

Influence d'un certain nombre de facteurs de croissance et de différents traitements thermiques du lactosérum sur la fermentation alcoolique du lactose par *saccharomyces lactis*

par

A. JABARIT

En raison de sa valeur biologique, le lactosérum est susceptible d'un emploi dans les industries alimentaires, dont en diététique, et même en thérapeutique. Sa valorisation doit encore s'étendre à la préparation d'aliments du bétail autant qu'à la fabrication de boissons rafraîchissantes.

Il nous a paru ainsi utile d'étudier la fermentation alcoolique du lactose en recherchant, d'une part, les facteurs de stimulation ou d'inhibition de ce processus, liés notamment à la présence de sels minéraux et d'acides aminés, et, d'autre part, l'influence exercée par les traitements thermiques.

La complexité du produit naturel, ici considéré, nous a incité à opérer en milieu plus simple afin de pouvoir mieux apprécier les actions éventuelles sur le lactose et sa fermentation, celle-ci étant réalisée par *Saccharomyces lactis*. Nous présentons ci-après, de manière abrégée, les données et les résultats de notre étude.

PROTOCOLE EXPERIMENTAL

- Préparation et stérilisation du milieu synthétique.
- Préparation d'une solution aqueuse avec la ou les substances pures à étudier.
- Chauffage de cette solution selon un graphique thermique déterminé.
- Mélange aseptique des solutions (milieu synthétique + solution aqueuse).
- Ensemencement à 1 p. 100 avec une culture du microbe réactif.

— Détermination de la vitesse de croissance du microbe réactif par dosage régulier du lactose et de l'alcool présent dans le milieu, et contrôle systématique (au microscope, et par ensemencements en boîtes de Pétri) de l'état bactériologique du milieu au cours de l'expérience.

Notre but a été d'étudier l'influence du chauffage en appliquant différents types de traitement thermique sur les composants lactés.

Deux aspects de la question nous semblent importants :

— Influence du chauffage sur chaque composant du lactosérum pris séparément.

— Interaction entre les divers composants chimiques au cours du chauffage.

Le moyen pratique choisi a été de déterminer la vitesse de croissance de notre microbe réactif, *Saccharomyces lactis*, dans les différents essais. Or cette levure ne fermente que le lactose.

Deux idées principales nous ont guidé pour mettre au point notre protocole d'expérimentation :

— Séparer les essais de manière à ne faire varier qu'un seul facteur à la fois (chauffage ou composition du milieu).

— Avoir la possibilité de comparer tous les résultats obtenus entre eux.

Par conséquent, notre plan de recherche a été schématiquement celui-ci :

— Influence du chauffage sur des solutions de lactose chauffées, seules.

— Influence du chauffage sur des solutions de deux constituants du lactosérum chauffés ensemble : lactose plus sels minéraux, acides aminés, protides, etc.

— Influence du chauffage sur des solutions de lactose chauffées en présence de plus de deux constituants en mélange.

METHODES UTILISEES

Nous avons choisi le dosage à l'aide d'un micro-organisme.

Le dosage microbiologique est employé pour doser les vitamines et les acides aminés, mais on peut l'utiliser aussi pour la détermination d'une activité vitaminique totale [1, 10] selon le but poursuivi.

La technique de détection des facteurs de croissance de chaque micro-organisme est elle-même variable. William [11] se basait sur la numération des cellules et Bachmann [3] mesurait le gaz carbonique dégagé par les cultures pour déterminer la vitesse de croissance des cellules. Auclair et Portmann [2] ont employé des ferments

TABLEAU 1

Influence des conditions de chauffage : temps et température (en ordonné : temps en heures pour faire fermenter 50 g de lactose)

