

Solution à l'intolérance du lactose dans le lait / E. Nicolas ; sous la direction de Dr F. Esseily. — Extrait de : Annales de recherche scientifique. — N° 5 (2004), pp. 259-274.

Bibliographie. Figures.

I. Lait — Consommation. II. Lactose. III. Intolérance au lactose — Liban.

Esseily, F.

PER L1049 / FA193886P

# SOLUTION À L'INTOLÉRANCE DU LACTOSE DANS LE LAIT

**E. NICOLAS**

Université Saint-Esprit de Kaslik  
Faculté des Sciences Agronomiques  
B. P. 446 Jounieh, Liban

**Sous la direction de Dr F. ESSEILY**

Université Libanaise  
Faculté de Santé Publique, Section 2, Fanar  
B. P. 90-156 Jdeidet El Metn, Liban

## RÉSUMÉ

*Le lait est un aliment complet et une source riche en protéines, lipides et vitamines mais certaines personnes au Liban souffrent d'une intolérance au lactose qui provoque des problèmes d'ingestion les poussant à arrêter la consommation du lait. Ce problème nous a incité à faire une enquête basée sur un questionnaire portant sur la consommation et les problèmes de digestion du lait ainsi que sur l'avis des consommateurs pour l'obtention d'un lait plus digestible. Les résultats ont montré que 59 % des personnes interrogées souffraient de problème de digestion du lait.*

*Nous nous sommes dirigés vers une production d'un lait sans lactose en l'hydrolysant en ses composants, le glucose et le galactose par la  $\beta$  galactosidase. Le lait sans lactose obtenu a été proposé à un jury composé de 10 personnes qui ont évalué et comparé la différence en couleur, en odeur et en saveur. Les résultats ont montré une couleur blanc crème, l'odeur est presque la même avec une différence de la saveur qui est plus sucrée pour le lait hydrolysé. Le test triangulaire a été appliqué sur 20 personnes. 100 % ont pu différencier le lait sans lactose avec 80 % qui ont aimé sa saveur. Ce lait a été testé sur 10 personnes intolérantes au lactose et aucun symptôme n'a été perçu chez ces personnes.*

*Enfin le lait sans lactose a été transformé en yaourt. La saveur est moins acide et le temps de conservation est plus long que celui du yaourt ordinaire.*

**Mots clés :** *lait, lactose, intolérance au lactose, lactase, glucose, galactose, yaourt.*

## ABSTRACT

*Milk is a complete nutrient and a rich source of proteins, lipids and vitamins, but certain people in Lebanon suffer from some digestion problems when they drink it because of lactose intolerance entailing a stop in milk consumption. This problem led us to make an investigation based on bearing questions concerning the consumption and digestive problems of milk and its value, with the opinion on obtaining digest milk. Results showed that 59 % of the surveyed people suffer from milk digestion problem.*

*We were directed towards a production of milk without lactose by hydrolyzing it into its components the glucose and the galactose, by the enzyme  $\beta$  galactosidase. The milk without lactose was proposed on a jury composed of 10 persons to evaluate and compare the difference in color, odor and taste. Results showed a white cream-colored milk, the odor was almost the same with a difference of taste which was more sweetened. A triangular test was applied to 20 persons with a result of 100 % which differentiated milk without lactose with 80 % liking its taste. This milk was tested on 10 persons who have lactose intolerance; no symptoms were detected.*

*Finally, the milk without lactose transformed into yoghurt resulted in difference in low acid taste and the period of conservation date is longer than ordinary yoghurt.*

**Keywords :** *milk, lactose, intolerance with lactose, lactase, glucose, galactose, yoghurt*

## INTRODUCTION

Chez la majorité des adolescents et des adultes du monde, le lait est très mal digéré dans les populations asiatiques, africaines et surtout dans les populations méditerranéennes notamment libanaises. Ils sont connus d'avoir une intolérance au lactose (sucre de lait) et sont incapables de le digérer d'où une consommation très basse de lait. Par contre, chez certains individus, sur-

tout d'origine nord-européenne, la digestion du lait persiste durant toute la vie et le lait demeure un aliment de base très facile à digérer (Jonson, 1981). L'intolérance au lactose est définie par la déficience de l'enzyme  $\beta$  galactosidase intestinale, qui hydrolyse le sucre de lait (lactose) en deux sucres simples : glucose et galactose ultérieurement absorbés par la muqueuse intestinale (Dahlqvist, 1984).

