UNIVERSITE D'ANTANANARIVO
FACULTE DES SCIENCES
SIANSA ANTOKY NY FANDROSOANA

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

IRD
Institut de recherche pour le développement

GRET
Groupe de Recherches et d'Echanges Technologiques

Nutrimad

Elaboration et évaluation d'une stratégie d'amélioration de l'alimentation de complément des jeunes enfants à Brickaville

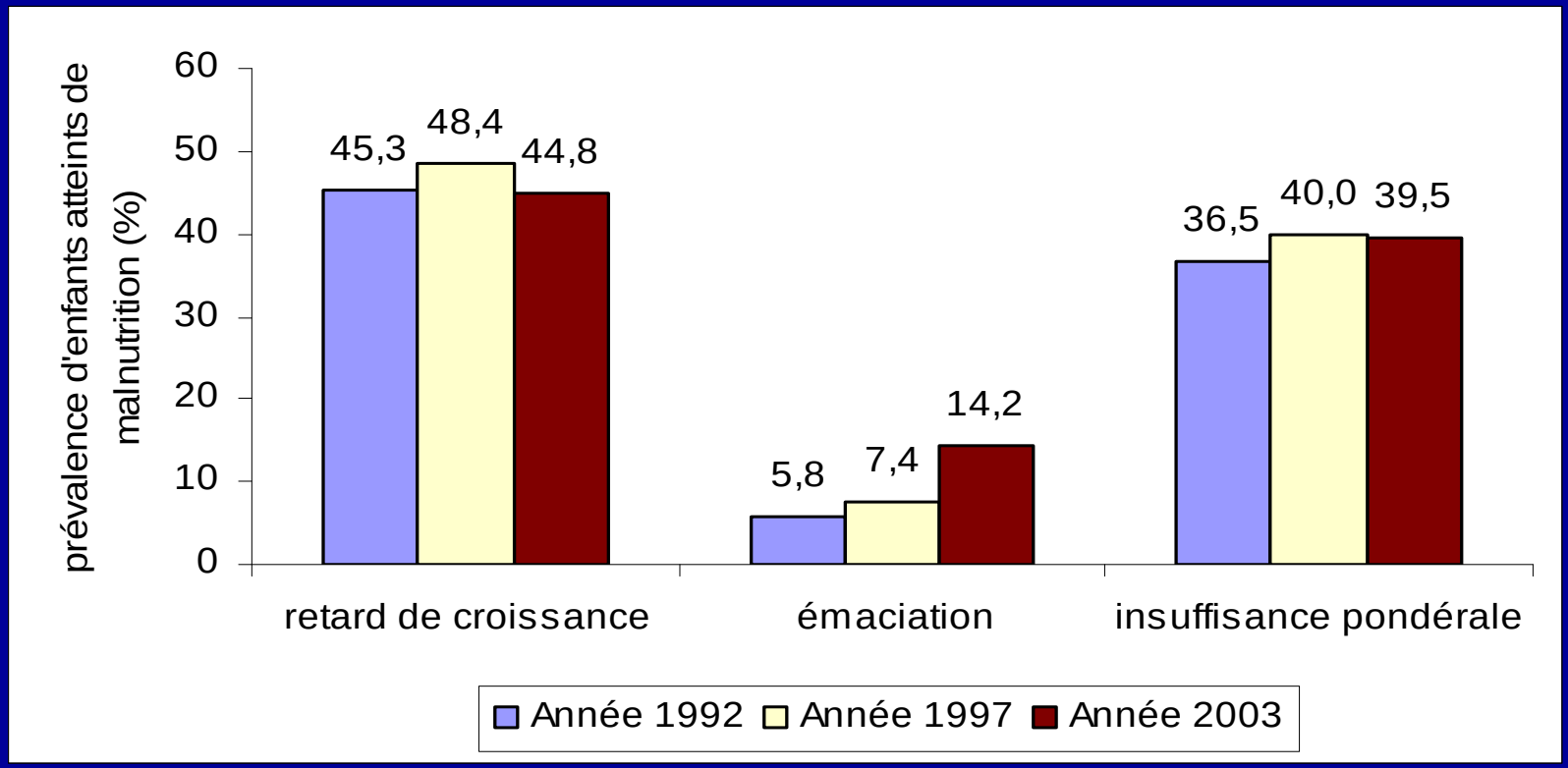
(Côte Est de Madagascar)

Présentée par RAZAFINDRAZAKA Vonimanitra Lalao

Situation nutritionnelle des jeunes enfants à Madagascar

Malnutrition protéino-énergétique (MPE)

- Situation nutritionnelle des enfants de moins de 3 ans caractérisée par une forte prévalence du retard de croissance et de l'insuffisance pondérale
- Aucune amélioration de la situation depuis 1992



Situation nutritionnelle des jeunes enfants à Madagascar (2)

Maladies dues aux carences en micronutriments

- Prévalence de l'anémie (enfants de 6-59 mois) : 68%
- Prévalence de l'héméralopie (enfants de 6-59 mois) : 2%
- Prévalence du goitre : 5%

Conséquences de ces formes de malnutrition

- Atteinte des performances cognitives et du développement physique
- Contribue pour 54% à la mortalité infanto-juvénile

→ Malnutrition : cause de retard de développement intellectuel et physique ainsi que de mortalité des enfants

Politique Nationale de Nutrition et Plan d'Action

Objectifs

- Réduction de moitié des prévalences des différentes formes de MPE chez les enfants de moins de 5 ans

- Diminution ou éradication des carences en micronutriments (élimination de l'avitaminose A, réduction de moitié de l'anémie ferriprive, élimination des TDCI)

Programme Nutrimad

Programme de ***recherche - action*** menée en partenariat entre le LABASAN, le GRET et l'IRD

Objectif

Améliorer l'alimentation de l'enfant en vue de réduire les prévalences de MPE et des maladies de carences en micronutriments

Cibles et zones d'intervention

Cibles : enfants de 0 à 24 mois

- En milieu urbain: mise à disposition de bouillies et de farine infantile à cuire (fabrication industrielle) dans les gargotes *« Hotelin- jazakely»*
- En milieu rural: mise en vente de farine infantile à cuire (fabrication locale)

Plan de l'exposé

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

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

3- Effets de la consommation d'aliments de complément améliorés sur les ingérés énergétiques et nutritionnels des enfants de 6-9 mois

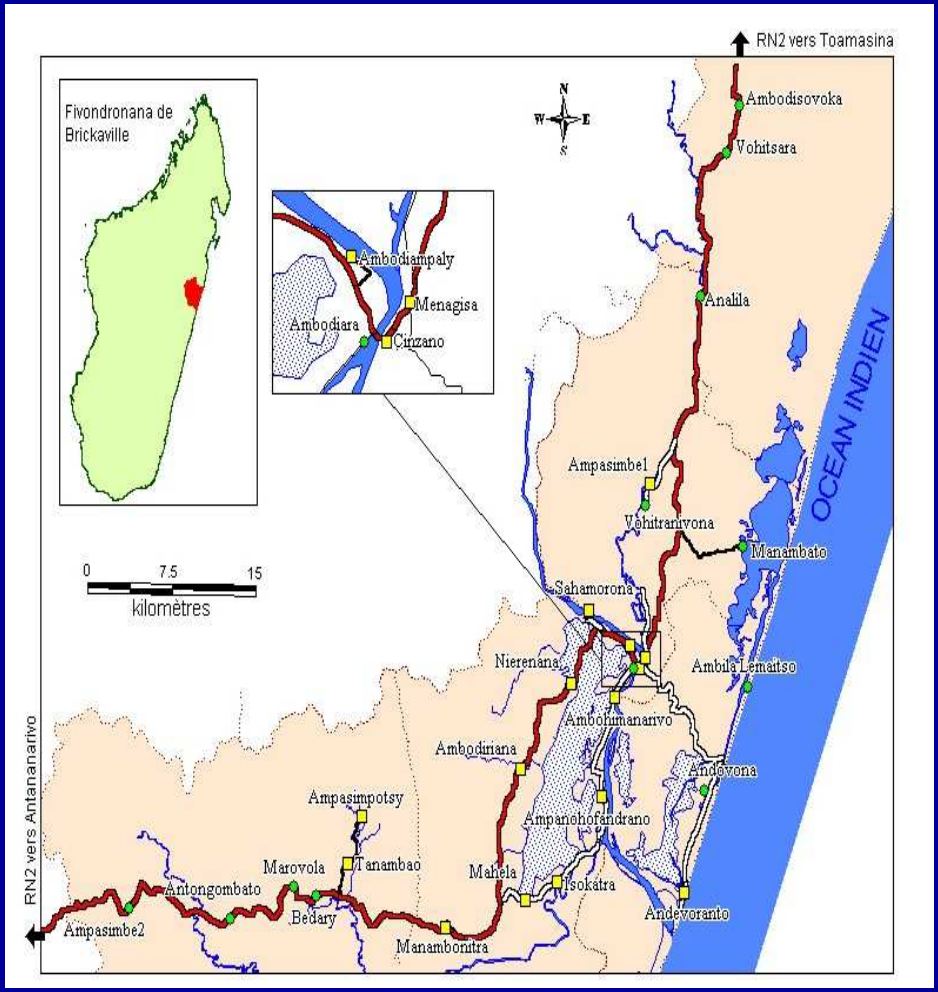
4- Evaluation de l'aptitude d'une unité artisanale à produire la farine *koba mazika* et des ménages à la préparer sous forme de bouillies

5- Suivi et évaluation de la stratégie

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

Objectifs

- Décrire les pratiques alimentaires et l'état nutritionnel des enfants âgés de moins de deux ans
- en identifier les déterminants



Méthodologie

- Enquête alimentaire exhaustive au moyen d'un questionnaire auprès des parents d'enfants de moins de 2 ans dans les 24 sites retenus
- Mesures anthropométriques sur les enfants et leurs mères

Mesure de la taille de l'enfant

Mesure du poids de la mère et de l'enfant

Résultats

Pratiques d'allaitement chez les enfants de 0-23 mois

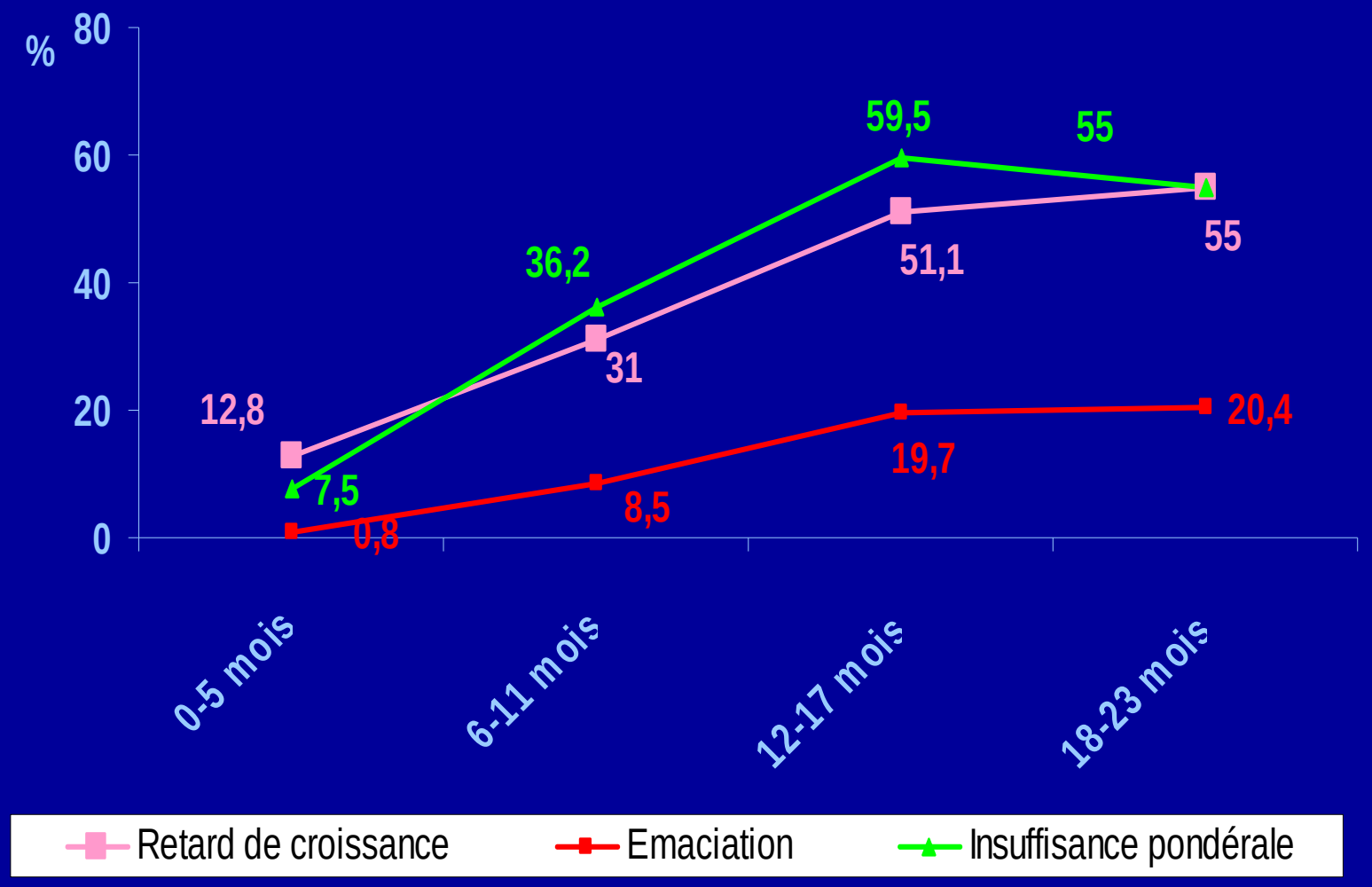
- Taux d'allaitement exclusif : 52%
- Taux d'allaitement complété en temps opportun : 94%
- Taux de poursuite d'allaitement à 1 an : 93%
- Taux de poursuite d'allaitement à 2 ans : 49%
- Fréquence des tétées supérieure à 10 fois/ jour : 78%

Ages médians d'introduction des aliments de complément

Aliments	Age médian d'introduction (mois)
Bouillie de riz	7,6
Ranom-bary	7,9
Vary sosoa	8,5
Vary maina	9,8

Prévalences des différentes formes de MPE chez les enfants de 0-23 mois *(n=938)*

- Retard de croissance : 35,7%
- Insuffisance pondérale : 37,6%
- Emaciation : 11,8%



Conclusion

- Le calendrier d'introduction des aliments de complément est acceptable
- Les aliments de complément sont de faible valeur énergétique et nutritionnelle
- L'état nutritionnel est précaire

