitié pour former les sites « témoins », soit au total 12 sites d'intervention et 12 sites témoins.

Les sites d'intervention ont bénéficié de la stratégie durant une année tandis que les sites témoins sont ceux dans lesquels aucune activité n'a été menée durant la même période.

2.2. Suivi du degré d'adoption de la stratégie

La mesure du degré d'adoption de la stratégie se fait par le suivi régulier de la vente des farines et du nombre d'enfants clients au moyen de fiches de suivi.

L'identité de chaque enfant recensé au cours de l'enquête réalisée en 2003 a été enregistrée dans une base de données Access pour laquelle un code identifiant a été attribué à chaque enfant. Cette base est mise à jour régulièrement.

Au niveau de chaque site, le nombre de sachets achetés par la mère de chaque enfant recensé est relevé sur une fiche de suivi de la vente. Au passage de l'animateur lors de la livraison de farine, cette fiche est recueillie et remplacée par une nouvelle. Les données sont par la suite saisies et analysées sur la même base Access.

Trois indicateurs ont été pris en considération :

- L'état de vente de *koba mazika* qui est fourni par le nombre de sachets vendus dans les sites par mois.
- Le taux de pénétration obtenu en calculant le rapport « effectif d'enfants 6-23 mois ayant acheté au moins un sachet de *koba mazika* dans un mois sur l'effectif total des enfants du même âge résidant dans les sites d'intervention ».
- Le niveau de consommation de *koba mazika* par enfant : il s'agit de la quantité de farine achetée dans le mois par ceux qui en consomment. Trois niveaux de consommation ont été définis : niveau 1 pour une quantité inférieure à 100g, niveau 2 pour une quantité allant de 100 à 499g et niveau 3 pour une quantité égale ou supérieure à 500g.

2.3. Évaluation de l'impact de la stratégie

2.3.1. Méthodologie d'évaluation et déroulement de l'enquête

La méthodologie adoptée a été le « *schéma contrôlé* », elle permet de faire une comparaison dans le temps « avant/après » et dans l'espace « ici/ailleurs » de l'état nutritionnel du groupe cible de la population A ayant bénéficié de l'intervention avec celui d'une population B ne bénéficiant pas de l'intervention. Cette méthode d'évaluation doit permettre de répondre à la question : « quelle différence, ou quelle part de la différence, observée entre les groupes, est attribuable à l'intervention ? » (Martin-Prével et al, 1995).

Cette méthode a nécessité la mise en oeuvre de deux enquêtes transversales, exhaustives dans les sites d'intervention et dans les sites témoins. Ces enquêtes portaient sur les pratiques alimentaires des enfants de moins de 2 ans et les connaissances nutritionnelles de leurs parents. Elles étaient accompagnées des mesures anthropométriques des couples mère- enfant. La première enquête a eu lieu du 13 janvier au 25 février 2003, avant le démarrage de l'intervention ; la seconde s'est déroulée du 26 avril au 24 juin 2004, un an après la mise en oeuvre effective de la stratégie.

Les recueils d'informations au moyen de questionnaires et de mesures anthropométriques ont été assurés par 5 enquêteurs. Le questionnaire utilisé a été le même que celui du diagnostic. Des questions supplémentaires relatives à la consommation et à l'intérêt de l'utilisation de la farine *koba mazika* ont été posées au cours de l'enquête de 2004, c'est-à-dire après la mise en oeuvre de l'intervention.

2.3.2. Population cible

Les unités de sondage de la première enquête étaient les enfants de 0-23 mois et leurs parents respectifs. La deuxième enquête a concerné les enfants de 0-26 mois (nés à partir de 1 avril 2002)

afin de pouvoir réenquêter tous les enfants de moins de 12 mois au moment de la première enquête. Pour les analyses statistiques portant sur des comparaisons des données chez les enfants de 0-23 mois, les enfants de plus de 24 mois ont été exclus.

2.3.3 Création de nouvelles variables

Certaines analyses statistiques ont nécessité la création de nouvelles variables : il s'agit principalement de scores de vaccination, des scores de biens matériels possédés par le ménage, de Z scores, indicateurs de l'état nutritionnel des enfants et l'IMC des mères dont les étapes de créations ont été identiques à celles mentionnées dans le chapitre 2.

2.3.4 Analyse des données

Les informations recueillies ont été saisies, vérifiées puis traitées avec le logiciel EPI-INFO version 6.04d (*Center for Disease Control & Prevention CDC, USA et Organisation Mondiale de la Santé OMS, Genève*) et avec Statgraphics 5.1 (*Manugistics Inc, Rockville, 2001*). L'interprétation des résultats s'appuie sur des analyses de variance pour les variables quantitatives et des tests du khi2 pour les variables qualitatives.

Pour chaque variable étudiée, on a déterminé si les valeurs obtenues en sites témoin et en sites d'intervention avaient changé entre 2003 et 2004. L'interaction entre les effets du type de site et de l'année d'enquête a été testée à chaque fois que cela a été possible afin de voir si les éventuels changements observés dans les sites d'intervention pouvaient être attribués à l'intervention elle-même.

Les variables dont les valeurs avaient changé de manière significative entre les deux enquêtes et qui étaient significativement liées avec l'état nutritionnel ont été considérées comme possibles facteurs de confusion. Elles ont été introduites dans des analyses de covariance afin de calculer des moyennes ajustées pour les variables décrivant l'état nutritionnel des enfants.

L'analyse s'est attachée à rechercher si :

- le système d'éducation nutritionnelle mis en place avait effectivement permis d'atteindre les parents ciblés et si, après les différentes activités de sensibilisation réalisées dans les sites, les connaissances des parents sur la nutrition des jeunes enfants s'étaient améliorées.
- le calendrier de sevrage et les pratiques alimentaires s'étaient améliorés.
- la mise à disposition des farines *koba mazika* avait permis de modifier les pratiques alimentaires et améliorer l'état nutritionnel des enfants.

2.4. Recherche des déterminants du niveau de consommation de la farine *koba mazika*

Les déterminants de la consommation de *koba mazika* ont été recherchés par analyses statistiques. Il s'agit de corrélérer des données sur les quantités de *koba mazika* achetées avec certains facteurs liés à l'environnement socio-économique des enfants. Trois niveaux de consommation ont été définis : faible pour une quantité achetée de moins de 300g dans l'année, moyen pour une quantité de 300g à 3kg et élevé pour une quantité égale ou supérieure à 3 kg.

3. Résultats

Le tirage au sort à l'intérieur de chaque groupe homogène de sites a permis de répartir les 24 sites en deux groupes : un groupe de 12 sites d'intervention et un groupe de 12 sites témoins.

Dans les 12 sites d'intervention ont été mise en place la vente de *koba mazika* et différentes activités d'éducation nutritionnelle en vue d'améliorer les pratiques alimentaires des enfants et promouvoir l'utilisation de la *koba mazika*.

3.1. Degré d'adoption de la stratégie

3.1.1. Evolution de la vente de *koba mazika*

L'évolution des ventes de *koba mazika* est représentée sur la figure 33 : il existe des périodes où le nombre de sachets vendus est faible et des périodes où ce nombre connaît des hausses remarquables.

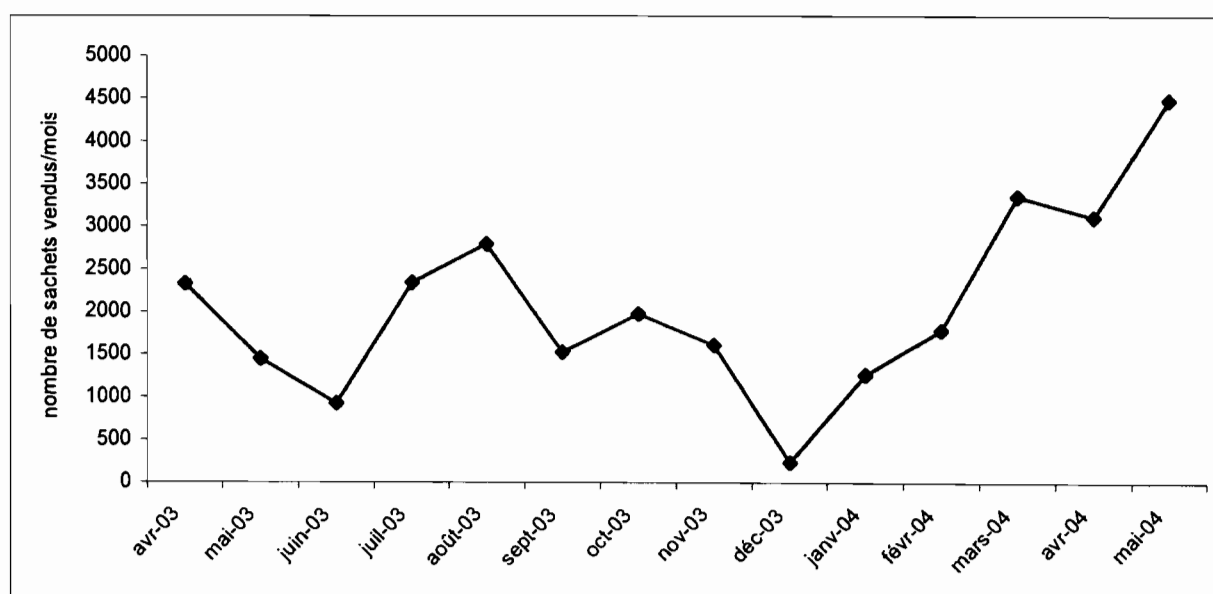


Figure 33 : Evolution des ventes de *koba mazika* dans les 12 sites d'intervention entre avril 2003 et mai 2004.

Les périodes où les ventes sont peu nombreuses coïncident avec des événements locaux :

- un passage cyclonique en mai-juin 2003 juste après ouverture des points de vente

- la période de soudure en riz de septembre- novembre.

La chute enregistrée en décembre 2003 correspond à une rupture passagère d'approvisionnement en *koba mazika* dans les points de vente suite à une modification de formule.

Par ailleurs, les augmentation des ventes enregistrées après diverses activités d'animation mettent en évidence que :

- les conditions socio-économiques ne sont pas les seuls facteurs influant sur les pratiques alimentaires des enfants.
- une campagne intensive et soutenue d'éducation sur l'intérêt de l'alimentation de complément est indispensable.

3.1.2. Evolution du taux de pénétration

L'évolution du taux de pénétration, correspondant au rapport « effectif d'enfants 6-23 mois ayant acheté au moins un sachet de *koba mazika* au cours des derniers mois sur l'effectif total des cibles du même âge résidant dans les sites d'intervention » est présentée sur la figure 34.

Le taux de pénétration moyen est de 33% avec d'importantes variations d'un mois sur l'autre allant de 6 à 53%. Bien que les baisses enregistrées en juin, octobre et décembre 2003, soient relatives à des motifs d'ordre climatique (passage cyclonique), cultural (période de soudure en riz) ou technique (coupure passagère d'approvisionnement), le taux de pénétration est resté limité et un grand effort s'avère encore nécessaire pour sensibiliser la majorité des cibles.

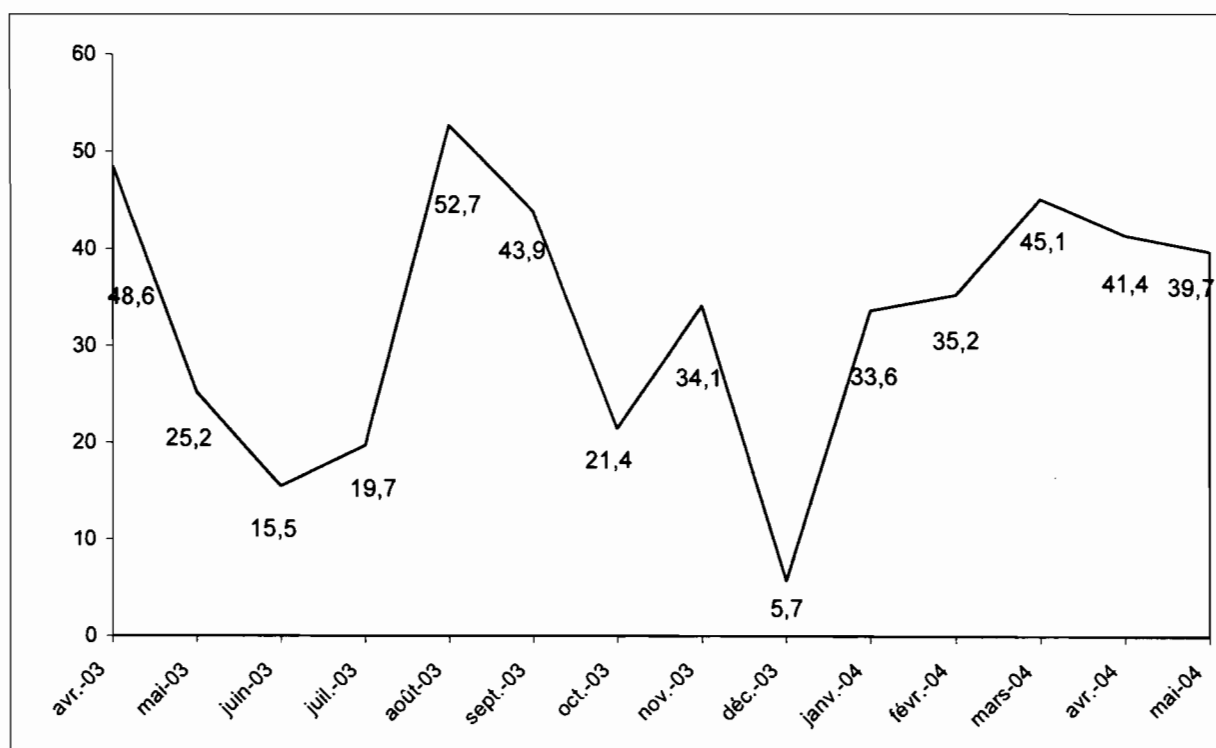


Figure 34 : Evolution du taux de pénétration dans les 12 sites d'intervention

3.1.3. Niveau de la consommation de *koba mazika* par enfant

Le nombre de sachets achetés dans le mois par chaque enfant en ayant consommé a permis de distinguer trois niveaux de consommation de *koba mazika* : faible pour une quantité inférieure ou égale à 100 g, moyen pour 100-499 g et élevée pour 500 g et plus. La figure 35 illustre la répartition des enfants selon leur niveau de consommation. En moyenne, 67% des clients achètent moins de 100g dans le mois, 32% entre 100g et 499g et seulement moins de 2% achètent 500g et plus.

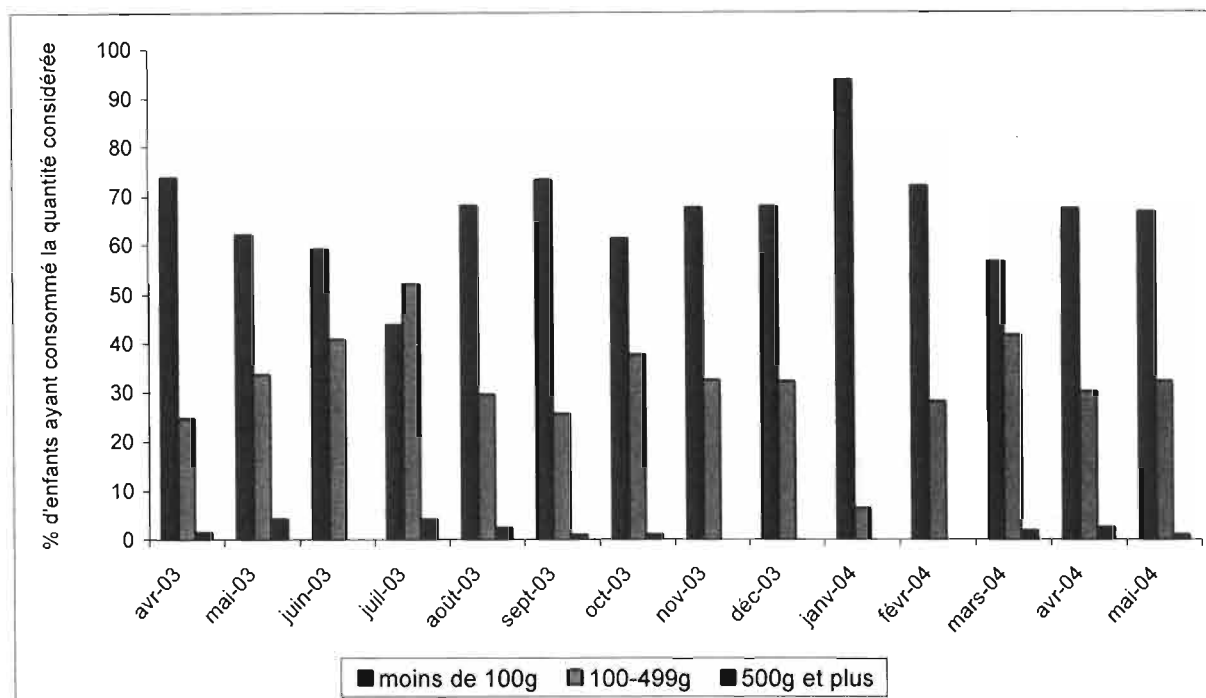


Figure 35 : Niveau de consommation de la farine *koba mazika* parmi les enfants ayant acheté au moins un sachet

3.2. Évolutions observées au niveau de la population étudiée

Au cours de l'enquête réalisée en 2003, 938 enfants de 0-23 mois ont été recensés dont 482 dans les sites témoins et 456 dans les sites d'intervention. Lors de la deuxième enquête, en 2004, 1121 enfants de 0-26 mois ont été enquêtés dont 577 dans les sites témoins et 544 dans les sites d'intervention.

Chaque variable correspondant à des caractéristiques du ménage, des parents et de l'enfant a été étudiée séparément pour voir si les valeurs obtenues avaient changé entre les deux enquêtes aussi bien dans les sites témoins que dans les sites d'intervention. Seules les variables qui ont changé de manière significative entre les deux enquêtes sont présentées ici. Elles ont ensuite été intégrées dans les analyses multivariées en tant que possibles facteurs de confusion.

3.2.1. Évolution des caractéristiques socio-économiques des ménages

Les changements observés entre 2003 et 2004 au niveau des caractéristiques des ménages sont donnés dans le tableau 72.

Concernant l'habitation, alors qu'en 2003 87% des enquêtés dans les sites d'intervention, étaient propriétaires, ils n'étaient plus que 81% en 2004. Le statut d'occupation de la maison n'a pas changé de manière significative dans les sites témoins.

Tableau 72 : Evolution des caractéristiques socio-sanitaires et économiques des ménages des sites témoin et d'intervention entre 2003 et 2004

	Sites témoins			Sites d'intervention			Interaction sites*années
	2003	2004	Nds	2003	2004	Nds	
Statut d'occupation de la maison (%) :							
<i>Effectif</i>	482	546	P=0,46	456	512	P=0,01	P=0,02
Propriétaire	87,1	88,8		86,8	80,5		
Non- propriétaire	12,9	11,2		13,2	19,5		
Nature de combustible utilisé pour la cuisine (%) :							
<i>Effectif</i>	482	546	P=0,004	456	512	P=0,49	P=0,007
Bois	91,7	96,2		94,1	92,8		
Charbon	8,3	3,8		5,9	7,2		
Source d'approvisionnement en eau (%) :							
<i>Effectif</i>	482	546	P=0,34	456	512	P<0,001	P<0,001
Borne fontaine/puits	21,0	23,6		18,6	37,1		
Fleuve/rivière	79,0	76,4		81,4	62,9		
Accès à des latrines (%) :							
<i>Effectif</i>	482	546	P=0,004	456	512	P=0,001	P<0,001
Oui	72,8	80,6		73,9	63,9		
Non	27,2	19,4		26,1	36,1		
Indice des biens possédés (%) :							
<i>Effectif</i>	480	546	P<0,001	454	512	P=0,14	P<0,001
Bas	44	31,7		26,4	27,5		
Moyen	32,3	40,1		35,2	40,0		
Élevé	23,8	28,2		38,3	32,4		

Quant à la nature du combustible utilisé, le bois est largement majoritaire dans les deux types de sites mais l'utilisation du charbon de bois a nettement diminué dans les sites témoins.

Pour ce qui est des conditions sanitaires, l'eau de surface reste la source principale d'approvisionnement mais l'utilisation de l'eau de puits/borne fontaine a augmenté dans les sites d'intervention. L'accès à des latrines a baissé de 74 à 64% dans les sites d'intervention alors qu'il augmentait de 73 à 81% dans les sites témoins.