L'intolérance au lactose est causée par un gène récessif entraînant une réduction de l'activité de la lactase (Montgomery et *al.*, 1993). La solution serait d'hydrolyser le lactose en glucose et le galactose par la lactase, ce qui réduirait l'intolérance au lactose (Stimpson, 1957). Pour établir une solution à l'intolérance au lactose, une enquête a été faite auprès des clients de la grande surface « Spinneys » à Dbayé. Cette enquête aidera dans cette étude à avoir une idée sur le nombre et les difficultés quotidiennes des personnes intolérantes (les symptômes) de même elle nous aidera à mieux connaître les qualités recherchées du lait.

## **MATÉRIEL ET MÉTHODES**

### **1. Les objectifs de l'enquête**

Cette enquête vise le nombre de consommateurs du lait naturel ou en poudre qui ont une intolérance au lait (lactose), appréciant l'idée d'avoir un lait digéré convenablement, cette enquête a pour but de montrer :

- La consommation du lait des personnes enquêtées
- La valeur nutritive du lait influant sur le choix des consommateurs
- Le pourcentage des personnes intolérantes au lactose
- Les difficultés quotidiennes des personnes intolérantes au lactose :
  - Symptômes rencontrés
  - Présence de ces symptômes
- L'opinion sur un lait digeste

### **2. La population**

Pour que le travail de l'enquête puisse être réalisé, il est indispensable de choisir une base de sondage ou une population représentative. Pour cela nous nous sommes dirigés vers la grande surface "Spinneys" à Dbayé (Mont-Liban). Cette population est constituée de cent personnes choisies au hasard.

### **3. Le questionnaire**

Après avoir réalisé toutes les étapes nécessaires à la préparation de l'enquête, nous sommes passés à la collecte des données. Cependant celle-ci ne peut avoir lieu sans l'exécution d'une série de 15 questions se rapportant sur les dimensions et les critères choisis comme facteurs limitants, révélant l'intolérance du lactose chez les personnes intolérantes à travers leur consommation du lait.

Les variables (sexe, âge et niveau d'instruction) ont été choisies pour étudier leur influence sur la consommation du lait chez une population citadine. Ainsi cette consommation peut varier d'un homme à une femme, de même qu'elle peut changer suivant le niveau d'instruction et l'âge des personnes interrogées. Nous avons pris en considération les 5 dimensions suivantes : la consommation du lait, la valeur nutritive, les problèmes de digestion de lait, la confiance et le lait digeste.

### **4. Méthode de la préparation des expériences**

Comme les protéines et les lipides interfèrent dans les analyses de l'HPLC, 1ml de TCA 20 % (trichloroacétique) est ajouté à chaque échantillon pour que les protéines et les lipides soient précipités, ensuite ces échantillons sont déposés dans une centrifugeuse à 3000 tours par minute pendant 10 minutes. La première expérience (dose d'enzyme fixe avec température et temps variables): 50cc du lait conservé dans la bouteille stérilisée à la température de 4°C sont mis dans un erlenmeyer puis dans un bain-marie réglé pour que la température du lait soit à 25°C. Le principe d'hydrolyse en batch ou discontinue consiste à l'ajout d'un ml de lactozym prêt à l'emploi tout en agitant le prélèvement de 5 cc dans un tube à essais à l'aide d'une pipette après 15, 30, 45, et 60 minutes. La même opération est effectuée mais à des températures différentes de 30°C, 40°C et 45°C. Au cours de la deuxième expérience, la température du lait était fixe (40°C), l'énergie d'activation optimale pour le fonctionnement de l'enzyme (Larbuste, 1995), tandis que les doses de l'enzyme ajoutées varient de 0.75 ml, 0.50 ml et 0.25 ml respectivement et pour chaque dose, quatre échantillons seront prélevés chaque 15 minutes jusqu'à une heure de temps.

### **5. Démarche du profil sensoriel du lait hydrolysé**

Pour mettre en place concrètement un profil sensoriel du lait hydrolysé, il faut que les membres d'un jury professionnel composé de 10 membres dont 3 représentants d'industrie laitière (Candia, Dairyday, Bonjus) travaillent individuellement pour qu'ils découvrent et donnent une note à toutes les per-

ceptions de différence entre les échantillons du lait. Chaque juge travaille en progressant selon l'ordre chronologique d'apparition des "stimuli" (couleur, odeur et saveur) et remplit une grille méthodologique de dégustation (Ssha, 1990).

## **6. Test triangulaire**

Le test triangulaire met le sujet en présence de trois échantillons, dont deux issus d'un même lot afin de mettre en évidence des différences entre le lait sans lactose et le lait ordinaire (CIDIL, 1994). Ce test est appliqué sur 20 consommateurs du lait.