→ Nécessité de la mise en œuvre d'activités visant à améliorer la qualité des aliments de complément et à prolonger la durée de l'allaitement

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

Procédés utilisables pour augmenter la densité énergétique

- Ajout de sucre et d'huile
- Hydrolyse thermomécanique
- Hydrolyse enzymatique

Principe

Réduire la taille des molécules constitutives d'amidon pour modifier le comportement rhéologique

Sources d' α-amylases utilisables

Amylases d'origine végétale dans les graines en début de germination

Objectifs

- Formuler l'aliment de complément
- Mettre au point une source amylasique
- Vérifier l'acceptabilité sensorielle de l'aliment

Méthodologie

Mise au point de l'aliment de complément

Choix des ingrédients

- Riz *(Oryza sativa)*, maïs *(Zea mays)*
- Huile
- Sucre
- CMV
- Ambérique *(Vigna umbellata)*

Formulation de l'aliment

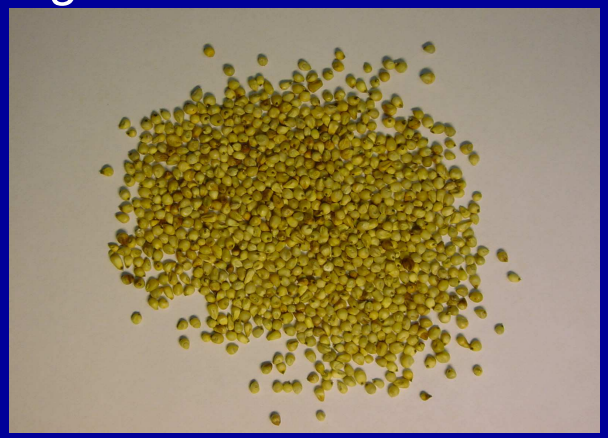
Calcul au moyen d'Alicom des proportions d'ingrédients à mélanger

Présentation de l'aliment : sous forme de farine infantile à cuire

Mise au point de la source amylasique

Matières premières utilisées : *Vigna umbellata*

(*tsiasisa mena,* ambérique rouge)



(*tsiasisa mavo*, ambérique jaune)

Au laboratoire	Unité de production artisanale
Germination dans les conditions contrôlées (28-30°C, HR 60% durant 96 heures)	Germination dans les conditions de l'unité
• Suivi de la cinétique de production d'α- amylases • Dosage des sucres et FAN	• Suivi de l'activité amylasique • Mesure du rendement de germination • Mesure de la vitesse d'écoulement des bouillies

Techniques de dosage utilisées au laboratoire

- Suivi de la cinétique de la production d'α-amylase selon la méthode colorimétrique mise au point par la firme Megazyme *(Méthode du kit alpha amylase de Megazyme ; Wickaw, Irlande)*

- Suivi de l'évolution des teneurs en sucres solubles et en α-galactosides par chromatographie ionique (HPIC)

- Dosage des phytates par HPIC selon la méthode mise au point par *Talamond et al. (1998)*

- Dosage des inhibiteurs de trypsine *(AFNOR, 1997)*

Mise au point des paramètres de production de la farine d'ambérique germée au sein d'une unité artisanale

Facteurs étudiés	Niveaux ou variantes envisagés
Support de germination	Terre, sable, tissu, panier en fibre végétale
Quantité de graines à mettre à germer	Quantité croissante de 300 à 1000g
Durée de trempage	Aucun trempage, trempage de 6, de 12 ou de 24 heures
Durée d'immersion journalière	Aucune immersion, immersion de 1 min ou de 60 min
Durée de germination	Différentes durées de germination de 2 à 5 jours

Évaluation de la qualité sensorielle de la bouillie auprès des consommateurs

- Comparaison de la bouillie à l'aide d'un test de préférence, à des bouillies préparées à partir d'autres farines infantiles disponibles
- Présentation des bouillies l'une après l'autre dans des conditions rigoureusement identiques
- Les dégustateurs donnent une note d'appréciation

Résultats

Formule de la farine infantile

Produit	Composition sur la base de MB
Maïs	36,9 %
Ambérique	27,0 %
Riz	18,0 %
Huile de soja	**6,7 %**
Sucre	10,0 %
Sel iodé	0.7 %
Ca3(PO4)2	0.5 %
CMV	0.2 %

- L'unité produit une farine complète sauf l'huile qui est rajoutée par la mère au cours de la cuisson
- La farine a reçu le nom de ***koba mazika*** grâce à l'action fluidifiante de l'enzyme

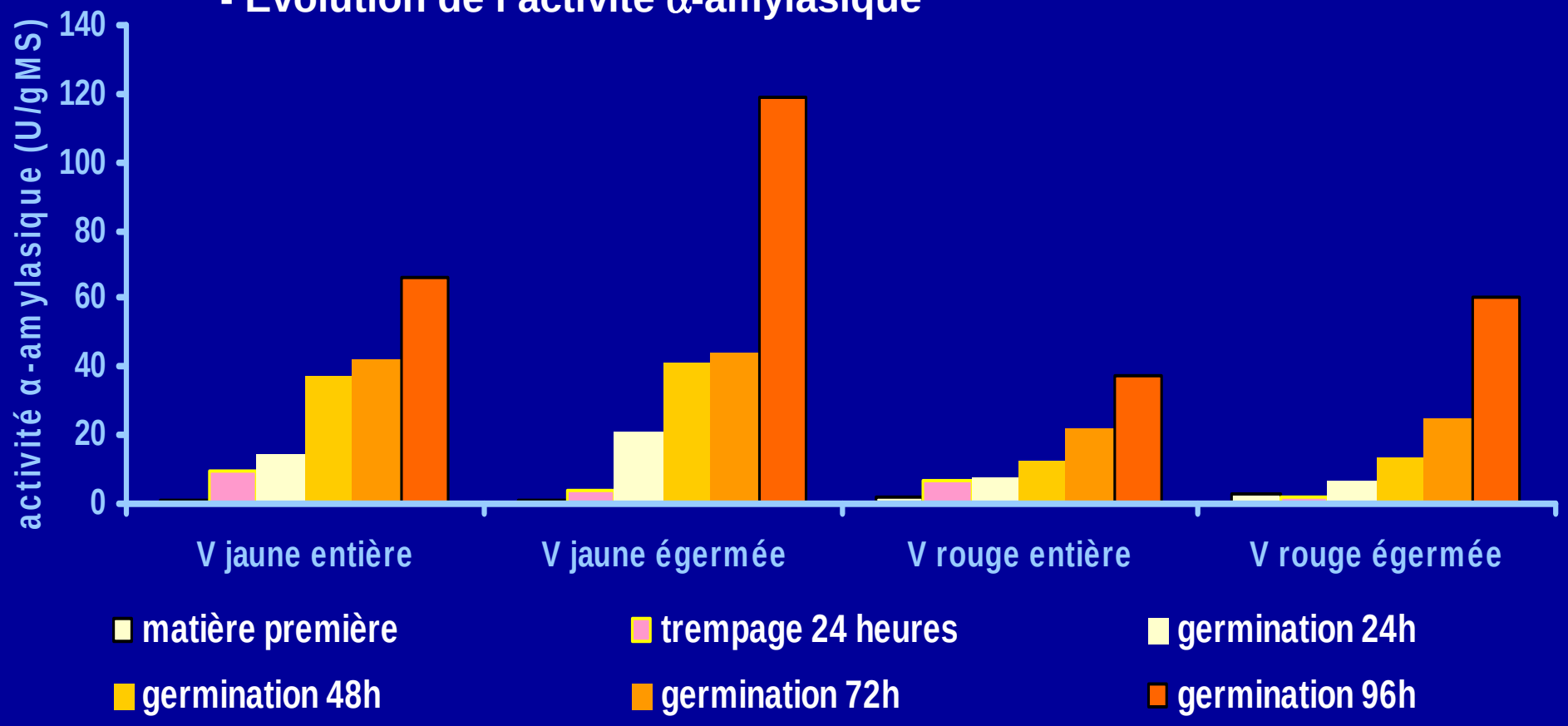
Mise au point de la source amylasique dans les conditions contrôlées

28-30°C, HR 60%, 96 heures

- Rendement de germination

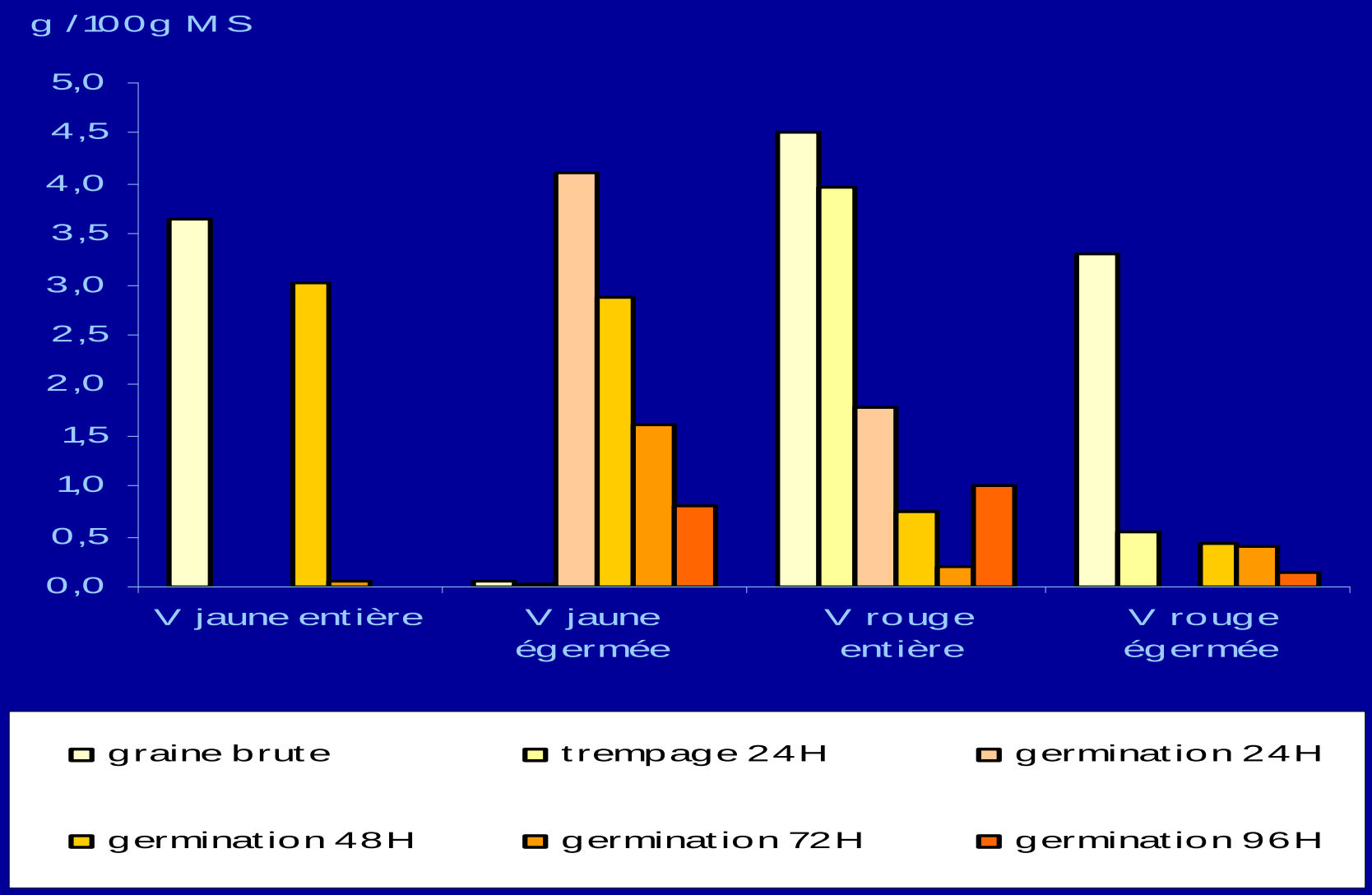
- Variété jaune : 98,3 ±1,2
- Variété rouge : 90,0 ±4,6