Le niveau économique du ménage mesuré par l'indice des biens possédés s'est significativement amélioré dans les sites témoins tandis qu'il avait tendance à se détériorer dans les sites d'intervention..

3.2.2. Évolution des caractéristiques socio-professionnelles des parents

Les caractéristiques socio-professionnelles des responsables de l'enfant et des chefs de ménage qui ont subi des modifications entre 2003 et 2004 sont données dans le tableau 73.

Tableau 73 : Évolution des caractéristiques socio-professionnelles des mères et des chefs de ménage

	Sites témoins			Sites d'intervention			Inter- action sites * années
	2003	2004	Nds	2003	2004	Nds	
La mère est la personne s'occupant habituellement de l'enfant (%) :							
<i>Effectif</i>	482	546	P=0,12	456	512	P=0,49	P=0,51
Oui	97,7	95,8		96,9	95,9		
Niveau de scolarisation des mères (%) :							
<i>Effectif</i>	477	542	P=0,08	455	510	P=0,01	P=0,12
Jamais scolarisée	23,7	20,7		23,5	16,1		
Primaire	60,6	67,2		57,1	62,2		
Secondaire/supérieure	15,4	12,2		19,3	21,8		
Profession principale des mères (%) :							
<i>Effectif</i>	443	521	P=0,19	422	480	P=0,047	P=0,02
Agriculture	81,0	84,5		92,7	88,5		
Autres	19,0	15,5		7,3	11,5		
Niveau de scolarisation des chefs de ménage (%) :							
<i>Effectif</i>	366	393	P=0,003	340	353	P=0,002	P=0,03
Jamais scolarisé	20,5	11,7		23,2	16,7		
Primaire	58,2	66,7		59,1	55,0		
Secondaire/supérieure	21,3	21,6		17,6	28,3		

Au cours des deux enquêtes, la personne qui s'occupe principalement de l'enfant s'est révélée être la mère dans la quasi totalité des cas ; elle est âgée en moyenne de 27 ans. Le taux de scolarité des mères dans les sites d'intervention est significativement plus élevé en 2004 qu'en 2003. Ce taux a également augmenté, mais de manière non significative, dans les sites témoins. Concernant l'activité professionnelle, la proportion des mères qui pratique l'agriculture dans les sites d'intervention est significativement moins élevée en 2004 qu'en 2003.

Concernant les chefs de ménage, l'âge moyen est de 35 ans. L'agriculture constitue l'activité de la majorité d'entre eux. Aussi bien dans les sites témoins que dans les sites d'intervention, le niveau de scolarité des chefs de ménage s'est amélioré entre 2003 et 2004.

3.2.3. Évolution des caractéristiques sociales et sanitaires des enfants

Les différences de caractéristiques des enfants de 0-23 mois dans les sites entre 2003 et 2004 sont consignées dans le tableau 74.

En 2003, 47% des filles et 53% des garçons constituaient la population d'étude dans les sites témoins alors que la répartition était respectivement de 55% et de 45% dans les sites d'intervention. En 2004,

ces proportions ont évolué différemment dans les deux sites, les garçons sont devenus plus nombreux dans les sites témoins alors que leur nombre a diminué jusqu'à 50% dans les sites d'intervention. L'âge moyen des enfants dans les sites témoins est significativement plus élevé en 2004 qu'en 2003. Il apparaît que le statut vaccinal des enfants des sites témoins s'est amélioré. Si on se réfère au pourcentage d'enfants qui ont été pesés au cours du mois précédant les enquêtes, la fréquentation des centres de pesée a connu une diminution significative dans les sites d'intervention entre 2003 et 2004.

Tableau 74 : Évolution des caractéristiques des enfants

	Sites témoins			Sites d'intervention			Inter- action sites * années
	2003	2004	Nds	2003	2004	Nds	
Sexe (%)							
Effectif	482	546	P=0,09	456	512	P=0,09	P=0,01
Garçons	47,1	52,6		55,3	49,6		
Filles	52,9	47,4		44,7	50,4		
Age des enfants (mois)							
Age moyen	11,0±6,9	12,1± 6,8	P=0,01	11,3±6,7	11,7± 7,0	P=0,44	
Statut vaccinal (%)							
Effectif	479	538	P<0,001	454	506	P=0,61	
Faible	36,3	25,8		14,1	15,4		
Moyen	26,9	26,2		28,4	30,2		
Bon	36,7	48,0		57,5	54,3		
Enfants ayant été pesés au cours du mois précédant l'enquête (%)							
Effectif	482	540	P=0,05	456	504	P<0,001	P=0,14
Oui	33,8	28,0		49,1	35,7		

Concernant l'état de santé des enfants (tableau 75), la proportion d'enfants malades ou ayant eu la diarrhée au cours des deux semaines précédant l'enquête est plus faible en 2004 qu'en 2003. Cette amélioration de l'état de santé est observée aussi bien dans les sites témoins que dans les sites d'intervention mais l'existence d'une interaction significative sites*années montre qu'elle est plus importante en sites d'intervention qu'en sites témoins.

Tableau 75 : Evolution des caractéristiques sanitaires des enfants

	Sites témoins			Sites d'intervention			Inter- action sites * années
	2003	2004	Nds	2003	2004	Nds	
Malade au cours des deux dernières semaines (%) :							
Effectif	482	546	P=0,03	456	512	P<0,001	P<0,01
Oui	53,3	46,2		57,2	38,5		
Diarrhée au cours des deux dernières semaines (%) :							
Effectif	482	546	P<0,001	455	512	P<0,001	P=0,72
Oui	27,2	13,7		28,8	13,7		

3.3. Effet de la stratégie sur les connaissances nutritionnelles des mères

3.3.1. Évolution de l'accès à l'information

Lors des enquêtes réalisées en 2003 et 2004, des questions relatives à l'accès à l'information sur la nutrition et les types de messages véhiculés ont été posées. Les modifications observées sont détaillées dans le tableau 76.

Aussi bien dans les sites d'intervention que les sites témoins, l'accès à l'information s'est amélioré notamment en ce qui concerne l'hygiène et le calendrier de vaccination des enfants. Il semble donc que différents types de messages ont circulé dans les sites.

Dans les sites témoins, le pourcentage des parents ayant entendu des conseils sur l'alimentation des enfants à partir de 6 mois a diminué entre 2003 et 2004 alors qu'il est resté inchangé dans les sites d'intervention.

Tableau 76 : Evolution de l'accès à l'information et types de conseils reçus par les parents

	Sites témoins			Sites d'intervention			Inter- action sites * années
	2003	2004	Nds	2003	2004	Nds	
Mères ayant déjà entendu des messages nutritionnels (%) :							
<i>Effectif</i>	477	546		454	511		
Oui	89,7	99,5	P<0,001	92,1	99,8	P<0,001	P=0,87
Mères ayant reçu de l'information sur l'allaitement maternel (%) :							
<i>Effectif</i>	434	543		420	510		
Oui	68,9	57,3	P<0,001	85,2	78,2	P=0,008	P=0,94
Mères ayant reçu de l'information sur l'alimentation des enfants de plus de 6 mois (%) :							
<i>Effectif</i>	433	543		419	508		
Oui	67,2	57,6	P=0,003	75,9	76,6	P=0,87	P=0,03
Mères ayant reçu de l'information sur la vaccination des enfants (%) :							
<i>Effectif</i>	433	543		420	510		
Oui	91	95,8	P=0,004	91,9	97,8	P<0,001	P=0,22
Mères ayant reçu de l'information sur l'hygiène (%) :							
<i>Effectif</i>	433	543		419	510		
Oui	74,6	91,9	P<0,001	81,1	97,1	P<0,001	P=0,16

3.3.2. Évolution des connaissances des mères

L'évolution des connaissances des parents sur la nutrition des enfants est résumée dans le tableau 77.

Tableau 77 : Evolution des connaissances des parents en matière de nutrition infantile

	Sites témoins			Sites d'intervention			Inter- action sites * années
	2003	2004	Nds	2003	2004	Nds	
Mise au sein après la naissance (%) :							
<i>Effectif</i>	477	530		448	506		
Adaptées (- 1 heure)	55,3	53,6	P=0,62	69,0	69,8	P=0,85	P=0,57
Inadaptés (+ 1 heure)	44,7	46,4		31,0	30,2		
Durée de l'allaitement exclusif (%) :							
<i>Effectif</i>	474	528		445	505		
Adaptées (6 mois)	48,9	64,6	P<0,001	66,7	81,6	P<0,001	ns
Tolérables (4-5 mois)	19,4	15,0		11,2	8,3		
Inadaptées (- 4 ou +7)	31,6	20,4		22,0	10,1		
Age de sevrage définitif (%) :							
<i>Effectif</i>	477	545		445	508		
2 ans et +	60,2	65,3	P=0,10	69,4	72,4	P=0,34	P=0,69
moins de 2ans	39,8	34,7		30,6	27,6		
Nécessité de préparer un plat spécial à partir de l'âge de 6 mois (%) :							
<i>Effectif</i>	482	546		456	512		
Oui	91,7	98,9	P<0,001	95,2	98,8	P=0,001	0,31

Les connaissances relatives à l'allaitement initial et au sevrage définitif n'ont progressé ni dans les sites témoins ni dans les sites d'intervention entre 2003 et 2004. En revanche, celles relatives à la durée de l'allaitement exclusif et à l'importance de donner un aliment de complément à partir de 6 mois se sont améliorées dans deux types de sites.

Ces résultats mettent en évidence que les connaissances des parents sur la nutrition infantile ne se sont améliorées en zones d'intervention que sur certains sujets et que ces améliorations n'ont pas été plus importantes que celles observées en zones témoins.

3.4. Effet de la stratégie sur les pratiques alimentaires des enfants

3.4.1. Allaitement initial et distribution de boissons à la naissance

Le pourcentage d'enfants mis au sein dans l'heure qui suit la naissance a diminué de manière significative dans les sites d'intervention (tableau 78). Paradoxalement, dans le même temps, sur l'ensemble des sites, l'introduction de boissons avant la première tétée a régressé significativement.

Tableau 78 : Évolution de l'allaitement et de distribution de boissons à la naissance

	Sites témoins			Sites d'intervention			Inter- action sites * années
	2003	2004	Nds	2003	2004	Nds	
Enfant mis au sein dans la première heure de l'accouchement (%) :							
<i>Effectif</i>	475	528		451	499		
< 1 heure	51,4	49,4	P=0,58	70,5	64,3	P=0,05	P=0,28
>= 1 heure	48,6	50,6		29,5	35,7		
Consommation d'eau sucrée ou autres boissons avant première mise au sein (%) :							
<i>Effectif</i>	477	534		451	501		
Oui	54,7	39,5	P<0,001	37,5	28,3	P=0,003	P=0,25
Non	45,3	60,5		62,5	71,7		

3.4.2. Indicateurs de conduite de l'allaitement

L'évolution des différents indicateurs de l'allaitement maternel est résumée dans le tableau 79

Tableau 79 : Evolution des indicateurs de conduite de l'allaitement maternel.

	Sites témoins			Sites d'intervention			Inter- action sites * années
	2003	2004	Nds	2003	2004	Nds	
Taux d'allaitement exclusif (%) :							
<i>Effectif</i>	140	128		127	132		
0-5 mois	50,7	57,8	P=0,30	53,5	61,4	P=0,25	P=0,88
Taux d'allaitement prédominant (%) :							
<i>Effectif</i>	140	128		126	132		
0-5 mois	57,9	71,1	P=0,02	66,7	73,5	P=0,23	P=0,54
Taux d'alimentation complétée en temps opportun (%) :							
<i>Effectif</i>	85	96		83	102		
Pourcentage	85,9	88,5	P=0,75	88,0	93,1	P=0,34	P=0,56
Taux de poursuite de l'allaitement maternel (%) :							
<i>Effectif</i>	80	89		75	75		
A 1 an	95,6	94,4	P=0,87	90,7	86,7	P=0,61	P=0,76
<i>Effectif</i>	64	92		63	98		
A 2 ans	56,3	44,6	P=0,20	41,3	48,0	P=0,50	P=0,11

Entre 2003 et 2004, on peut observer une tendance à l'amélioration des taux d'allaitement exclusif et d'allaitement prédominant mais cette amélioration n'est significative que pour l'allaitement prédominant dans les sites témoins.

Le taux d'allaitement complété en temps opportun et les taux de poursuite de l'allaitement maternel à un et deux ans ont changé de manière significative ni dans les sites témoins ni dans les sites d'intervention.

3.4.3. Age d'introduction de différents types d'aliment

Le tableau 80 présente l'évolution de l'âge médian d'introduction des aliments entre 2003 et 2004.

Dans les sites témoins, on constate que les âges médians d'introduction des aliments ont dans l'ensemble peu varié excepté l'introduction plus précoce observée en 2004 pour le café, le *vary soso* et l'*apango*.

Dans les sites d'intervention, en 2003, les aliments semi-liquides et solides trouvaient déjà leur place à plus de 7 mois à l'exception du thé/tisane: la bouillie de riz à 6,9 mois ; le *ranom-bary* à 8,0 mois ; le pain/biscuit à 6,1 mois ; le *vary maina* à 9,6 mois. En 2004, ce calendrier d'introduction a peu évolué avec seulement une introduction plus tardive du café et une introduction plus précoce de l'*apango*.

Les résultats obtenus permettent de dire que dans l'ensemble, le calendrier de sevrage est adéquat à l'exception de la consommation de *vary maina* à moins de 10 mois..

Tableau 80 : évolution de l'âge d'introduction de différents types d'aliments

	Sites témoins			Sites d'intervention		
Age médian d'introduction des aliments (mois) :						
	2003	2004	différence	2003	2004	différence
Liquides :						
<i>Ranon'apango</i>	6,0	6,2	+ 0,2	6,3	6,4	+ 0,1
Jus de fruit	13,6	12,3	- 1,3	13,7	9,0	- 4,8
Café	8,2	6,2	- 2,0	6,9	8,2	+ 1,3
Thé/tisane	4,2	5,1	+ 0,9	5,5	6,1	+ 0,6
Aliments semi-liquides:						
Bouillie de riz	6,9	6,8	-0,1	6,9	7,5	+0,6
Ranom bary	7,0	6,6	- 0,4	8,0	7,7	-0,3
<i>Vary soso</i>	8,3	7,1	- 1,2	8,5	8,2	- 0,3
Aliments solides :						
Gaufres	14,0	12,1	- 1,9	9,8	10,2	+ 0,4
Pain/biscuit	6,1	6,0	- 0,1	6,1	6,4	+ 0,3
Fruit	8,2	7,2	- 1,0	8,6	7,8	- 0,8
<i>Apango</i>	10,7	7,8	- 2,9	9,9	8,1	- 1,8
<i>Vary maina</i>	9,7	9,0	- 0,7	9,6	9,2	- 0,4

3.5. Effet de la stratégie sur l'état nutritionnel des enfants

3.5.1. Retard de croissance

Les changements observés, entre 2003 et 2004, au niveau des prévalences de retard de croissance et du Z-score taille/âge sont présentés dans le tableau 81.

En 2003, les prévalences de malnutrition chronique chez les enfants de 0-23 mois étaient identiques dans les sites témoins et dans les sites d'intervention avec 36% d'enfants atteints de retard de croissance modéré ou sévère et 12% atteints de retard de croissance sévère. Les enfants âgés de plus d'un an étaient les plus touchés puisque plus de la moitié avait un Z-score Taille/âge inférieur à -2 ET.

Entre 2003 et 2004, les prévalences de retard de taille dans les sites témoins n'ont pas subi de variation significative si ce n'est une légère diminution dans la classe d'âge 12-15 mois. En revanche, dans les sites d'intervention, la diminution du retard de croissance a été plus marquée avec notamment une diminution significative des prévalences dans la classe d'âge 16-19 et une tendance ($p=0,06$) à la diminution (de 36 à 30%) de la prévalence de malnutrition chronique sur l'ensemble des enfants de 0-23 mois.

Le calcul du niveau de signification de l'interaction sites*années met en évidence, entre 2003 et 2004, une diminution des prévalences de retard de taille plus importante dans les sites d'intervention que dans les sites témoins pour les enfants des classes d'âge 8-11 mois et 16-19 mois. Par ailleurs, l'analyse de variance du Z-score Taille/âge confirme l'effet favorable de l'intervention dans ces deux classes d'âge qui se retrouve même pour l'ensemble des enfants de 0-23 mois ($p=0,48$). Les résultats bruts des mesures anthropométriques réalisées sur l'ensemble des enfants des sites témoins et d'intervention mettent donc en évidence un effet, léger mais significatif, de l'intervention sur la croissance en taille des enfants.

Tableau 81 : Évolution des prévalences de retard de croissance et du Z-score moyen Taille/âge.

	Sites témoins			Sites d'intervention			Inter- action site * année
	2003	2004	Nds	2003	2004	Nds	
0-3 mois							
Effectif	103	87		74	82		
Z-score <-2ET ¹	17,5	13,8	ns	4,1	9,7	ns	ns
Z-score <-3ET ¹	3,9	3,4	ns	0	2,4	ns	ns
Z-score (m±ET) ²	-0,97±1,24	-0,88±1,08	ns	-0,57±0,93	-0,72±,98	ns	ns
4-7 mois							
Effectif	82	89		93	100		
Z-score <-2ET ¹	20,7	24,7	ns	16,1	16	ns	ns
Z-score <-3ET ¹	4,9	2,2	ns	2,2	3	ns	ns
Z-score (m±ET) ²	-1,19±1,10	-1,28±,96	ns	-1,14±1,15	-1,08±,97	ns	ns
8-11 mois							
Effectif	79	96		79	93		
Z-score <-2ET ¹	34,2	45,8	ns	38,0	24,7	p=0,09	p=0,010
Z-score <-3ET ¹	10,1	10,4	ns	8,9	7,5	ns	ns
Z-score (m±ET) ²	-1,58±1,17	-1,76±1,08	ns	-1,74±1,08	-1,39±1,11	p=0,04	p=0,027
12-15 mois							
Effectif	79	89		74	74		
Z-score <-2ET ¹	44,3	28,1	p=0,040	51,4	36,5	ns	ns
Z-score <-3ET ¹	12,7	9	p=0,09	16,2	9,5	ns	ns
Z-score (m±ET) ²	-1,84±0,93	-1,65±1,00	ns	-1,93±1,03	-1,71±0,91	ns	ns
16-19 mois							
Effectif	72	93		70	64		
Z-score <-2ET ¹	52,8	47,3	ns	61,4	29,7	P<0,001	p=0,048
Z-score <-3ET ¹	18,1	17,2	ns	27,1	7,8	P=0,005	p=0,035
Z-score (m±ET) ²	-2,07±0,96	-2,14±1,07	ns	-2,26±1,22	-1,64±1,01	P=0,001	p=0,006
20-23 mois							
Effectif	64	92		63	98		
Z-score <-2ET ¹	54,7	55,4	ns	54	62,2	ns	ns
Z-score <-3ET ¹	28,1	29,3	ns	23,8	27,6	ns	ns
Z-score (m±ET) ²	-2,30±1,29	-2,24±1,16	ns	-2,24±1,09	-2,30±1,10	ns	ns
Ensemble (0-23 mois)							
Effectif	479	546		453	511		
Z-score <-2ET ¹	35,5	36,3	ns	36,0	30,1	p=0,06	ns
Z-score <-3ET ¹	11,9	12,1	ns	12,1	10	ns	Ns
Z-score (m±ET) ²	-1,59±1,22	-1,67±1,16	ns	-1,60±1,23	-1,47±1,14	p=0,08	p=0,048

Nds : niveau de signification - Ns : non significatif

¹ Prévalences (%) avec niveaux de signification des différences entre années pour chaque type de sites et termes d'interaction site*année donnés par analyse stratifié de Mantel-Haenszel.

² Moyenne ± écart type du Z-score Taille/âge avec test de Student sur valeurs non appariées pour comparer, pour chaque type de sites, les moyennes obtenues en 2003 et 2004 et analyse de variance à deux facteurs de variation pour calculer le niveau de signification de l'interaction site*année.

3.5.2. Émaciation

Les changements observés, entre 2003 et 2004, au niveau des prévalences de maigreur et du Z-score Poids/taille sont présentés dans le tableau 82.

Tableau 82: Évolution des prévalences de maigreur et du Z-score moyen Poids/Taille.