## **7. Evaluation de l'intolérance au lactose**

Afin de montrer la persistance ou l'absence des symptômes de l'intolérance au lactose après la consommation du lait sans lactose, 10 personnes présentant une intolérance au lactose ont consommé un verre de lait au matin sans aucun additif, 30 à 45 minutes plus tard les symptômes sont notés.

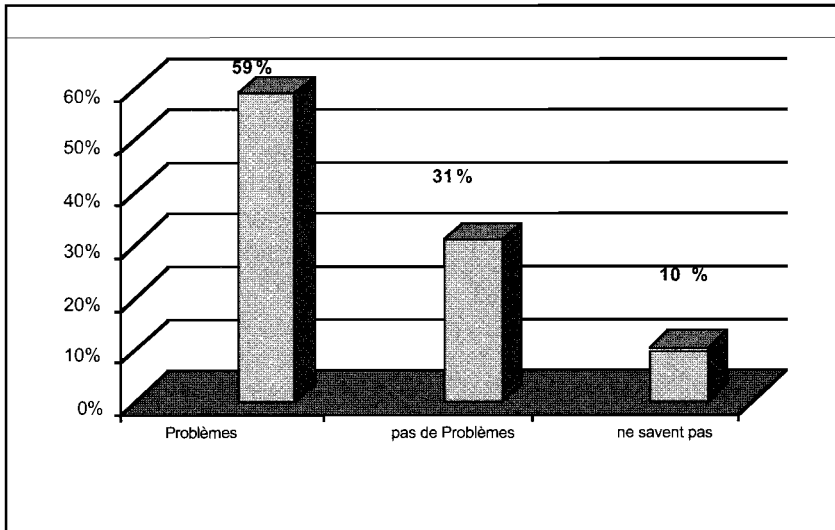
## **8. Fermentation du lait sans lactose en Yaourt**

Immédiatement après le traitement par chauffage, le lait transformé est refroidi à la température de fermentation, mis en cuve etensemencé. L'ensemencement se fait à l'aide d'un yaourt acheté dans le commerce (Bonjus) à raison d'une cuillerée à soupe par litre de lait. Le lait, amené à une température généralement voisine de 45°C (entre 42 et 46°C), estensemencé. Une bonne agitation est nécessaire pour rendre parfaitement homogène le mélange lait-ferment.

# **RÉSULTATS ET DISCUSSION**

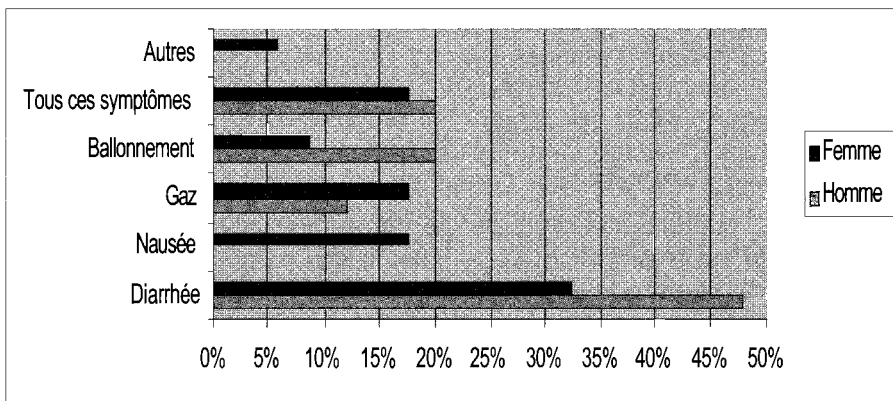
## **1. Résultats de l'enquête**

La figure 1 montre que 59 % des personnes enquêtées ont un problème de digestion du lait et par contre 31 % n'ont aucun problème et 10 % ne savent pas s'ils ont un problème de digestion du lait.



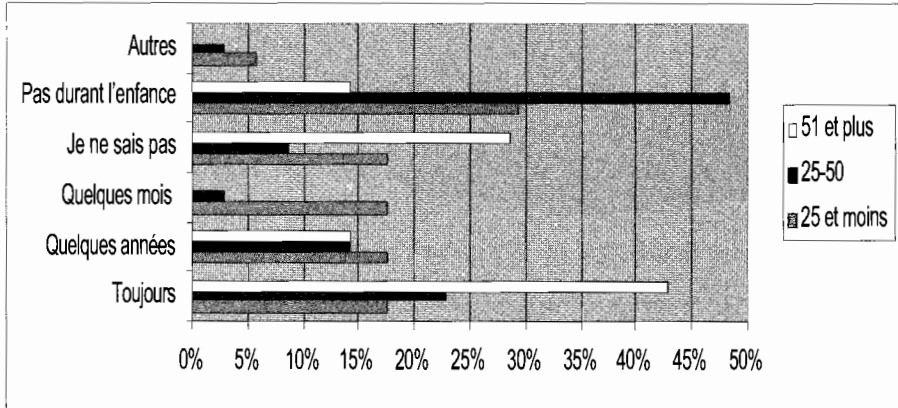
**Figure 1.** Population et problèmes de digestion du lait.