- Evolution de l'activité α-amylasique

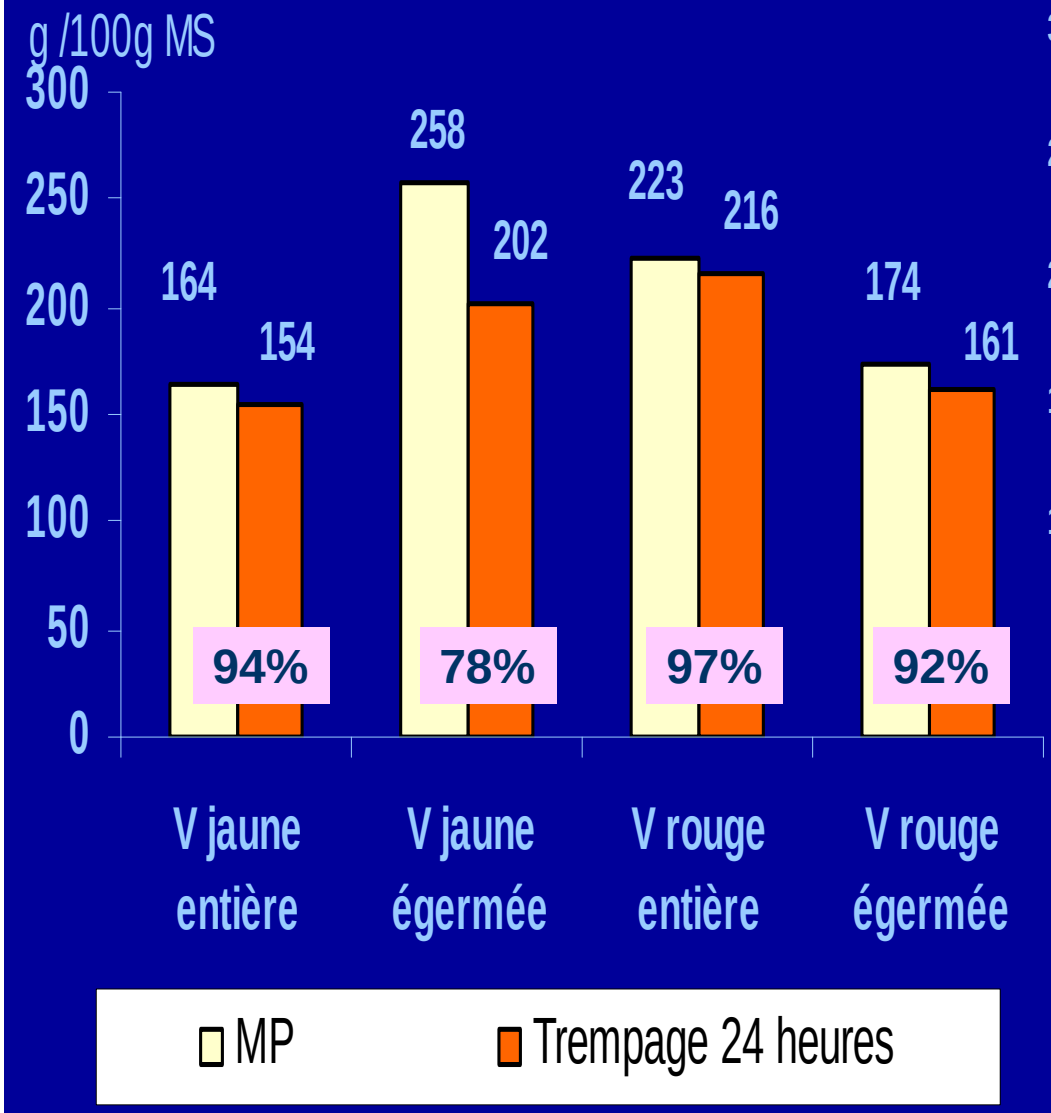


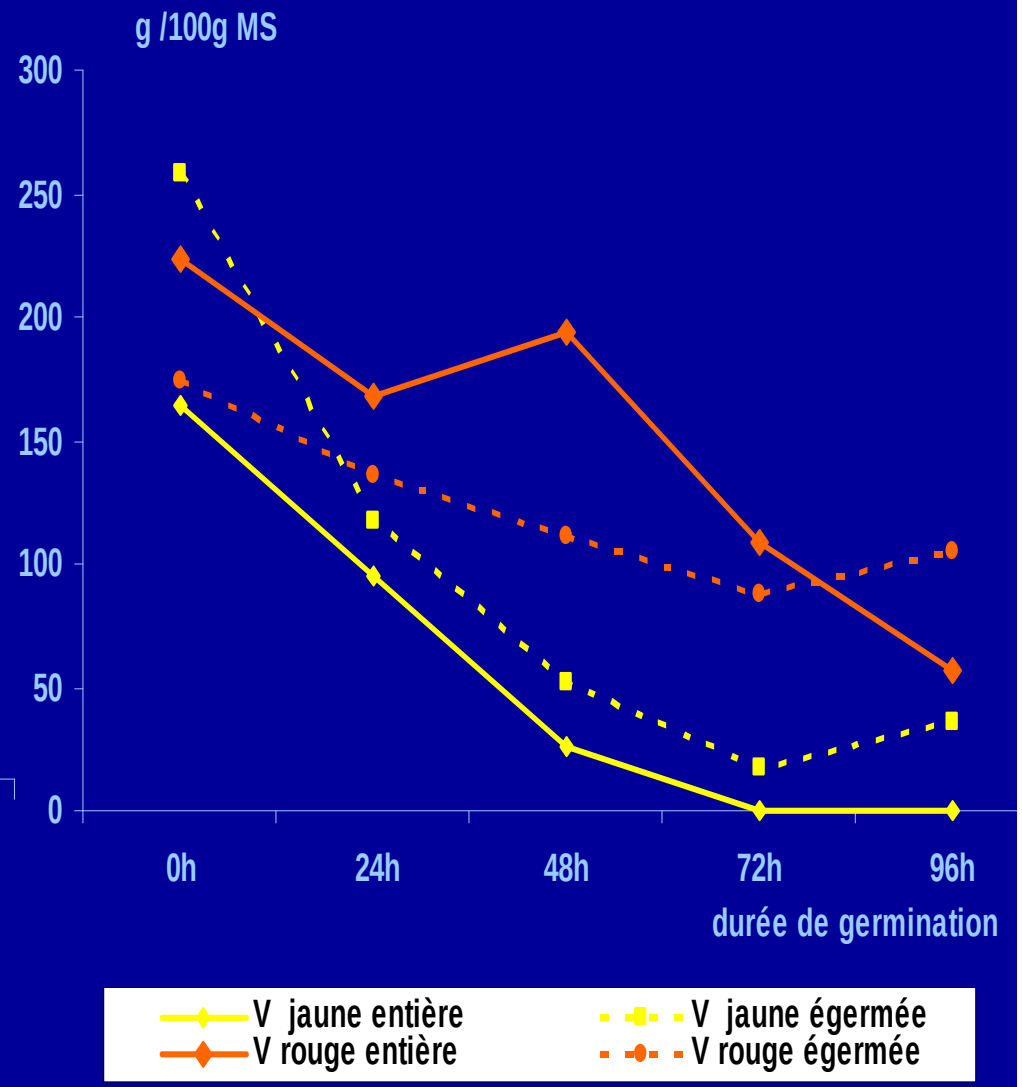
→ Activité amylasique maximale au bout de 96 heures

Evolution de la teneur en stachyose au cours de la germination



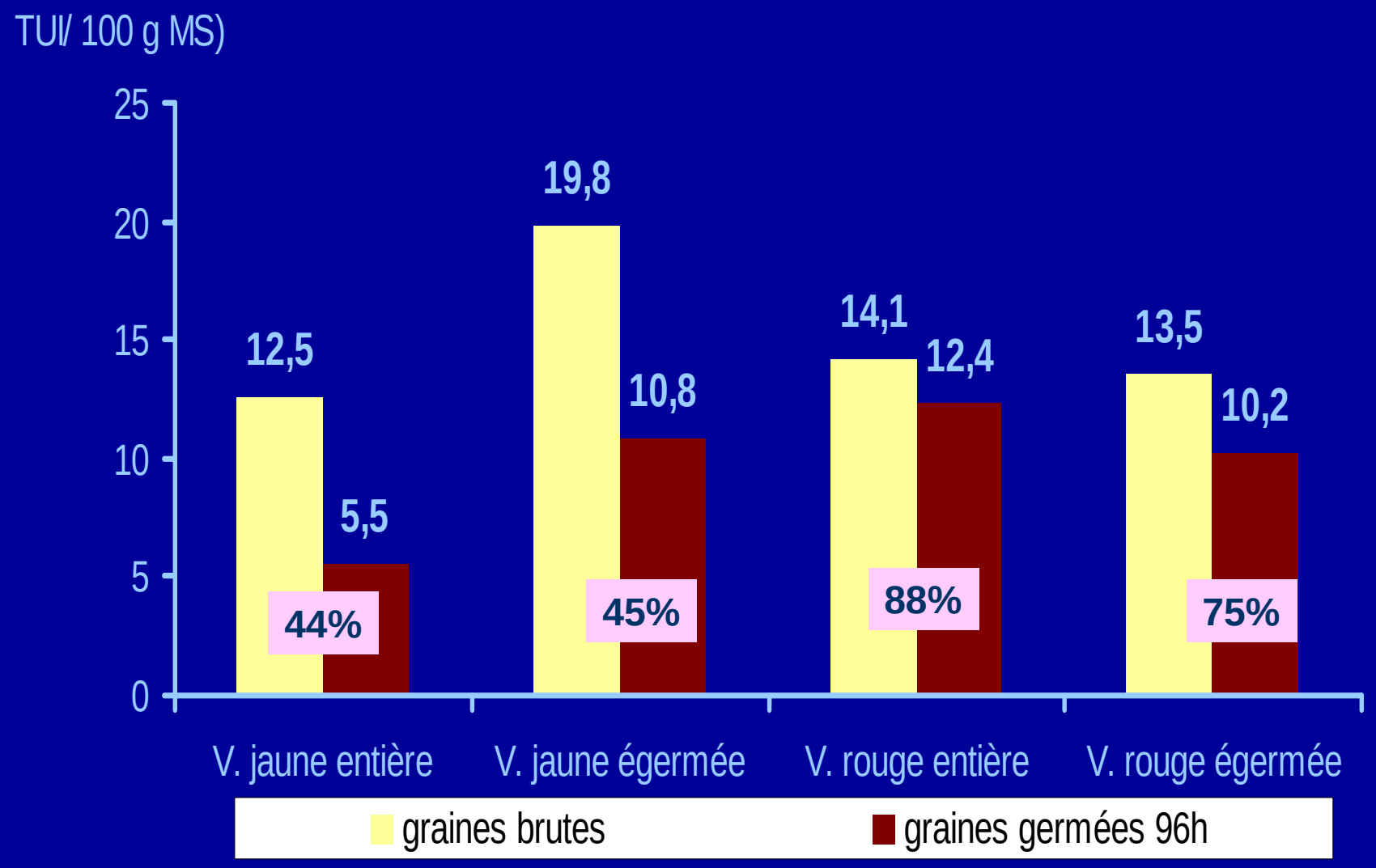
Evolution de la teneur en phytates au cours de la germination





→ Réduction de la teneur en phytates

Evolution de la teneur en inhibiteurs de trypsine au cours de la germination

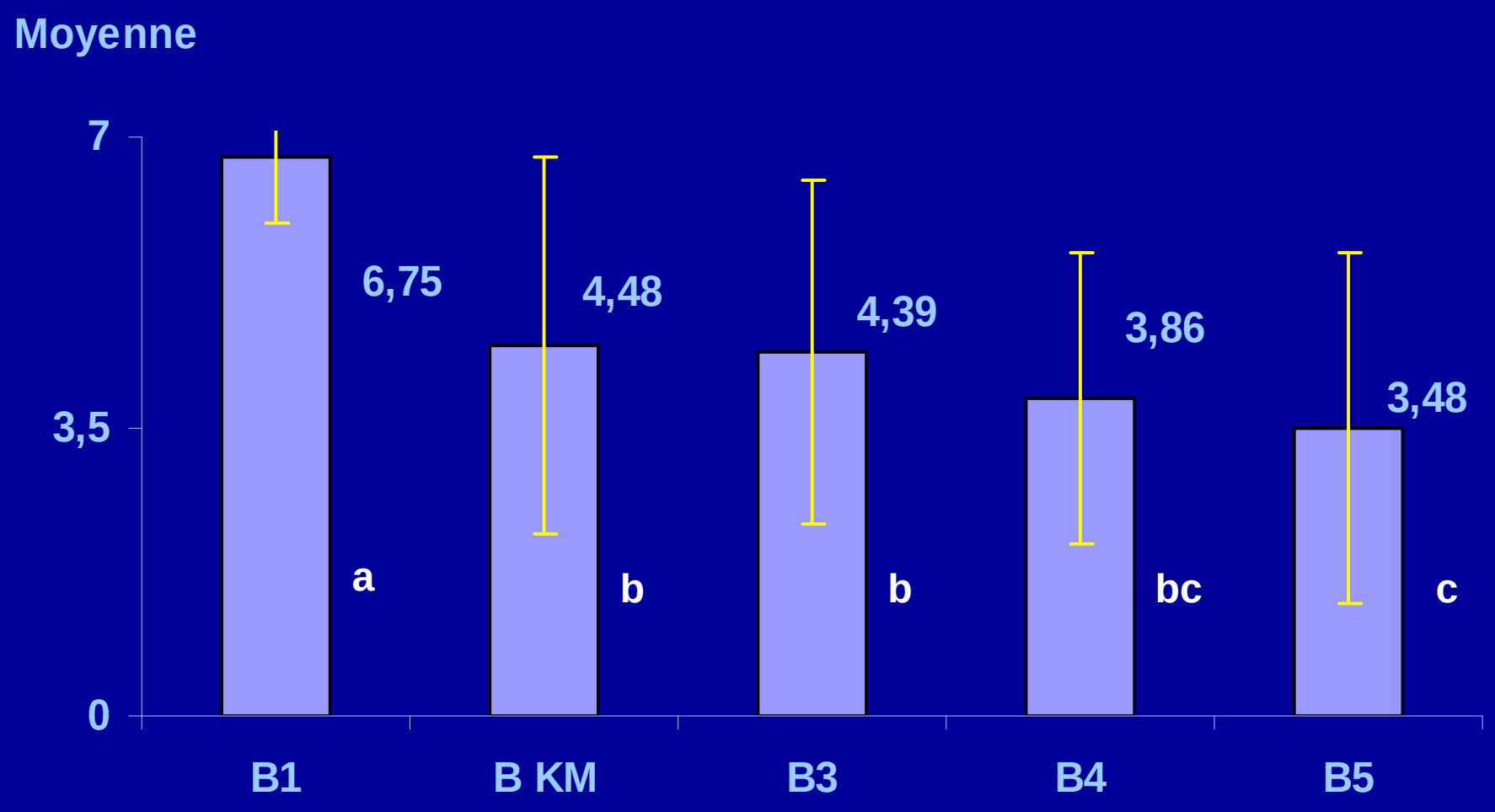


→ Réduction de la teneur en inhibiteurs de trypsine

Conditions de production de la farine d'ambérique germée au sein de l'unité

Facteurs étudiés	Niveaux et variantes considérés	Conditions retenues
Durée de trempage	Aucun trempage, trempage de 6, de 12 ou de 24 heures	24 heures
Quantité de graines à mettre à germer	Quantité croissante de 300 à 1000g	500g
Support de germination	Terre, sable, tissu, panier en fibre végétale	Panier
Durée d'immersion journalière	Aucune immersion, immersion de 1 min ou de 60 min	1 min
Durée de germination	Différentes durées de germination de 2 à 5 jours	4 jours

Comparaison des notes d'appréciation générale données par les panélistes aux 5 bouillies



→ KM au deuxième rang mais des améliorations sont encore à faire concernant les caractères organoleptiques

Conclusion

- La variété d'ambérique jaune s'est révélée la plus intéressante pour la production de farines de graines germées en raison d'une augmentation plus importante de son activité amylasique et des ses teneurs en sucres solubles et d'une réduction plus forte de ses teneurs en facteurs anti-nutritionnels

- Les paramètres favorables pour la production de FAG dans les conditions d'une unité artisanale ont été définis :

  - trempage : 24 heures
  - quantité de graines à germer : 500g
  - germination dans un panier en fibres végétales
  - durée de germination : 4 jours
  - durée d'immersion journalière : 1 min

- La farine infantile *Koba mazika* répond aux qualités sensorielles attendues par les consommateurs

Effets de la consommation d'aliments de complément améliorés sur les ingérés énergétiques et en nutriments des enfants de 6-9 mois

Objectifs

- Comparer les ingérés énergétiques et nutritionnels à partir des bouillies *koba mazika* et *koba aina* chez des enfants âgés de 6-9 mois
- Estimer les ingérés et le niveau de couverture des besoins nutritionnels à partir des AC donnés au niveau des ménages et à partir des bouillies