	15	20	30	40	60	72	84	96	108	120	132	144	180	192	204	216	
SOLUTION LACTOSE NON CHAUFFÉE																	
SOLUTION LACTOSE NON CHAUFFÉE																	
SOLUTION LACTOSE NON CHAUFFÉE																	
SOLUTION LACTOSE + METHIONINE																	
SOLUTION LACTOSE + PROLINE																	
SOLUTION LACTOSE + HISTIDINE																	
SOLUTION LACTOSE + TRYPTOPHANE																	
SOLUTION LACTOSE + TYROSINE																	
SOLUTION LACTOSE + ACIDE GLUTAMIQUE																	
SOLUTION LACTOSE + PHOSPHATE BIPOTASSIQUE									60°C	30 MINUTES							
SOLUTION LACTOSE + SULFATE DE MAGNESIUM									60°C	30 MINUTES							
SOLUTION LACTOSE + SELS MINÉRAUX									60°C	30 MINUTES							
SOLUTION LACTOSE + TRYPTOPHANE									60°C	30 MINUTES							
SOLUTION LACTOSE + HISTIDINE									60°C	30 MINUTES							
SOLUTION LACTOSE + TYROSINE									60°C	30 MINUTES							
SOLUTION LACTOSE + ACIDE GLUTAMIQUE									60°C	30 MINUTES							
SOLUTION LACTOSE									60°C	30 MINUTES							
SOLUTION LACTOSE + PHOSPHATE MONOCALCIQUE									60	30 MINUTES							
SOLUTION LACTOSE + SULFATE DE CALCIUM									60°C	30 MINUTES							
SOLUTION LACTOSE + SULFATE DE CALCIUM AU BOUT DE 48 HEURES											60°C	30 MINUTES					
SOLUTION LACTOSE SANS SULFATE DE CALCIUM AU BOUT DE 48 HEURES											60°C	30 MINUTES					
SOLUTION LACTOSE + METHIONINE											60°C	30 MINUTES					
SOLUTION LACTOSE + PROLINE											60°C	30 MINUTES					
SOLUTION LACTOSE + PHOSPHATE DE POTASSIUM									60°C	30 MINUTES							
SOLUTION LACTOSE + SULFATE DE MAGNESIUM									60°C	30 MINUTES							
SOLUTION LACTOSE + SELS MINÉRAUX									60°C	30 MINUTES							
SOLUTION LACTOSE + ACIDE GLUTAMIQUE									60°C	30 MINUTES							
SOLUTION LACTOSE + TYROSINE									60°C	30 MINUTES							
SOLUTION LACTOSE									60°C	30 MINUTES							
SOLUTION LACTOSE + SULFATE DE CALCIUM AU BOUT DE 48 HEURES											60°C	30 MINUTES					
SOLUTION LACTOSE SANS SULFATE DE CALCIUM AU BOUT DE 48 HEURES											60°C	30 MINUTES					
SOLUTION LACTOSE + HISTIDINE											60°C	30 MINUTES					
SOLUTION LACTOSE + TRYPTOPHANE											60°C	30 MINUTES					
SOLUTION LACTOSE + METHIONINE											60°C	30 MINUTES					
SOLUTION LACTOSE											60°C	60 MINUTES					
SOLUTION LACTOSE + PHOSPHATE MONOCALCIQUE											60°C	30 MINUTES					
SOLUTION LACTOSE + SULFATE DE CALCIUM											60°C	30 MINUTES					
SOLUTION LACTOSE + PROLINE											60°C	30 MINUTES					
SOLUTION LACTOSE											100°C	30 MINUTES					
SOLUTION LACTOSE											100°C	60 MINUTES					
SOLUTION LACTOSE											110°C	60 MINUTES					
SOLUTION LACTOSE											110°C	30 MINUTES					
LACTOSERUM									120°C	30 MINUTES							
SOLUTION LACTOSE + ACCELERATEURS									120°C	30 MINUTES							
SOLUTION LACTOSE + SULFATE DE MAGNESIUM									120°C	30 MINUTES							
SOLUTION LACTOSE + SELS MINÉRAUX									120°C	30 MINUTES							
SOLUTION LACTOSE + ACIDES AMINÉS + SELS MINÉRAUX									120°C	60 MINUTES							
SOLUTION LACTOSE + ACCELERATEURS + SELS MINÉRAUX									120°C	30 MINUTES							
SOLUTION LACTOSE + TYROSINE									120°C	30 MINUTES							
SOLUTION LACTOSE + ACIDE GLUTAMIQUE									120°C	30 MINUTES							
SOLUTION LACTOSE + ACIDES AMINÉS + SELS MINÉRAUX									120°C	30 MINUTES							
SOLUTION LACTOSE									120°C	60 MINUTES							
SOLUTION LACTOSE									120°C	30 MINUTES							
SOLUTION LACTOSE + PHOSPHATE BIPOTASSIQUE									120°C	MINUTES							
SOLUTION LACTOSE + HISTIDINE									120°C	MINUTES							
SOLUTION LACTOSE + TRYPTOPHANE									120°C	MINUTES							
SOLUTION LACTOSE + METHIONINE									120°C	MINUTES							
SOLUTION LACTOSE + PHOSPHATE MONOCALCIQUE									120°C	MINUTES							
SOLUTION LACTOSE + SULFATE DE CALCIUM									120°C	MINUTES							
SOLUTION LACTOSE + SULFATE DE CALCIUM AU BOUT DE 48 HEURES									120°C	MINUTES							
SOLUTION LACTOSE SANS SULFATE DE CALCIUM AU BOUT DE 48 HEURES									120°C	MINUTES							
SOLUTION LACTOSE + PROLINE									120°C	MINUTES							
SOLUTION LACTOSE + INHIBITEURS									120°C	MINUTES							
SOLUTION LACTOSE + ACIDES AMINÉS + SELS MINÉRAUX									120°C	30 MINUTES							
SOLUTION LACTOSE									130°C	60 MINUTES							
SOLUTION LACTOSE + SELS MINÉRAUX									130	30 MINUTES							
SOLUTION LACTOSE									130°C	30 MINUTES							