	Sites témoins			Sites d'intervention			Inter- action site * année
	2003	2004	Nds	2003	2004	Nds	
0-3 mois							
Effectif	88	84		71	79		
Z-score <-2ET ¹	1,1	0,0	ns	0,0	0,0	-	-
Z-score <-3ET ¹	0,0	0,0	-	0,0	0,0	-	-
Z-score (m±ET) ²	0,22±0,93	0,41±0,83	ns	0,40±0,84	0,45±0,84	ns	ns
4-7 mois							
Effectif	83	89		93	100		
Z-score <-2ET ¹	3,6	1,1	ns	5,4	1,0	ns	ns
Z-score <-3ET ¹	0,0	0,0	-	1,1	1,0	ns	-
Z-score (m±ET) ²	-0,02±1,1	0,03±1,1	ns	-0,1±1,2	0,1±1,1	ns	ns
8-11 mois							
Effectif	79	96		79	93		
Z-score <-2ET ¹	10,1	10,4	ns	7,6	11,8	ns	ns
Z-score <-3ET ¹	0,0	0,0	-	0,0	0,0	-	-
Z-score (m±ET) ²	-0,78±1,04	-0,77±1,04	ns	-0,83±0,91	-0,59±1,07	ns	ns
12-15 mois							
Effectif	80	88		75	75		
Z-score <-2ET ¹	17,5	12,5	ns	22,7	10,7	p=0,08	ns
Z-score <-3ET ¹	1,3	0,0	ns	1,3	0,0	ns	ns
Z-score (m±ET) ²	-1,24±0,82	-0,9±0,9	P=0,006	-1,24±1,02	-1,00±0,84	ns	ns
16-19 mois							
Effectif	72	93		70	64		
Z-score <-2ET ¹	13,9	19,4	ns	25,7	17,2	ns	ns
Z-score <-3ET ¹	0,0	0,0	ns	4,3	1,6	ns	ns
Z-score (m±ET) ²	-1,30±0,73	-1,18±0,91	ns	-1,31±0,95	-1,18±0,86	ns	ns
20-23 mois							
Effectif	64	90		63	98		
Z-score <-2ET ¹	20,3	14,4	ns	20,6	16,3	ns	ns
Z-score <-3ET ¹	3,1	1,1	ns	3,2	1,0	ns	ns
Z-score (m±ET) ²	-1,18±1,00	-1,09±0,93	ns	-1,33±0,95	-1,25±0,74	ns	ns
Ensemble (0-23 mois)							
Effectif	466	540		451	509		
Z-score <-2ET ¹	10,5	9,8	ns	13,1	9,2	p=0,07	ns
Z-score <-3ET ¹	0,6	0,2	ns	1,6	0,6	ns	Ns
Z-score (m±ET) ²	-0,67±1,13	-0,60±1,11	ns	-0,71±1,18	-0,56±1,12	p=0,04	ns

Nds : niveau de signification - Ns : non significatif

¹ Prévalences (%) avec niveaux de signification des différences entre années pour chaque type de sites et termes d'interaction site*année donnés par analyse stratifié de Mantel-Haenszel.

² Moyenne ± écart type du Z-score Poids/taille avec test de Student sur valeurs non appariées pour comparer, pour chaque type de sites, les moyennes obtenues en 2003 et 2004 et analyse de variance à deux facteurs de variation pour calculer le niveau de signification de l'interaction site*année.

En 2003, les prévalences de malnutrition aiguë chez les enfants de 0-23 mois étaient de 10% dans les sites témoins et de 13% dans les sites d'intervention et l'émaciation sévère ne touchaient qu'environ 1% des enfants. Les enfants âgés de plus d'un an étaient les plus touchés avec notamment 20% des enfants souffrant de maigreur modérée ou sévère dans la classe d'âge 20-23 mois.

Entre 2003 et 2004, les prévalences de maigreur dans les sites témoins n'ont pas subi de variation significative ; il a seulement été observé une diminution significative du Z-score moyen Poids/âge dans la classe d'âge 12-15 mois. Dans les sites témoins, aucune variation significative n'a pu être mise en évidence pour les classes d'âge de quatre mois prise en compte, mais le Z-score moyen Poids/taille des enfants de 0-23 mois est significativement plus élevé en 2004 qu'en 2003. Toutefois, dans la mesure où ce Z-score a également eu tendance à augmenter dans le même temps dans les sites témoins et que l'interaction site*année ne soit pas significative montre que cette faible amélioration ne peut pas être attribuée à l'intervention.

Il ressort donc que l'intervention ne semble pas avoir eu d'impact sur le poids par rapport à la taille des enfants.

3.5.3. Insuffisance pondérale

Les changements observés, entre 2003 et 2004, au niveau des prévalences d'insuffisance pondérale et du Z-score Poids/âge sont présentés dans le tableau 83. En 2003, les prévalences d'insuffisance pondérale chez les enfants de 0-23 mois étaient identiques dans les sites témoins et dans les sites d'intervention avec 37% d'enfants atteints d'insuffisance pondérale modérée ou sévère et environ 12% d'insuffisance pondérale sévère. Les enfants âgés de la classe d'âge 12-15 mois étaient les plus touchés puisque près de 60% avaient un Z-score Poids/âge inférieur à -2 ET.

Entre 2003 et 2004, comme celles de retard de croissance et de maigreur, les prévalences d'insuffisance pondérale dans les sites témoins n'ont pas subi de variation significative si ce n'est dans la classe d'âge 12-15 mois. En revanche, dans les sites d'intervention, la diminution de l'insuffisance pondérale a été plus importante avec notamment des diminutions significatives des prévalences dans les classes d'âge 8-11, 12-15, 16-19 mois et sur l'ensemble de la classe d'âge 0-23 mois. Sur l'ensemble des enfants la diminution a concerné non seulement les prévalences d'insuffisance modérée et sévère (de 38 à 31%) mais aussi celles d'insuffisance pondérale sévère (de 12,9 à 8,8%).

En ce qui concerne l'analyse des prévalences, le niveau de signification de l'interaction site*année n'est significatif que pour la classe d'âge 8-11 mois. En revanche, si l'on considère les valeurs des Z-score poids/âge, on peut mettre en évidence des interactions année*site significatives non seulement pour la classe d'âge 8-11 mois mais aussi pour les classes 16-19 et 0-23 mois. Les résultats bruts des pesées réalisées sur l'ensemble des enfants des sites témoins et d'intervention mettent donc en évidence un effet significatif de l'intervention sur le poids par rapport à l'âge.

Tableau 83 : Évolution des prévalences de l'insuffisance pondérale et du Z-score moyen Poids/Âge.

	Sites témoins			Sites d'intervention			Inter- action site * année
	2003	2004	Nds	2003	2004	Nds	
0-3 mois							
Effectif	104	87		75	82		
Z-score <-2ET ¹	10,6	6,9	ns	4,0	2,4	ns	ns
Z-score <-3ET ¹	3,8	1,1	ns	0,0	0,0	-	-
Z-score (m±ET) ²	-0,57±1,18	-0,30±0,99	ns	-0,17±0,85	-0,19±0,94	ns	ns
4-7 mois							
Effectif	82	89		94	100		
Z-score <-2ET ¹	14,6	15,7	ns	13,8	14	ns	ns
Z-score <-3ET ¹	3,7	4,5	ns	3,2	4,0	ns	ns
Z-score (m±ET) ²	-0,94±1,18	-0,95±1,09	ns	-0,99±1,12	-0,75±1,08	ns	ns
8-11 mois							
Effectif	79	96		79	93		
Z-score <-2ET ¹	43	43,8	ns	45,6	29,0	p=0,04	p=0,010
Z-score <-3ET ¹	15,2	12,5	ns	15,2	7,5	P=0,07	ns
Z-score (m±ET) ²	-1,82±1,16	-1,93±0,94	ns	-1,96±1,06	-1,52±1,14	p=0,01	p=0,017
12-15 mois							
Effectif	79	89		75	75		
Z-score <-2ET ¹	59,5	43,8	p=0,06	62,7	44	p=0,03	ns
Z-score <-3ET ¹	17,7	7,9	p=0,06	22,7	14,7	p=0,07	ns
Z-score (m±ET) ²	-2,13±0,90	-1,79±0,91	p=0,01	-2,24±0,94	-1,92±0,96	p=0,04	ns
16-19 mois							
Effectif	72	93		70	64		
Z-score <-2ET ¹	56,9	48,4	ns	57,1	37,5	p=0,03	ns
Z-score <-3ET ¹	13,9	11,8	ns	21,4	10,9	ns	ns
Z-score (m±ET) ²	-2,10±0,80	-2,07±1,00	ns	-2,24±1,03	-1,78±0,94	p=0,009	p=0,055
20-23 mois							
Effectif	64	92		63	98		
Z-score <-2ET ¹	53,1	56,6	ns	54	58,2	ns	ns
Z-score <-3ET ¹	20,3	12	ns	19	16,3	ns	ns
Z-score (m±ET) ²	-2,07±1,02	-2,01±1,04	ns	-2,13±1,02	-2,11±0,86	ns	ns
Ensemble (0-23 mois)							
Effectif	480	546		456	512		
Z-score <-2ET ¹	37,3	36,3	ns	37,9	30,7	p=0,020	ns
Z-score <-3ET ¹	11,7	8,4	p=0,010	12,9	8,8	p=0,048	Ns
Z-score (m±ET) ²	-1,52±1,24	-1,53±1,12	ns	-1,58±1,27	-1,36±1,21	p=0,006	p=0,042

Nds : niveau de signification - Ns : non significatif

¹ Prévalences (%) avec niveaux de signification des différences entre années pour chaque type de sites et termes d'interaction site*année donnés par analyse stratifiée de Mantel-Haenszel.

² Moyenne ± écart type du Z-score Poids/âge avec test de Student sur valeurs non appariées pour comparer, pour chaque type de sites, les moyennes obtenues en 2003 et 2004 et analyse de variance à deux facteurs de variation pour calculer le niveau de signification de l'interaction site*année.

3.5.4. Effets de l'intervention sur les Z-scores ajustés après prise en compte des facteurs de confusion

Parmi les caractéristiques socio-économiques des ménages, socio- professionnelles des parents et les caractéristiques des enfants qui ont évolué entre 2003 et 2004 et qui ne sont pas censées être modifiées par l'intervention, on a commencé par identifier par analyse de variance celles qui étaient significativement liées aux Z-scores Taille/âge ; Poids/Taille et Poids /âge (*tableau 84*) afin de retenir celles susceptibles d'être des facteurs de confusion dans l'analyse des effets de l'intervention sur l'état nutritionnel des enfants.

Tableau 84 : Identification des variables significativement liées aux Z-scores

Variables	Taille/âge	Poids/taille	Poids/âge
Variables quantitatives			
Age de l'enfant	+ ¹	+	+
Variables qualitatives			
Sexe de l'enfant	+		+
Niveau de scolarité de la mère	+	+	+
Profession de la mère	+	+	+
Niveau de scolarité du chef de ménage	+		+
Statut d'occupation du ménage	+		+
Point d'approvisionnement en eau			
Nature du combustible		+	+
Accès aux latrines		+	
Dépenses liées à l'alimentation de l'enfant	+	+	+
Biens possédés par le ménage			
Pesée de l'enfant le mois avant l'enquête			
Statut vaccinal	+	+	+
Maladie au cours des 2 semaines précédant l'enquête	+	+	+
Diarrhée au cours des 2 semaines précédant l'enquête	+	+	+

(1) le signe + indique une association significative ($p < 0,05$)

Les facteurs qui présentent des associations significatives avec l'état nutritionnel des enfants, ont été inclus dans des analyses de variance multivariées dont les résultats sont résumés dans le tableau 85.

Tableau 85 : Niveaux de signification des effets de différents variables pouvant constituer des facteurs de confusion sur les valeurs des Z-scores et de l'interaction année*site après ajustement.

Variables	Taille/âge	Poids/taille	Poids/âge
Variabiles quantitatives			
Age de l'enfant	P<0,0001	P<0,0001	P<0,0001
Variabiles qualitatives			
Sexe de l'enfant	P<0,0001		P<0,0001
Niveau de scolarité de la mère	P=0,0376	P=0,017	P=0,0018
Profession de la mère	P<0,0001	P=0,0155	P<0,0001
Statut d'occupation du ménage	ns		ns
Nature du combustible		P=0,0026	P=0,0234
Dépenses liées à l'alimentation de l'enfant	ns	P=0,0035	P<0,0001
Statut vaccinal	P=0,0141	P=0,0041	P=0,0015
Maladie au cours des 2 semaines précédant l'enquête	ns	P=0,0080	P=0,0018
Diarrhée au cours des 2 semaines précédant l'enquête	P=0,0094	ns	P=0,0008
Année d'enquête	ns	P=0,0184	0,0232
Type de sites	ns	ns	ns
Interaction année x site	<i>P=0,3052</i>	<i>P=0,7583</i>	<i>P=0,3125</i>

On constate qu'après élimination de la variabilité due aux autres facteurs, les caractéristiques qui influent significativement sur les Z-scores sont :

- pour les 3 Z-scores : l'âge et le statut vaccinal de l'enfant ainsi que le niveau de scolarité et la profession de la mère.
- pour le Z-score taille/âge : le sexe de l'enfant et la survenue de diarrhée au cours des deux semaines ayant précédé les enquêtes
- pour le Z-score Poids/Taille : la nature des combustibles utilisés dans le ménage, le niveau des dépenses liées à l'alimentation de l'enfant, la survenue de maladies au cours des deux semaines ayant précédé l'enquête et l'année des enquêtes
- pour le Z-score Poids/âge : le sexe de l'enfant, la nature des combustibles utilisés dans le ménage, le niveau des dépenses liées à l'alimentation de l'enfant, la survenue de maladies ou de diarrhées au cours des deux semaines ayant précédé l'enquête et l'année des enquêtes

Après prise en compte de la variabilité liée à ces facteurs de confusion aucune des interactions année*site ne reste significative ce qui nous conduit à conclure que les améliorations observées en sites d'intervention sur certains indicateurs nutritionnels ne peuvent pas être attribuées à l'intervention elle-même.

3.5.5. Impact de l'intervention sur la croissance des enfants âgés de moins de 12 mois au début de l'intervention

Une comparaison de la croissance en taille et en poids des enfants des sites témoins et des sites d'intervention entre le début et la fin de l'intervention a été réalisée sur les 285 enfants (138 des sites témoins et 147 des sites d'intervention) qui ont pu être mesurés et pesés au cours des deux enquêtes

et qui étaient donc âgés de moins de un an en début d'intervention et au maximum de 26 mois au cours de la seconde.

Les différentiels de poids et de taille observés entre les mesures, espacées de 15,6 mois en moyenne (de 14,7 à 17,3 mois), ont été corrigés en fonction du temps qui les a séparées pour être ramenés à 12 mois.

Le niveau de signification des effets des facteurs non liés à l'intervention ayant subi des modifications entre 2003 et 2004 sur les différentiels de poids et de taille des enfants ont été déterminés par analyse de variance univariée de façon à identifier ceux à prendre en compte comme éventuel facteurs de confusion (*tableau 86*).

Tableau 86 : Identification des facteurs susceptibles d'influer sur es différentiels de poids ou de taille des enfants ayant été enquêtés en 2003 et en 2004

Facteurs étudiés	Différentiel de taille	Différentiel de poids
Lieu d'accouchement	P<0,05	P<0,05
Source d'approvisionnement en eau	P<0,05	P<0,05
Age de l'enfant en 2003	P<0,05	P<0,05
Poids de l'enfant en 2003		P<0,05
Taille de l'enfant en 2003	P<0,05	
Écart de temps entre les deux enquêtes	P<0,05	P<0,05
Niveau de scolarité de la mère	P=0,10	P=0,149
Maladie au cours des 2 semaines précédant l'enquête	Ns	P=0,150
Diarrhée au cours des 2 semaines précédant l'enquête	Ns	P<0,05

Les facteurs identifiés comme significativement (ou proches de l'être) liés aux différences de taille et de poids des enfants entre l'enquête de 2003 et celle de 2004 sont respectivement au nombre de 6 et de 8. Ces facteurs sont : l'âge, l'écart de temps entre les deux enquête, le niveau de scolarité des mères, le lieu d'accouchement et la source d'approvisionnement en eau pour les deux différentiels ; la taille de l'enfant pour le différentiel de taille ; le poids de l'enfant et la survenue de diarrhée ou de maladie dans les 15 jours précédant l'enquête pour finale pour le différentiel de poids.

Les analyses de variance multivariées prenant en compte ces différents facteurs sont données dans le tableau 87.

Tableau 87 : Niveau de signification de l'effet de l'intervention et des différents facteurs de confusion sur les différentiels de taille et de poids entre les mesures réalisées avant et après intervention..

Facteurs pris en compte	Différentiel de taille	Différentiel de poids
Covariables		
Age de l'enfant en 2003	P<0,0001	P<0,0001
Poids de l'enfant en 2003	-	P<0,0001
Taille de l'enfant en 2003	P<0,0001	-
Écart de temps entre les deux enquêtes	P=0,003	P=0,94
Facteurs de confusion		
Lieu d'accouchement	P=0,0007	P=0,0020
Source d'approvisionnement en eau	P=0,65	P=0,054
Niveau de scolarité de la mère	P=0,0069	P=0,051
Maladie au cours des 2 semaines précédant l'enquête	-	P=0,379
Diarrhée au cours des 2 semaines précédant l'enquête	-	P=0,438
Effet «site» (effet de l'intervention)	P=0,0642	P=0,1608

En définitive la comparaison des différentiels de taille et de poids des enfants des deux types de sites entre 2003 et 2004 ne permet pas de mettre en évidence d'effet significatif favorable de l'intervention. Lorsque les moyennes de différentiel de taille ne sont pas ajustées ou ajustées uniquement sur l'âge on observe même une croissance, légèrement mais significativement, plus élevée dans le groupe témoin que dans le groupe d'intervention (tableau 88).

Tableau 88 : Comparaison des différentiels de taille et de poids des enfants des sites témoins et d'intervention avant et après ajustement sur l'âge et sur les facteurs de confusion identifiés.

	Différentiel de Taille (cm)			Différentiel de Poids (kg)		
	Sites témoins	Sites d'intervention	NdS	Sites témoins	Sites d'intervention	NdS
<i>Effectif</i>	138	147		138	147	
Moyenne brute ± Erreur type	13,13±0,28	12,08±0,28	P=0,0078	2,59±0,08	2,41±0,08	P=0,0843
Moyenne ajustée sur l'âge ± Erreur type	12,88±0,19	12,32±0,19	P=0,0389	2,54±0,06	2,46±0,06	P=0,341
Moyenne ajustée ± Erreur type	12,88±0,20	12,44±0,19	P=0,0642	2,62±0,09	2,50±0,09	P=0,1608

NdS : niveau de signification

3.6. Déterminants du niveau de consommation de *koba mazika*

L'analyse réalisée dans cette partie s'appuie sur les données recueillies pour 293 enfants de 0 à 26 mois des sites d'intervention pour lesquels nous avons pu relier les données anthropométriques et les

réponses aux questionnaires de l'enquête de 2004 avec les quantités de *koba mazika* achetées par leurs mères auprès des volontaires depuis le début de l'intervention.

Sept facteurs liés à l'enfant ou à son entourage sont associés de manière significative au niveau de consommation de *koba mazika*, ce sont : la classe d'âge auquel l'enfant appartient, deux indicateurs de la qualité des pratiques de soins (*la consommation d'eau sucrée avant la première tétée ; réalisation d'une pesée dans le mois précédant l'enquête*), les montants consacrés à l'alimentation de l'enfant, le niveau de scolarité de la mère, la source d'approvisionnement en eau et l'indice de biens possédés par le ménage. Les résultats sont résumés dans le tableau 89

Tableau 89 : Mise en évidence des relations existant entre le niveau de consommation de *koba mazika* et différentes variables liés à l'enfant, à la mère et au ménage.