Méthodologie

				Adaptation 1			Période 1				Adaptation 2			Période 2						
J-4	*J-3*	*J-2*	*J-1*	*J1*	*J2*	*J3*	*J4*	*J5*	*J6*	*J7*	*J8*	*J9*	*J10*	*J11*	*J12*	*J13*	*J14*	*J15*	*J16*	*J17*
R24			R24	KM	KM	KM	KM	KM	KM		KA	KA	KA	KA	KA	KA				
R24			R24	KM	KM	KM	KM	KM	KM		KA	KA	KA	KA	KA	KA				

								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*
				R24			R24	KA	KA	KA	KA	KA	KA		KM	KM	KM	KM	KM	KM
				R24			R24	KA	KA	KA	KA	KA	KA		KM	KM	KM	KM	KM	KM

KM: Koba mazika *KA: koba aina*

Suivi de la consommation de bouillies KM et KA durant 2 x 3 jours
Distribution des bouillies 2 fois par jour

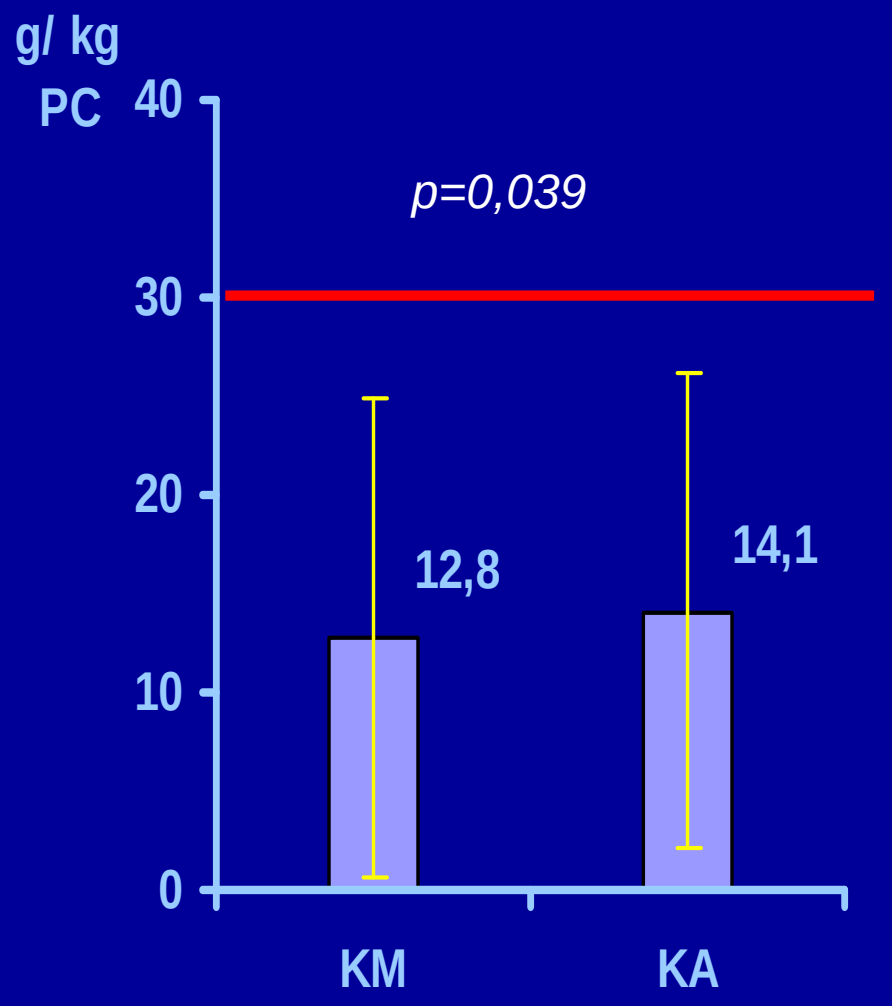
Caractérisation des aliments consommés sur 4 jours

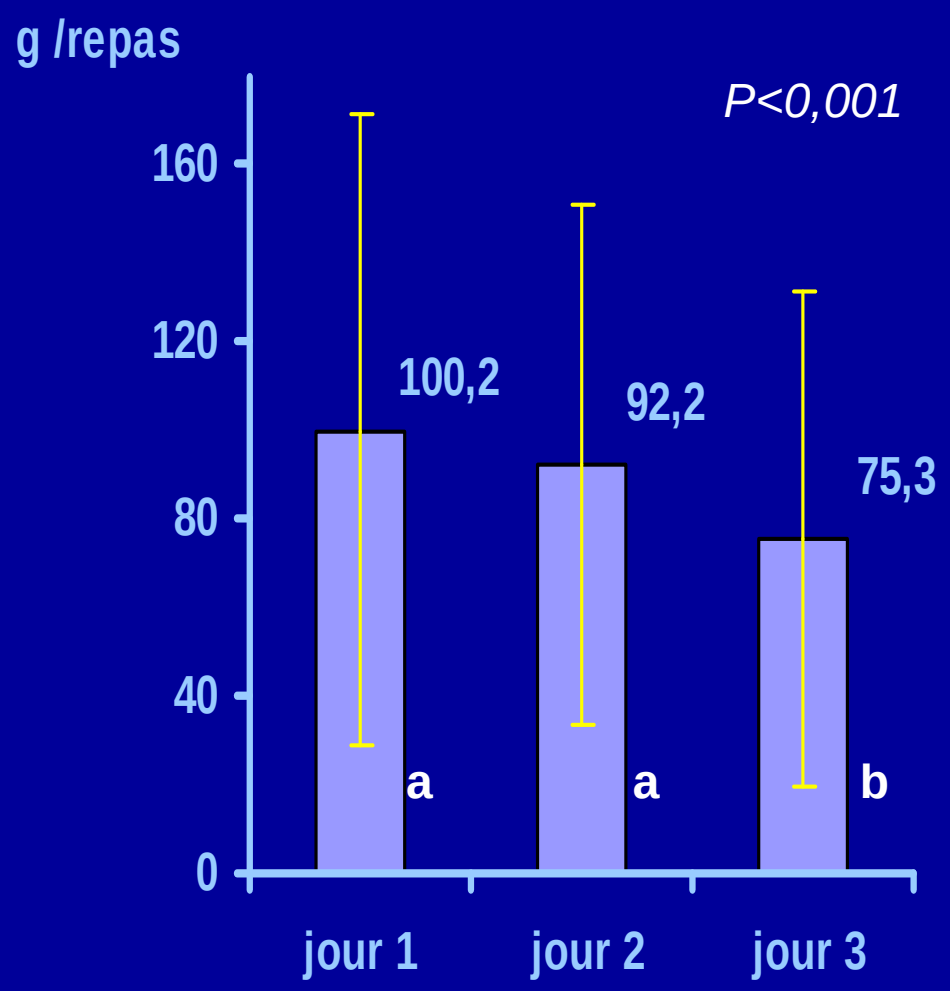
- Enquête « rappel des 24 heures »
- Réplication durant les observations à domicile
- Estimation de la quantité de repas donnée à l'enfant

Conversion des aliments en nutriments et en énergie en utilisant les données des tables de composition

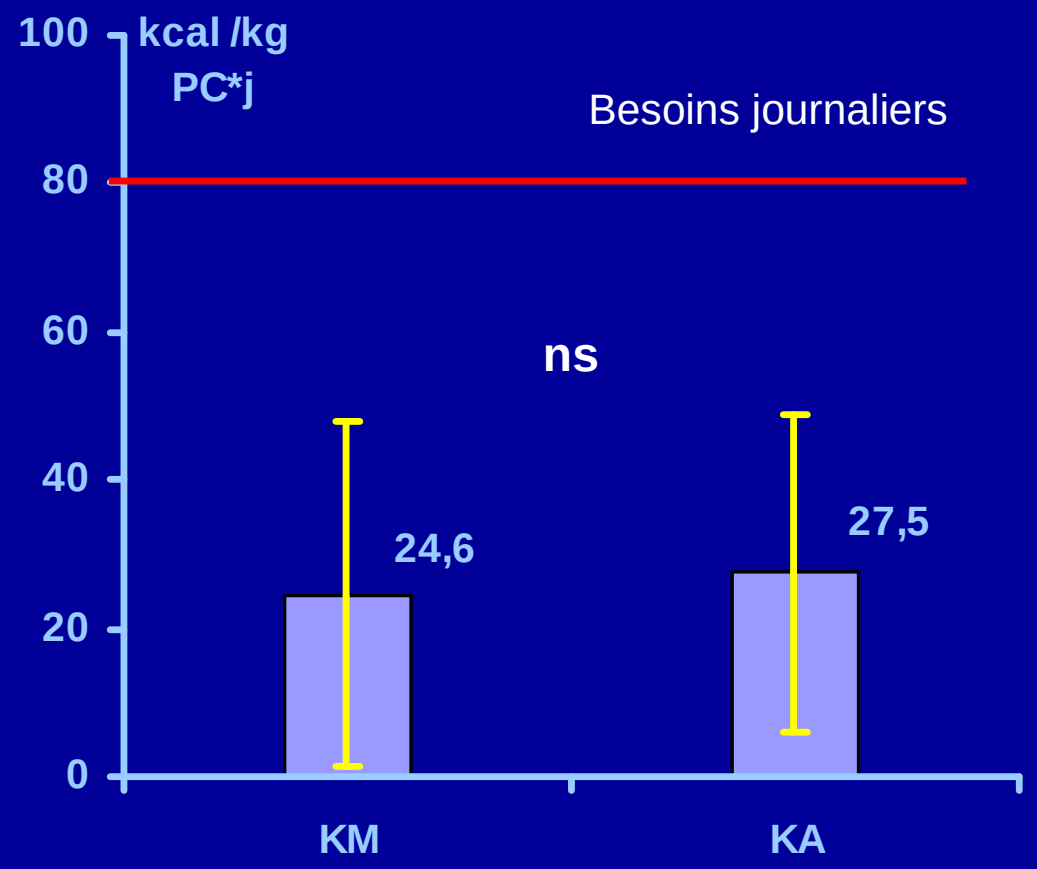
Résultats

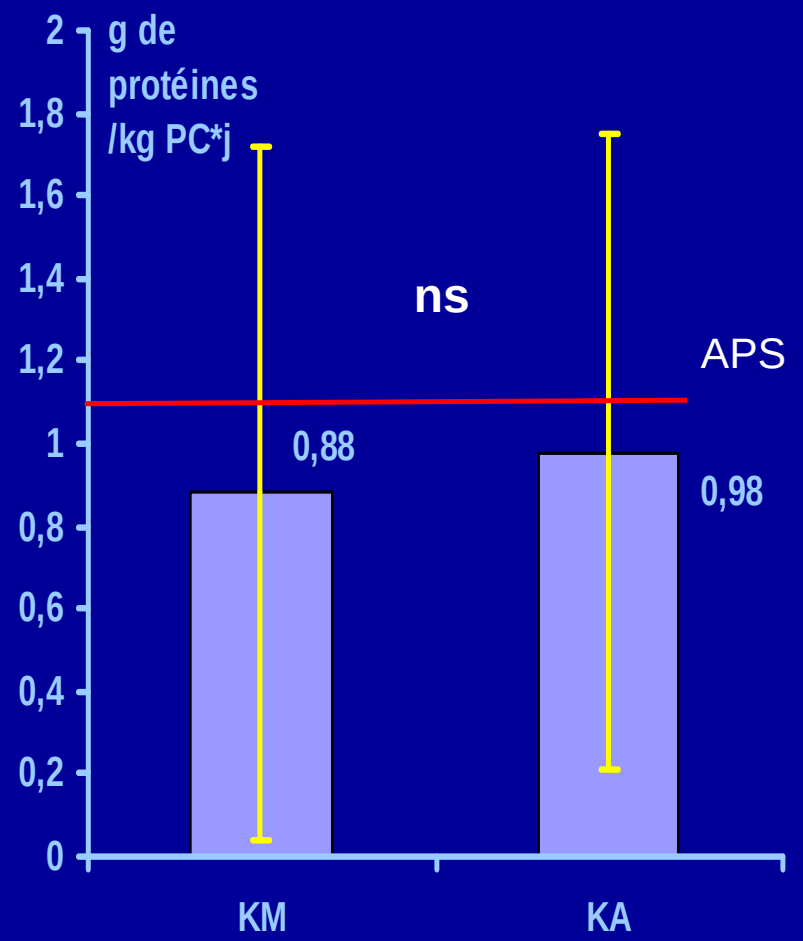
Quantités moyennes de bouillies consommées en fonction du type et du jour de consommation





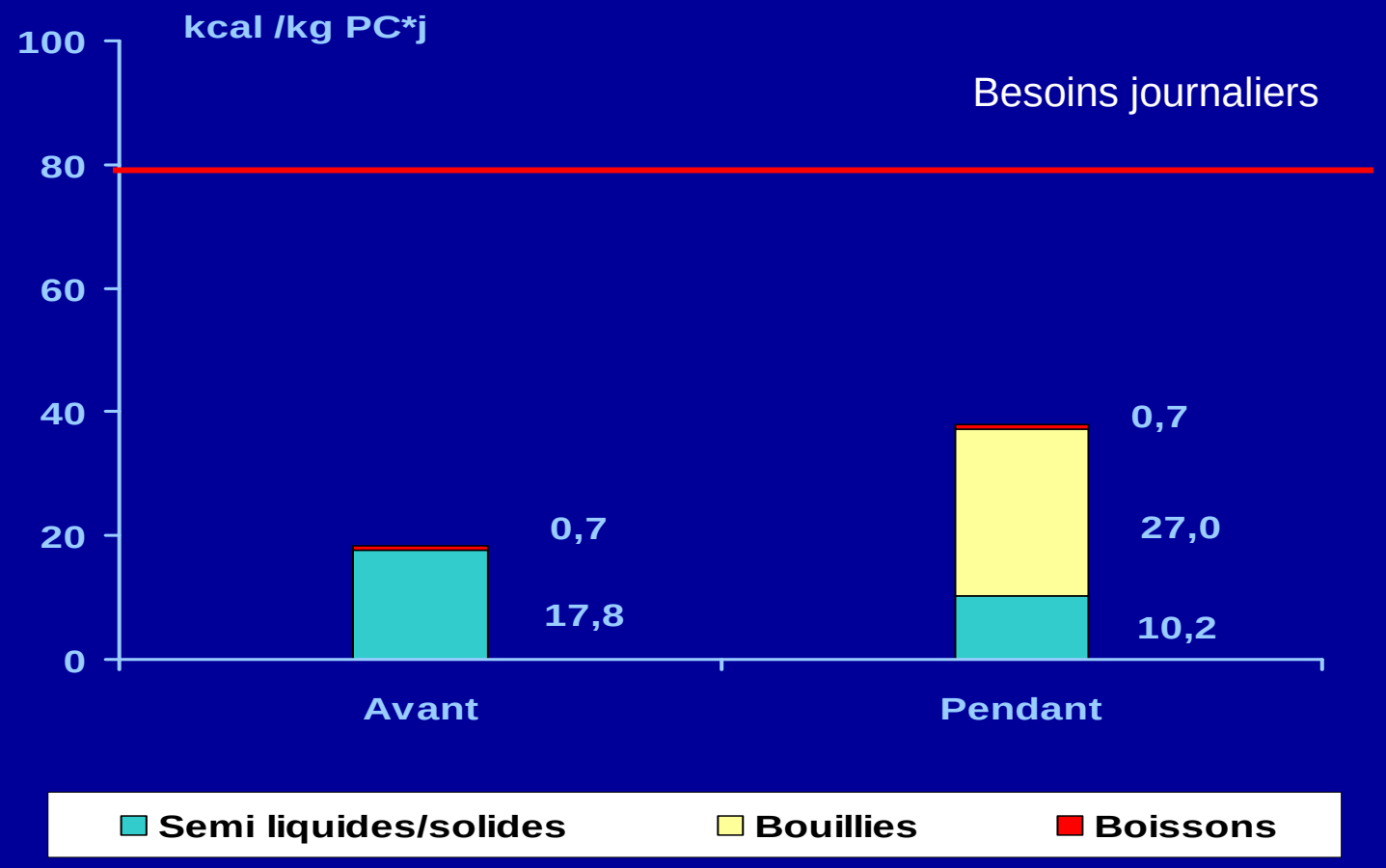
Couverture des besoins énergétiques et protéiques journaliers à partir des bouillies