TABLEAU 2

Influence des substances introduites dans la solution de lactose (en ordonnée : temps en heures pour faire fermenter 50 g de lactose)

	12	24	30	50	60	72	84	96	108	120	132	144	156	168	180	192	204
LACTOSE RUM							120°C		30 MINUTES								
ACCELERATEURS							120°C		30 MINUTES								
SOLUTION LACTOSE	ENSEMENCEMENT 1%						60°C		30 MINUTES		NON CHAUFFÉE						
SOLUTION LACTOSE	ENSEMENCEMENT 1%						80°C		30 MINUTES		NON CHAUFFÉE						
SOLUTION LACTOSE	ENSEMENCEMENT 10%						60°C		30 MINUTES		NON CHAUFFÉE						
SOLUTION LACTOSE + PHOSPHATE BIPOTASSIQUE							60°C		30 MINUTES								
SOLUTION LACTOSE + PHOSPHATE BIPOTASSIQUE							80°C		30 MINUTES								
SOLUTION LACTOSE + SULFATE DE MAGNESIUM							60°C		30 MINUTES								
SOLUTION LACTOSE + SULFATE DE MAGNESIUM							80°C		30 MINUTES								
SOLUTION LACTOSE + SULFATE DE MAGNESIUM							120°C		30 MINUTES								
SOLUTION LACTOSE + TYROSINE							60°C		30 MINUTES								
SOLUTION LACTOSE + ACIDE GLUTAMIQUE							80°C		30 MINUTES								
SOLUTION LACTOSE							120°C		30 MINUTES								
SOLUTION LACTOSE + L'ENSEMBLE DES SELS MINÉRAUX							60°C		30 MINUTES								
SOLUTION LACTOSE + L'ENSEMBLE DES SELS MINÉRAUX							80°C		30 MINUTES								
SOLUTION LACTOSE + L'ENSEMBLE DES SELS MINÉRAUX							120°C		30 MINUTES								
SOLUTION LACTOSE + ACCELERATEURS + SELS MINÉRAUX							120°C		30 MINUTES								
SOLUTION LACTOSE + L'ENSEMBLE DES SELS MINÉRAUX							180°C		30 MINUTES								
SOLUTION LACTOSE							120°C		30 MINUTES								
SOLUTION LACTOSE + METHIONINE											NON CHAUFFÉE						
SOLUTION LACTOSE + PROLINE											NON CHAUFFÉE						
SOLUTION LACTOSE + TYROSINE							80°C		30 MINUTES								
SOLUTION LACTOSE + TYROSINE							120°C		30 MINUTES								
SOLUTION LACTOSE + ACIDE GLUTAMIQUE							120°C		30 MINUTES								
SOLUTION LACTOSE + INHIBITEURS							120°C		30 MINUTES								
SOLUTION LACTOSE + ACIDES AMINÉS + SELS MINÉRAUX							120°C		30 MINUTES								
SOLUTION LACTOSE + ACIDES AMINÉS + SELS MINÉRAUX							120°C		60 MINUTES								
SOLUTION LACTOSE							80°C		30 MINUTES								
SOLUTION LACTOSE							100°C		30 MINUTES								
SOLUTION LACTOSE							110°C		60 MINUTES								
SOLUTION LACTOSE							120°C		60 MINUTES								
SOLUTION LACTOSE							130°C		60 MINUTES								
SOLUTION LACTOSE + PHOSPHATE BIPOTASSIQUE							120°C		30 MINUTES								
