

# Etude de l'activité liquéfiante de la salive d'enfants malnutris sur les bouillies amyliées

LAURENT François<sup>1</sup>, ANSOBORLO Mathilde<sup>2</sup>, SONKO Adrien<sup>3</sup>

Version du 22 12 14

## Résumé

Cette étude a pour objet la mise en évidence d'une éventuelle corrélation entre le statut nutritionnel des enfants et la capacité de leur salive à dégrader l'amidon. Le statut nutritionnel a été évalué par le Périmètre Brachial (PB) et le Z-score Poids/Age.

La capacité de la salive à dégrader l'amidon est mise en évidence et évaluée par la vitesse de liquéfaction d'une bouillie de Maïzena®. Dans cette étude, la vitesse de liquéfaction est utilisée comme moyen de mesurer l'activité amyliase de la salive.

Les données recueillies sur 41 enfants de 6 mois à 34 mois hospitalisés au Centre Nutritionnel (CREN) de l'hôpital de district de TAMBACOUNDA montrent une corrélation linéaire forte entre malnutrition et faible vitesse de liquéfaction par la salive.

Les enfants sont-ils exposés à la malnutrition en raison de leur grande difficulté à consommer de l'amidon? Ou la malnutrition est-elle la cause de leur déficit en amyliase salivaire? Quel que soit le sens de la causalité, la corrélation malnutrition/déficit amyliase devrait inciter les parents et les soignants à ne donner aux jeunes enfants que des aliments pauvres en amidons ou des aliments dont les amidons ont été préalablement en grande partie dégradés.

## Abstract

The target of this study is to objective a possible link between children nutritional state and the ability of their saliva to degrade starch. Measure of Mid Upper Arm Circumference and Weight for age Z-score assess Nutritional state.

The power of saliva to degrade starch is showed and evaluated by liquefying a Maïzena® gruel. In this study liquefaction speed is used as measurement of saliva amyliase activity.

Data of 41 children, six to thirty four months old, in nutritional care unit at Tambacounda hospital shows a strong linear correlation between malnutrition and low liquefaction speed.

Is malnutrition due to great difficulties to eat starch? Or does malnutrition cause saliva amyliase defect? Whatever the direction of causality, the link between malnutrition and amyliase defect should encourage parents and caregivers to feed young children only with starch free meals or with pre-degraded starch meals.

## Contexte de l'étude

Les très jeunes enfants ont du mal à consommer des bouillies épaisses et le "passage par la bouche de la mère" est une pratique traditionnelle (1). Les aliments thérapeutiques prêts à l'emploi (ATPE) font preuve d'une grande efficacité dans le traitement des malnutritions. Ces ATPE ne contiennent pas ou très peu d'amidon (2). Ces indices convergent pour considérer que la salive et l'amyliase salivaire jouent un rôle sous-estimé dans la nutrition infantile dont la prévalence reste élevée dans plusieurs pays sahéliens.

L'opportunité de réaliser une étude sur l'activité amyliase de la salive d'enfants malnutris a été fournie par le stage d'une étudiante de l'école SUPAGRO Montpellier, stage effectué au sein du CREN de l'Hôpital de District de Tambacounda au Sénégal, sous la responsabilité du Dr SONKO A, et encadré par l'Association de Promotion du Projet BAMiSA (APPB).

<sup>1</sup> Dr LAURENT François, président de l'Association de Promotion du Projet Bamisa (APPB), [f.laurent76@free.fr](mailto:f.laurent76@free.fr), [www.bamisagora.org](http://www.bamisagora.org)

<sup>2</sup> ANSOBORLO Mathilde, étudiante SUPAGRO, Montpellier, France, [mathildeansoborlo@hotmail.com](mailto:mathildeansoborlo@hotmail.com)

<sup>3</sup> Dr SONKO Adrien, médecin chef de la Région Médicale de Tambacounda, Sénégal, [adisonko@yahoo.fr](mailto:adisonko@yahoo.fr)

Le déficit pancréatique en amylase des nourrissons est bien établi : NAVARRO et SCHMITZ écrivent que « L'activité de l' $\alpha$  amylase pancréatique, pratiquement nulle à la naissance, demeure extrêmement faible au cours des premières semaines. Elle s'élève ensuite lentement mais reste très inférieure (3 à 4 fois) encore à l'âge de 6 mois à celle des enfants plus âgés et n'atteint qu'après 3 ans les valeurs de l'adulte ». (3)

Le déficit salivaire en amylase est également connu. SEVENHUYSEN montre que « l'activité  $\alpha$  amylasique salivaire est faible à la naissance puis augmente rapidement, jusqu'à atteindre approximativement les deux tiers de la valeur de l'adulte à 3 mois ». Le même auteur a constaté « de larges variations d'activité  $\alpha$  amylasique, soit par ml de salive, soit par mg de protéine ». (4)

Dans les pays occidentaux, la connaissance du déficit salivaire des jeunes enfants en amylase salivaire a deux applications.