	KM	KA
Niveau de couvertures des besoins énergétiques	31%	34%
Niveau de couvertures des besoins en protéines	81%	90%

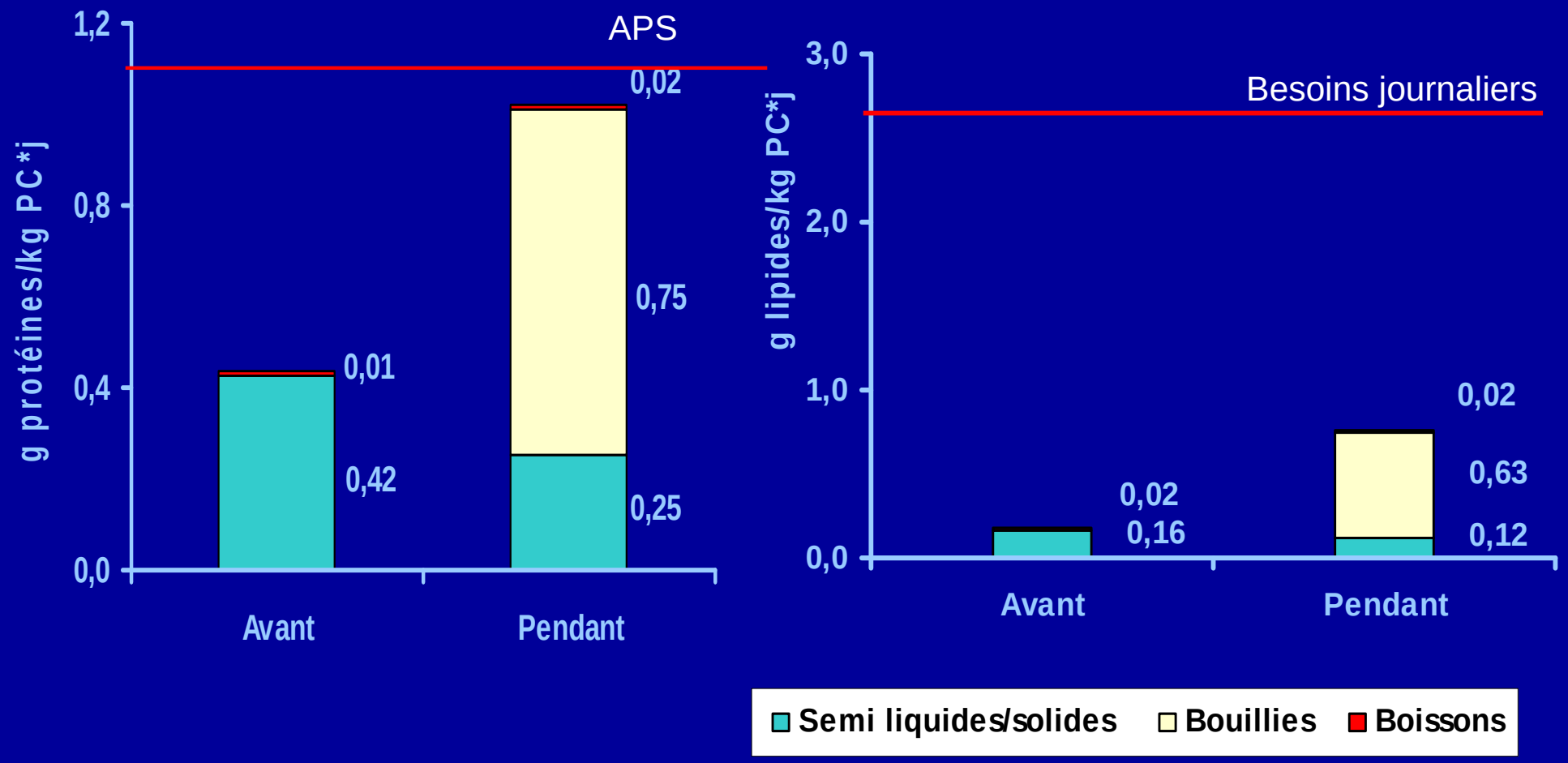
Couverture des besoins énergétiques journaliers à partir des AC et bouillies



Période avant la consommation des bouillies : 23%

Période de consommation des bouillies : 48%

Couverture des besoins journaliers en protéines et en lipides à partir des AC et bouillies



	Protéines	Lipides
Avant la consommation des bouillies	40%	7%
Pendant la période de consommation de bouillies	94%	29%

Conclusion

- Il n'y a pas de différence d'ingérés en énergie et en protéines entre les 2 bouillies *KM* et *KA*
- Les AC donnés au niveau des ménages ne permettent pas de satisfaire les besoins énergétiques et en nutriments
- Le niveau de satisfaction des besoins est significativement plus élevé pendant la période de consommation des bouillies
- Les ingérés en vitamines et minéraux doivent obligatoirement augmenter dans des proportions importantes

→ **L'utilisation de ces aliments permet d'augmenter les ingérés en énergie et en nutriments**

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

Objectifs

- Estimer la variabilité de l'activité α- amylasique et l'aptitude à la conservation de la farine d'ambérique germée
- Estimer la variabilité des caractéristiques rhéologiques et la qualité microbiologique des farines *Koba mazika* produites dans l'unité
- Estimer les rendements des différentes étapes de préparation de la farine *Koba mazika*
- Faire le bilan économique de l'unité de production

Méthodologie

Suivi de la qualité de la farine d'ambérique germée

Etude de la variabilité du pouvoir fluidifiant de la farine d'ambérique germée issues de 4 lots de productions et effet de la conservation

- Mesure de l'activité amylasique
- Mesure de la vitesse d'écoulement

Suivi de la qualité de la farine *koba Mazika*

- Analyses microbiologiques sur les farines et les bouillies

Rendement matière des étapes de production de l'ambérique germée et de la *koba mazika*

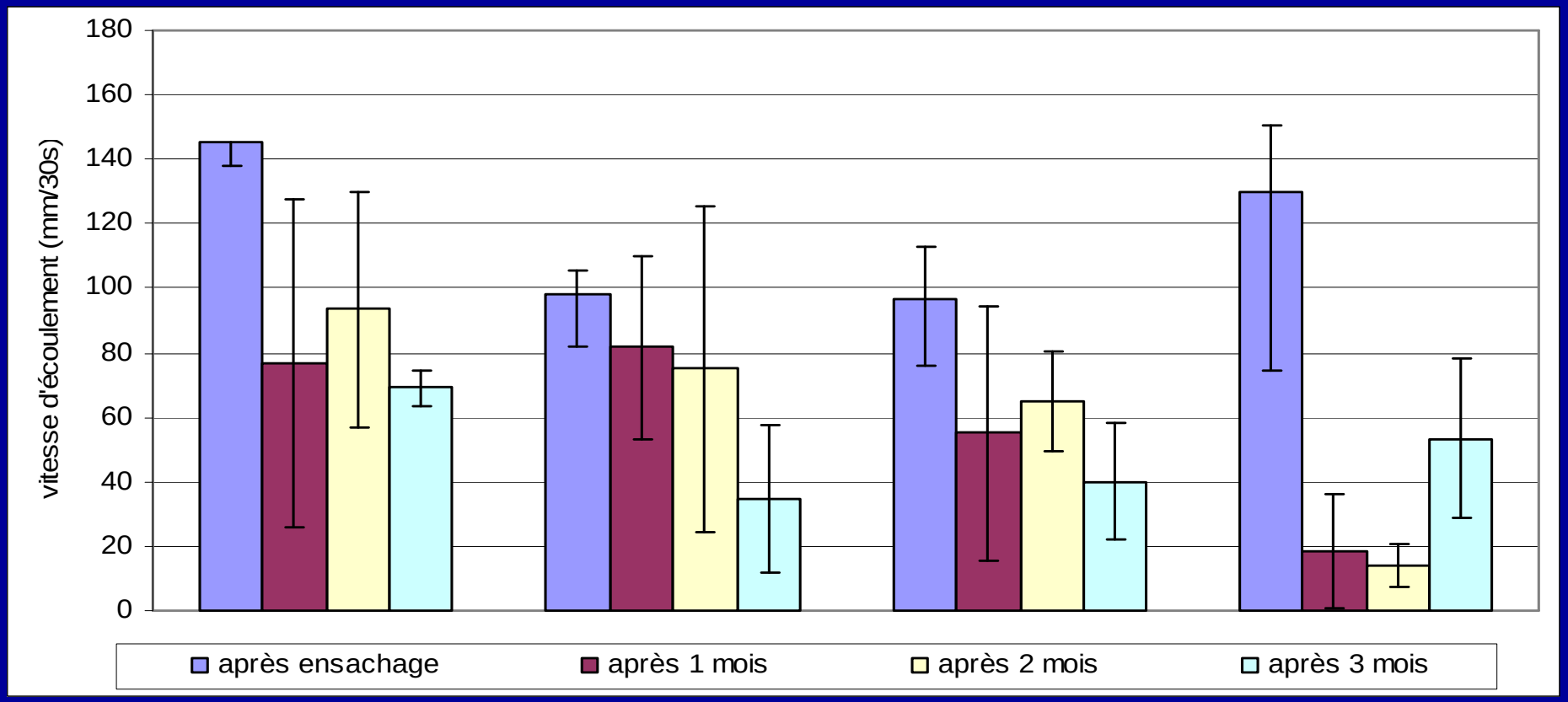
- Exploitation des fiche de production

Etude de rentabilité de l'unité

- Structure du prix de revient de la Koba Mazika
- Suivi des ventes

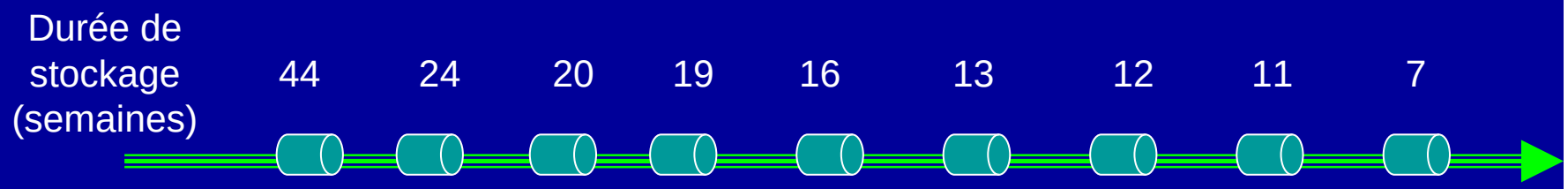
Résultats

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



- Ecoulements moyens variables d'une production à une autre
- Effet significatif de la durée de conservation
- Absence d'interaction lot x durée : diminution du pouvoir fluidifiant comparable quel que soit le lot de production