SOLUTION LACTOSE + SULFATE DE CALCIUM AU BOUT DE 48 HEURES							80°C		30 MINUTES								
SOLUTION LACTOSE SANS SULFATE DE CALCIUM AU BOUT DE 40 HEURES							80°C		30 MINUTES								
SOLUTION LACTOSE + HISTIDINE											NON CHAUFFÉE						
SOLUTION LACTOSE + HISTIDINE							60°C		30 MINUTES								
SOLUTION LACTOSE + HISTIDINE							80°C		30 MINUTES								
SOLUTION LACTOSE + HISTIDINE							120°C		30 MINUTES								
SOLUTION LACTOSE + METHIONINE							80°C		30 MINUTES								
SOLUTION LACTOSE + TRYPTOPHANE							80°C		30 MINUTES								
SOLUTION LACTOSE + TRYPTOPHANE							120°C		30 MINUTES								
SOLUTION LACTOSE + TRYPTOPHANE							60°C		30 MINUTES								
SOLUTION LACTOSE + ACIDE GLUTAMIQUE							60°C		30 MINUTES								
SOLUTION LACTOSE							110°C		60 MINUTES								
SOLUTION LACTOSE							60°C		60 MINUTES								
SOLUTION LACTOSE							80°C		60 MINUTES								
SOLUTION LACTOSE							100°C		60 MINUTES								
SOLUTION LACTOSE							110°C		30 MINUTES								
SOLUTION LACTOSE + PHOSPHATE MONOCALCIQUE							60°C		30 MINUTES								
SOLUTION LACTOSE + PHOSPHATE MONOCALCIQUE							80°C		30 MINUTES								
SOLUTION LACTOSE + PHOSPHATE MONOCALCIQUE							120°C		30 MINUTES								
SOLUTION LACTOSE + SULFATE DE CALCIUM							60°C		30 MINUTES								
SOLUTION LACTOSE + SULFATE DE CALCIUM							80°C		30 MINUTES								
SOLUTION LACTOSE + SULFATE DE CALCIUM							120°C		30 MINUTES								
SOLUTION LACTOSE + SULFATE DE CALCIUM AU BOUT DE 40 HEURES							60°C		30 MINUTES								
SOLUTION LACTOSE SANS SULFATE DE CALCIUM AU BOUT DE 48 HEURES							60°C		30 MINUTES								
SOLUTION LACTOSE + SULFATE DE CALCIUM AU BOUT DE 48 HEURES							120°C		30 MINUTES								
SOLUTION LACTOSE SANS SULFATE DE CALCIUM AU BOUT DE 40 HEURES							120°C		30 MINUTES								
SOLUTION LACTOSE + TRYPTOPHANE											NON CHAUFFÉE						
SOLUTION LACTOSE + TYROSINE											NON CHAUFFÉE						
SOLUTION LACTOSE + ACIDE GLUTAMIQUE											NON CHAUFFÉE						
SOLUTION LACTOSE + METHIONINE							60°C		30 MINUTES								
SOLUTION LACTOSE + METHIONINE							120°C		30 MINUTES								
SOLUTION LACTOSE + PROLINE							60°C		30 MINUTES								
SOLUTION LACTOSE + PROLINE							80°C		30 MINUTES								
SOLUTION LACTOSE + PROLINE							120°C		30 MINUTES								
SOLUTION LACTOSE							60°C		30 MINUTES								