- L'une en diététique infantile qui a conduit à l'abandon des bouillies faites de farine de céréales ordinaires, non traitées. L'agro-alimentaire propose depuis le milieu du XX<sup>ème</sup> siècle des farines infantiles dont les amidons ont été préalablement partiellement ou totalement dégradés (farines maltées, diastasées, amylacées, biscuitées, extrudées). Ces farines traitées industriellement permettent la préparation de bouillies qui n'épaississent pas ou peu même si elles sont préparées avec beaucoup de farine et peu d'eau (ou peu de lait). Ce progrès a considérablement amélioré la diététique infantile et a probablement contribué à faire disparaître les cas de malnutrition infantile dans les pays occidentaux.

- L'autre application concerne le traitement des régurgitations du nourrisson qui fait appel à l'amidon comme agent épaississant des laits infantiles. Si l'amidon était hydrolysé par la salive de l'enfant, l'efficacité de ces laits AR (laits Anti Régurgitations) serait probablement moindre. C'est probablement dans le cadre de la recherche thérapeutique sur les régurgitations qu'ont été menées certaines recherches. Ainsi, SENTERRE J. (5) a fait des travaux sur la digestion des amidons par les nourrissons de petit poids alimentés avec des laits additionnés d'amidon à raison de 3,5g d'amidon de maïs par Kg et par jour. « Le coefficient moyen d'absorption net pour l'amidon est de 88% +/- 6% ». Il signale aussi qu'« il n'y a pas de relation entre l'absorption de l'amidon et la durée de l'alimentation avec de l'amidon ». Il conclut que « la capacité des jeunes enfants à digérer de grande quantité d'amidon est le plus probablement limitée à cause d'une activité basse de l'alpha amylase pancréatique ».

Pour SEVENHUYSEN « il n'y a pas de relation significative entre l'activité  $\alpha$  amylasique (salivaire), le poids, le poids pour la taille, la vitesse de croissance et la présence d'amidon dans les repas » (4). Ces conclusions sont-elles valables lorsque l'alimentation est quasi exclusivement amylacée ?

L'amylase pancréatique n'est pas la seule voie de digestion de l'amidon par le très jeune enfant. Sa digestion est possible grâce à d'autres mécanismes :

- La glucoamylase intestinale « contribue pour une bonne part à cette tolérance de l'amidon chez le nourrisson et même le nouveau-né prématuré » (3).

- L'amylase du lait maternel quand l'enfant en bénéficie. « Le lait de femme, en effet, contient une  $\alpha$  amylase identique à l'amylase salivaire (même isoforme), de pH optimum 5-6 et relativement résistante à l'acidité gastrique dont l'activité, maximale dans le colostrum, tend à diminuer (de 30 à 50% au cours de l'allaitement) et varie beaucoup d'une mère à l'autre ». (3)

Le déficit en amylase pancréatique, persistant jusqu'à trois ans, pourrait donc être un facteur limitant la digestion de grandes quantités d'amidon, mais peu de publications prennent en compte le rôle de l'amylase salivaire.

La prise de conscience du rapport entre l'effet épaississant des amidons, la densité énergétique des bouillies et la couverture des besoins énergétiques des enfants des pays du Sud date des années 1970 (6). Cet effet épaississant "Dietary Bulk" (7)(8), considéré comme facteur causal ou aggravant de la malnutrition a fait l'objet de très nombreux travaux cherchant à résoudre ce problème (9).

Le programme nutritionnel Tanzanien a proposé, dès 1984, d'ajouter une farine de céréales germées riche en amylase, dite Farine Énergétique (Power Flower) ou "Kimea", en petite quantité (5%) dans la bouillie. (10)(11)

A partir des années 2000, l'apparition d'aliments thérapeutiques liquides (F75, F100) ou pâteux (ATPE), aliments "sans amidon", constitue un progrès considérable dans la prise en charge de la malnutrition. (2)

Le concept de Bouillies Amylasées Locales atteignant 120 Kcal (BAL-120) a été proposé récemment (12).

### **Modalités de l'étude**

Le recueil de données a été fait entre le 28 avril et le 4 mai 2014.

### **Population examinée**

Cette étude a été faite sur l'ensemble des enfants hospitalisés au CREN (Centre de Réhabilitation et d'Éducation Nutritionnelle) de l'Hôpital de District de Tambacounda, que leur malnutrition soit secondaire à un déficit alimentaire notoire ou qu'elle complique une pathologie sous-jacente (Tableau 1). Les enfants dont la salive a été testée sont identifiés par tranches d'âge en mois (à défaut de dates naissance précises), leur sexe, leur périmètre brachial (PB) mesuré en cm, leur poids/âge déterminé en Z-score selon tables OMS utilisées par le CREN. Leur état comportemental au moment du prélèvement a également été noté.

### **Moyens et méthode de la mesure de la vitesse de liquéfaction.**

La concentration de la salive en amylase est estimée par la mesure du temps nécessaire à la liquéfaction d'une bouillie d'amidon de maïs.

### **Matériel :**

Tubes avec écouvillon (type tubes à prélèvement), préparés de façon à ce que le coton de l'écouvillon atteigne le fond du tube lorsqu'il est fermé, seringue 5cc, quelques cm de tubulure de perfusion, porte éprouvette, balance électronique, casserole, plaque chauffante électrique, thermomètre de cuisine électronique, chronomètre, farine Maïzena®, sucre, eau.