Qualité microbiologique des farines *KM* après différentes durées de stockage

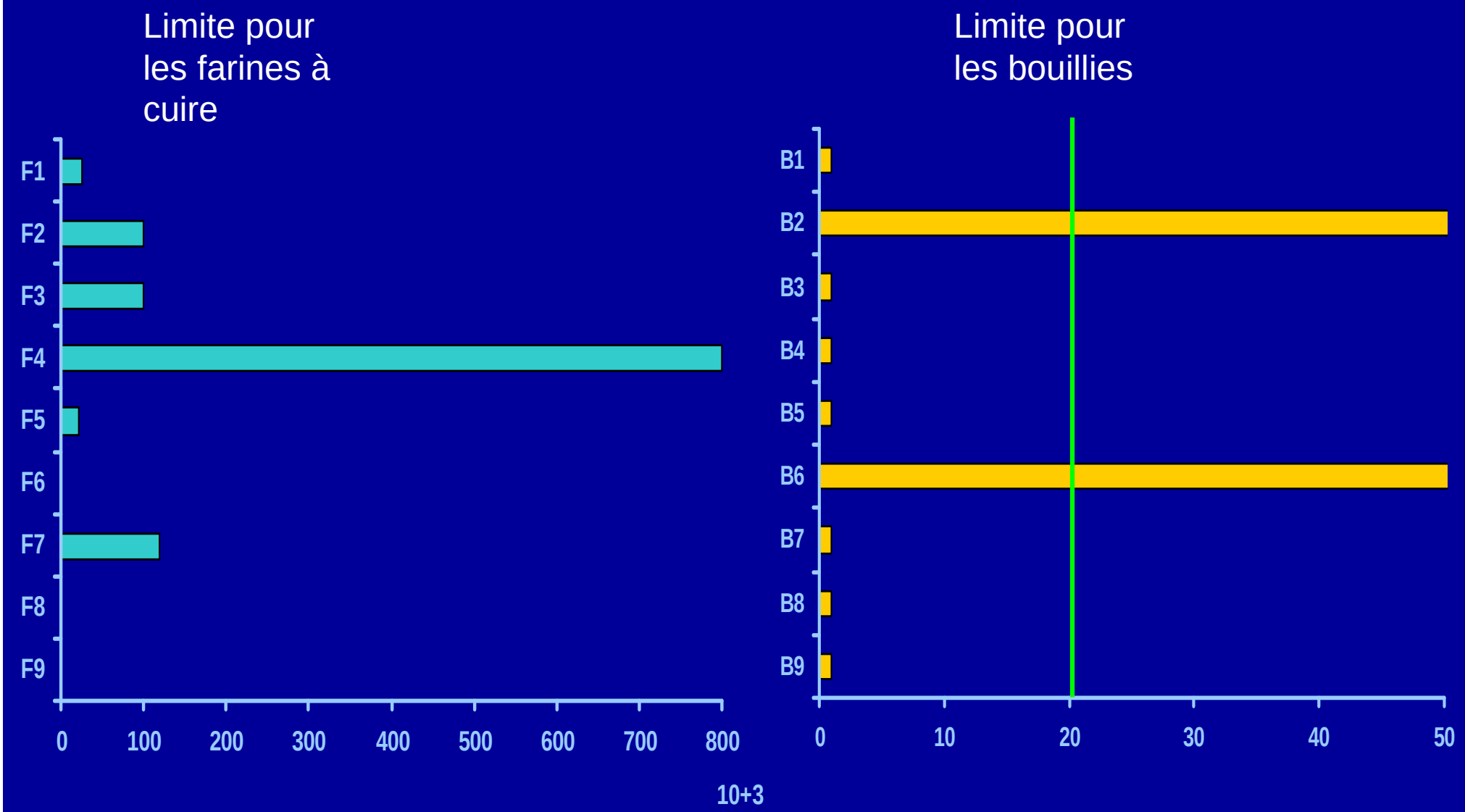


	Normes	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
Flore totale	$<10^5$	**$4\ 10^6$**	**10^6**	**10^6**	**$5\ 10^7$**	**$3{,}8\ 10^6$**	$<10^4$	**$7{,}4\ 10^5$**	$<10^5$	**$4{,}5\ 10^5$**
Coliformes	<100	**$2{,}5\ 10^4$**	**10^5**	**10^5**	**$8\ 10^5$**	**$2{,}1\ 10^4$**	**$1{,}4\ 10^3$**	**$1{,}2\ 10^5$**	<1	$<10^2$
Flore fongique	$<10^3$	**$< 10^4$**	**$2{,}710^4$**	**$3{,}3\ 10^5$**	**$7\ 10^5$**	**$4\ 10^4$**	**$2\ 10^3$**	**$3\ 10^3$**	$<10^2$	**$9\ 10^4$**

→ Absence de salmonelle et E coli *(sauf dans F5)*

→ Charge microbienne acceptable pour les farines ayant une durée de conservation de moins de 3 mois

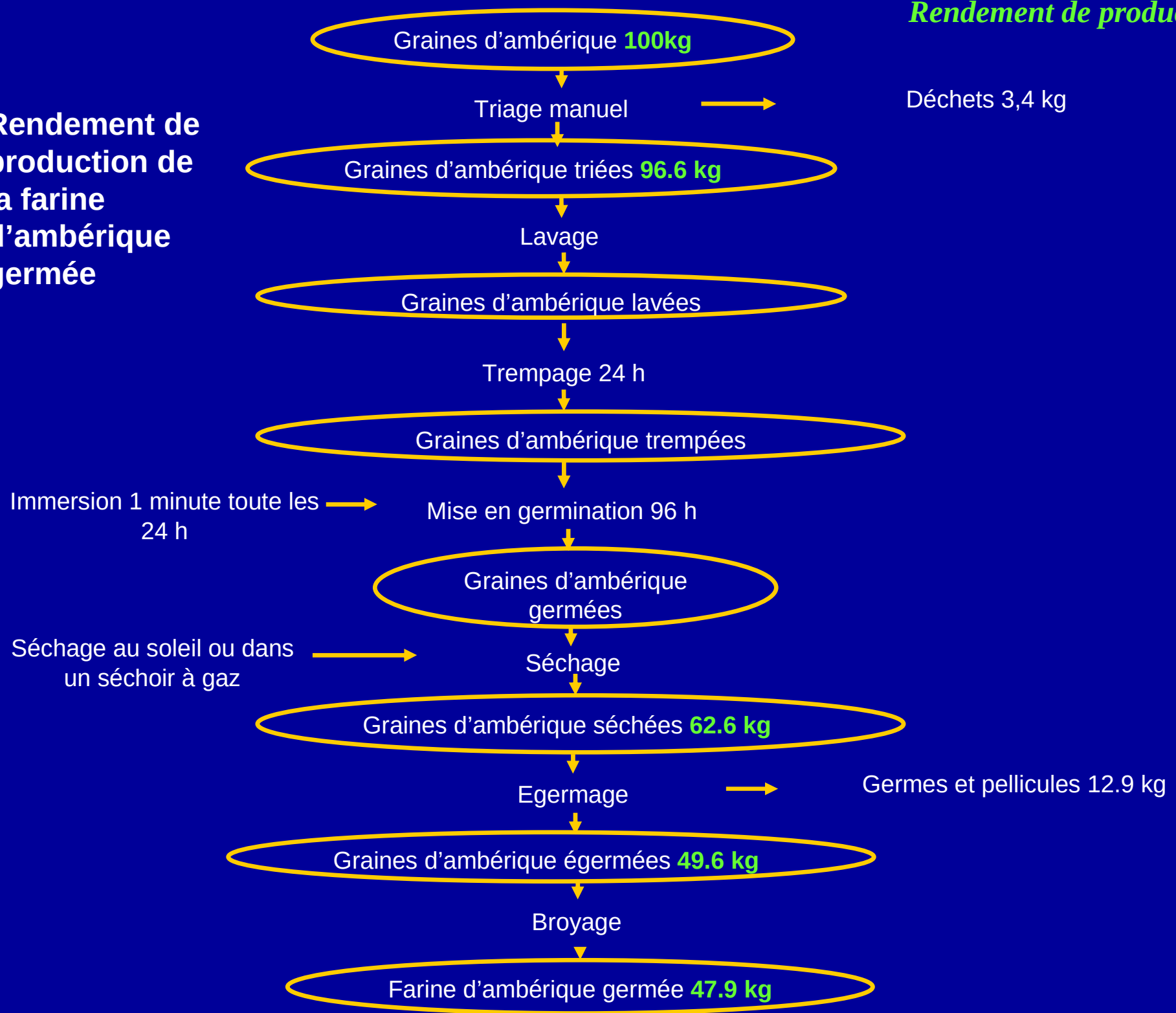
Teneur en coliformes dans les farines et les bouillies



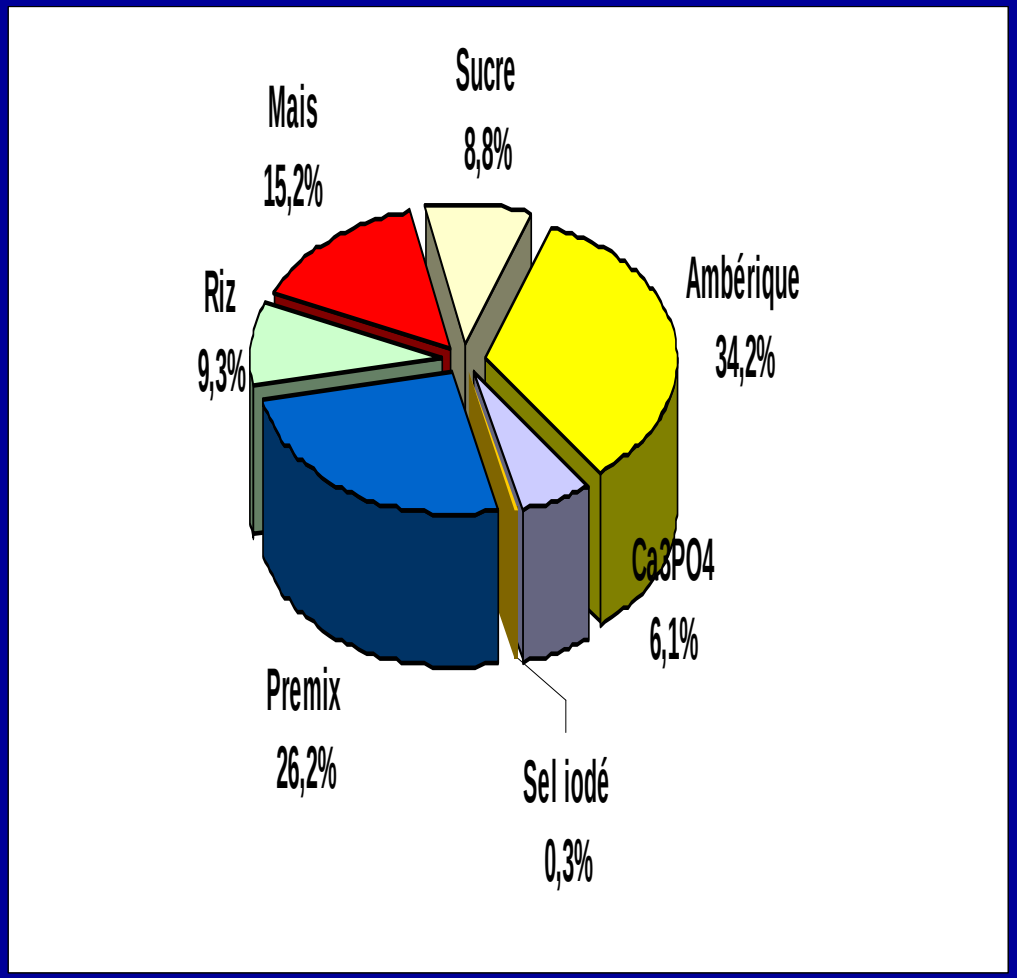
- Une cuisson de 10 minutes et respect des conditions d'hygiène de la préparation permet la destruction d'une partie de la flore microbienne

Rendement de production

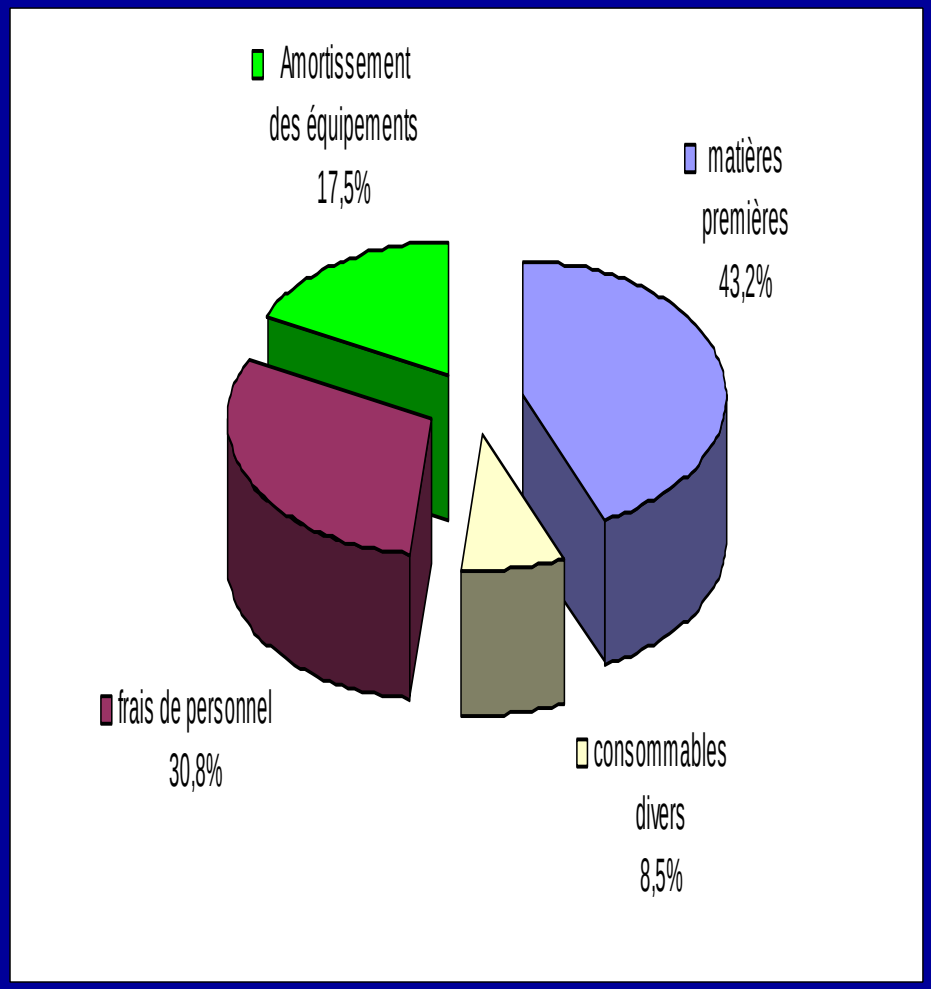
Rendement de production de la farine d'ambérique germée



Contribution des différents ingrédients au coût des matières premières



Structure du prix de revient de la *koba mazika*



La farine d'ambérique germée contribue pour le tiers au coût total de la MP

Conclusion

- L'ambérique germée produite a une activité amylolytique élevée, permettant l'obtention d'une bouillie de bonne consistance
- Le pouvoir fluidifiant décroît en fonction de la durée de conservation
- La qualité microbiologique des farines ne permet pas une conservation prolongée
- La cuisson permet de réduire la charge microbienne de la bouillie
- Les charges de production de la *KM,* autres que le coût des matières premières, constituent 57% du prix de revient de la farine