La figure 2 montre que 48 % d'hommes et 32.45 % de femmes ont de diarrhée, 20% d'hommes et 8.82 % des femmes ont du ballonnement, 17.65 % des femmes et 12 % d'hommes ont de gaz, 17.65 % de femmes ont de nausée, 20 % d'hommes et 17.65% de femmes ont tous ces symptômes.



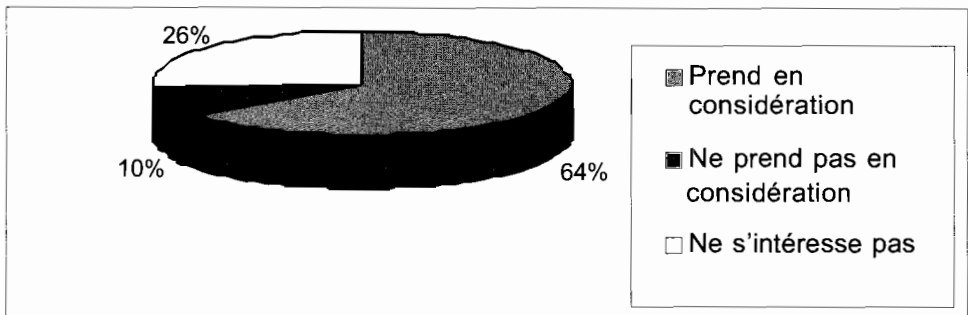
**Figure 2.** Rapport entre le sexe et symptômes de problèmes de digestion du lait.

La figure 3 montre que 40 % des hommes et 38.24 % des femmes n'ont pas de problème de digestion du lait durant l'enfance tandis que 28 % d'hommes et 20.59 % de femmes ont toujours un problème de digestion de lait.



**Figure 3.** Rapport entre le sexe et durée de problèmes de digestion du lait.

La figure 4 montre que 64 % des personnes interrogées prennent en considération la valeur nutritive du lait au moment de l'achat et par contre 26 % des interrogées ne s'intéressent pas à la valeur nutritive et 10 % ne la prennent pas en considération.



**Figure 4.** Population et importance du choix de la valeur nutritive du lait au moment de l'achat.



La figure 5 montre que 56% des personnes interrogées préfèrent le lait naturel, 23% n'ont aucune préférence et 21% préfèrent le lait en poudre.

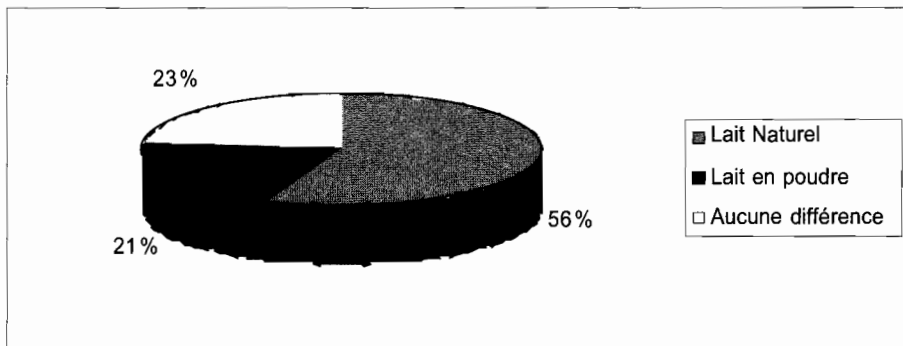


Figure 5. Population et préférence d'achat du lait.

La figure 6 montre que 51 % des personnes interrogées préfèrent acheter le lait de la ferme tandis que 27 % préfèrent acheter le lait du supermarché et 20 % des personnes enquêtées préfèrent acheter le lait de la laiterie.

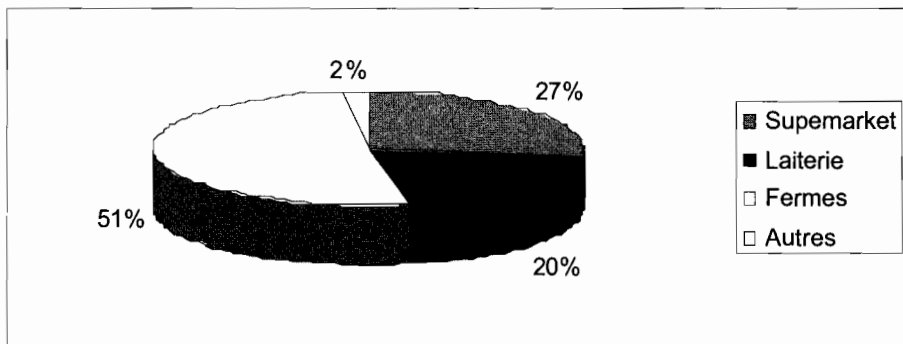


Figure 6. Population et confiance de l'emplacement pour l'achat du lait.