La veille de l'étude,

a - Préparation des écouvillons : Imprégnation du coton de sucre par trempage dans une solution de saccharose à saturation. Séchage. (Le sucre permet une meilleure acceptation de l'écouvillon en bouche et stimule la salivation).

b - Dépôt au fond des tubes verticalisés (à l'aide d'un bout de tubulure placé sur la seringue) de 2cc de bouillie Maïzena ® à 5% de matière sèche. Les tubes sont maintenus en position verticale

jusqu'à gélification de la bouillie puis conservés, sans leur bouchon, à température ambiante, à l'abri des insectes.

Le jour de l'étude,

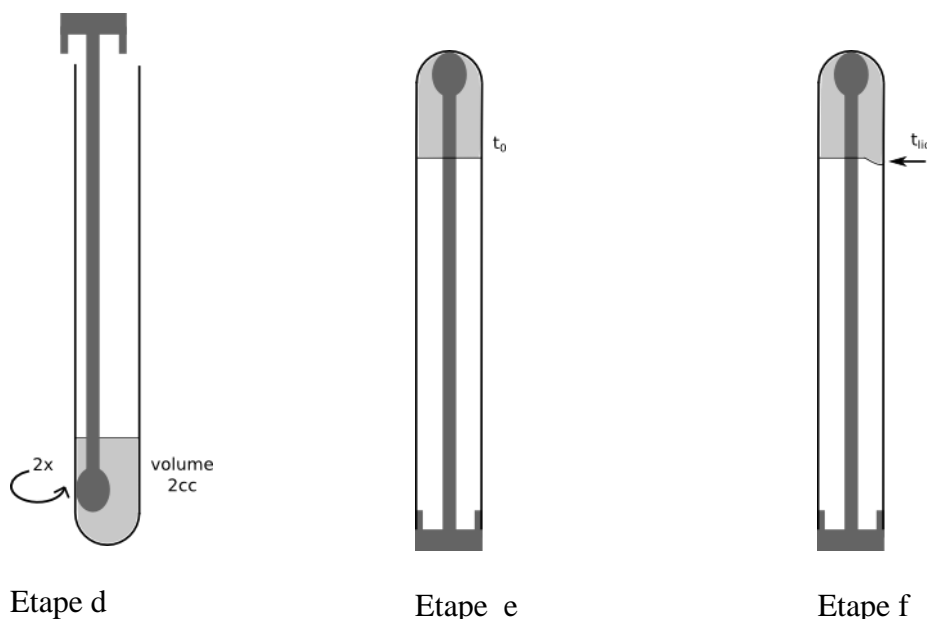
c - Prélèvement salivaire : Le prélèvement salivaire est réalisé en maintenant l'écouvillon dans la bouche de l'enfant, le temps nécessaire jusqu'à ce que le sucre ait complètement fondu et que le coton de l'écouvillon soit complètement imprégné de salive.

d - L'écouvillon imprégné de salive est introduit dans la bouillie, en effectuant un bref mouvement circulaire (Deux tours). Le chronomètre est déclenché au moment de l'introduction de l'écouvillon dans la bouillie (dès le contact entre l'enzyme et son substrat).

e - Fermeture immédiate du tube, le bout de l'écouvillon étant au fond du tube. Retournement et verticalisation du tube, le bouchon vers le bas.

f - Arrêt du chronomètre quand la bouillie se liquéfie et qu'apparaît un début d'écoulement le long de la paroi du tube. Ce temps chronométré détermine le « Temps de liquéfaction ». Temps mesuré en minutes.

NB. Toutes les manipulations ont été faites à température ambiante, soit 30 à 35°C. Le temps de liquéfaction avec la salive d'un adulte (expérimentatrice) est de 20 secondes.



### Analyse statistique

L'analyse de covariance (ANCOVA) a été réalisée avec le logiciel R. (13)

- L'âge (en mois), le temps de liquéfaction (en min), le sexe, l'état comportemental (calme ou en pleurs) sont les variables indépendantes prises en compte.

- Le Périmètre Brachial (PB) en cm et le Z-score du poids pour l'âge sont étudiés comme les variables dépendantes.

### Cohorte d'enfants

La date de naissance des enfants des 41 enfants (26 Garçons, et 15 Filles) n'étant pas connue avec précision, 8 classes d'âge par tranche de trois mois ont été constituées.

de 6 à 8 mois : 15 enfants, ♂11 - ♀4

de 9 à 11 mois : 03 enfants, ♂2 - ♀1

de 12 à 14 mois : 08 enfants, ♂5 - ♀3  
 de 15 à 17 mois : 07 enfants, ♂2 - ♀5  
 de 18 à 20 mois : 03 enfants, ♂3 - ♀0  
 de 21 à 23 mois : 02 enfants, ♂1 - ♀1  
 de 24 mois : 02 enfants, ♂1 - ♀1  
 de 34 mois : 01 enfants, ♂1 - ♀0

### Détermination du degré de malnutrition

Le degré de malnutrition est établi par la mesure du Périmètre Brachial et par le Z-score pour le poids/âge.

La mesure du PB est faite avec bandelette spécifique. Le Z-score est déterminé par les tables "Poids pour Age" de OMS, fournies par le Ministère de la Santé.