	Niveau de consommations de la <i>koba mazika</i>			Niveau de signification
	Faible (< 300g)	Moyen (300g à 3kg)	Élevé (> 3kg)	
Effectif	98)	131	64	
Classe d'âge des enfants (%)				
0-5 mois	87,0	13,0	0,0	<0,001
6-17 mois	36,1	43,6	20,3	
18-26 mois	21,9	53,4	27,0	
Prise d'eau sucrée avant la 1^{ère} tétée (%)				
Oui	47,8	36,2	15,9	0,01
Non	29,0	47,3	23,7	
Dépenses liées à l'enfant (%)				
0 Ar	26,5	50,0	23,5	0,018
< 100 Ar (500 Fmg)	14,5	49,6	35,9	
≥ 100 Ar (≥500 Fmg)	14,1	40,6	45,3	
Pesée dans le mois précédant l'enquête (%)				
Oui	33,9	36,4	29,7	0,01
non	32,9	50,6	16,6	
Niveau de scolarité des mères (%)				
Jamais scolarisée	40,4	46,8	12,8	0,033
Primaire	36,0	44,4	19,7	
Secondaire/Supérieur	22,4	23,3	34,3	
Source d'approvisionnement en eau (%) (%)				
Bornes fontaine	41	30	30	0,040
Puits	21	55	24	
Fleuve/rivière	38	42	20	
Indice de bien possédés (%)				
Faible	29,3	56,1	14,6	0,047
Moyen	36,0	43,9	20,2	
Élevé	34,0	36,1	29,9	

Les niveaux de consommation de *koba mazika* les plus élevés sont observés pour les enfants:

- appartenant aux classes d'âges les plus élevées ;
- ayant bénéficié de pratiques alimentaires appropriées à la naissance
- dont les parents peuvent dépenser plus de 100 Ar par jour pour leur alimentation
- que leurs mères ont fait peser au cours du mois précédent l'enquête
- dont les mères ont un niveau de scolarité élevé
- qui vivent dans les ménages ayant un indice de biens possédés élevé et une source d'approvisionnement en eau potable.

4. Conclusion

Les grandes variations du rythme de vente et du pourcentage d'enfants ciblés ayant adhéré à l'intervention révèlent que la consommation de *koba mazika* n'est pas régulière chez les enfants de 6-23 mois. Par ailleurs, le faible niveau de consommation enregistré pour ceux qui en consomment (moins de 100g/mois pour la plupart), confirme que cet aliment n'est pas encore réellement intégré dans l'alimentation des jeunes enfants. De nombreux facteurs d'ordre socio-économique jouent leurs rôles dans les pratiques alimentaires des enfants notamment sur la consommation de *koba mazika* où le niveau économique du ménage, le niveau d'instruction et la profession des mères jouent des rôles déterminants.

Dans la mesure où les hausses des ventes dans les sites sont souvent liées à des activités d'animation, il apparaît nécessaire d'intensifier les activités d'éducation nutritionnelle notamment sur l'importance de la consommation d'un aliment de complément approprié à partir de 6 mois et la consommation régulière de la *koba mazika*. Les faibles écarts observés entre sites témoins et sites d'intervention aux niveaux des connaissances et les comportements des parents en rapport avec la nutrition infantile confirment que les efforts réalisés pour l'éducation nutritionnelle des mères au cours de la première année de mise en œuvre de la stratégie doivent être intensifiés.

Des améliorations des pratiques d'allaitement maternel et du calendrier de sevrage ont pu être mises en évidence aussi bien dans les sites d'intervention que dans les sites témoins. Les résultats de l'évaluation montrent qu'il existe une tendance à l'amélioration de la situation nutritionnelle notamment dans certaines classes d'âge dans les sites d'intervention, mais les faibles écarts observés entre sites d'intervention et sites témoins n'ont pas permis de mettre en évidence un effet significatif de l'intervention sur l'état nutritionnel des enfants lorsque l'on tient compte de l'ensemble des facteurs de confusion.

Il est probable que les signes d'amélioration observés sur les pratiques alimentaires et sur l'état nutritionnel ne sont que le début d'un changement attendu pour la lutte contre la malnutrition. Le facteur temps y joue un rôle non négligeable.

Pour espérer obtenir des améliorations visibles et durables des pratiques alimentaires, il apparaît nécessaire de mettre en place une intervention nutritionnelle soutenue sur une durée acceptable car les principaux acteurs de la lutte contre la malnutrition étant les parents, il faut leur laisser le temps d'accepter des changements importants au niveau de leur comportement.

Conclusion

Le diagnostic des situations alimentaires et nutritionnelles réalisé dans 24 sites NAC situés autour de Brickaville par enquête par questionnaire et mesures anthropométriques a permis de mettre en évidence une situation nutritionnelle critique chez les enfants de 0-23 mois : 37,6% d'insuffisance pondérale, 35,7% de retard de croissance et 11,8% d'émaciation. Ces données, en accord avec les données d'enquêtes nationales, confirment la précarité de la situation nutritionnelle à Madagascar. En effet, l'enquête démographique et de santé effectuée en 2003-2004 rapporte des prévalences élevées de retard de croissance et d'insuffisance pondérale et a souligné le fait que les enfants sont davantage touchés par la malnutrition en milieu rural.

L'allaitement maternel est une pratique courante puisqu'il concerne 99,7% des nouveaux nés et se fait généralement à la demande de l'enfant. Mais les conditions d'allaitement ne sont pas optimales car uniquement 52% des enfants sont allaités exclusivement au sein jusqu'à 6 mois et seulement 48% continuent d'être allaités jusqu'à 2 ans. Cette situation des enfants à Brickaville par rapport à l'allaitement est comparable aux données nationales : une prévalence élevée de l'allaitement au sein, mais des taux insuffisants d'allaitement exclusif et de poursuite de l'allaitement jusqu'à deux ans.

La définition d'un indice de qualité des pratiques alimentaires par rapport aux recommandations généralement admises a permis de répartir ces enfants selon la qualité de leur mode d'alimentation; seulement un tiers des enfants ont des pratiques acceptables. Bien que les âges médians d'introduction des aliments de complément se situent généralement au-delà de 6 mois, certains aliments sont donnés à des âges trop précoces par rapport à la physiologie de l'enfant. C'est le cas par exemple du *vary maina* que plus de 50% des enfants ont commencé à consommer à moins de 10 mois. Les données recueillies soulignent la qualité médiocre des aliments des jeunes enfants à Madagascar. Le riz constitue la base de l'alimentation ; il est consommé sous diverses formes (bouillie, *ranom-bary*, *vary sosoa*, *apango*, *vary maina*), mais ne subit pas de traitements particuliers permettant de faciliter sa digestion ou d'augmenter la densité énergétique des repas.

Afin d'améliorer l'état nutritionnel du jeune enfant en milieu rural, il s'est avéré nécessaire d'assurer la promotion de meilleures pratiques alimentaires et, en particulier, l'utilisation d'aliments de complément adaptés à ses besoins et à sa physiologie. L'option prise par le programme Nutrimad a été l'élaboration d'une farine infantile à cuire, de haute densité énergétique à partir d'aliments locaux intégrant l'ambérique germée comme source d' α -amylase. Cette enzyme permet de maintenir acceptable la viscosité de la bouillie lorsqu'on augmente sa concentration en farine pour augmenter sa densité énergétique.

La mise au point et l'élaboration de cet aliment de complément se sont déroulées en deux étapes : d'abord au laboratoire puis dans le contexte d'une unité de production artisanale locale.

L'étude du comportement au cours de leur germination de graines d'ambérique *Vigna umbellata* de deux variétés rouge et jaune a montré que la germination permet le développement d'activité α -

amylasique. Cette activité est maximale au bout de 96 heures avec respectivement 66 UI et 37 UI /g de MS respectivement pour les variétés jaune et rouge.

Les faits marquants observés au cours de la germination sont l'augmentation de la teneur en sucres solubles dans les graines et la réduction des teneurs en facteurs antinutritionnels. En effet, il a été noté que les teneurs en α -galactosides diminuent progressivement tandis que celles en saccharose, en glucose et en fructose augmentent. Les phytates, initialement présents à des teneurs de 164 et 223 mg / 100g de MS respectivement dans les variétés jaune et rouge, disparaissent totalement au bout de 96 heures dans la variété jaune, mais il en reste encore 26% dans la variété rouge. Les inhibiteurs de la trypsine, de teneurs initiales 14 UI dans la variété jaune et 13 UI dans la variété rouge, sont réduits après 96 heures de germination, respectivement, de 46% et 12%. Ces composés, soit sont hydrolysés après activation des enzymes endogènes, soit diffusent dans les eaux de trempage. Leur dégradation est d'autant plus importante que la température est élevée et la durée de trempage est longue étant donné que ces conditions sont favorables à l'activité des enzymes (*Lestienne, 2004, Mbofung, 2005*). L' α -galactosidase hydrolyse le stachyose en galactose et raffinose puis détache ensuite le galactose du raffinose pour conduire au saccharose (*Courtois, 1959*) et la réaction se poursuit. C'est ainsi que la teneur en sucres solubles augmente. Des études similaires ont été effectuées avec différentes espèces de céréales et légumineuses et ont également mis en évidence une dégradation des phytates et des facteurs antitrypsiques au cours du trempage et de la germination et sa variabilité en fonction de l'espèce végétale et des conditions du milieu (*Tabekhia et Luh, 1980 ; Lestienne 2004*).

Il s'est avéré que la variété jaune offre un meilleur rendement de germination (98%) que la variété rouge (90%). Compte tenu de ces résultats, l'ambérique jaune a été retenue dans la suite de notre étude.

Les études réalisées sur la germination des graines dans les conditions d'une unité artisanale ont permis de définir certains modalités et paramètres optimaux : un pré-trempage des graines durant 24 heures suivi d'une germination de 500 g de graines dans un panier en fibre végétale durant 96 heures avec une immersion journalière du panier dans l'eau pendant une minute permet l'obtention de graines à activité amylolytique acceptable.

Les essais d'utilisation de différents supports de germination tels que des tissus, du sable, de la terre étalée sur des plateaux ou des paniers en fibres végétales ont permis de retenir le plus adapté : le panier en fibre végétale permet un meilleur rendement. Il a été déterminé qu'un pré-trempage de 24 heures des graines permet l'obtention d'un rendement optimal de germination et que, entre 96 heures et 120 heures, la durée de germination n'a pas d'effet significatif sur l'activité amylolytique et le pouvoir fluidifiant de la farine d'ambérique germée. Par conséquent, une durée de 96 heures a été retenue.

Pour le support de germination retenu, le fait de mettre à germer plus de 500g réduit considérablement le rendement. Par ailleurs, une immersion journalière d'une heure ou une germination sans immersion affecte le rendement de germination et l'activité amylolytique des graines.

Bien que Brickaville soit situé dans une région chaude, il est difficile d'utiliser le séchage solaire comme seul moyen de séchage des graines. Les expériences ont montré que la vitesse de séchage des graines exposées au soleil dépend des conditions climatiques. La densité de chargement des claies n'a d'effet significatif que dans certaines conditions de faible ensoleillement. Une autre alternative est l'utilisation d'un séchoir à gaz qui permet de travailler dans des conditions standard et d'accélérer le séchage lorsqu'on procède à une inversion périodique des claies dans le séchoir. Généralement dans le contexte de production de l'unité, un séchage solaire de 3 jours est insuffisant et il est généralement nécessaire de terminer le séchage dans le séchoir à gaz.

En utilisant comme sources d'amylases et de protéines la farine d'ambérique germée, une farine infantile, appelée *koba mazika* et destinée aux enfants à partir de 6 mois, a été formulée de telle manière qu'elle suive au mieux les recommandations généralement reconnues pour les aliments de complément. Après différents essais, la formule retenue correspond, sur la base de la matière brute, à 36,9% de maïs, 27,0% d'ambérique, 18,0% de riz ; 10,0% de sucre, 0,7% de sel et 0,7% de minéraux et vitamines. De l'huile (6,7%) doit être rajouté par les mères au cours de la cuisson. Cette farine est mise en vente sous deux conditionnements en s'adaptant aux quantités généralement consommées à chaque repas par les enfants de façon à en limiter le coût pour les mères: des sachets de 50 et 30g vendus, respectivement, 50 et 30 Ariary. La vente s'est déroulée dans 12 sites d'intervention durant une année. Des actions de sensibilisation et d'éducation nutritionnelle accompagnent sa vente. Un test sensoriel réalisé auprès d'un panel de consommateurs a montré que cette farine était relativement bien appréciée par rapport à celles disponibles dans la région.

La mesure du pouvoir fluidifiant de la farine d'ambérique germée produite au sein de l'unité a montré qu'il est possible d'obtenir des bouillies *koba mazika* de bonne consistance, ayant une vitesse moyenne d'écoulement d'environ 120 mm/ 30s. Cette activité amylolytique des farines de graines germées d'ambérique diffère néanmoins entre les lots de production et leur pouvoir fluidifiant diminue progressivement au cours de la conservation.

L'analyse microbiologique a révélé que les farines étaient consommables juste après leur préparation, mais qu'il était difficile et non souhaitable de les conserver au-delà de 3 mois. En effet, lorsque la farine a une flore totale élevée, une cuisson de 10 minutes n'est plus suffisante pour réduire la charge microbienne de la bouillie. En définitive, la conservation de *koba mazika* au delà d'un mois n'est pas recommandée étant donné non seulement la dégradation de la qualité bactériologique de la farine mais aussi la diminution progressive du pouvoir fluidifiant de l'enzyme.

Une étude de faisabilité de la bouillie au niveau des ménages a révélé que le mode de préparation proposé était suffisamment simple pour être bien compris par les mères et qu'il permettait l'obtention de bouillies ayant une teneur en MS de 28 g/100g. Toutefois, une grande variabilité (de 6 à 30 minutes) a été observée au niveau de la durée de cuisson qui, en moyenne, est de 14 minutes.

Il nous est apparu intéressant de comparer la contribution à l'apport énergétique de deux farines de qualité améliorée produites dans le cadre du programme Nutrimad, mais utilisées dans des contextes différents : la *koba mazika* et la *koba aina*. L'étude a consisté à comparer chez des enfants de 6-9 mois les ingérés énergétiques et nutritionnels à partir des deux types de bouillies, puis à comparer les

ingérés à partir des aliments de complément des enfants avant et pendant les périodes de distribution des bouillies.

La quantité moyenne de bouillie consommée par repas à partir de la *koba mazika* est de 84 g tandis qu'elle est de 95 g pour la *koba aina*. En revanche, il n'y a pas de différence significative au niveau des ingérés énergétiques, qui sont, respectivement de 13 et de 14 kcal par kg de poids corporel. Les apports protéiques et lipidiques de la *koba mazika* et de *koba aina* par kg de poids corporel ont été, respectivement, de 3,06 g et 1,93 g contre 3,35 g et 2,20 g.

Les estimations par rappel de 24 heures des ingérés en énergie et en nutriments des aliments donnés au niveau des ménages révèlent que, en moyenne, un enfant consomme 216 g de repas par jour et 135 kcal ce qui correspond à un peu plus de 20% de leurs besoins énergétiques totaux.

Pendant la période de consommation des bouillies, la quantité moyenne de matière brute consommée atteint 310 g et les apports énergétiques journaliers sont de 257 kcal, correspondant à 47% des besoins énergétiques totaux. Les ingérés moyens journaliers en protéines et en lipides ont significativement augmenté : ceux en protéines doublent et ceux en lipides sont multipliés par 4 pour atteindre, respectivement, 6,9 et 5,1 g.

Des observations réalisées au niveau des ménages au Pérou et au Nigeria pour mesurer la contribution des aliments de complément à l'apport énergétique avaient révélé que les enfants péruviens et nigériens âgés de 6-11 mois recevaient en moyenne, respectivement, 36 et 26 kcal / kg de poids corporel (WHO, 1998). Une autre étude réalisée au Congo a montré que les enfants de 6 mois avaient déjà des ingérés énergétiques moyens à partir des aliments de complément de l'ordre de 50 kcal par kg de poids corporel (Moursi et al, 2003). Dans la mesure où les ingérés énergétiques moyens à partir des aliments de complément ne sont, dans notre étude, que de 18 et 38 kcal, respectivement, avec et sans distribution de bouillies améliorées, il semble que la contribution des aliments de complément à la couverture des besoins énergétiques que nous avons observée soit plus faible que celle généralement observée dans d'autres contextes. L'utilisation de la *koba mazika*, un produit local, dans la zone de Brickaville apparaît donc comme pleinement justifiée pour améliorer les apports nutritionnels à partir des aliments de complément.

Un bilan du fonctionnement de l'unité de production de *koba mazika* a été effectué entre novembre 2002 et mai 2004. Le rendement de la transformation des graines d'ambérique en farine germée, calculé sur la base de la matière brute, est de 48%. La farine d'ambérique germée à elle seule contribue pour plus du tiers des prix des matières premières. Le coût du kilo de farine *koba mazika* s'élève à 2 253 Ariary. La totalité des matières premières utilisées contribuent pour 43% du prix de revient de la farine *koba mazika*, le frais du personnel pour 31%, l'amortissement des équipements pour 18% et les consommables divers pour 9%. Le compte d'exploitation mensuel de l'unité de production de *koba mazika* met en évidence un déficit important : la vente de la farine ne permet que le recouvrement de 44% du prix de revient, ce qui correspond au prix des matières premières utilisés.

À l'heure actuelle, d'autres procédés de transformation ont été choisis pour produire la *koba mazika*. La farine d'ambérique germée a été remplacée comme source d'amylases par une α -amylase

industrielle (Ban 800) qui a l'avantage d'être moins chère, d'activité enzymatique plus constante et de meilleure qualité bactériologique. Les matières premières, à savoir l'ambérique, le riz et le maïs, sont torréfiées pour améliorer les caractères organoleptiques et la qualité microbiologique du produit fini. Mais compte tenu de l'augmentation du prix des matières premières, ce changement de procédés n'a cependant pas permis de diminuer le prix du kilo de farine qui reste aux alentours de 2 320 Ariary.

Le suivi et l'évaluation de la stratégie d'amélioration de l'alimentation de complément ont été réalisés à travers le suivi de la vente de la *koba mazika* ainsi que la mesure de son impact sur le niveau des connaissances des parents, les pratiques alimentaires et l'état nutritionnel des enfants ciblés.

Les grandes variations des quantités vendues et du pourcentage d'enfants ciblés ayant adhéré à l'intervention, le faible niveau de consommation mensuelle enregistré, moins de 100 grammes pour la majorité, montrent l'ampleur des efforts qui restent à fournir pour intégrer la *koba mazika* dans l'alimentation des jeunes enfants.

Entre les parents des enfants des sites témoins et des sites d'intervention, il n'y a qu'un très faible écart du niveau de connaissances en matière de nutrition infantile. Il semble que différents messages aient circulé dans les sites ce qui rend difficile l'évaluation de l'impact de la stratégie.

Une amélioration des pratiques d'allaitement maternel et du calendrier d'introduction des aliments a été observée sur l'ensemble des sites. On a constaté, par ailleurs, une tendance à l'amélioration de la situation nutritionnelle dans les sites d'intervention pour certaines classes d'âge mais les différences avec les sites témoins sont faibles et ne sont pas significatives lorsque l'on tient compte dans les analyses statistiques des facteurs de confusion.

Toutefois, ces signes d'amélioration observés sur les pratiques alimentaires et sur l'état nutritionnel sont des indicateurs favorables laissant espérer qu'une plus longue durée d'intervention permettra d'obtenir des résultats plus marqués.

La diminution des coûts de production de la farine, l'établissement de bonnes pratiques d'hygiène dans l'unité de production et la poursuite de la stratégie sur une période plus longue devraient permettre de mieux cerner l'importance et l'impact d'une telle stratégie et d'identifier les éventuelles modifications à lui apporter en vue de l'étendre à d'autres contextes de Madagascar.