lactiques pour détecter les facteurs de croissance que l'on aurait détruits par le chauffage du lait [6-8], Keilling, Camus et Jabot [7], Claveau [4] ont utilisé *Saccharomyces lactis* pour étudier le vieillissement des produits laitiers.

MODE OPERATOIRE

Nous avons étudié les problèmes suivants :

- Choix du microbe-réactif.
- Choix du milieu de culture.
- Choix du test chimique et microbiologique.

Choix du microbe-réactif : L'agent de fermentation est *Saccharomyces lactis*. Il est conservé par repiquage sur un milieu de lactosérum gélosé à pH = 7.

L'ensemencement définitif est réalisé à partir d'une culture pure de cette levure cultivée sur lactosérum ayant un pH de 3,5 et âgée de 24 h. La température d'incubation est de 25° C et le temps d'incubation varie entre 120 à 216 h suivant les conditions de chauffage et les substances introduites dans le milieu initial.

Choix du milieu de culture : Le milieu synthétique employé est un milieu simple désigné sous le nom « milieu tomate-levure » dont voici la composition :

— Jus de tomates	200 ml	} (500 g de tomates + 500 ml d'eau distillée, bouillie, filtrée et centrifugée).
— Eau de levure	800	
— Phosphate bipotassique . .	1 g/l	} (200 g de levure de boulangerie + 800 ml d'eau distillée mélangée, agitée, centrifugée).
— Sulfate de magnésium . . .	0,5 g/l	
— Phosphate monocalcique . .	3 g/l	

on ajuste le pH de cette solution à 5,7 avant stérilisation.

On stérilise à 118° C pendant 25 mn, le pH final est de 5,4.

Ce milieu de culture est ajouté à la solution à étudier. Dans tous les cas, des contrôles sur boîtes de Pétri ont été effectués pour vérifier qu'il n'y avait pas de contamination.

Choix du test chimique et microbiologique : Pour mesurer la vitesse de croissance de la levure, nous avons choisi les méthodes analytiques suivantes :

- Numération microbienne sur les milieux spécifiques (dénombrement microbien).
- Mesure d'une variation physico-chimique du milieu provoquée par le métabolisme de la levure (alcool, gaz, etc.).

IDENTIFICATION DU MICROBE-REACTIF

— Origine : Il s'agit d'un *Saccharomyces* qui a été isolé de la surface d'un Camembert au début de sa maturation.

— Aspect microscopique : Cellules ovoïdes à protoplasme régulier et bourgeonnement — dimension : 3,5 à 5 microns.