### Résultats

N°	temps de liquéfaction	PB (cm)	Z-score	Sexe	Etat	REMARQUES
<b>6-8 mois</b>						
01	7 min	11,7	- 2	G	calme	
02	3 min	12,5	- 2	G	pleure	
03	2 min	13	0	F	pleure	JUMELLE
04	7 min	10	- 4,5	F	calme	JUMELLE
05	3 min	11,5	- 2,5	G	calme	
06	2 min	11,5	- 2,5	G	pleure	salive peu
07	2 min	12,2	- 2,5	G	calme	
08	4min	11	- 4	G	calme	salive bien
09	4min	12,5	- 3	F	calme	ancienne MAS -4
10	2 min	12,2	- 2,5	G	calme	
11	4min	12	- 2	G	très calme	
12	3min	12,5	- 2	G	très calme	
13	3min	11,5	- 2,5	G	calme	ancien MAS -4
14	1 min	13,6	- 1,5	F	calme	
15	1min30	13	- 0,5	G	calme	bien Portant
<b>9-11 mois</b>						
16	1 min	14,5	0	G	calme	
17	2 min	14	-1,5	F	calme	
18	1min30	12,8	-2,5	G	calme	salive bien
<b>2-14 mois</b>						
19	1min30	13	-1,5	F	calme	
20	2 min	11,6	-2,5	G	calme	
21	1 min	12,8	-1,5	G	calme	
22	1min	13,3	-2	G	calme	
23	3 min	12,5	-1	G	pleure	a vomit
24	4 min	11,8	-3,5	F	pleure	faible, ne marche toujours pas
25	2min	12	-2,5	F	calme	

26	1 min	13	-0,5	G	calme	
<b>15-17 mois</b>						
27	1 min	13,7	-1,5	F	calme puis pleure	
28	2min	13,3	-2	F	calme	
29	2min30	?	-2,5	F	calme	ancienne MAS-4
30	2min30	12	-2,5	F	pleure	
31	8 min	11,5	-3,5	G	pleure	diarrhée
32	1 min	14	-0,5	G	calme	
33	4 min	12	-2	F	pleure	
<b>18-20 mois</b>						
34	2 min 30	11,5	-4	G	pleure	JUMENTEAU salive peu
35	1 min	14	0	G	calme	JUMENTEAU
36	2 min	11,5	-3	G	pleure	
<b>21-23 mois</b>						
37	15-20 min	11	-4,5	G	calme	faible, hospitalisé, MAS sévère avec complications: décédé
38	3min	12,5	-3,5	F	pleure	
<b>24 mois</b>						
39	30-45 sec	13,5	-2,5	G	calme	
40	1min30	13,3	-2,5	F	stressée	
<b>34 mois</b>						
41	3 min	13	-2	G	calme	faible, malade, peu de salive

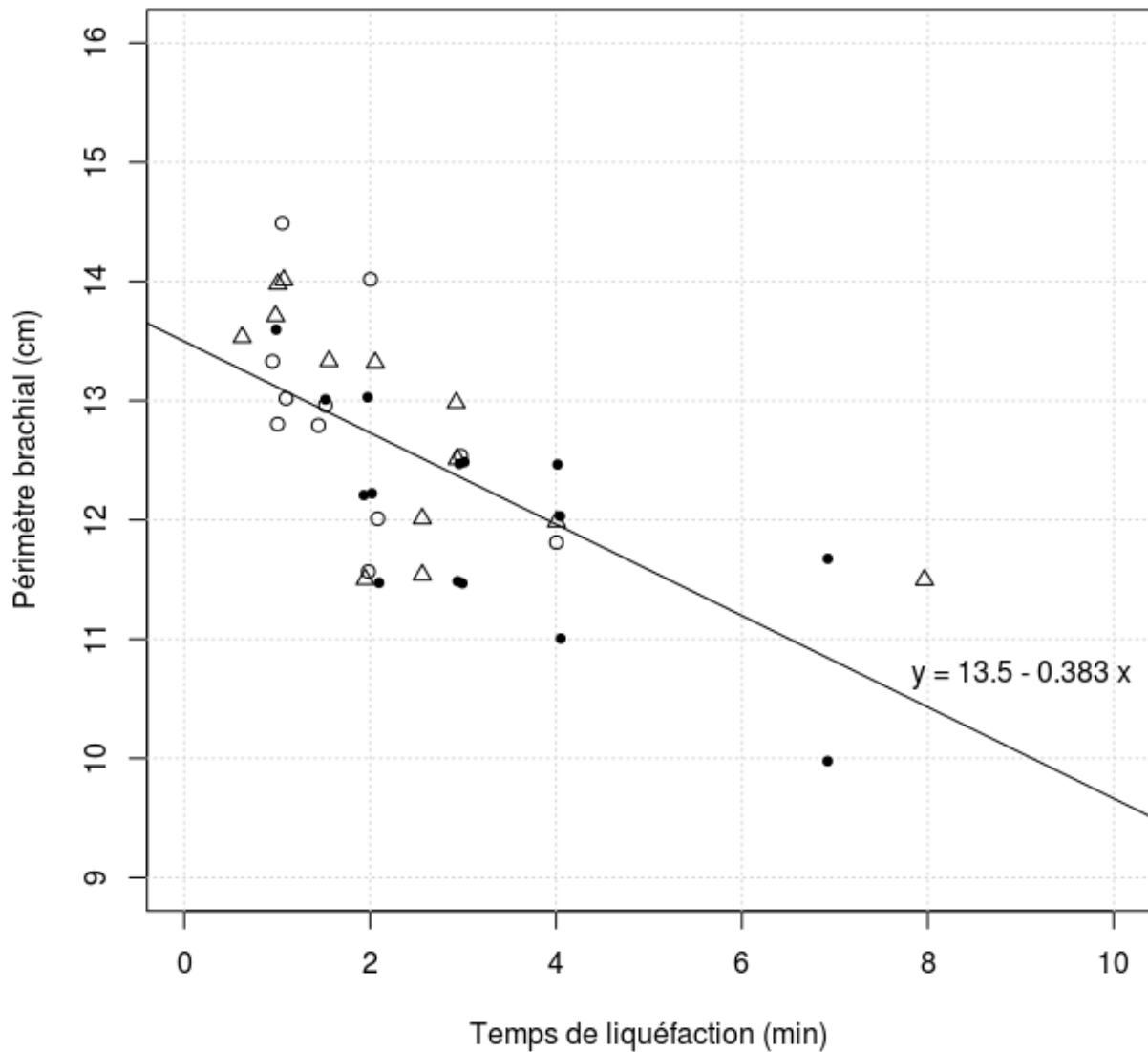
Tableau 1 : Cohorte d'enfants hospitalisés au CREN entre le 21 avril et le mai 2014