La figure 7 montre que 62 % des personnes interrogées préfèrent acheter le lait conservé localement et par contre 12 % préfèrent acheter le lait importé tandis que 26% ne font aucune différence entre le lait importé ou le lait local.

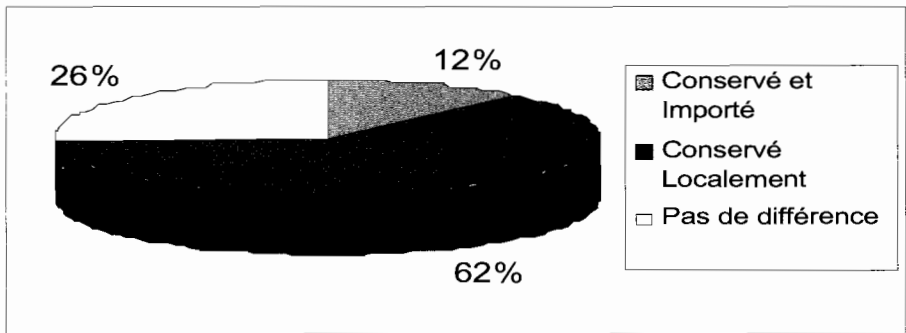


Figure 7. Population et confiance de mode d'achat du lait.

La figure 8 montre que 55 % des personnes interrogées préfèrent un lait digeste tandis que 26 % ne font pas de différence entre le lait digeste et un lait ordinaire et 18 % ne préfèrent pas le lait digeste.

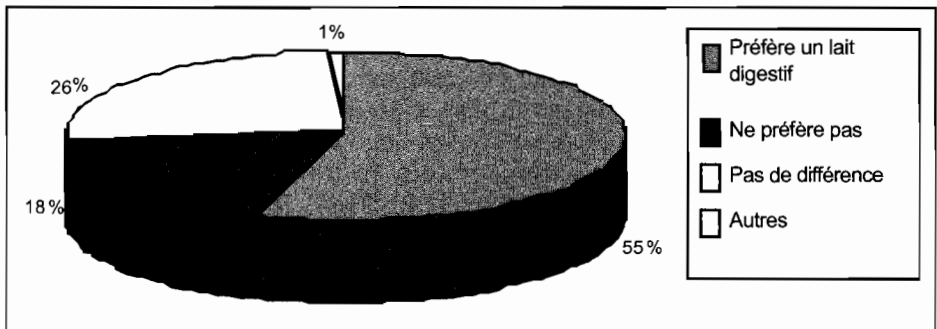
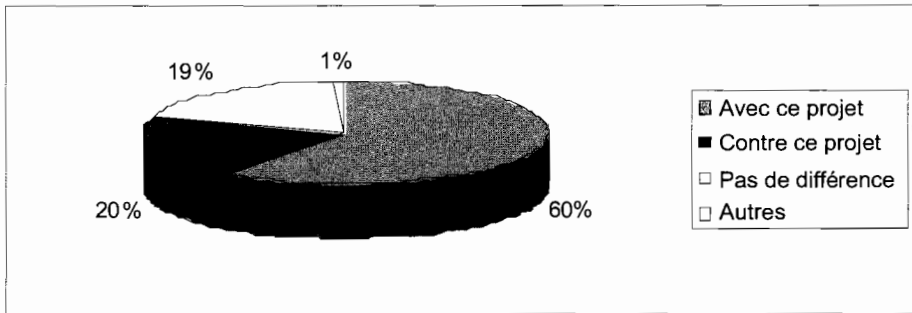


Figure 8. Population et lait digeste.

La figure 9 montre que 60 % des personnes interrogées sont avec la fabrication d'un lait sans lactose digeste ayant un goût sucré, 20 % contre ce projet et 19% ne s'intéressent pas.



**Figure 9.** Population et opinion sur un projet qui permet d'avoir un lait sans lactose digeste ayant un sucré sans l'addition d'un sucre.