— Caractères culturaux :

a) sur gélose nutritive : colonies circulaires donnant après vieillissement de grandes colonies à bords larges et minces avec des prolongements arborescents ;

b) sur gélatine nutritive : colonies géantes montrant au centre l'aspect d'un cratère aux bords relevés, entouré d'une large surface sensiblement circulaire, coupée par rayons ;

c) en gélatine nutritive en piqûre : développement le long de la piqûre ; la prolifération microbienne s'intensifiant régulièrement du fond vers la surface.

IDENTIFICATION DE LA SOUCHE

a) aspect des levures : cellules rondes, ovales, allongées, seules ou par couple, chaque asque ayant 1 à 4 ascospores ;

b) caractères biochimiques :

— sucres fermentés : glucose, galactose, saccharose et lactose complètement, et raffinose au 1/3 ;

— sucres assimilés : glucose, galactose, saccharose, maltose et lactose ;

— utilisation de l'éthanol comme source de carbone comparé à la croissance sur milieu de Raulin.

Par les caractères que nous avons constatés, nous pouvons identifier notre souche à *Saccharomyces lactis beta* de Dombrowski ou *Saccharomyces fragilis* de Jorgensen. Ces deux formes paraissent être identiques, d'après Guillermond [5], Lodder et Kreger Von Rij [9].

EXPOSE DES RECHERCHES EFFECTUEES

— Obtention d'une solution de lactose à 5 p. 100.

— Solution de lactose + sels minéraux (Phosphate monocalcique, Phosphate bipotassique, sulfate de magnésium et de calcium).

— Solution de lactose + acides aminés (Tyrosine, Histidine, Proline, Méthionine, Tryptophane et acide glutamique).

— Solutions composées :

1) chauffage des solutions de lactose en présence des acides aminés et des sels minéraux qui accélèrent la fermentation ;

2) chauffage de lactosérum, établissement des courbes de fermentation des solutions de lactosérum chauffées à 120° C pendant 30 mn.

VUE GENERALE SUR LES RESULTATS OBTENUS

Pour rendre plus rapidement saisissable les résultats que nous avons obtenus, nous avons rassemblé dans deux tableaux, l'influence des conditions de chauffage d'une part, et les actions des diverses substances (facteurs de croissance) que l'on ajoute aux solutions de lactose, d'autre part, sur le temps total de fermentation.

En nous plaçant uniquement du point de vue des influences des composants additionnés à la solution de lactose, nous pouvons constater des effets de ralentissement et des effets d'accélération. Il est donc possible de réaliser un milieu synthétique qui se comporte comme le lactosérum naturel.

Après de nombreux tâtonnements, nous avons pu mettre au point un tel milieu synthétique.

CONCLUSION GENERALE

Nous sommes arrivés à des résultats reproductibles, indiquant des vitesses de fermentation différentes en fonction des facteurs de croissances du milieu, en révélant ainsi des variations qui, autrement, risqueraient de passer inaperçues.

Nous avons mis en évidence les points suivants :

a) la chaleur exerce peu d'effet sur le comportement du glucide en solution pure, ou en solutions enrichies soit de composés minéraux, soit d'acides aminés. La cinétique et la durée de la fermentation sont un peu modifiées lorsque les températures de chauffage préalables ont atteint les valeurs de celles dites de pasteurisation ; aux températures supérieures, les vitesses de fermentation augmentent à nouveau pour devenir semblables à celles du témoin non chauffé ;

b) le chauffage du lactose en présence de sels minéraux nous a montré que certains anions ou cations agissaient spécifiquement sur le sucre. Il nous est apparu, en particulier, que le calcium avait une action nuisible, action qui est compensée par la présence d'autres sels : sulfate de magnésium, phosphate bipotassique ;

c) la présence d'acides aminés au cours du chauffage du lactose n'a que peu d'influence sur la marche de la fermentation qui est ensuite produite par la levure.