Le sujet n°37 a été exclu de l'analyse (temps de liquéfaction très long, enfant DCD peu après)

### Etudes des corrélations

Les graphes suivants prennent en compte tous les enfants. Selon leur âge, ils sont distingués par

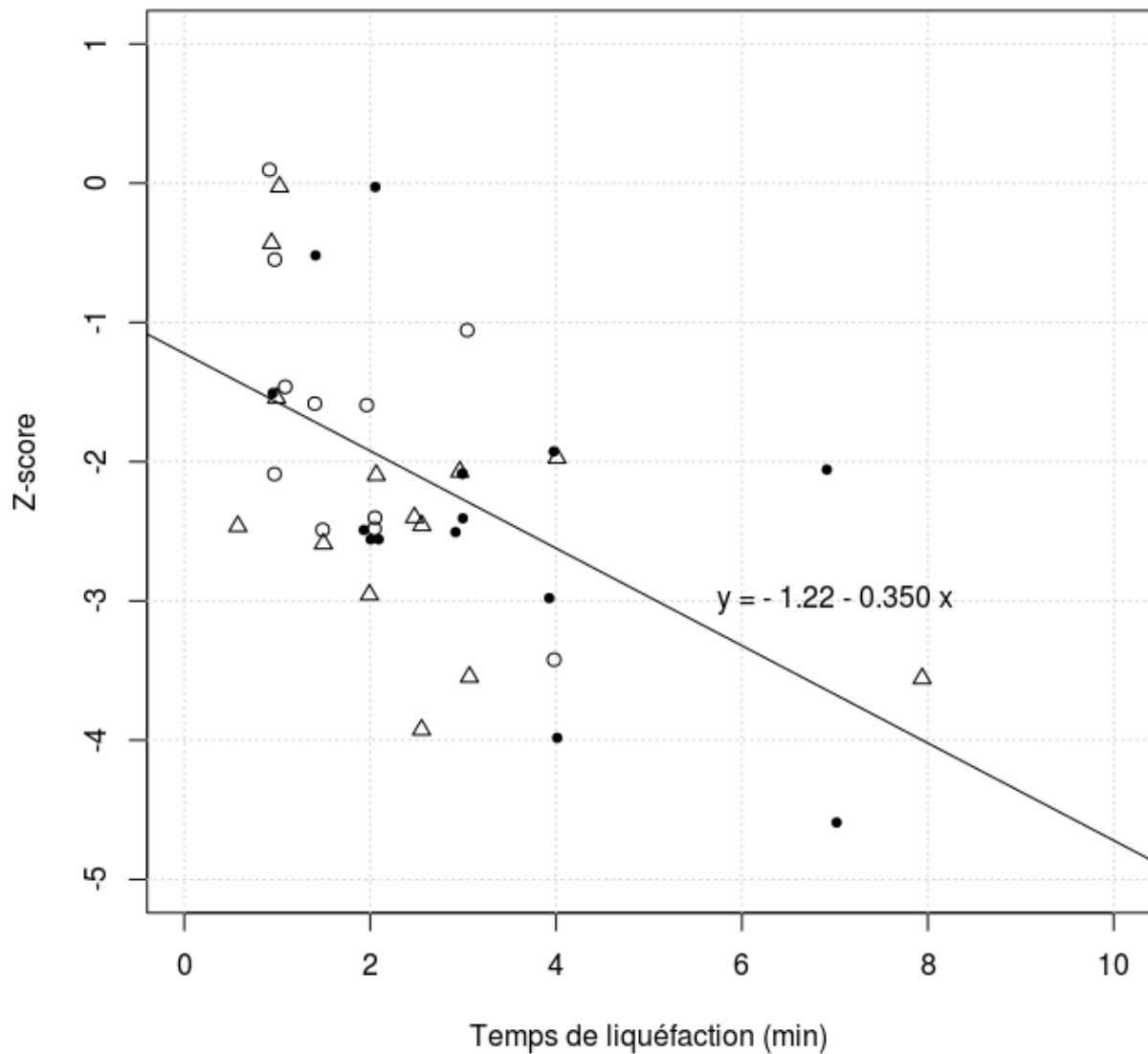
- un point ● âge inférieur ou égal à 8 mois, 15 enfants,
- un cercle ○ âge compris entre 9 et 14 mois, 11 enfants,
- un triangle Δ âge supérieur ou égal à 15 mois, 14 enfants