Références bibliographiques

- Adrian J, Potus J, Frangne R. *La Science alimentaire de A à Z*. Paris ; Lavoisier Tec & Doc ; 1995 ; 2 : 477p
- AFNOR. Analyse sensorielle - Méthodologie - Directives générales pour la réalisation d'épreuves hédoniques en laboratoire d'évaluation sensorielle ou en salle en conditions contrôlées impliquant des consommateurs. AFNOR 2000 (XP V09-500)
- AFNOR. Aliments des animaux: Dosage des inhibiteurs trypsiques. AFNOR 1997 (XP V18-202).
- AFNOR. Microbiologie- Directives générales pour le dénombrement des levures et moisissures- Techniques par comptage des colonies à 25 degrés Celsius. AFNOR 1988. (V 08-022)
- AFNOR. Microbiologie des aliments- Dénombrement des coliformes thermotolérants par comptage des colonies obtenues à 44 degrés Celsius- Méthode de routine. AFNOR 1996 (NF V 08-060).
- AFNOR. Microbiologie des aliments- Recherche des Salmonella- Méthode de routine. AFNOR 1993 (NF V 08-052).
- AFNOR. Microbiologie des aliments- Dénombrement des microorganismes par comptage des colonies obtenues à 30 degrés Celsius- Méthode de routine. AFNOR 1999 (V 08-051)
- AFNOR. Microbiologie des aliments- Règles générales pour les examens microbiologiques. AFNOR 1996 (NF ISO 7218/ V 08-002).
- Akré J. L'alimentation infantile, bases physiologiques. Genève, 1989 ; 112p (suppl. vol 67au Bull OMS).
- Barimalaa IS, Anoughalu SC. Effects of processing on certain antinutriments in Bambara groundnuts (*Vigna ubterranean*) cotyledons. *J Sci Food Agric* 1997; 73:186-188.
- Bernfeld P. Amylases alpha et beta. *Methods in enzymology* Academic Press, New York, Colowick Kaplan ed 1955, 149-150.
- Besançon P. Innocuité et disponibilité des nutriments dans les aliments de complément. In : Trèche S, de Benoist B, Benbouzid D, Verster A, Delpeuch F. L'alimentation de complément du jeune enfant (Alexandrie, Egypte. 20-24 novembre 1994). Paris : ORSTOM. 1995, 105-122.
- Brown KH, Creed-Kanashiro H, KG Dewey. Optimal complementary feeding practices to prevent childhood malnutrition in developing countries. *Food Nutr Bull* 1995; vol 16, 4.
- Butte N, Wong W, Hopkinson J, Heinz C, Mehta N, Smith E. Energy requirements derived from total energy expenditure deposition during the first 2 years of life. *Am J Clin Nutr* 2000; 72: 1558-69.
- Centre National de Recherche sur l'Environnement (CNRE) et Macro International Inc. *Enquête Nationale Démographique et Sanitaire* 1992. Calverton, Maryland USA, 1994 ; 248p.
- Cesar JA, Victora CG, Barros FC, Santos IS, Flores JA. Impact of breastfeeding on admission for pneumonia during postneonatal period in Brazil: nested case-control study. *Brit Med J* 1999; 318: 1316-1320.

- Champ M, Faisant N. Technologies et qualités nutritionnelles des amidons. *Cahiers ENSBANA* 1992 ; 8 :1-24.
- Cheftel J. Nutritional effect of extrusion-cooking. *Food Chem* 1986; 20 : 263-283
- Cheftel JC, Cheftel H, Besançon P. Introduction à la Biochimie et à la Technologie des Aliments ; Paris : Lavoisier Tec & Doc 1977 , 2 , 420p.
- Codex alimentarius. Code d'usages international recommandé en matière d'hygiène pour les aliments destinés aux nourrissons et enfants en bas âge (y compris spécifications microbiologiques et méthodes d'analyse) CAC/RCP 21-1979 (Amendé en 1981). In Codex alimentarius. Aliments diététiques ou de régime (y compris les aliments destinés aux nourrissons et enfant en bas âge). Rome : FAO/OMS ; 1994; 2 : 80-101.
- Colonna P, Hoebler C. Dosages enzymatiques des glucides. In : Multon J.L. Technique d'analyse et de contrôle dans les industries agro- alimentaires. Paris : Lavoisier Tec & Doc, (Collection Sciences et techniques agro-alimentaires) 1991. 4 : 145-163p
- Courtois J. Recherches sur la phytase III. Essais de séparation de l'activité glycérophosphatasique et de l'activité phytasique du son de blé. *Bioch Biophys Acta* 1947 ; 1 : 270-277.
- Courtois JE, Perlès R. Précis de chimie biologique. Paris : Masson & Cie (Collection de Précis de pharmacie) 1959, 440p.
- Courtois JE, Perlès R. Précis de chimie biologique. Paris : Masson & Cie. 1959, 440p (Collection de Précis de pharmacie)
- Cuq JL, Lorient D. Influences de traitements technologiques sur la valeur nutritionnelle des protéines alimentaires. *Cahiers ENSBANA* 1992 ; 8 :93-156.
- Dewey KG, Brown KH. Update on technical issues concerning complementary feeding of young children in developing countries and implication for intervention programs. *Food Nutr Bull* 2003; 24 (1): 5-28
- Dewey KG, Cohen RJ, Brown KH, Landa Rivera L. Age of introduction of complementary foods and growth of term, low-birth-weight, breast-fed infants: A randomized intervention study in Honduras. *Am J Clin Nutr* 1999; .69: 679-686.
- Dop MC, Mbemba F, Gallon G, Fardet C, Picq C, Bahounouka G, Trèche S. Etude de la contribution du lait maternel et des aliments de complément à la couverture des besoins nutritionnels des enfants de 4 et 6 mois. In : Trèche S. Martin-Prével Y, Donnen P, Mbemba F, Dop MC, Tchibindat F, Delpuech F et al. Aliments de sevrage à haute densité énergétique : Développement dans le cadre d'une politique alimentaire nationale et suivi de l'impact nutritionnel au Congo. 1996 : 38-54.
- FAO. Guide pour les projets participatifs de nutrition. FAO 1994, 80p.
- FAO/OMS/Médecins sans frontières. Guide nutrition. 1ère édition corrigée 1998 ; 206 p.
- FAO/WHO/UNU Expert Consultation. Report on Human Energy Requirements. Interim Report. 2002
- Frias J, Diaz-Pollan C, Hedley CL, Vidal-Valverde C. Evolution and kinetics of monosaccharides, disaccharides and alpha-galactosides during germination of lentils.. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/> et <http://www.sproutnet.com/> (accessed 2005). In: *Lebensm Unters Forsch* 1996, 202: 35-9

- Frias J, Doblado R, Antezana J, Vidal-Valverde C. Inositol phosphate degradation by the action of *phytase* enzyme in legume seeds. *Food Chem* 2003; 81: 233-239
- Gerbouin-Rérolle P. Comment améliorer les aliments *de compléments* du jeune enfant ? *Cahiers Santé* 1996 ; 6 :229-35.
- Guilland JC, Lequeu B. Les vitamines, du nutriment au médicament. Paris : Tec & Doc Lavoisier, 1992 ; 357p.
- Holt-Harris, Teague *J Inf Dis* 1916. 18: 596-600
- Institut National de la Statistique (INSTAT) et ORC Macro. 2005. Enquête Démographique et de Santé de Madagascar 2003-2004. Calverton, Maryland, USA : 276p.
- Institut National de la Statistique (INSTAT). 2001. Enquêtes à indicateurs multiples Mics 2000. Madagascar. 194p
- Institut National de la Statistique/ Direction de la Démographie et des Statistiques Sociales (INSTAT/DDSS) et Macro International Inc. 1998. Enquête Démographique et de Santé, Madagascar 1997. Calverton, Maryland, USA. : Macro International Inc. 264p.
- Joint FAO/WHO Expert Consultation. Vitamin and mineral requirements in human nutrition. WHO, Geneva, Switzerland 2002.
- Kessler J, Egli K. Traduction de: Phosphor sparen dank Phytase : Erste Ergebnisse beim Mastschwein. Landwirtschaft. *Schweiz. Band*, 1992 ; 5 :5-9
- Leboulanger J. Les vitamines- Biochimie- Mode d'action- Intérêt thérapeutique. Roche. France. 194p.
- Lestienne I. Contribution à l'étude de la biodisponibilité du fer et du zinc dans le grain de mil et conditions d'amélioration dans les aliments de complément. Montpellier : Université Montpellier II, 2004.
- Lutter CK, Dewey KG. Proposed Nutrient Composition for Fortified Complementary Foods. *J Nutr* 2003; 133: 3011-3020.
- Mbofung CMF, Fombang EN. Improving the digestibility and availability of nutrients from sorghum flour though improved malting techniques. In : Brouwer ID, Traoré AS, Trèche S. Voies alimentaires d'amélioration des situations nutritionnelles en Afrique de l'Ouest (Ouagadougou, 23-28 novembre 2003). Burkina Faso : Université de Ouagadougou/ IRD/ Wageningen University/ FAO 2004 : 489-502.
- Measure Communication, Linkages. 1999. Analyse de Profils sur l'Etat Nutritionnel des Enfants et des Femmes Malgaches. 6p.
- Megazyme International. Méthode du kit alpha amylase. Wickaw, Irland
- Mouquet C, Bruyeron O, Trèche S. 1998. Caractéristiques d'une bonne farine infantile. *Bull TPA* 1998. 15: 8-11.
- Mouquet C, Bruyeron O, Trèche S. Caractéristiques d'une bonne farine infantile. TPA 1998. 15: 8-11
- Mouquet C, Salvignol B, Van Hoan H, Monvois J, Trèche S. Ability of a "very low cost extruder" to reduce instant *flours* at a small scale in Vietnam. *Food chem* 2003; 82: 249-255.

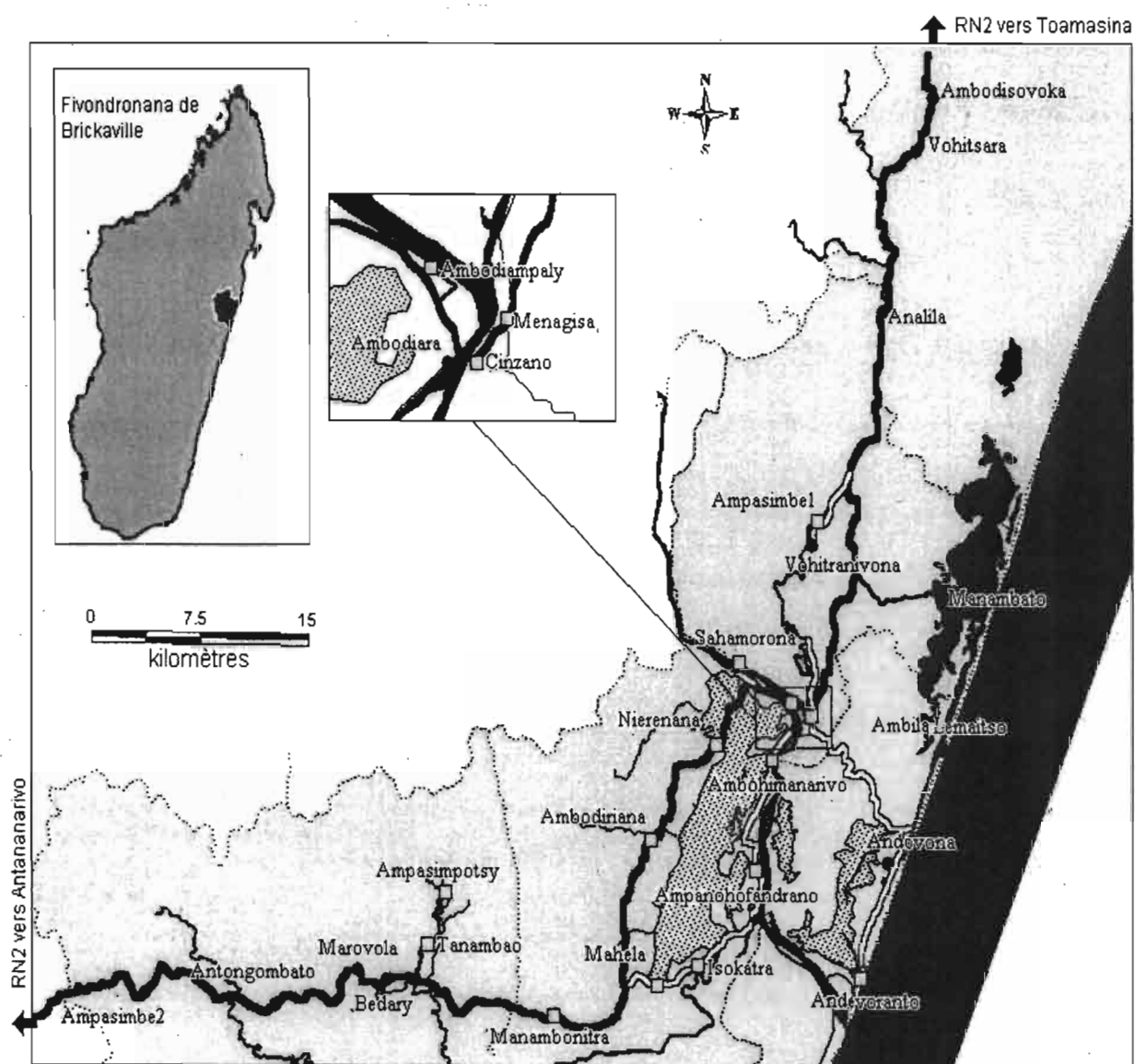
- Moursi M. Regroupement d'individus selon des caractéristiques communes à l'aide de l'analyse des correspondances : Application à la constitution de groupes homogènes de sites d'intervention du projet Nutrimad dans la région de Brickaville à Madagascar. 2002, 19p (Document provisoire).
- Moursi M, Mbemba F, Trèche S. Does the consumption of amylase-containing gruels impact on energy intake and growth of Congolese infants ? *Public Health Nutr*, 2003, 6 (3): 249-257.
- Moursi M, Razafindrazaka V, Dos Santos P, Bruyeron O, Arnaud L, Ralison C, Monvois J, Trèche S. Pratiques alimentaires et état nutritionnel des enfants de moins de deux ans à Madagascar : quartiers d'Andohatapenaka et d'Ampefiloha-Ambodirano à Antananarivo, villages d'Ampasimbe, Andovoranto et Sahamorona dans la sous-prefecture de Brickaville. Draft, 2003 ; 49p.
- Multon JL. Techniques d'analyse et de contrôle dans les industries agroalimentaires : Analyse des constituants alimentaires 2ème éd. Paris : Tec et Doc, Lavoisier, 1991; 2 : 247p (Sciences et Techniques Agro-alimentaires).
- OMS. Indicateurs servant à évaluer les modes d'allaitement maternel Compte rendu d'une réunion informelle (Genève, Suisse, 11-12 juin 1991).WHO/CDD/SER/91.14 1991, 18p.
- OMS. Mesure des modifications de l'état nutritionnel : guide pour la mesure de l'impact nutritionnel des programmes d'alimentation complémentaire visant les groupes vulnérables. OMS. Genève 1983 ; 104p.
- Ouedraogo C, Grongnet JF. Utiliser le soja? Oui, mais en prenant quelques précautions! In : Mouquet C, Bruyeron O, Trèche S. 1998. *Caractéristiques d'une bonne farine infantile*. TPA 1998. 15: 20.
- Plan National d'Action pour la Nutrition 2005-09. (document rédigé sous l'égide de la Primature) Antananarivo, 2005: 61p
- PNSAN/MINSAN/MINAGRI/ASOS/UNICEF. Revue des projets de Nutrition à assise Communautaire : le cas de Madagascar. 1999, 34p.
- Pointillart A, Guégen L. Influence des fibres alimentaires sur la biodisponibilité des minéraux. *Cahiers ENSBANA* 1992 ; 8 :157-182.
- Pointillart A. Phytates, phytases : leur importance dans l'alimentation des monogastriques. *Prod Anim* 1994, 7, (1), 29-39.
- Politique Nationale de Nutrition. (document rédigé sous l'égide de la Primature) Antananarivo, 2004: 43p
- Purchas RW, Simcock DC, Knight TW, Wilkinson BHP. Variation in the form of iron in beef and lamb meat and losses of iron during cooking and storage. *Inter J Food Sci Technol* 2003, 38: 827-837.
- Rakotoarisoa HA. Amélioration de l'alimentation de complément des enfants de moins de 24 mois dans trois quartiers défavorisés d'Antananarivo. Mémoire de DEA de Biochimie Appliquée aux Sciences de l'alimentation et de la Nutrition, Université d'Antananarivo, 2003.
- Rakotonarivo M. Fabrication de farine infantile dans une petite unité rurale de Madagascar: Diagnostic de fonctionnement et propositions d'amélioration des modalités de production. Montpellier, ENSIA SIARC, 2004.
- Ralison C, Ahimana C, Arnaud L, Trèche S. Amélioration de l'alimentation infantile en zones rurales: l'expérience du programme Nutrimad à Madagascar. In : Brouwer ID, Traoré AS, Trèche S. Voies

- alimentaires d'amélioration des situations nutritionnelles en Afrique de l'Ouest (Ouagadougou, 23-28 nov 2003). Burkina Faso : Université de Ouagadougou/ IRD/ Wageningen University/ FAO. 2004 : 503-514.
- Ralison C, Arnaud L, Razafindrazaka V. et al. Amélioration de l'alimentation infantile : l'expérience du programme Nutrimad à Madagascar. *Bulletin de l'Académie Nationale des Arts, des Lettres et des Sciences* 2004 ; tome 82/1-1 : 487-500.
- Razafindrazaka RVL. Amélioration de complément des nourrissons et des jeunes enfants dans les sites Nutrition à Assise Communautaire de Brickaville (Mémoire de DEA en Biochimie Appliquée). Antananarivo: Université d'Antananarivo, 2001.
- Research Summaries: Canola and Peas in Livestock Diets. <http://www.infoharvest.ca> (accessed 08/30/2002)
- Secaline. Enquête mesure anthropométrique des enfants de moins de 3 ans. Rapport final. Antananarivo : INSTAT, 1998, 41p.
- Silfverdal SA, Bodin L, Olcén P. Protective effect of breastfeeding: an ecologic study of Haemophilus influenzae meningitis and breastfeeding in a Swedish population. *Inter J Epidemiol* 1999; 28:152-156..
- Simons PCM, Versteegh HAJ, Jongbloed AQ, Kemme PA, Slump P, Bos KD, Wolters MGE. Improvement of phosphorus availability by microbial phytase in broiler and pigs. *Brit J Nutr* 1992, 64: 525-540.
- Société de Nutrition et de Diététique de Langue Française (SNDLF). Besoins nutritionnels : Conseils nutritionnels, évaluation des apports, et *prescription* d'un régime. Masson, Cah Nutr Diét, 2001 ; 36 (1) : 14-21
- Société de Nutrition et de Diététique de Langue Française (SNDLF). Evaluation de l'état nutritionnel. Masson, Cah Nutr Diét, 2001 ; 36 (1) : 110-125
- Souci SW, Fachmann W, Kraut H. Food Composition and Nutrition Tables. 3rd revised and completed edition. Stuttgart: Deutsche Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie, Garching b. München, 1986, 1032p
- Tabekhia MM, Luh BS. Effect of germination, cooking and canning on phosphorus and phytate retention in dry beans. *J Food Sci* 1980; 45: 406-408.
- Talamond P, Gallon G, Trèche S. Rapid and sensitive liquid chromatographic method using a conductivity detector for the determination of phytic acid in food. *J Chromatogr A* 1998; 805:143-147
- The Linkages project et Profiles. 2005. Analyse de Profiles sur l'Etat Nutritionnel des Enfants et des Femmes Malgaches. 6p.
- Traoré T, Icard-Vernière C, Mouquet C, Picq C, Traoré AS, Trèche S. Variation de l'activité amylasique et des teneurs en certains nutriments et facteurs anti-nutritionnels au cours de la préparation de farines de céréales germées par les dolotières de Ouagadougou. In : Brouwer ID, Traoré AS, Trèche S. Voies alimentaires d'amélioration des situations nutritionnelles en Afrique de l'Ouest (Ouagadougou, 23-28 novembre 2003). Burkina Faso : Université de Ouagadougou/ IRD/ Wageningen University/ FAO 2004 : 525-538.

- Trèche S, O Legros, Tchibindat F. Vitafort : Un atelier pilote de fabrication de farine de sevrage à base de manioc au Congo. In : Agbor Egbe T, Brauman A, Griffon D, Trèche S. Transformation *alimentaire du manioc*. Paris : ORSTOM (Collection Colloques et Séminaire) 1995, 667-682.
- Trèche S. 2004. Communication personnelle : Cours à l'usage des étudiants en préparation de DESS : « L'alimentation du jeune enfant dans les Pays en développement ». Unité de Recherche « Nutrition, Alimentation, Sociétés » IRD.
- Trèche S. 2005. Communication personnelle : Cours à l'usage des étudiants en préparation de Master Biologie Santé, Spécialité : Nutrition et aliments en Santé publique. Voies alimentaires d'amélioration des situations nutritionnelles dans les pays en développement. Unité de Recherche « Nutrition, Alimentation, Sociétés » IRD.
- Trèche S. Complementary foods in developing countries: importance, required characteristics, constraints and potential strategies for improvement. In Kolsteren P, Hoérée T, Perez-Cueto eds: Proceedings of the International Colloquium promoting growth and development of under fives. Antwerpen: ITG Press 2002: 132-148.
- Trèche S. Techniques pour augmenter la densité énergétique des bouillies. In : Trèche S, de Benoist B, Benbouzid D, Verster A, Delpeuch F. : L'alimentation de complément du jeune enfant (Alexandrie, Egypte. 20-24 novembre 1994). Paris : ORSTOM. 1995, 123-146.
- Tremolières T, Serville Y, Jacquot A, Dupin H. Les aliments. Manuel de l'alimentation humaine. Paris 1984. 9 : 587p.
- Urminska D, Michalik J. Analysis of starter enzymes of wheat *grain germination*. 1996.
- Verster A. Techniques de maltage: Expériences au niveau des Pays. In : Trèche S, de Benoist B, Benbouzid D, Verster A, Delpeuch F. L'alimentation de complément du jeune enfant (Alexandrie, Egypte. 20-24 novembre 1994). Paris, ORSTOM. 1995, 333-338.
- WHO Collaborative study team on the prevention of infant mortality. Effect of breastfeeding on infant and child mortality due to infectious diseases in less developed countries: a pooled analysis. *The Lancet* 2000; 355: 451-455.
- WHO. Complementary feeding of young children in developing countries: a review of current scientific knowledge. Unicef/ University of California-Davis/ WHO/ORSTOM. Geneva, WHO/NUT/98.1; 1998, 179pp
- WHO. Complementary feeding of young children in developing countries: a review of current scientific knowledge. Unicef/ University of California-Davis/ WHO/ORSTOM. Geneva, WHO/NUT/98.1; 1998, 179pp.
- WHO. Complementary feeding: Family foods for breastfed children. WHO/NHD/00.1 2000, 52p
- WHO. Données Scientifiques relatives aux Dix Conditions pour le Succès de l'Allaitement (révisé). Santé et Développement de l'enfant et de l'adolescent. Genève. 1999, 122p.