Nous avons classé quantitativement les acides aminés en trois groupes :

a) la Tyrosine et l'acide Glutamique agissent dans un sens d'accélération ;

b) la Méthionine et le Tryptophane ont un faible effet d'accélération ;

c) la Proline et l'Histidine jouent un rôle inhibiteur ;

d) enfin, en combinant diverses substances, nous avons obtenu un milieu synthétique qui se comporte, du point de vue de la vitesse de fermentation par la levure, comme le lactosérum naturel.

Résumé

Le chauffage seul n'intervient que très peu, directement, sur le lactose du lactosérum, mais l'action des sels minéraux, ne serait-ce qu'à l'état d'impuretés, peut être beaucoup plus sensible, surtout s'il s'agit du calcium. Ainsi, cet élément peut jouer un rôle important lors du chauffage des solutions de lactose, en sucrerie, condenserie, confiserie, préparation d'aliments du bétail et de boissons rafraîchissantes, ou encore pour la diététique. Il s'ensuit que, dans ces industries, la qualité des eaux devrait être appréciée avec soin, ce qui pourrait, éventuellement, entraîner la mise en œuvre d'utiles mécanismes de correction quant à leur teneur en sels de calcium.

Summary

Directly, heat treatment very little influences lactose of whey, but the effect of mineral salts, even if in very small quantities, is liable to be more important, especially as regards calcium.

So this element can play an important part during the heating of lactose solutions in sugar factories, preparation of refreshing drinks, of cattle food. Hence follows that in these industries the quality of water should be tested carefully in order to bring forth the application of useful corrective techniques as to their calcium compounds.

Reçu pour publication en septembre 1970.

Bibliographie essentielle

- [1] ADRIAN (J.) (1953). — Le dosage microbiologique des vitamines du groupe B. *Ann. Nutr. et Alim.*, 13.
- [2] AUCLAIR et PORTMANN (1956). — Influence du chauffage du lait aux températures de pasteurisation et de stérilisation sur la croissance des bactéries lactiques. *XIV^e Congrès Inter. sur le lait et ses dérivés, Rome, I*, p. 17.
- [3] BACHMANN (1919). — Vitamin requirements of certain yeast. *Biol. Chem.*, 39, 235.

- [4] CLAVEAU (1953). — Influence de la nicotinamide sur une levure du lactose, application pratique à un procédé de dosage microbiologique de cette vitamine dans les produits alimentaires. *Thèse doctorat de Lille*.
- [5] GUILLERMOND (A.) (1912). — Les levures. 1 vol. collection encyclopédie scientifique, *Doin éd.*, Paris.
- [6] JACQUET (J.) (1961). — De l'importance et de l'intérêt actuels des études concernant le lait (galactologie). *Mém. Acad. Sci. Arts et Belles Lettres de Caen*.
- [7] KEILLING (J.), CAMUS (A.) et JABOT (P.) (1947). — Note sur un aspect du vieillissement des produits laitiers en poudre. *Bull. Sté Scient. Hyg. Alim.*, 194.
- [8] KON (S. K.) (1958). — Influence of heat treatment and hight on the composition and quality of milk. *Dairy Sci. Abstr.*, 20, 887.
- [9] LODDER (J.) and KREGER VON RIJ (1952). — The yeasts, a taxonomic study. 1 vol., *North Holland Publish. comp.*, Amsterdam.
- [10] POTTENGER (F.) (1946). — The effect of heat processed and metabolized vitamin D milk on the dentofacial structures experimental animals. *Am. J. Orthod. and Oral Surgery*, 32.
- [11] WILLIAMS (J. R.) (1919). — The vitamin requierment of yeast : a simple biological test by vitamin. *J. Biol. Chem.*

Remerciements

Nous remercions M. le Pr Keilling notre Maître et notre guide pour la réalisation de ce travail.

Nos remerciements s'adressent également à M. le Pr Jacquet, professeur à la Faculté des sciences de Caen (Calvados), pour son concours scientifique. Nous tenons à remercier M. le Pr Thieulin pour les précieux conseils qu'il a bien voulu nous donner pour la rédaction de cet article.