Grphe 1 - Relation entre le temps de liquéfaction et le périmètre brachial  
Catégories d'âge : Point < 10 mois, Cercle de 10 à 13 mois, Triangle > 13 mois  
(Données légèrement "bruitées" pour faire apparaître les points superposés).

Le graphe 1 permet d'interpréter le Périmètre Brachial comme variable dépendante :

- Le temps de liquéfaction varie significativement avec le PB ( $p=0,00004$ )
- Le sexe n'a pas d'effet sur le PB ( $p= 0,05$ )
- L'âge n'a pas d'effet sur le PB ( $p= 0,67$ )
- L'interaction sexe-temps de liquéfaction n'est pas significative. ( $p=0,06$ )
- L'interaction sexe-âge n'est pas significative ( $p= 0,27$ )



**Graphe 2** - Relation ente le temps de liquéfaction et le Z-score  
 Catégories d'âge : Point < 10 mois, Cercle de 10 à 13 mois, Triangle > 13 mois  
 (Données légèrement "bruitées" pour faire apparaître les points superposés)

Le graphe 2 permet d'interpréter le Z-score poids pour âge comme variable dépendante :

- Le temps de liquéfaction varie significativement avec le Z-score ( $p= 0,0009$ )
- Le sexe n'a pas d'effet sur le Z-score  $p=0,14$
- L'âge n'a pas d'effet sur le Z-score  $p=0,09$
- L'interaction sexe-temps de liquéfaction n'est pas significative.  $p=0,12$
- L'interaction sexe-âge n'est pas significative  $p=0,20$

### **Critiques de la méthodologie**

Cette étude postule que la vitesse de liquéfaction est le reflet de la concentration de la salive en  $\alpha$  amylase. Ce postulat devrait donc être confirmé par des dosages quantitatifs de l'amylase salivaire. A défaut de disposer de dosages quantitatifs, ce postulat pourrait être étayé par la mise en évidence d'une corrélation linéaire entre les vitesses de liquéfaction et les dilutions d'une salive, par exemple celle d'un adulte bien portant.



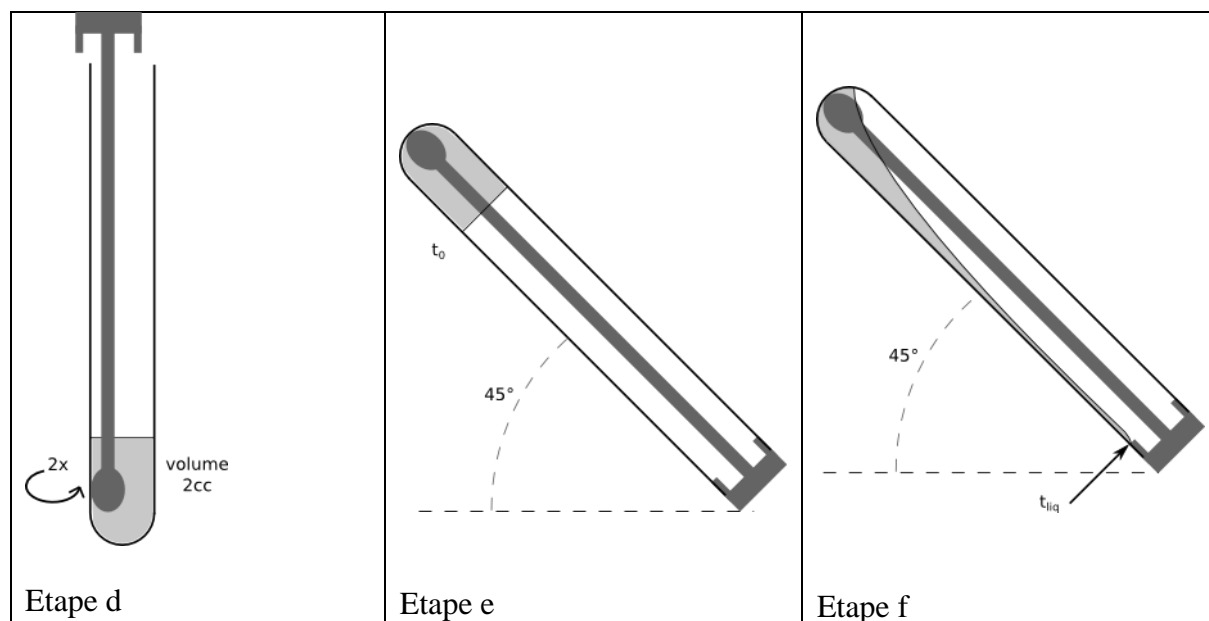
Les méthodes médicales de dosage de l'amylase salivaire font appel à des dosages sanguins et sont utilisés lorsqu'on recherche une libération excessive d'amylase provoquée par une pathologie des glandes pancréatiques ou salivaires. Ces méthodes semblent inadaptées pour explorer une fonction exocrine, en particulier un déficit amylasique salivaire. Les méthodes dosant l'amylase dans la salive elle-même existent, mais seraient-elles applicables ? En effet, ces méthodes utilisent des quantités de salive qu'il serait difficile d'obtenir et de prélever chez des enfants malnutris dans le contexte d'un CREN.