Annexe 1 :

Localisation des sites d'intervention Nutrimad à Brickville, côte Est de Madagascar



Annexe 2 :

Caractéristiques des sites d'intervention Nutrimad

Parmi les 65 sites NAC existants, 37 ont pu être visités et enquêtés. Après avoir éliminé ceux qui bénéficient de la présence de plusieurs interventions nutritionnelles au sein ou à proximité du site, 24 sites ont été retenus.

Les sites présentant des similitudes ont été classés en groupes de sites homogènes selon un certain nombre de caractères. Au total, 4 groupes ont été créés.

Groupe 1 : les sites de ce groupe ont une population totale inférieure à 1000 individus, ne possèdent ni borne fontaine, ni puits. Ces sites ne sont pas des chefs lieux de communes. Quatre sites répondent à ces critères.

Site d'intervention : *Ampasipotsy, Menagisa*
Site témoin : *Ambodisovoka, Manambato.*

Groupe 2 : les sites de ce groupe ont également une population totale inférieure à 1000 individus, sont dépourvus d'hôpitaux et de dispensaires et ne possèdent ni électricité ni gargote. Ce groupe contient des sites où on enregistre une intervention nutritionnelle soit au sein du site même soit à moins de 4 Km aux alentours. Six sites correspondent à ces descriptions.

Site d'intervention : *Mahela, Isokatra, Tanambao*
Site témoin : *Bedary, Vohitsara-Nord, Marovola*

Groupe 3 : la taille moyenne des ménages est inférieure à 5 personnes. Ces sites n'ont pas de centre de santé (hôpitaux et dispensaire) et utilisent l'eau de surface comme source car n'ont ni borne ni puits. Huit sites répondent à ces critères.

Site d'intervention : *Ambodiriana Ambodiampaly, Niarenana, Cinzano*
Site témoin : *Ambodiara, Andovona, Analila, Ambila-Lemaitso*

Groupe 4 : Sites relativement privilégiés, ils ont un dispensaire ou un centre de santé de base, possèdent une école. Ces sites ont également un marché avec un nombre assez élevé de commerçants. Ils ont des bornes fontaines ou/et puits. Six sites appartiennent à ce groupe.

Site d'intervention : *Ambohimanarivo, Ampanoafandrano, Manambonitra,*
Site témoin : *Vohitranivona, Atongombato, Ampasimbe 2.*

Annexe 3 :

Questionnaire utilisé pendant les enquêtes sur les pratiques alimentaires, état nutritionnel, connaissances et attitudes des donneurs de soins des enfants de 0-26 mois dans les sites NAC de Brickaville

PRATIQUES ALIMENTAIRES, ETAT NUTRITIONNEL, CONNAISSANCES ET ATTITUDES DES DONNEURS DE SOINS DES ENFANTS DE 0-26 MOIS DANS LES SITES NAC DE BRICKAVILLE *(enquête finale d'évaluation d'une stratégie mise en œuvre d'avril 2003 à Avril 2004 dans le cadre du programme Nutrimad)*

I SITES ET ENQUETEURS

ID

NE / 2/

Q1-date de l'enquête _____

Q1

Q2 enquêteur:

(1) (2) (3) (4)

Q2

SI : (1) témoins (2) intervention

SI

GP (groupe)

GP

Numéro de site (Q3)3- site

Groupe3 : - site d'intervention : (1) ambodiriana (2) nierenana (3) ambodiampaly
(4) cinzano

- site témoin : (5) analila (6) ambila (7) andovona (8) ambodiara

Groupe1 et 2 : - site d'intervention : (9) ampasipotsy (10) tanambao (11) menagisa (12) mahaela
(13) isokatra

- site témoin : (14) ambodisovoka (15) vohitsara (16) manambato
(17) marovola (18) bedary

Groupe 4 : - site d'intervention : (19) ambohimanarivo (20) ampanohofandrano
(21) manambonitra

- site témoin : (22) antongombato (23) ampasimbe2 (24) vohitravivona

Avez vous déjà été enquêtée l'année dernière ? (1) oui (2) non

EA

Q4-Numéro d'entretien

Q4

Adresse :
(nom du quartier ou N° parcelle)

II- CARACTERISTIQUES SOCIO-PROFESSIONNELLES DES PARENTS ET /OU DU CHEF DE MENAGE

II .1- mère ou le premier responsable de l'enfant (si la mère est décédée ou a abandonné l'enfant)

Nom de la mère ou du responsable de l'enfant :

Surnom :

5- quel lien existe entre vous et l'enfant

(1)mère biologique (2) grand- père/ grand-mère (3) autre

Q5

Q6 ;Q7- quel âge avez-vous
(1) connu (2) inconnu
si Q5= 2 ou 3, passer à Q10

Q6 Q7

Q8- nombre de grossesses que vous avez eues

Q8

Q9- nombre d'enfants encore vivants

Q9

Q10- êtes-vous
(1) mariée (officiel, en union libre ou mariage traditionnel)
(2) célibataire/ divorcée, séparée/veuve

Q10

Q11- à quel niveau d'études vous vous êtes arrêté
(1) jamais scolarisée (2) jamais scolarisé mais alphabétisée (3) primaire (4) 1^{er} cycle du
secondaire (5) 2nd cycle du secondaire (6) université/ études supérieures (7) nsp

Q11

Q12- quelle est votre activité professionnelle
(1) agricultrice (2) commerçante (3) pêcheur (4) artisan (5) exploitante forestière
(6) ouvrière (7) journalière (8) autre (9) chômeuse

Q12

Q13- êtes- vous
(1) salarié (2) indépendante

Q13

Q14- chef de ménage
si Q10=2, qui est le chef de ménage
(1) vous même (2) père de l'enfant (3) grand père/ grand mère (4) autre
si Q14=1; passer à Q20

Q14

II .2- père ou chef de ménage

Q15,Q16- quel est l'âge du chef de ménage
(1) connu (2) inconnu

Q15 Q16

Q17- à quel niveau d'études s'est-il arrêté
(1) jamais scolarisé (2) jamais scolarisé mais alphabétisé (3) primaire (4) 1^{er} cycle du
secondaire (5) 2nd cycle du secondaire (6) université/ études supérieures (7) nsp

Q17

Q18- quelle est son activité professionnelle
(1) agriculteur (2) commerçant (3) pêcheur (4) artisan (5) exploitant forestier (6)
ouvrier (7) journalier (8) autre (9) chômeur

Q18

Q19- est-il
(1) salarié (2) indépendant

Q19

III- CARACTERISTIQUES SOCIO-ÉCONOMIQUES DU MENAGE

III.1-LOGEMENT ET CONDITIONS D'HABITATION

Q20- combien de personnes vivent en permanence sous le toit familial (y habitant plus de 6 mois)

Q20

Q21- combien d'enfants de moins de 5 ans y vivent (y compris l'enfant enquêté)

Q21

Q22- Statut d'occupation du ménage : êtes-vous
(1) propriétaire (2) locataire (3) hébergé à titre gratuit

Q22

Q23- approvisionnement en eau :
(1) borne fontaine+ réseau (2) pompe à main sur puit/ sur forage (3) puits (4) eau de
surface (fleuve/rivière)

Q23

QA23

Q24- l'eau que vous buvez ou que vous utilisez pour rincer les aliments crus (légumes, fruits,...),
(1) vous ajoutez du sûr'eau ou d'autres produits chlorés (2) vous portez à ébullition (3) vous
utilisez directement

Q24

QA24

Q25- quelle source d'éclairage utilisez vous ?
(1) électricité de la JIRAMA (2) groupe électrogène particulier ou partagé avec les voisins (3)
lampe à pétrole (4) bougie (5) autre (6) aucune

QQ5

QA25

Q26- quel combustible utilisez -vous Q26|_|_|
(1) bois (2) charbon (3) autre QA26|_|_|

Q27- Avez-vous des latrines ? Q27|_|_|
(1) oui (2) non
si Q27=2, passer à Q29

Q28- si oui Q28|_|_|
(1) individuelles (2) collectives

III.2-DÉPENSE COURANTE DU MÉNAGE

Q29- combien dépensez-vous en moyenne dans une journée (fmg)

Argent dépensé pour l'alimentation familiale	QA29 _ _ _ _ _ _ _
Argent dépensé pour l'alimentation de l'enfant	QB29 _ _ _ _ _ _ _
Autres dépenses (pour l'éclairage, hygiène : savon, ..., divers ...)	QC29 _ _ _ _ _ _ _
montant	Q29 _ _ _ _ _ _ _

III.3- biens possédés par le ménage

casserole	Q31 Quantité _ _	rizière	Q43 Quantité _ _
lit	Q33 Quantité _ _	champ	Q45 Quantité _ _
table	Q35 Quantité _ _	volailles	Q47 Quantité _ _
radio	Q37 Quantité _ _	boeufs	Q49 Quantité _ _
télévision	Q39 Quantité _ _	cochon	Q51 Quantité _ _
salon	Q41 Quantité _ _		
bicyclette	Q53 Quantité _ _	Q54 prix	_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _
moto	Q55 Quantité _ _	Q56 prix	_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _
Pirogue en acier	Q57 Quantité _ _	Q58 prix	_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _
Pirogue en bois	Q59 Quantité _ _	Q60 prix	_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _
voiture	Q61 Quantité _ _	Q62 prix	_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _
épicerie	Q63 Quantité _ _	Q64 prix	_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _
autres	QA63 Quantité _ _	QA64 prix	_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _

IV- RENSEIGNEMENTS SUR L'ENFANT

IV .1- renseignements généraux

nom:

surnom:

Q65- sexe Q65|_|_|
(1) masculin (2) féminin

Q66- date de naissance |_|_| |_|_| |_|_| Q66 |_|_| |_|_| |_|_| |_|_|

Q67- est-elle vérifiée Q67|_|_|
(1) oui (2) non

Q68- si non, Q68 |_|_|
(1) sûre (2) estimée

Q69- rang de naissance |_|_| Q69 |_|_|_|_|

Q70- lieu de naissance Q70|_|_|
(1) maternité ou formation sanitaire (2) à domicile
si Q70=1, passer à Q72

Q71- si à domicile, qui a fait l'accouchement Q71|_|_|
(1) médecin/ sage-femme/ personnel de santé
(2) matrone/ famille/ autre
(3) personne

Q97 si enfant définitivement sevré, depuis quel age en mois <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	Q97 <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
Q97A hier, l'enfant a-t-il consommé de l'eau ou une autre boisson (1) oui (2) non (3) nsp	Q97A <input type="text"/>
Q98 hier, l'enfant a-t-il consommé du lait artificiel (1) oui (2) non (3) nsp	Q98 <input type="text"/>
Q99 si oui, de quelle manière dans un biberon (1) dans un biberon (2) dans un verre ou une tasse (3) avec une cuillère (4) autre (5) nsp	Q99 <input type="text"/>
Q99A si Q98=2, Hier avez utilisé le biberon pour donner autre chose que du lait artificiel à votre enfant : (1) oui (2) non (3) nsp	Q99A <input type="text"/>

b- alimentation de complément

Q100 l'enfant consomme-t-il déjà un aliment de complément (1) oui (2) non (3) nsp si Q100=2 ou 3 passer à Q285	Q100 <input type="text"/>
Q101 l'enfant mange-t-il dans son propre assiette/ bol (1) oui (2) non (3) nsp	Q101 <input type="text"/>
Q102 hier, l'enfant a-t-il pris un plat spécial (préparé uniquement pour l'enfant) (1) oui (2) non (3) nsp	Q102 <input type="text"/>
Q103 matin : (1) oui (2) non (3) nsp	Q103 <input type="text"/>
Q104 midi : (1) oui (2) non (3) nsp	Q104 <input type="text"/>
Q105 soir : (1) oui (2) non (3) nsp	Q105 <input type="text"/>
Q106 combien de fois <input type="text"/>	Q106 <input type="text"/>

***- consommation de plats spéciaux**

	Hier, en a-t-il consommé	En a-t-il déjà consommé auparavant	À quel âge a-t-il commencé	En consomme-t-il encore	Si non, À quel âge a-t-il arrêté d'en consommer
Bouillie de riz	Q107 1= oui 2= non 3= nsp	Q108 1= oui 2= non 3= nsp	Q109-Q110 1= connu / / / , / / / 2= nsp	Q111- 1= oui 2= non 3= nsp	Q112-Q113 1= connu / / / , / / / 2= nsp
Bouillie de maïs ou de banane	Q114 1= oui 2= non 3= nsp	Q115 1= oui 2= non 3= nsp	Q116-Q117 1= connu / / / , / / / 2= nsp	Q118- 1= oui 2= non 3= nsp	Q119-Q120 1= connu / / / , / / / 2= nsp
Ranom-bary (crème de riz)	Q121 1= oui 2= non 3= nsp	Q122 1= oui 2= non 3= nsp	Q123-Q124 1= connu / / / , / / / 2= nsp	Q125- 1= oui 2= non 3= nsp	Q126-Q127 1= connu / / / , / / / 2= nsp
Vary sosoa (riz mou)	Q128 1= oui 2= non 3= nsp	Q129 1= oui 2= non 3= nsp	Q130-Q131 1= connu / / / , / / / 2= nsp	Q132- 1= oui 2= non 3= nsp	Q133-Q134 1= connu / / / , / / / 2= nsp
Soupe/ autres bouillies	Q135 1= oui 2= non 3= nsp	Q136 1= oui 2= non 3= nsp	Q137-Q138 1= connu / / / , / / / 2= nsp	Q139- 1= oui 2= non 3= nsp	Q140-Q141 1= connu / / / , / / / 2= nsp
Purée (manioc, maïs, patae douce, ...)	Q142 1= oui 2= non 3= nsp	Q143 1= oui 2= non 3= nsp	Q144-Q145 1= connu / / / , / / / 2= nsp	Q146- 1= oui 2= non 3= nsp	Q147-Q148 1= connu / / / , / / / 2= nsp
autre	Q149 1= oui 2= non 3= nsp	Q150 1= oui 2= non 3= nsp	Q151-Q152 1= connu / / / , / / / 2= nsp	Q153- 1= oui 2= non 3= nsp	Q154-Q155 1= connu / / / , / / / 2= nsp
Farine complète Koba MAZIKA	Q156 1= oui 2= non 3= nsp	Q157 1= oui 2= non 3= nsp	Q158-Q159 1= connu / / / , / / / 2= nsp	Q160- 1= oui 2= non 3= nsp	Q161-Q162 1= connu / / / , / / / 2= nsp

Hier, l'enfant a-t-il consommé l'un des produits suivants avec l'un des aliments précédemment cités ?
(avec le plat spécialement conçu pour l'enfant)

Q178- légumes (1) oui (2) non (3) nsp	Q178
Q179- brèdes (1) oui (2) non (3) nsp	Q179
Q180- légumineuses (1) oui (2) non (3) nsp	Q180
Q181- poisson (1) oui (2) non (3) nsp	Q181
Q182- viande (1) oui (2) non (3) nsp	Q182
Q183- Crustacés (patsa, crevette) (1) oui (2) non (3) nsp	Q183
Q184- oeuf (1) oui (2) non (3) nsp	Q184
Q185- sucre (1) oui (2) non (3) nsp	Q185

• consommation de plats familiaux

Q186- hier, l'enfant a-t-il reçu un plat familial (1) oui (2) non (3) nsp Si Q186=2 ou 3, allez en Q220	Q186
Q187- Matin (1) oui (2) non (3) nsp	Q187
Q188- Midi (1) oui (2) non(3) nsp	Q188
Q189- Soir (1) oui (2) non (3) nsp	Q189
Q190- combien de fois <input type="text"/>	Q190

	Hier, en a-t-il consommé	En a-t-il déjà consommé auparavant	À quel âge a-t-il commencé	En consommé-t-il encore	Si non, À quel âge a-t-il arrêté d'en consommer
Vary maina	Q191 1= oui 2= non 3= nsp	Q192 1= oui 2= non 3= nsp	Q193-Q194 1= connu / / / , / / 2= nsp	Q195- 1= oui 2= non 3= nsp	Q196-Q197 1= connu / / / , / / 2= nsp
apango	Q198 1= oui 2= non 3= nsp	Q199 1= oui 2= non 3= nsp	Q200-Q201 1= connu / / / , / / 2= nsp	Q202- 1= oui 2= non 3= nsp	Q203-Q204 1= connu / / / , / / 2= nsp
Autre solide	Q205 1= oui 2= non 3= nsp	Q206 1= oui 2= non 3= nsp	Q207-Q208 1= connu / / / , / / 2= nsp	Q209- 1= oui 2= non 3= nsp	Q210-Q212 1= connu / / / , / / 2= nsp

Hier, l'enfant a-t-il consommé l'un des produits suivants avec l'un des aliments précédemment cités ?
(avec le plat familial)

Q213- légumes (1) oui (2) non (3) nsp	Q213
Q214- brèdes (1) oui (2) non (3) nsp	Q214

Q215- légumineuses (1) oui (2) non (3) nsp Q215|_|

Q216- poisson (1) oui (2) non (3) nsp Q216|_|

Q217- viandes (1) oui (2) non (3) nsp Q217|_|

Q218- Crustacés (patsa, crevette) (1) oui (2) non (3) nsp Q218|_|

Q219- oeuf (1) oui (2) non (3) nsp Q219|_|

** consommation de boissons ou de goûters*

Q220- hier, a-t-il pris du goûter ou une boisson (1) oui (2) non (3) nsp Si Q220=2 allez en Q285 Q220|_|

Q221- combien de fois |_| Q221|_|

	<i>Hier, en a-t-il consommé</i>	<i>En a-t-il déjà consommé auparavant</i>	<i>À quell âge a-t-il commencé</i>	<i>En consommé-t-il encore</i>	<i>Si non, À quel âge a-t-il arrêté d'en consommer</i>
Eau simple, eau sucré, thé/ tisane	Q222 1= oui 2= non 3= nsp	Q223 1= oui 2= non 3= nsp	Q224-Q225 1= connu _ _ , _ _ 2= nsp	Q226- 1= oui 2= non 3= nsp	Q227-Q228 1= connu _ _ , _ _ 2= nsp
Ranon'apango	Q229 1= oui 2= non 3= nsp	Q230 1= oui 2= non 3= nsp	Q231-Q232 1= connu _ _ , _ _ 2= nsp	Q233- 1= oui 2= non 3= nsp	Q234-Q235 1= connu _ _ , _ _ 2= nsp
café	Q236 1= oui 2= non 3= nsp	Q237 1= oui 2= non 3= nsp	Q238-Q239 1= connu _ _ , _ _ 2= nsp	Q240- 1= oui 2= non 3= nsp	Q241-Q242 1= connu _ _ , _ _ 2= nsp
Lait autre que le lait maternel	Q243 1= oui 2= non 3= nsp	Q244 1= oui 2= non 3= nsp	Q245-Q246 1= connu _ _ , _ _ 2= nsp	Q247- 1= oui 2= non 3= nsp	Q248-Q249 1= connu _ _ , _ _ 2= nsp
Jus de fruits	Q250 1= oui 2= non 3= nsp	Q251 1= oui 2= non 3= nsp	Q252-Q253 1= connu _ _ , _ _ 2= nsp	Q254- 1= oui 2= non 3= nsp	Q255-Q256 1= connu _ _ , _ _ 2= nsp
Autres liquides	Q257 1= oui 2= non 3= nsp	Q258 1= oui 2= non 3= nsp	Q259-Q260 1= connu _ _ , _ _ 2= nsp	Q261- 1= oui 2= non 3= nsp	Q262-Q263 1= connu _ _ , _ _ 2= nsp
pain, biscuit	Q264 1= oui 2= non 3= nsp	Q265 1= oui 2= non 3= nsp	Q266-Q267 1= connu _ _ , _ _ 2= nsp	Q268- 1= oui 2= non 3= nsp	Q269-Q270 1= connu _ _ , _ _ 2= nsp
Mofogasy; ramanonaka	Q271 1= oui 2= non 3= nsp	Q272 1= oui 2= non 3= nsp	Q273-Q274 1= connu _ _ , _ _ 2= nsp	Q275- 1= oui 2= non 3= nsp	Q276-Q277 1= connu _ _ , _ _ 2= nsp
fruits	Q278 1= oui 2= non 3= nsp	Q279 1= oui 2= non 3= nsp	Q280-Q281 1= connu _ _ , _ _ 2= nsp	Q282- 1= oui 2= non 3= nsp	Q283-Q284 1= connu _ _ , _ _ 2= nsp

IV- ANTHROPOMETRIE DU COUPLE MÈRE-ENFANT

Q285- êtes- vous enceinte (personnes responsable ou mère de l'enfant)
(1) oui (2) non (3) nsp

Q285|_|

Q286- poids de la mère ou de la personne répondant aux questions et de l'enfant

1- |_|_|_| . |_|kg 2- |_|_|_| . |_|kg 3- |_|_|_| . |_|kg

Moyenne

Q286 |_|_|_| . |_|kg

Q287- poids de la mère ou de la personne répondant aux questions

1- |_|_|_| . |_|kg 2- |_|_|_| . |_|kg 3- |_|_|_| . |_|kg

Moyenne

Q287 |_|_|_| . |_|kg

Q288 taille de la mère (uniquement) |_|_|_|_| . |_|cm

Q288 |_|_|_|_| . |_|cm

Q289- présence d'handicaps physiques pouvant modifier l'anthropométrie de la mère
(1) oui (2) non (3) nsp

Q289|_|

Q290- taille de l'enfant |_|_|_|_| . |_|cm

Q290 |_|_|_|_| . |_|cm

Q291- œdèmes

(1) oui (2) non

Q291|_|

Q292- présence d'handicap physique pouvant modifier l'anthropométrie de l'enfant
(1) oui (2) non (3) nsp

Q292|_|

v- connaissances et attitudes des parents en matiere de nutrition infantile

Q293- Avant ou après la naissance de votre enfant, avez-vous déjà vu ou entendu des conseils/messages sur la santé et/ou l'alimentation des enfants ?