## 2. Discussion des résultats du questionnaire

En se basant sur les résultats obtenus, nous pouvons définir que la consommation du lait se fait avec du café (Nescafé) ou bien la plupart de personnes enquêtées préfèrent les dérivés du lait. Plus que la moitié de la population a des problèmes de digestion du lait se manifestant par les symptômes suivants : vomissement, ballonnement, nausée, gaz et surtout diarrhée indiquant une intolérance au lactose. Il est à noter que ces symptômes n'apparaissent pas durant l'enfance puisque l'enzyme lactase diminue progressivement du système digestif avec l'âge ceci pour des raisons génétiques. La totalité de la population préfère l'achat d'un lait valorisant une meilleure nutrition, cependant d'autres préfèrent le lait en poudre parce qu'il est plus disponible. D'après cette enquête menée, presque la moitié de la population préfère se fournir le lait de la ferme; là le lait est incontestablement naturel, et c'est justement ce qu'ils recherchent. Un grand nombre de la population préfère le lait conservé localement; encourageant aussi les produits locaux d'une part et consommant du lait frais d'autre part. Plus que la moitié de la population enquêtée est intolérante au lactose et préfère un lait digeste pour diminuer les symptômes de l'intolérance au lactose et encourage la fabrication d'un lait éliminant ces symptômes. Ainsi un pourcentage élevé des personnes ont des problèmes de digestion du lait avec des symptômes de l'intolérance au lactose. Ceci a permis d'appuyer notre recherche pour fournir un nouveau lait naturel dont le lactose est hydrolysé par l'enzyme lactase.

### 3. Hydrolyse du lactose

La concentration du lactose dans le lait avant l'hydrolyse est de 4.5 % selon l'HPLC, le volume de la lactase utilisée est 1 %. La dose de la lactase est la même dans les 16 échantillons qui ont été examinés à l'aide de l'HPLC pour détecter la présence du lactose (marquée par le signe + dans le tableau 1). D'après le tableau 1, l'hydrolyse du lactose, à une température de 25°C, est totale à partir de 45 minutes tandis que pour une température de 30°C, le lactose est hydrolysé totalement à partir de 30 minutes. Pour des températures de 40°C et 45°C, l'hydrolyse totale de lactose s'effectue à partir de 15 minutes.

**Tableau 1** : Représentation des échantillons sur une dose d'enzyme fixe selon la présence du lactose.

Temps Température	15 minutes	30 minutes	45 minutes	60 minutes
25 ° C	+	+	-	-
30 ° C	+	-	-	-
40 ° C	-	-	-	-
45 ° C	-	-	-	-

Dans le tableau 2, la température est fixe dans les 12 échantillons et la dose de la lactase et le temps sont des variables. La température est fixe à 40°C optimale (Bohringer, 1987). L'hydrolyse du lactose effectuée avec une dose de 0.25 % de lactase est totale après 30 minutes, tandis que pour des doses de 0.50 % et 0.75 %, l'hydrolyse totale est remarquée après 15 minutes.

**Tableau 2 :** Représentation des échantillons sur une température fixe selon la présence du lactose.

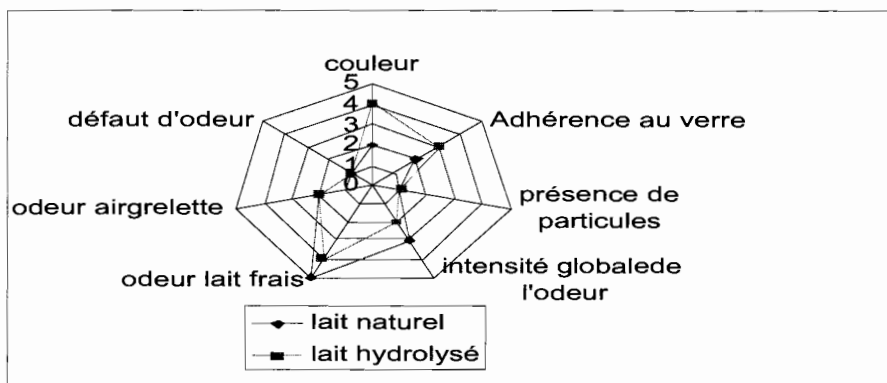
Temps \ Dose lactase	15 minutes	30 minutes	45 minutes	60 minutes
0.25 %	+	-	-	-
0.50 %	-	-	-	-
0.75 %	-	-	-	-

#### 4. Discussion des résultats d'hydrolyse du lactose

Dans les usines agroalimentaires, il est important de réduire le coût de l'énergie et de la matière première. Ces expériences ont été faites pour aboutir à la formule d'hydrolyse la plus économique au niveau de consommation d'énergie, du temps nécessaire pour l'hydrolyse du lactose dans le lait et du volume minimal de l'enzyme utilisée (Veisseyre, 1975).