La méthode utilisée dans cette étude pour prélever une petite quantité de salive est "douce". Cette quantité est déterminée par le volume imbibé par le coton de l'écouvillon. Ces quantités sont considérées comme égales, bien que probablement légèrement variables d'un prélèvement à l'autre.

La mesure du temps de liquéfaction est peu précise. Pour rendre plus fiable cette mesure déterminante, nous proposons que les phases "e" et "f" du protocole soient :

e - Fermeture immédiate du tube, le bout de l'écouvillon étant au fond du tube. Retourne et inclinaison du tube à  $45^\circ$ , bouchon vers le bas.

f- Arrêt du chronomètre quand la bouillie liquéfiée touche le bouchon, après avoir coulé le long de la paroi du tube. Ce temps déterminant le « Temps de liquéfaction » pourrait être mesuré en secondes.



La mesure du temps de liquéfaction n'a été faite qu'une fois pour chaque enfant. Plusieurs mesures pourraient être faites chez le même enfant à des heures et à des jours différents, au début et à la fin de la prise en charge de sa malnutrition de façon à mieux préciser son profil amylasique.

## **Discussion**

Cette corrélation entre malnutrition et déficit amylasique salivaire mériterait d'être précisée par des études complémentaires. Une étude longitudinale, par exemple le suivi d'une cohorte

d'enfants depuis l'âge de 4 à 6 mois jusqu'à trois ans, permettrait de déterminer quel est le sens du "cause à effet" entre déficit en amylase salivaire et état nutritionnel.

Si l'amylase salivaire contribue à la digestion des amidons, elle contribue aussi à la liquéfaction, dans la bouche de l'enfant, des aliments amylicés épais, liquéfaction qui conditionne la déglutition. Or, de très nombreux jeunes enfants dans le monde ont comme seule nourriture, en complément du lait maternel, des bouillies amylicées cuites à l'eau. Un déficit en amylase salivaire pourrait ainsi expliquer l'observation courante de jeunes enfants en grande difficulté pour manger rapidement leur bouillie. Ce déficit ne leur permet pas de consommer des bouillies dépassant 40 Kcal pour 100 ml. Et, dès que l'enfant peine à manger des bouillies un peu épaisses, celles-ci sont diluées à l'eau ou si la mère ne prend pas le temps nécessaire, elles sont abandonnées à un enfant plus grand.

L'absence ou la très faible proportion d'amidon dans les Aliments Thérapeutiques Prêts à l'Emploi (ATPE) contribue probablement aussi à leur efficacité. Avant de proposer aux nourrissons et aux jeunes enfants des bouillies à base de céréales, il conviendrait de s'assurer qu'ils ont suffisamment d'amylase salivaire. Dans la plupart des cas, il y aura nécessité de liquéfier préalablement ces bouillies par une amylase (lait maternel, salive maternelle ou malt). C'est l'objectif des BAL-120, Bouillies Amylicées Locales à 120 Kcal/100ml (12).

Le recueil des données de cette étude ne dit pas, parmi les 41 enfants, lesquels étaient allaités. Si l'on sait que l'enfant non allaité a un risque majeur d'être malnutri, c'est peut-être aussi parce qu'il ne bénéficie pas de l'amylase du lait maternel pour l'aider à digérer les aliments amylicés.

De même, il n'y a pas d'indications dans cette étude sur d'éventuelles pathologies associées qui pourraient avoir un rôle direct sur l'état nutritionnel, distinct de celui du déficit en amylase salivaire. Il n'y a pas non plus de données comparatives avec des enfants non dénutris, en bonne santé ou malades.

Le caractère génétique de la qualité amylicique de la salive est évoqué depuis une dizaine d'années (14). Selon une étude récente, le nombre de copies pour le gène AMY1 codant pour l'amylase salivaire peut varier de une à vingt copies selon les individus. Le nombre de copies de ce gène joue un rôle sur le métabolisme de l'amidon. Un faible nombre de copies prédispose à l'obésité de l'adulte (15). Les enfants faibles sécréteurs d'amylase salivaire identifiés dans cette étude, auraient-ils génétiquement moins de copies du gène AMY 1 et seraient-ils pour cela plus exposés à la malnutrition ? Et s'ils trouvent une nourriture abondante à l'âge adulte, seront-ils alors plus exposés à l'obésité ?