→ Durée de conservation recommandée: 1 mois

Suivi et évaluation de la stratégie

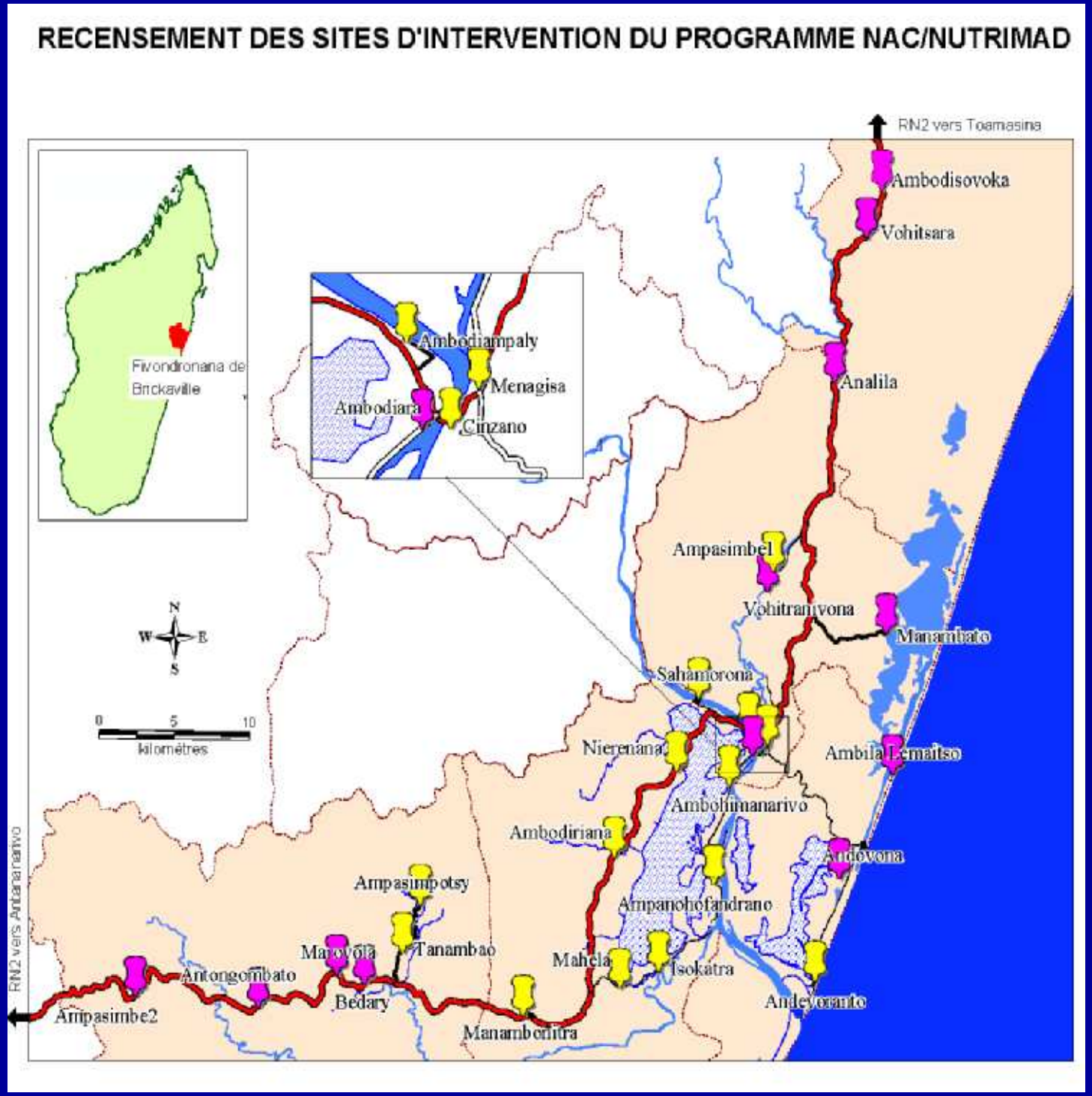
Objectifs

- Evaluer le degré d'adoption de la stratégie à travers l'adhésion des cibles au programme
- Mesurer les changements intervenus sur le niveau de connaissances nutritionnelles, sur les pratiques alimentaires et sur l'état nutritionnel des enfants

Méthodologie

Suivi du degré d'adoption de la stratégie par les populations cibles

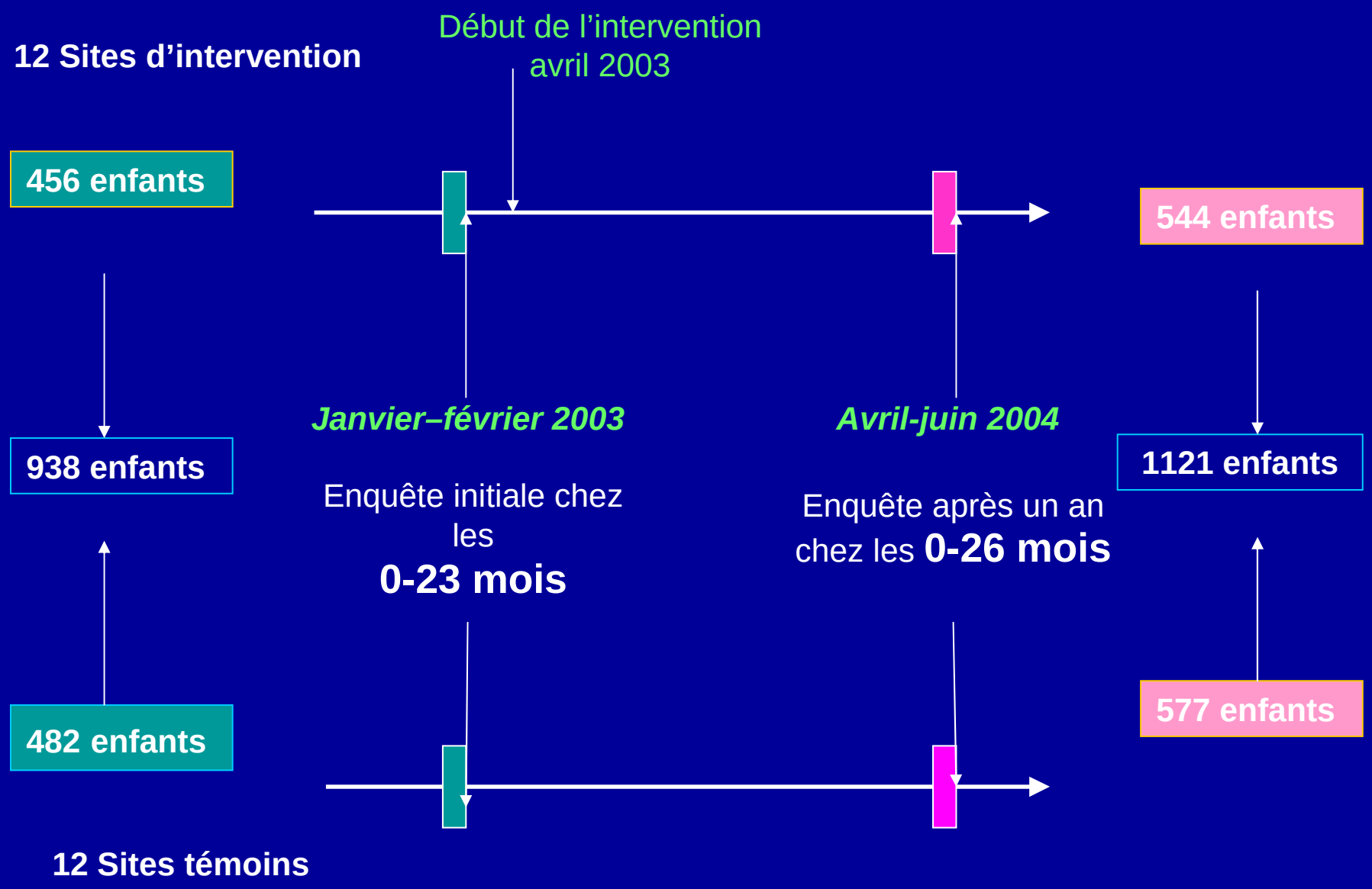
- Nombre de sachets de *Koba Mazika* vendus
- Taux de pénétration (nb clients/ nb cibles)
- Niveau de consommation (<100g, 100-499g, ≥500g)