#### 5. Résultats de l'évaluation sensorielle du lait hydrolysé

Ces résultats sont obtenus selon une moyenne entre les notes mises par les 10 membres du jury. La figure 10 de l'aspect visuel et des odeurs montre que le lait hydrolysé a une couleur crémeuse notée  $4 \pm 0.2$  qui est plus foncée que celle du lait naturel noté  $2 \pm 0.3$ . C'est peut être dû à la réaction de Maillard (Devilder, 1987), entre les sucres simples (glucose et lactose) avec les protéines du lait. Ceci résulte en une couleur plus foncée que le lait naturel. L'adhérence de lait naturel est notée  $3 \pm 0.4$  et celle du lait hydrolysé notée  $2 \pm 0.3$ . Dans le lait naturel et le lait hydrolysé notés  $1 \pm 0.4$ , il y a des particules de crème car le lait n'a pas subi une opération d'homogénéisation des particules grasses. Le lait hydrolysé a une odeur globale moins forte notée  $2 \pm 0.1$  que celle du lait naturel notée  $3 \pm 0.2$  probablement à cause du traitement enzymatique. Le lait naturel a une odeur plus fraîche notée  $5 \pm 0.1$  que le lait hydrolysé noté  $4 \pm 0.3$ . Le lait naturel et hydrolysé sont notés  $2 \pm 0.1$  pour l'odeur aigrette. Le lait naturel et hydrolysé sont notés  $1 \pm 0.1$  pour le défaut d'odeur.



**Figure 10.** Aspect visuel et odeurs du lait naturel et lait hydrolysé.

La figure 11 de la flaveur et de la texture montre que le lait naturel est noté  $2 \pm 0.3$  et le lait hydrolysé est noté  $4 \pm 0.1$  pour la saveur sucrée car le lait hydrolysé est 4 fois plus sucré. Les deux laits naturel et hydrolysé n'ont pas un goût acide et ils sont notés 0. L'intensité de l'arôme globale dans le lait naturel est notée  $4 \pm 0.3$  et celle du lait hydrolysé est notée  $3 \pm 0.1$ . Un des arômes du lait pasteurisé est dû à la présence de crème, pour cet arôme les deux laits naturel et hydrolysé sont notés  $3 \pm 0.4$ .

La richesse aromatique dans le lait naturel est notée  $4 \pm 0.2$  et celle du lait hydrolysé est notée  $5 \pm 0.2$ , la saveur sucrée pouvant affectée cette richesse aromatique. La persistance en flaveur dans le lait naturel est notée  $2 \pm 0.4$  tandis que celle du lait hydrolysé est notée  $3 \pm 0.3$ . L'effet en arrière-goût dans le lait naturel est noté  $2 \pm 0.1$  et celui du lait hydrolysé  $1 \pm 0.3$ . L'effet onctueux dans le lait naturel est noté  $3 \pm 0.4$  et dans le lait hydrolysé  $2 \pm 0.2$ . Le caractère aqueux dans le lait naturel est visqueux et noté par  $2 \pm 0.3$ , tandis que le lait hydrolysé est noté  $4 \pm 0.3$ , donc il est aqueux.

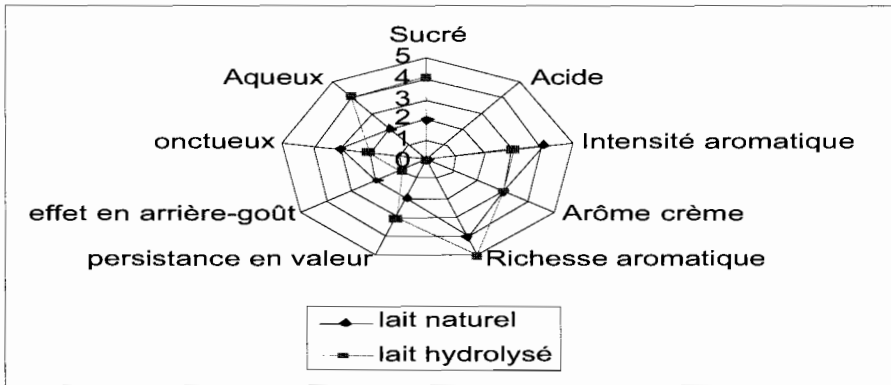


Figure 11. Flaveur et texture en bouche du lait naturel et lait hydrolysé.

## 6. Test triangulaire

Les 20 personnes qui ont subi ce test ont tous remarqué la différence entre le lait contenant le lactose qui est moins sucré que le lait sans lactose qui est plus sucré et 80% aiment ce nouveau goût tandis que 20% préfèrent le goût primitif.