## **Conclusions**

Cette étude établit un lien significatif entre l'état nutritionnel de 41 enfants de 6 à 34 mois et la vitesse de liquéfaction d'une bouillie d'amidon par leur salive. Elle présuppose que la vitesse de liquéfaction est le reflet de la concentration de la salive en  $\alpha$  amylase. Elle ne permet pas d'établir le sens d'un éventuel lien de cause à effet.

L'hypothèse selon laquelle un enfant alimenté quasi exclusivement avec des aliments amylicés et n'ayant pas suffisamment d'amylase salivaire serait plus exposé à la malnutrition demande à être validée par d'autres études en particulier des études longitudinales.

Si l'hypothèse d'une causalité entre déficit amylasique et malnutrition était validée, il y aurait lieu de considérer la liquéfaction-déglutition-digestion des aliments amylacés comme un enjeu important dans la diététique de très nombreux jeunes enfants dans le monde. Les programmes de lutte contre la malnutrition, pourraient ainsi sensibiliser davantage le personnel de santé à ce "handicap" du début de la vie et conduire à ne donner à l'enfant que des aliments dont les amidons ont été préalablement dégradés par des sources d'amylases locales.

**Mots clefs** : amylase salivaire, malnutrition, bouillies, amidon

### **Remerciements**

Le Pr Jacques Schmitz qui a bien voulu relire ce travail.

Mr Damien Laurent, (INSERM U1028, Bron. [dlaurent0@gmail.com](mailto:dlaurent0@gmail.com)), qui a fait l'analyse statistique des données.

Le Dr Eric Meunier, Laboratoire d'analyse médicale d'Yvetot, qui a fourni les tubes à écouvillons.

L'école d'ingénieur SUPAGRO- Montpellier- France, qui a bien voulu nous confier la maîtrise de ce stage.

Le Dr Adrien SONKO, médecin chef de la Région Médicale de Tambacounda, Sénégal, et le personnel du CREN de l'Hôpital de District de Tambacounda.

### **Bibliographie**

- (1) ROLLET C, MOREL MF - Des bébés et des hommes. Albin Michel 2000 pp 113-116
- (2) BRIEND A - Highly nutrient-dense spreads: a new approach to delivering multiple micronutrients to high-risk groups. Br J Nutr. 2001 May;85 (Suppl 2):S175-S179.
- (3) SCHMITZ J. - Développement des fonctions de digestion et d'absorption - Digestion et absorption des sucres. in Gastro Entérologie Pédiatrique NAVARRO J, SCHMITZ J, Flammarion, 2000 2<sup>nd</sup>e édition
- (4) SEVENHUYSEN GP et coll - Development of salivary alpha-amylase in infants from birth to 5 months. Am J Clin Nutr. 1984 Apr ; 39(4):584-8.
- (5) SENTERRE J - Net absorption of starch in low birth weight infants. Acta Paediatr Scand 1980 ; 69 : 653-7.
- (6) FAO/OMS - 1973 Energy and Protein requirements Rapport technique 522
- (7) LJUNGQVIST B, MELLADER O, SVANBERG U - Dietary bulk as a limiting factor for nutrient intake in pre-school children. A problem description. Journal of Tropical Pediatrics 05/1981; 27(2):68-73.
- (8) SVANBERG U - Le gros volume alimentaire des produits de sevrage et son effet sur l'apport énergétique et nutritionnel. In "Pour améliorer l'alimentation des jeunes enfants en Afrique orientale et australe", UNICEF/SIDA/CRDI, Compte rendu d'un atelier tenu à Nairobi, Kenya du 12 au 16 octobre 1987, pp 310-324
- (9) MOSHA AC, SVANBERG U - Acceptance and intake of bulk reduced weaning porridge. Tanzanian Food and Nutrition Center Dar es Salaam, Tanzanie, 1984
- (10) MOSHA AC et coll - Les produits de sevrage à forte teneur nutritive faites de céréales germées. In "Pour améliorer l'alimentation des jeunes enfants en Afrique orientale et australe", UNICEF/SIDA/CRDI, Compte rendu d'un atelier tenu à Nairobi, Kenya du 12 au 16 octobre 1987. pp 332-339
- (11) VERSTER A - L'expérience tanzanienne in "L'alimentation de complément du jeune enfant" Actes d'un atelier OMS/ORSTOM, du 20 au 24 Novembre 1994 Alexandrie (Egypte). pp 334-337
- (12) LAURENT F- Les BAL-120 Poster présenté à la 9<sup>ème</sup> journée Provençale de la Santé Humanitaire, SANTÉ SUD Marseille, 14 Novembre 2014
- (13) Analyses réalisées avec le logiciel R version 3.1.1 - R Development Core Team (2011). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.
- (14) PATIN E, QUINTANA-MURCI L - Demeter's legacy: rapid changes to our genome imposed by diet. Trends in Ecology & Evolution 2008., 23:56-59.
- (15) FALCHI M, FROGUEL P. et coll - Low copy number of the salivary amylase gene predisposes to obesity. Nature Genetics, CNRS/Université de Lille 2, Institut Pasteur Lille. 2014 mars.