(1) oui (2) non (3) nsp

Q293|__|

Q294- si oui, auprès de qui

(1) à l'hôpital/ centre de santé (2) par un organisme travaillant dans le domaine de la nutrition (CRS, seecaline, croix rouge, care) (3) auprès des volontaires NAC,
(4) famille, amis, voisins (5) matrone (6) media (radio/TV/journaux)

QA294|__|

QB294|__|

QC294|__|

QD294|__|

Sur quels thèmes

Q295- allaitement maternel

(1) oui (2) non (3) nsp

Q295|__|

Q296- alimentation des enfants de 6 mois et plus

(1) oui (2) non (3) nsp

Q296|__|

Q297- alimentation des enfants malades

(1) oui (2) non (3) nsp

Q297|__|

Q298- alimentation des femmes enceintes et allaitantes

(1) oui (2) non (3) nsp

Q298|__|

Q299- vaccination

(1) oui (2) non (3) nsp

Q299|__|

Q300- consultation pré- et post-natale

(1) oui (2) non (3) nsp

Q300|__|

Q301- Planning familial

(1) oui (2) non (3) nsp

Q301|__|

Q302- hygiène

(1) oui (2) non (3) nsp

Q302|__|

Q303- autres

(1) oui (2) non (3) nsp

Q303|__|

Q304- combien de temps après sa naissance l'enfant doit-il être allaité (doit on commencer à allaiter l'enfant ?)

Q304|__|

Q305- Jusqu'à quel âge doit-on donner uniquement du lait maternel (AME) à l'enfant

Q305|__|

306- est-il nécessaire de préparer un plat spécial pour un jeune enfant

(1) oui (2) non (3) nsp

Q306|__|

Quelles en sont les raisons

Q307-

Q307|__|

Q308-

Q308|__|

Q309-

Q309|__|

Q310- la consistance du plat pour un enfant de 6 mois devrait être

(1) sèche (comme celle du plat familial) (2) molle (3) nsp

Q310|__|

Q311- jusqu'à quel age devrait-on continuer à allaiter l'enfant

Q311|__|

Q312- est-il nécessaire de surveiller le poids et la taille de l'enfant

(1) oui (2) non (3) nsp

Q312|__|

Quels en sont les raisons

Q313-..... Q313|__|

Q314-..... Q314|__|

Q315-..... Q315|__|

A quels signes reconnaissez-vous qu'un enfant est malnutri

Q316-..... Q316|__|

Q317-..... Q317|__|

Q318-..... Q318|__|

Q319-êtes-vous convaincu qu'il y a des enfants malnutris dans votre région

(1) oui (2) non (3) nsp

Q319|__|

D'après vous, quels sont les facteurs de la malnutrition

Q320-..... Q320|__|

Q321-..... Q321|__|

Q322-..... Q322|__|

Q323- avez-vous déjà entendu parler de la farine complète « koba mazika »

(1) oui (2) non (3) nsp

si Q323= 2 ou 3, passé à Q343

Q323|__|

Q324- auprès de qui

(1) volontaires NAC (2) au marché / épicerie (3) amis/ famille (4) affiche (5) pendant la journée koba mazika

Q324|__|
Q324A|__|

Q325-Avez vous déjà donné de la farine complète « koba mazika » à votre (vos) enfant (s)

(1) oui (2) non (3) nsp

si non passé à la question Q328 puis Q343

Q325|__|

Si oui

Q326- L'enfant a t'il aimé : (1) oui (2) non (3) nsp

Q326|__|

Q327- L'enfant continue-t-il d'en prendre actuellement : (1) oui (2) non (3) nsp

Q327|__|

Si non

Q328- Comptez vous lui en donner : (1) oui (2) non (3) nsp

Q328|__|

Quand vous préparez la farine complète « Koba mazika » selon les recommandations

Q329- Diriez vous que la bouillie est

- (1) trop fluide (molle)
- (2) suffisamment fluide
- (3) pas assez fluide (sèche)

Q329|__|

Q330- Diriez vous que la bouillie a

- (1) une couleur qui ne vous plait pas
- (2) une couleur qui vous plait bien

Q330|__|

Q331- Quand vous préparez la farine complète « koba mazika » y ajouter vous de l'huile

(1) à chaque fois (2) de temps en temps (3) jamais

Q331|__|

Q332- Si jamais, pourquoi ?

- (1) parce que l'huile est trop chère
- (2) avec l'huile le goût de cette bouillie ne vous plait pas
- (3) parce que souvent vous n'avez pas d'huile à la maison
- (4) par négligence/ oublié

Q332|__|

Q333	-Pensez vous que la farine complète « koba mazika » est (1) pas du tout riche en vitamines et minéraux (2) moyennement riche en vitamines et minéraux (3) très riche en vitamines et minéraux	Q333	___
Donneriez vous de la farine complète « koba mazika » à			
Q334-	Un enfant malade : (1) oui (2) non (3) nsp	Q334	___
Q335-	un enfant affaibli ; (1) oui (2) non (3) nsp	Q335	___
Q336-	un enfant en récupération : (1) oui (2) non (3) nsp	Q336	___
Q337-	un enfant en bonne santé : (1) oui (2) non (3) nsp	Q337	___
Q338	-Pensez vous que la farine complète « koba mazika » est : (1) Plus nutritif que les aliments traditionnels (2) aussi nutritif que les aliments traditionnels (3) Moins nutritif que les aliments traditionnels	Q338	___
Q339	-Pensez vous que donner la farine complète « koba mazika » permet à l'enfant de : (1) mieux grandir (2) ne lui permet pas de mieux grandir	Q339	___
Q340	-Pensez vous que la farine complète « kabo mazika » est (1) très cher (2) vendu à un prix acceptable (3) bon marché	Q340	___
Q340A-	Quand vous acheter les sachets de farine complète « koba mazika » vous préférez acheter (1) les petits modèles/ sachets de 65g (2) les grands modèles/ sachets des 150g (3) les deux/ vous n'avez pas de préférences	Q340A	___
Q341	-Trouvez vous que la farine complète « koba mazika » est (1) difficile à préparer (2) assez facile à préparer (3) très facile à préparer	Q341	___
Q342	-Conseilleriez vous l'utilisation de la farine « koba mazika » à une autre mère ? (1) oui (2) non (3) nsp	Q342	___
Q343	-Avez vous déjà entendu parler du « complément Koba mazika », à rajouter soit dans la farine de riz, soit dans le vary soso pour préparer la bouillie pour l'enfant ? (1) oui (2) non (3) nsp si 343=1 ou 2 fin de l'entretien	Q343	___
Q344	-auprès de qui (1) volontaires NAC (2) au marché / épicerie (3) amis/ famille (4) affiche (5) pendant la journée koba mazika	Q344	___
Q344A		Q344A	___
Q345	-Jusqu'à quand a t-elle été vendue ? (1) d'avril à juin 2003 (2) d'avril à juillet 2003 (3) d'avril à septembre 2003 (4) de septembre à janvier 2004	Q345	___
Q346	-- Quand le « complément koba mazika » était encore disponible auprès des volontaires, l'aviez vous déjà utilisé en le mélangeant à la farine de riz pour préparer la bouillie de votre enfant ? (1) oui (2) non (3) nsp si Q346=2 ou 3 passé à Q354	Q346	___
Si oui, le mélange riz + « complément Koba mazika » avait il ?			
Q347-	Un bon goût : (1) oui (2) non (3) nsp	Q347	___
Q348-	une couleur qui vous plaisait : (1) oui (2) non (3) nsp	Q348	___
Q349-	une odeur qui vous plaisait : (1) oui (2) non (3) nsp	Q349	___
Q350-	Est ce que se procurer de la farine de riz est pour vous (1) impossible (2) très difficile	Q350	___

	(3) assez difficile (4) facile (5) j'en ai tout le temps de disponible à la maison	
Q351- diriez vous que la préparation de la farine de riz + « complément koba mazika » était	(1) trop long/ difficile (2) assez rapide/ assez facile (3) très rapide/facile	Q351 __
Q352- Par rapport à la préparation de la farine complète « koba mazika », diriez vous que la préparation du mélange farine de riz+ « complément koba mazika » vous revenait	(1) moins chère (2) aussi chère (3) plus chère (4) nsp	Q352 __
Q353 Seriez vous prêt à réutiliser ce « complément koba mazika » avec la farine de riz si on le revendait ?	(1) oui (2) non (3) nsp	Q353 __
Q354- Quand le « complément koba mazika » était encore disponible auprès des volontaires, l'aviez vous déjà utilisé en le mélangeant au vary sosoa pour préparer la bouillie de votre enfant ?	(1) oui (2) non (3) nsp si Q354=2 ou 3 fin de l'entretien	Q354 __
Q355- Quand on vendait encore le « complément koba mazika », avec quelle fréquence doniez vous du vary sosoa (avec ou sans koba mazika) à votre enfant ?	(1) au moins une fois par jour (2) 3 à 6 fois par jour (3) 1 à 2 fois par semaine (4) moins d'une fois par semaine (5) jamais	Q355 __
Si oui, le mélange vary sosoa + « complément Koba mazika » avait il ?		
Q356- Un bon goût :	(1) oui (2) non (3) nsp	Q356 __
Q357- une couleur qui vous plaisait :	(1) oui (2) non (3) nsp	Q357 __
Q358- une odeur qui vous plaisait :	(1) oui (2) non (3) nsp	Q358 __
Q359- diriez-vous que la préparation du vary sosoa + « complément koba mazika » était	(1) trop long/ difficile (2) assez rapide/ assez facile (3) très rapide/facile	Q359 __
Q360- Par rapport à la préparation de la farine complète « koba mazika », diriez vous que la préparation du mélange vary sosoa + « complément koba mazika » vous revenait	(1) moins chère (2) aussi chère (3) plus chère (4) nsp	Q360 __
Q361- pensez-vous que le vary sosoa + « complément koba mazika »	(1) n'est pas bon à utiliser pour l'alimentation du jeune enfant (2) est bon à utiliser pour l'alimentation de l'enfant	Q361 __
Q362 Seriez-vous prêt à réutiliser ce « complément koba mazika » avec le vary sosoa si on le revendait ?	(1) oui (2) non (3) nsp	Q362 __

Annexe 4 : Construction d'un indice de qualité des pratiques alimentaires des enfants de 0-23 mois

Étape 1 : Création de l'indice

Les variables et modalités utilisées pour construire l'indice de qualité des pratiques alimentaires des enfants sont les suivantes :

Variables		0-5 mois	6-11 mois	12-23 mois
Délai d'allaitement initial	< 1 heure	10	5	5
	≥ 1 heure	0	0	0
Consommation de boisson avant la première tétée	Non	10	5	5
	Oui	0	0	0
Allaitement de la veille	Oui	60	40	35
	Non	0	0	0
Fréquence de tétée	Plus de 10 fois	20	15	10
	Moins de 10 fois	0	0	0
	0 fois	0	0	0
Prise de boisson la veille	Oui	- 20	5	5
	Non	0	0	0
Prise d'aliments	Oui	- 30	≥ 2 fois: 25	15
			1 fois: 15	
Consommation de fruits	Oui	-	5	5
	Non	-	0	0
Absence d'aliments de complément autres que goûter		-	- 30	- 40
Nombre de repas pris la veille	Plus de 3 fois	-	-	20
	3 fois	-	-	15
	2 fois	-	-	10
	1 fois	-	-	5
	0 fois	-	-	0
Total maximum		100	100	100

Étape 2 : Regroupement des enfants en fonction de la valeur de l'indice

Les enfants sont regroupés en fonction de la valeur de leur indice de qualité des pratiques alimentaires de la manière suivante :

	Pratiques alimentaires	0-5 mois	6-11 mois	12-23 mois
Groupe 1	Médiocres	≤ 50 points	≤ 65 points	≤ 60 points
Groupe 2	Moyennes	> 50 et ≤ 80 points	> 65 et ≤ 80 points	> 60 et ≤ 80 points
Groupe 3	Bonnes	> 80 points	> 75 points	> 80 points

Annexe 5 : Construction d'un score de connaissances nutritionnelles des mères

Étape 1 : Création du score

Les variables et modalités utilisées pour construire le score de connaissances nutritionnelles sont les suivantes :

Variables		Points
Délai d'allaitement initial	< 1 heure	5
	≥1 heure et <6 heures	2
	≥12 heures ou réponses ambiguës	0
Délai d'allaitement exclusif	6 mois	10
	4-5 mois	5
	Moins de 4 mois ou plus de 7 mois	0
Nécessité de préparer un plat spécial	Oui	5
	Non	0
Consistance d'un plat adapté à un enfant	Identique à celle du plat d'un adulte	0
	Fluide/ molle	3
Durée d'allaitement	≥ 2 ans	10
	Entre 1 et 2 ans ou réponses ambiguës	3
Nécessité de surveiller la croissance en poids de l'enfant	Oui	5
	Non	0
Présence de malnutrition dans la région	Oui	2
	Non	0
Total maximum		40

Étape 2 : Regroupement des enfants en fonction de la valeur du score obtenue par leurs mères

Les enfants sont regroupés en fonction du score de connaissances nutritionnelles obtenu par leurs mères de la manière suivante :

Bas : pour un score < 28

Moyen : score ≥28 et <36

Elevé : score ≥ 36

Annexe 6 :
Germination des graines d'ambérique, variété rouge et jaune dans
les conditions contrôlées

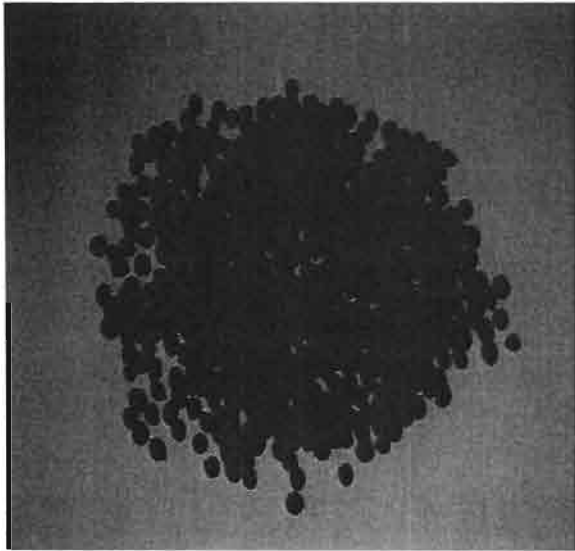


Photo 1 : Graines d'ambérique, variété rouge

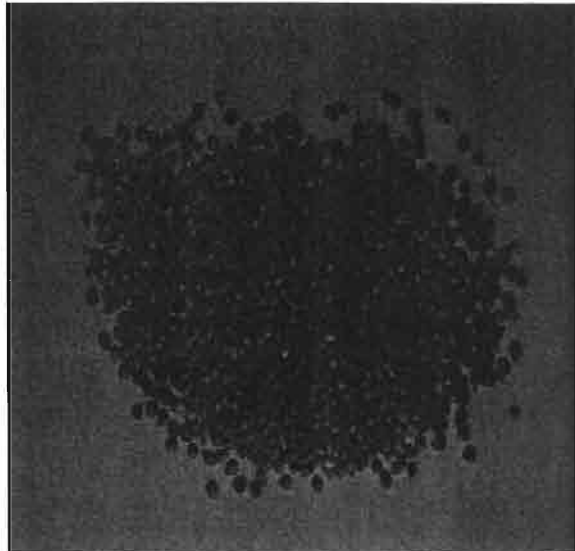


Photo 2 : Graines d'ambérique, variété jaune



Photo 3 : Graines d'ambérique rouge en début
de germination

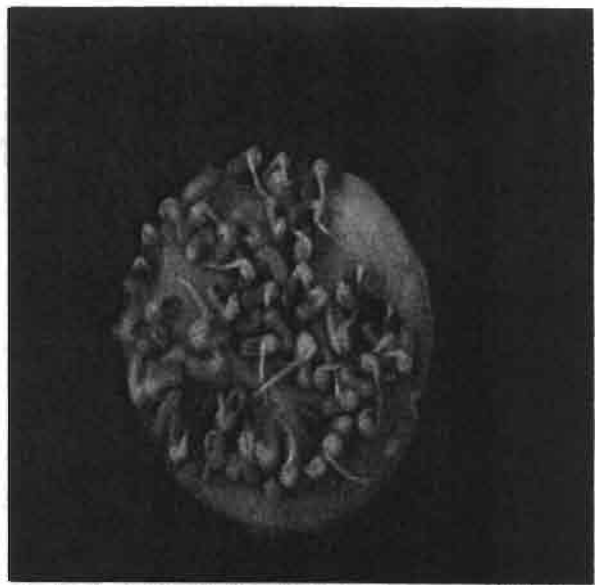


Photo 4 : Graines d'ambérique jaune en début
de germination

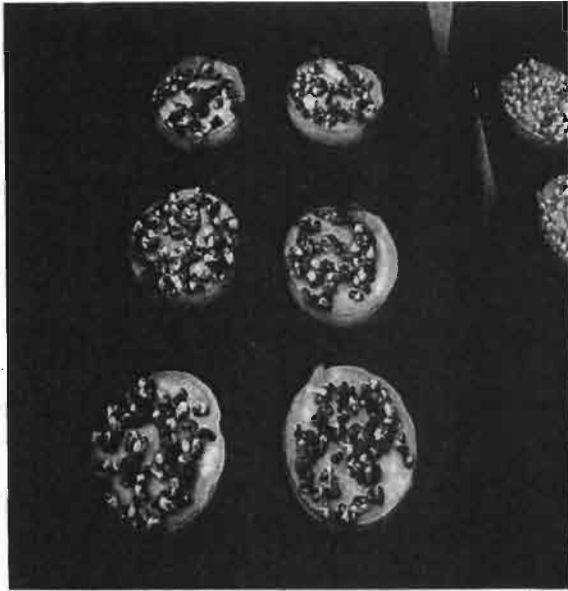


Photo 5 : Dispositif expérimental pour les graines d'ambérique rouge

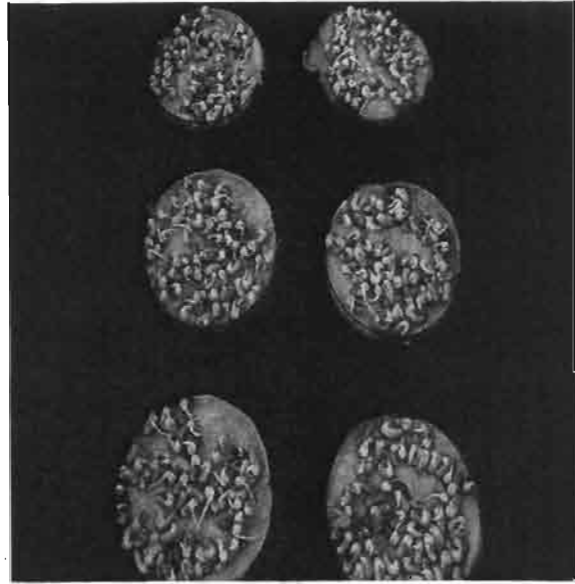


Photo 6 : Dispositif expérimental pour les graines d'ambérique jaune



Photo 7 : Graines d'ambérique rouge en fin de germination



Photo 8 : Graines d'ambérique jaune en fin de germination








Annexe 7 :

Echelle de points utilisés au cours des analyses sensorielles réalisées auprès des consommateurs

Vous recevez l'échantillon n°

Date
 Nom
 Prénom

Goûtez-le et cochez la case correspondante à votre impression.