## 7. L'évaluation de l'intolérance au lactose

Trente à 45 minutes après, aucun symptôme de l'intolérance au lactose n'a été noté sur les 10 personnes qui ont consommé le lait sans lactose.

## 8. La fermentation du lait sans lactose en yaourt

Le lait a coagulé et une modification de ses composants et de ses caractères organoleptiques a été notée comme l'acidification et la gélification indiquant un bon fonctionnement des bactéries lactiques. Le goût de ce yaourt est légèrement acide, révélant une saveur sucrée avec un arôme du lait frais. La durée de la conservation du yaourt obtenue est 3 fois plus grande que celle du yaourt ordinaire. En effet, 2 genres de yaourt ont été conservés à 5°C, une provenant du marché et l'autre après transformation. Le dernier est resté intact durant 80 jours pour un pH = 4.03 tandis que le premier a duré 25 jours pour un pH = 3.3.

## CONCLUSION

Le lactose a été transformé en tous ces composants : c'est une solution pour beaucoup de gens qui ont une intolérance au lactose du lait. D'après les résultats statistiques de l'enquête, 59 % des personnes ont des problèmes de digestion de lait indiqué par des symptômes de l'intolérance au lactose du lait alors qu'elles n'ont pas les symptômes de l'allergie au lait. Par ailleurs, certaines personnes n'aiment pas le lait à cause de son odeur pour cela nous proposons d'aromatiser le lait sans lactose. L'enzyme est chère (300 \$ pour 1 litre, toute taxe comprise) et sera perdue lors de la pasteurisation après hydrolyse, car la méthode adoptée est en batch. Il faudrait donc trouver la technique de transformation par la méthode d'immobilisation d'enzyme pour avoir une transformation continue. Par ce facteur, le coût de transformation diminue et une production industrielle ne serait pas très coûteuse. Il faudrait encourager ce type de transformation car nous remarquons, qu'au Liban, le lait sans lactose est en poudre et vendue dans les pharmacies. Cependant, il est préférable que ce type de lait soit naturel et vendu sur les rayons des grandes surfaces en même temps que le lait avec lactose. De même et d'après notre enquête, certaines personnes aiment le lait mais après ajout du sucre, cependant nous leurs proposons un sucre naturel glucosé sans ajout de saccharose, donc c'est un lait diététique surtout s'il est écrémé. Après hydrolyse du lactose en glucose et galactose, le pouvoir édulcorant augmente, cette augmentation présente de nouvelles possibilités par exemple pour la préparation du chocolat au lait dans les pâtisseries qui peuvent économiser une certaine quantité de saccharose. Le yaourt obtenu par le lait sans lactose montre que cette transformation est passée sur les produits constitutifs du lactose (glucose et galactose) et non sur le lactose lui-même révélant que le lactose n'est pas indispensable pour la fabrication du yaourt. Cependant, ce yaourt a un goût plus sucré que le yaourt ordinaire et un pH virant vers la neutralité. Notons que la période de conservation du nouveau yaourt est nettement plus grande ce qui donne un grand avantage pour la diminution des pertes au niveau économique.



## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BOHRINGER MANNHEIM GM.BH., 1987. Methods of biochemical analysis and food analysis. Germany.
- Centre interprofessionnel de documentation et d'information laitière (CIDIL), 1994. Documentation divers, Paris, 12-15 pp.
- DAHLQVIST, A., 1984. Lactose intolerance, 649 – 658 pp.
- DEVILDER, J., 1987. Station laitière de l'état grand. Centre de recherche agronomiques de l'état grand. *Journal laitier*, 149-153pp.
- JONSON, A.D., 1981. The regional and ethnic distribution of lactose malabsorption: adaptive and genetic hypotheses: 11 – 22 pp.
- LARBUSTE, 1995. Lorenzo GONZALEZ, 9 – bajo 28017 Madrid, fiche technique, 3 pp.
- MONTGOMERY, R.K., 1993, Lactose intolerance and regulation of small intestinal activity. In: *Nutrition and gene expression*. Ed. BERDANIER C.-D and HARGROVE J.-L; Boca Raton: CRC Press, 23 – 53pp.
- NEWCOMER, A.D. and MCGILL, D.B., 1984. Clinical importance of lactase deficiency. *England Journal Medicine*, 310: 42- 43 .
- SSHA, 1990. Evaluation sensorial, Manuel méthodologique, technique et documentation. Lavoisier, APRIA, Paris : 328pp.
- STIMPSON, E.G., 1957. Lactase hydrolysed lactose in feed. *US Patient* : 266pp.
- VEISSEYRE, R., 1975. Technologie du lait. Troisième édition. Paris France. La maison Rustiques 714pp.