Site d'intervention

Site témoin

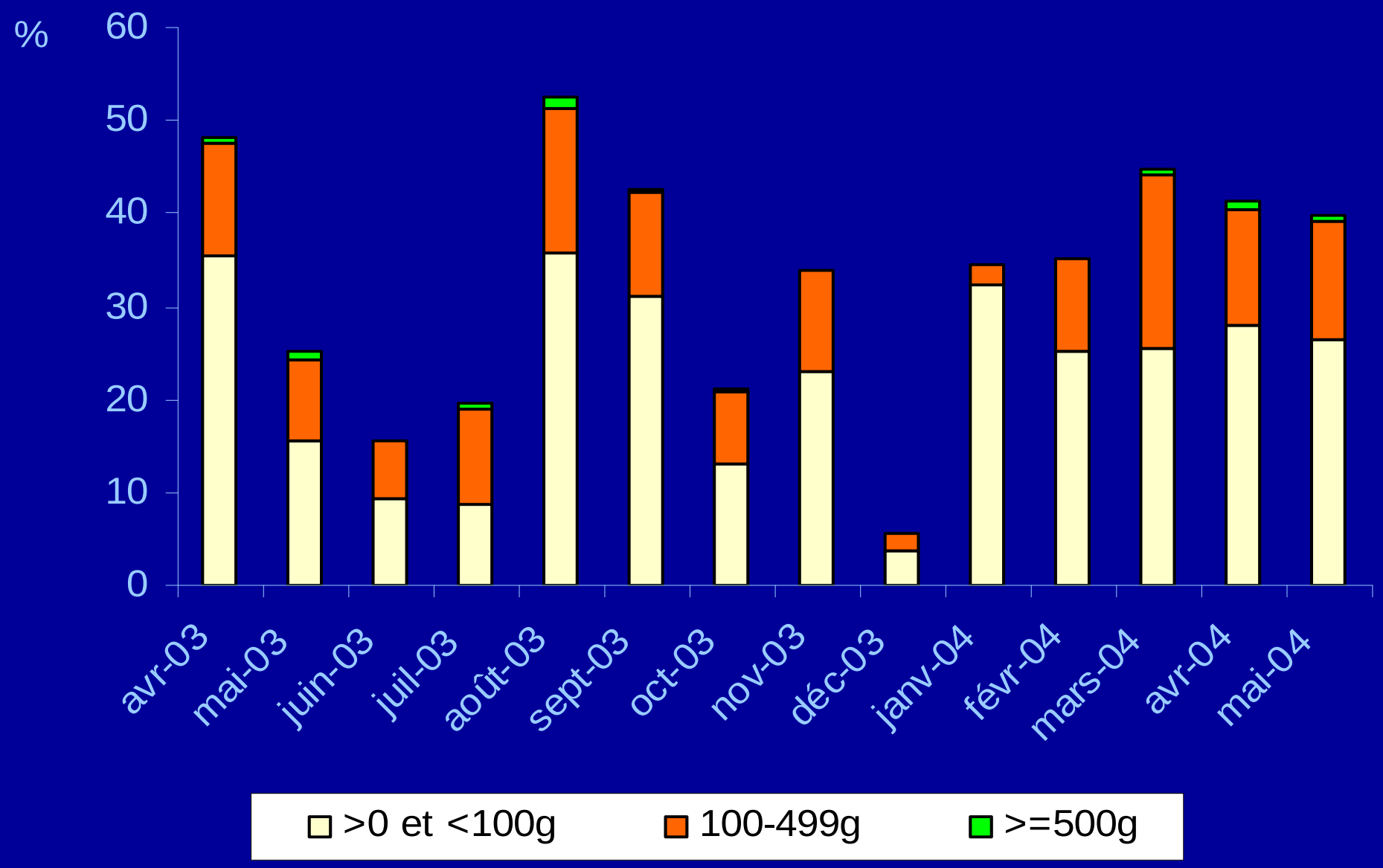
Schéma d'évaluation



Résultats

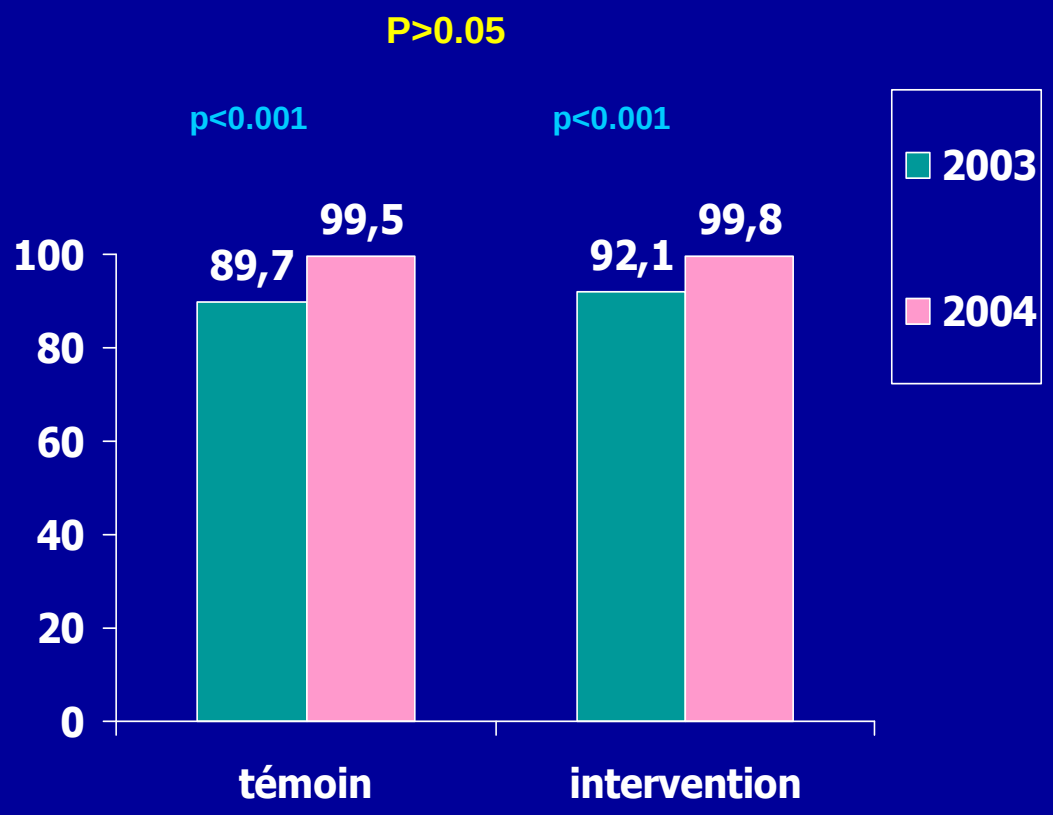
Taux de pénétration : 33%

Niveau de consommation de la *KM* parmi les enfants clients

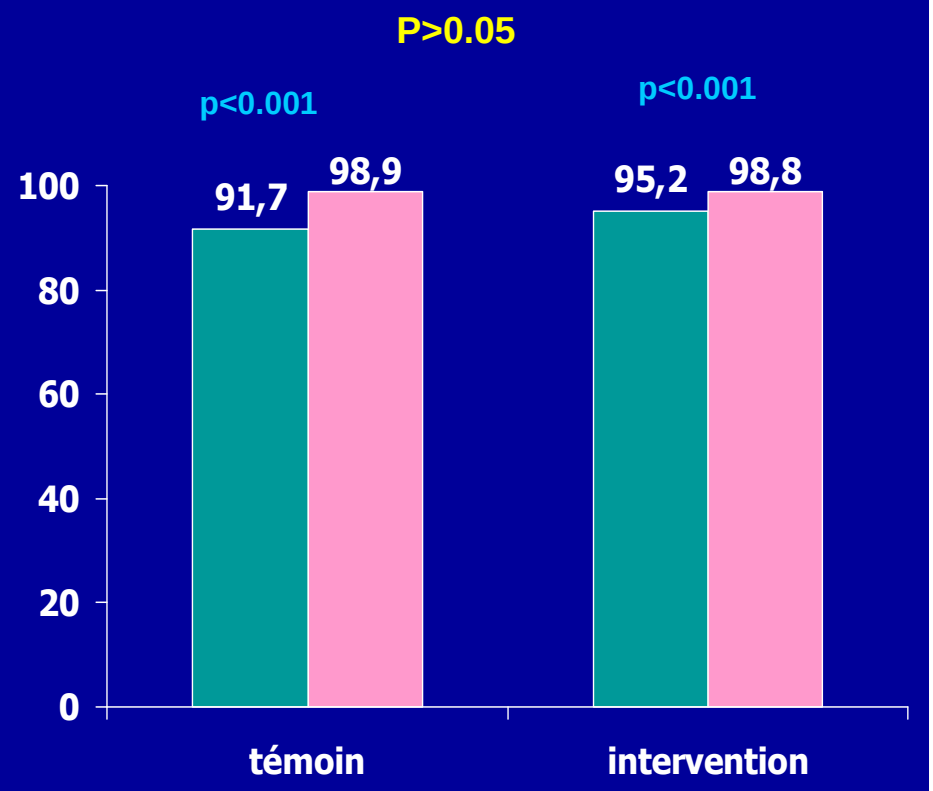


Evolution des connaissances des mères

Mère ayant entendu des messages nutritionnels



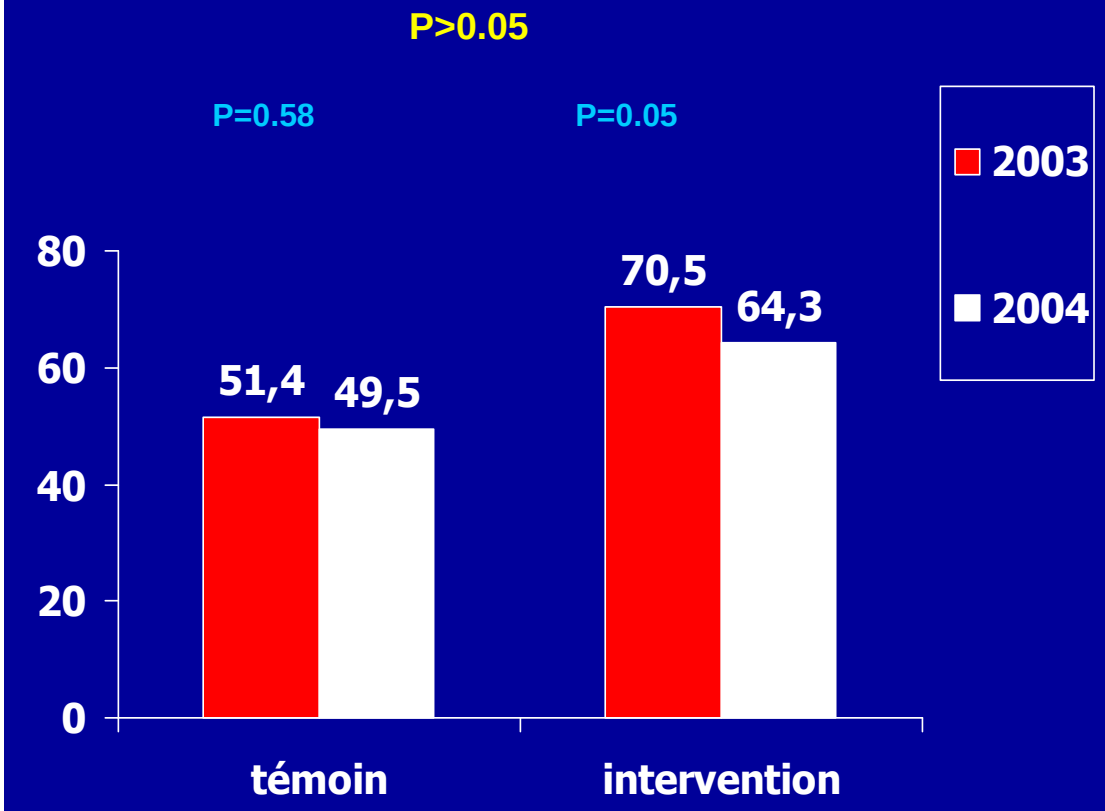
Nécessité de préparer un repas pour l'enfant à partir de 6 mois



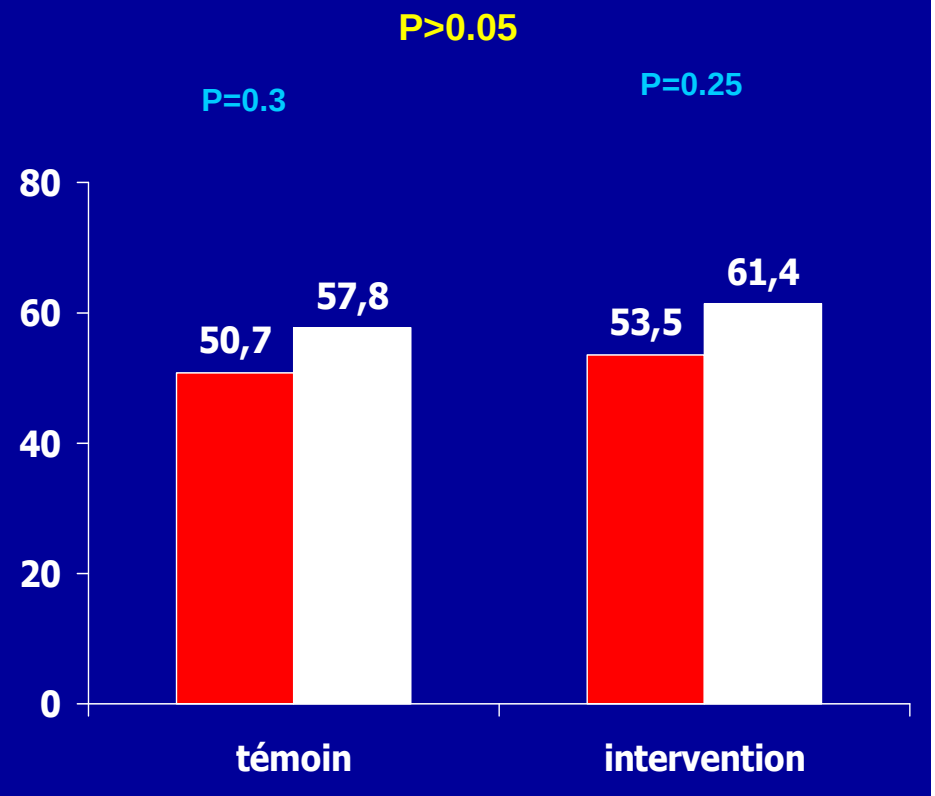
- Même évolution du niveau de connaissances des mères dans les sites témoins et dans les sites d'intervention
- Pas d'effet significatif de l'intervention

Evolution des pratiques alimentaires des enfants

Enfants mis au sein moins d'une heure après la naissance



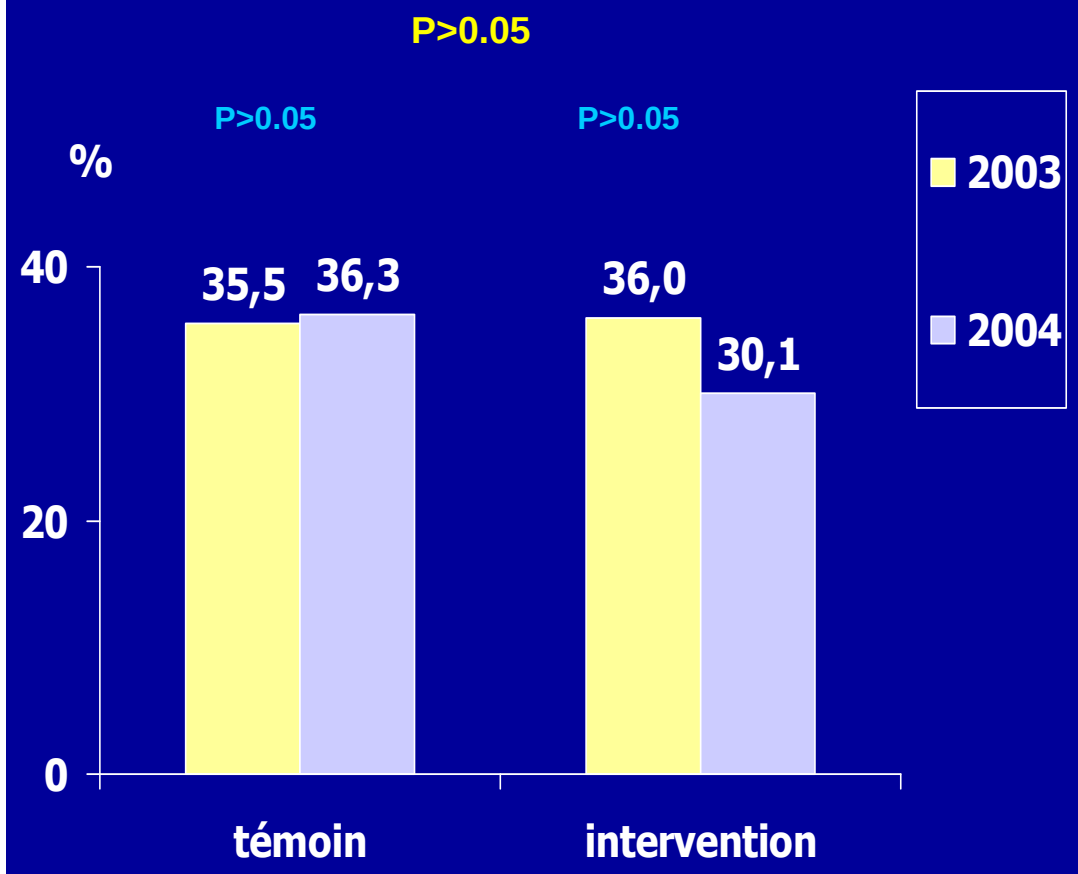
Taux d'allaitement exclusif



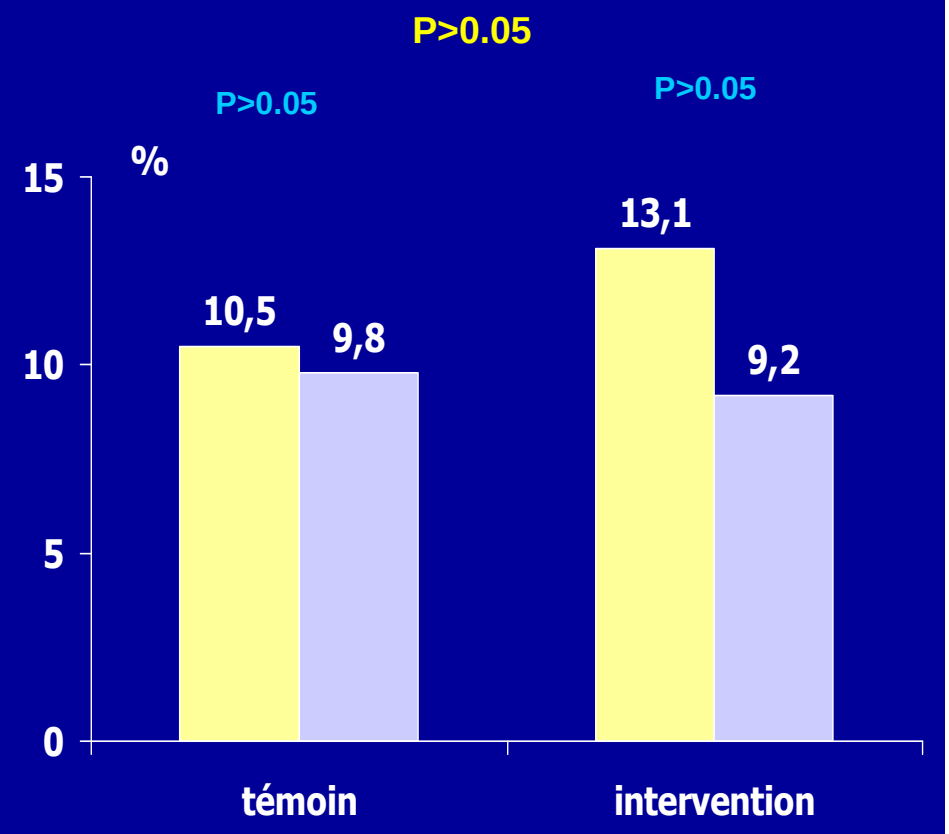
- Diminution du pourcentage d'enfants allaités dans la première heure après la naissance
- Amélioration du taux d'allaitement exclusif
- Même évolution des pratiques dans les sites d'intervention et dans les sites témoins
- Pas d'effet significatif de l'intervention

Evolution des prévalences de la malnutrition

Retard de croissance



Emaciation



- Tendance à l'amélioration de l'état nutritionnel dans les sites d'intervention
- Pas d'effet significatif de l'intervention

Conclusion

- Le niveau d'adhésion des cibles au programme et le niveau de consommation de farine étaient variables et restent faibles
- Des améliorations sont observées concernant le niveau de connaissances nutritionnelles des mères aussi bien dans les sites d'intervention que dans les sites témoins
- Amélioration de certaines pratiques alimentaires
- Une tendance à l'amélioration de l'état nutritionnel a été notée dans les sites d'intervention
- La durée de l'évaluation n'était pas suffisante pour démontrer l'efficacité de l'intervention sur l'état nutritionnel

Conclusion générale

- Les pratiques alimentaires et la situation nutritionnelle des enfants à Brickaville nécessitent une amélioration
- La consommation de bouillies fortifiées *koba mazika* a un impact sur les ingérés énergétiques et nutritionnels
- Le faible niveau de consommation et la courte durée de l'évaluation n'ont pas permis la mise en évidence d'un impact positif de la stratégie sur l'état nutritionnel
- Malgré le faible coût et les caractères sensoriels appréciés de la *KM,* son faible niveau de consommation nécessite un renforcement des actions de sensibilisation sur une durée plus longue