						
<input style="width: 30px; height: 20px;" type="checkbox"/>	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="checkbox"/>	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="checkbox"/>	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="checkbox"/>	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="checkbox"/>	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="checkbox"/>	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="checkbox"/>
Je n'aime pas du tout						J'aime énormément

Questionnaire : FICHE DE RENSEIGNEMENT POUR LES COUPLES MERE-ENFANT PARTICIPANT A L'EVALUATION DES CARACTERES SENSORIELS DE LA BOUILLIE A BASE DE *KOBA MAZIKA*

Site :

Date :

Nom de la mère :

Age de la mère :

Nom de l'enfant :

Date de naissance : âge : / / mois

Sexe : garçon / / fille / /

Sexe :

Habitude de consommation de bouillie :

<input style="width: 20px; height: 15px;" type="checkbox"/>	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="checkbox"/>	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="checkbox"/>	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="checkbox"/>	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="checkbox"/>
Koba mazika	Farine de riz / farine de banane (fait maison)	Farine de maïs (distribuée par d'autres propriétés)	Autres	Aucune

<i>Si oui, fréquence et heure de la dernière prise</i>	<i>nombre : heure :</i>	<i>nombre : heure :</i>	<i>nombre : heure :</i>	<i>nombre : heure :</i>	<i>nombre : heure :</i>	<i>nombre : heure :</i>
<i>L'enfant a-t-il bu de l'eau ou de boisson depuis son réveil</i>	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non
<i>Si oui, fréquence et heure de la dernière prise</i>	<i>nombre : heure :</i>	<i>nombre : heure :</i>	<i>nombre : heure :</i>	<i>nombre : heure :</i>	<i>nombre : heure :</i>	<i>nombre : heure :</i>
<i>L'enfant a-t-il mangé d'autres aliments depuis son réveil</i>	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non
<i>Si oui, fréquence et heure de la dernière prise</i>	<i>nombre : heure :</i>	<i>nombre : heure :</i>	<i>nombre : heure :</i>	<i>nombre : heure :</i>	<i>nombre : heure :</i>	<i>nombre : heure :</i>
<i>L'enfant a-t-il pris le sein depuis la bouillie de midi</i>	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non
<i>Si oui, fréquence et heure de la dernière prise</i>	<i>nombre : heure :</i>	<i>nombre : heure :</i>	<i>nombre : heure :</i>	<i>nombre : heure :</i>	<i>nombre : heure :</i>	<i>nombre : heure :</i>
<i>L'enfant a-t-il bu de l'eau ou de boisson depuis la bouillie de midi</i>	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non
<i>Si oui, fréquence et heure de la dernière prise</i>	<i>nombre : heure :</i>	<i>nombre : heure :</i>	<i>nombre : heure :</i>	<i>nombre : heure :</i>	<i>nombre : heure :</i>	<i>nombre : heure :</i>
<i>L'enfant a-t-il mangé d'autres aliments depuis la bouillie de midi</i>	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non
<i>Si oui, fréquence et heure de la dernière prise</i>	<i>nombre : heure :</i>	<i>nombre : heure :</i>	<i>nombre : heure :</i>	<i>nombre : heure :</i>	<i>nombre : heure :</i>	<i>nombre : heure :</i>

b- Pesée avant la distribution

	<i>Jour 1</i>	<i>Jour 2</i>	<i>Jour 3</i>	<i>Jour 4</i>	<i>Jour 5</i>	<i>Jour 6</i>
<i>Bouillie consommée</i>	<input type="checkbox"/> KM <input type="checkbox"/> KA	<input type="checkbox"/> KM <input type="checkbox"/> KA	<input type="checkbox"/> KM <input type="checkbox"/> KA	<input type="checkbox"/> KM <input type="checkbox"/> KA	<input type="checkbox"/> KM <input type="checkbox"/> KA	<input type="checkbox"/> KM <input type="checkbox"/> KA
<i>Poids bol vide+ cuillère</i>						
<i>Poids de la serviette propre</i>						
<i>Poids du bavoir propre</i>						
<i>Poids bol+ cuillère+ bouillie</i>						

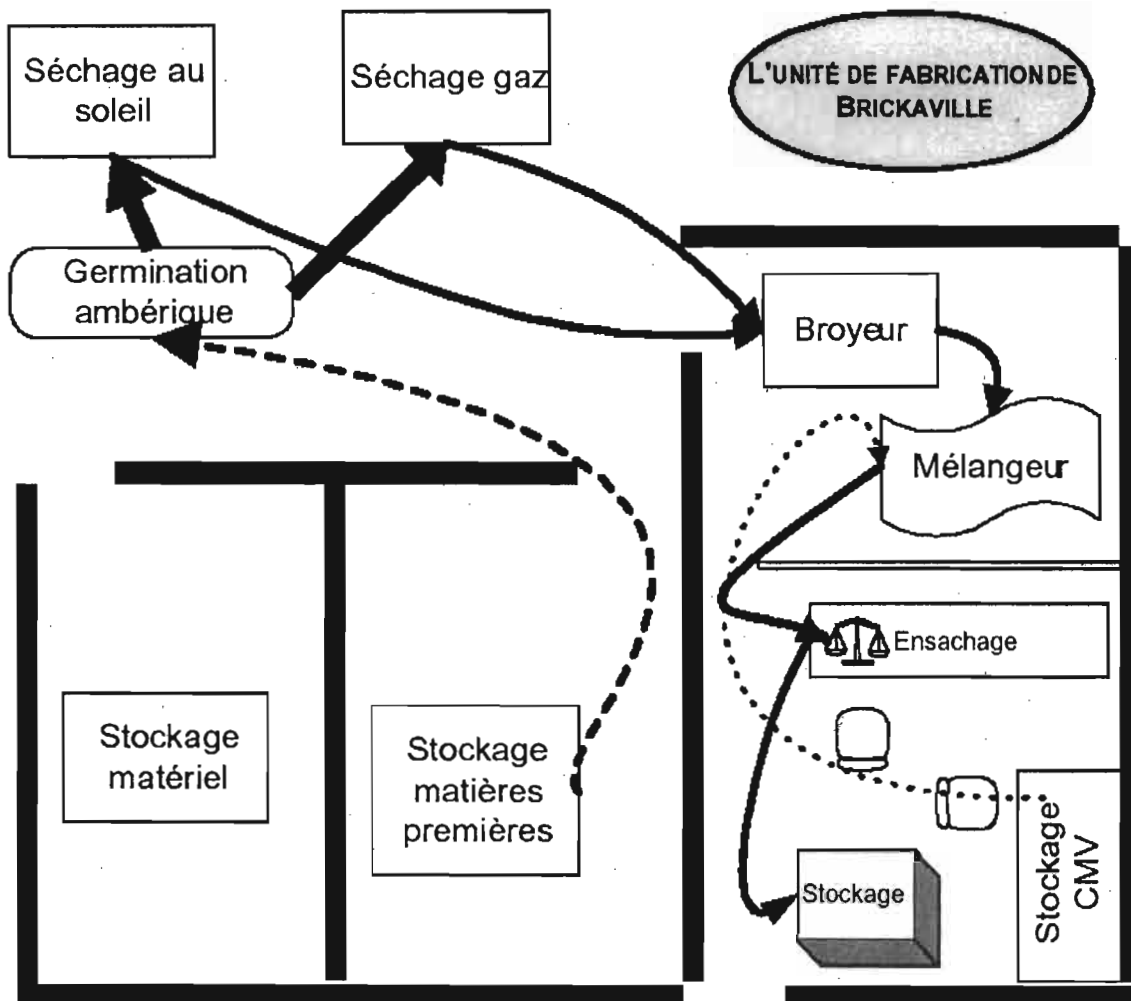
<i>L'enfant a-t-il pris le sein pendant le repas</i>	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non
<i>Si oui, fréquence</i>	<i>nombre:</i>	<i>nombre:</i>	<i>nombre:</i>	<i>nombre:</i>	<i>nombre:</i>	<i>nombre:</i>
<i>L'enfant a-t-il bu de l'eau ou de boisson pendant le repas</i>	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non
<i>Si oui, fréquence</i>	<i>nombre:</i>	<i>nombre:</i>	<i>nombre:</i>	<i>nombre:</i>	<i>nombre:</i>	<i>nombre:</i>
<i>L'enfant a-t-il mangé d'autres aliments pendant le repas</i>	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non
<i>Si oui, fréquence</i>	<i>nombre:</i>	<i>nombre:</i>	<i>nombre:</i>	<i>nombre:</i>	<i>nombre:</i>	<i>nombre:</i>

	<i>Jour 1</i>	<i>Jour 2</i>	<i>Jour 3</i>	<i>Jour 4</i>	<i>Jour 5</i>	<i>Jour 6</i>
<i>Heure de fin de la consommation (midi)</i>						
<i>Heure de fin de la consommation (soir)</i>						

c- Pesée après la distribution

	<i>Jour 1</i>	<i>Jour 2</i>	<i>Jour 3</i>	<i>Jour 4</i>	<i>Jour 5</i>	<i>Jour 6</i>
<i>Observation du midi</i>						
<i>Poids bol+ cuillère+ reste</i>						
<i>Poids de la serviette souillée</i>						
<i>Poids du bavoir souillé</i>						
<i>Observation du soir</i>						
<i>Poids bol+ cuillère+ reste</i>						
<i>Poids de la serviette souillée</i>						
<i>Poids du bavoir souillé</i>						

Annexe 9 :
Plan de l'unité de production de farine koba mazika



Annexe 10 :

Etape de la production de la farine d'ambérique germée



Photo1 : Triage manuel des graines d'ambérique



Photo 2 : Tamisage



Photo 3 : Lavage des graines d'ambérique

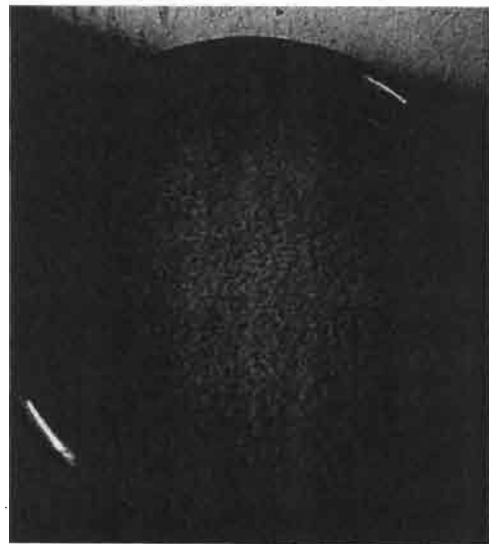


Photo 4 : Trempage des graines d'ambérique
durant 24 heures



Photo 5 : Mise en panier des graines trempées à germer



Photo 6 : Exposition des paniers au soleil



Photo 7 : Immersion journalière de 1 minute des paniers



Photo 8 : Graines d'ambérique à la sortie des paniers de germination



Photo 9 : Graines germées d'ambérique



Photo 10 : Séchage solaire des graines germées



Photo 11 : Séchoir à gaz

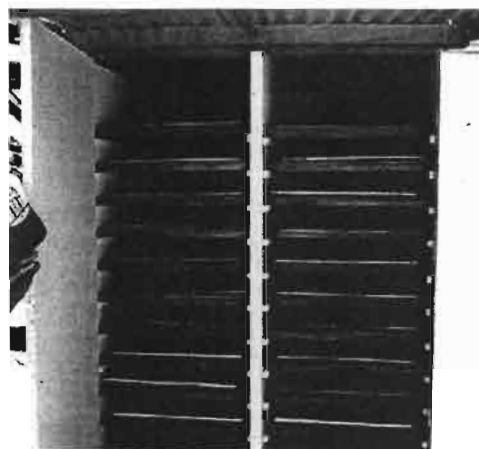


Photo 12 : Disposition des claies dans le séchoir à gaz



Photo 13 : Graines d'ambérique germées séchées



Photo 14 : Egermage manuel des graines séchées d'ambérique



Photo 15 : Vannage des graines égermées



Photo 16 : Broyage des graines d'ambérique séchées et égermées en farine

Annexe 11 :
Etape de production et de vente de la farine *koba mazika*



Photo 1 : Broyage des matières premières



Photo 2 : Pré-mélange manuel de la farine d'ambérique avec les compléments minéraux et vitaminiques (mix 2)



Photo 3 : Mélange du mix 2 avec les autres ingrédients dans un tonneau mélangeur



Photo 4 : Mise en sachet de la *koba mazika*



Photo 5 : *Koba mazika* mise en sachet



Photo 5 : Mise en vente *koba mazika* dans les sites NAC

Name : RAZAFINDRAZAKA
: Vonimanitra Lalao
Title : Development and evaluation of a strategy aimed at improving complementary feeding of infants and young children around Brickaville (*Eastern coast of Madagascar*)

ABSTRACT

An evaluation of food practices and nutritional status of 0-to-23-month-old children living in the surroundings of Brickaville have underlined the discrepancy between food practices and recommendations of international organization, and the inadequate quality of complementary foods and the poor nutritional status of infants and young children characterised by the high prevalence of stunting and underweight. The influence of some socio-economic household characteristics has been emphasized.

In order to increase energy and nutrient intakes from complementary foods, an infant flour called *koba mazika* has been formulated and produced in a small-scale production unit. This includes sprouted green bean as source of α -amylase. In fact, germination of green bean seeds resulted in amylase production which was optimal after about 96 hours. In addition germination allowed an increase of digestible sugar (sucrose, glucose, fructose) and a decrease of antinutritional factor contents (phytic acid, α -galactoside, trypsin inhibitors). The production of this flour allowed the preparation of high energy dense gruels with an appropriate consistency. Sensorial analysis revealed that *koba mazika* infant flour was ranked at the second row among the five available types of flours available in the study area..

The consumption of gruels prepared from improved nutritional quality flours such as *koba mazika* allowed increasing the energy and nutrient intakes of children. Consumption of two improved gruels per day, in addition to the usually consumed complementary foods which met only 23% of their energy requirements, allowed meeting 47% of their daily energy requirements. The daily protein and lipid intakes also increased to reach 6.9 and 5.1 g respectively.

The follow-up of quality of the flours produced in the small-scale production unit showed that it is possible to produce a flour having a sufficient amylolytic activity to prepare gruels with appropriate energy density and consistency. However this enzymatic activity decreased with storage duration. On the other hand, the microbiological quality of the flours was not sufficient to store it longer than one month.

The selling price of the *koba mazika* flour has been calculated in order to make it affordable to most of the children. A financial statement of the production unit showed that sales covered only 44% of the production charges. In other words, the low adherence rate of beneficiaries targeted by the program (33% in average) and the low level of monthly consumption of the flour (less than 100g for 2/3 of the real consumers) revealed the importance of the required effort to reach and inform all the targeted beneficiaries and make the production unit financially independent.

The impact assessment of this program on targeted infants and young children showed a trend to an improvement of their food practices and nutritional status but the changes were too weak compared with those observed in a control area with no implemented strategy to conclude to a significant impact when confusing factors were taken into consideration.

KEY WORDS

Malnutrition, food practices, determinant, complementary foods, infant flour, α -amylase, energy density, consistency, microbiological quality, impact.

Advisors : Pr RALISON Charlotte, Dr TRECHE Serge

Nom : RAZAFINDRAZAKA
Prénoms : Vonimanitra Lalao
Titre : Elaboration et évaluation d'une stratégie d'amélioration de l'alimentation de complément des jeunes enfants dans la sous-préfecture de Brickaville (Cote Est de Madagascar)

RESUME

Un diagnostic de la situation alimentaire et de l'état nutritionnel des enfants de 0-23 mois dans les villages de Brickaville a permis de mettre en évidence, d'une part, les différences existant entre les pratiques alimentaires de ces derniers et les recommandations des organisations internationales et la mauvaise qualité de leurs aliments de complément et, d'autre part, la précarité de leur état nutritionnel caractérisée par une forte prévalence du retard de croissance et d'insuffisance pondérale. L'influence de certaines caractéristiques socio-économiques du ménage sur ces situations a été soulignée.

Afin d'augmenter les ingérés énergétiques et en nutriments à partir des aliments de complément, une farine infantile dénommée *koba mazika* a pu être formulée et produite au sein d'une unité artisanale. Elle utilise l'ambérique germée comme source d' α -amylases. En effet, la germination des graines d'ambérique permet la production d' α -amylase dont l'activité est optimale au bout de 96 heures. Elle favorise par ailleurs la formation des sucres digestibles (saccharose, glucose, fructose) et permet la réduction des facteurs antinutritionnels (phytates, α -galactosides, inhibiteurs de trypsine). La préparation de la farine *koba mazika* permet l'obtention d'une bouillie de haute densité énergétique et de consistance appropriée pour un jeune enfant. Les résultats des analyses sensorielles ont révélé que cette farine infantile se classait au deuxième rang de la préférence des consommateurs sur les 5 farines disponibles dans la zone d'étude.

La consommation des bouillies préparées à partir de farines de qualité nutritionnelle améliorée telles que la *koba mazika* a permis d'augmenter les ingérés énergétiques et en nutriments des enfants. La consommation de deux rations journalières de bouillies, en plus des aliments de complément habituellement donnés aux enfants qui ne couvrent que 23% de leurs besoins énergétiques, a permis d'augmenter le niveau de couverture des besoins énergétiques à 47%. Les apports journaliers en protéines et en lipides ont également augmenté pour atteindre, respectivement, 6,9 et 5,1 g.

Le suivi de la qualité des farines préparées au sein de l'unité a montré qu'il est possible de produire une farine de graines d'ambérique germées ayant une activité amylolytique suffisante pour préparer des bouillies de consistance appropriée. Toutefois, cette activité enzymatique décroît en fonction de la durée de conservation. Par ailleurs, il s'est avéré difficile d'obtenir une farine de qualité microbiologique suffisante pour qu'elle soit conservée au-delà d'un mois.

Le prix de vente de la farine *koba mazika* a été calculé de façon à la rendre accessible au plus grand nombre d'enfants. Un bilan financier de l'unité a montré que les ventes ne permettaient de couvrir que 44% des charges de la production. En outre, la faible adhésion au programme des bénéficiaires ciblés (33% en moyenne) et le faible niveau de consommation mensuelle des farines (moins de 100 g pour les deux tiers des consommateurs) permet de mesurer les efforts que doit encore fournir le programme pour sensibiliser et toucher la totalité des cibles et rendre l'unité autonome financièrement.

L'évaluation des effets de ce programme chez des enfants bénéficiaires met en évidence une tendance à l'amélioration des pratiques alimentaires et de leur état nutritionnel. Cependant, ces améliorations sont encore trop limitées par rapport aux changements qui interviennent dans des zones ne bénéficiant pas du programme pour pouvoir vérifier qu'elles sont statistiquement significatives quand on tient compte de l'ensemble des facteurs de confusion.

MOTS CLES

Malnutrition, pratiques alimentaires, déterminants, aliment de complément, farine infantile, α -amylase, densité énergétique, consistance, qualité microbiologique, impact.

Encadreurs : Pr RALISON Charlotte, Dr TRECHE Serge