



**HAL**  
open science

# Contamination du lait par des résidus de Bromophos ou de Tétrachlorvinphos utilisé pour la désinsectisation des étables

G. Milhaud, A. Bechade, L. Pinault

► **To cite this version:**

G. Milhaud, A. Bechade, L. Pinault. Contamination du lait par des résidus de Bromophos ou de Tétrachlorvinphos utilisé pour la désinsectisation des étables. *Le Lait*, 1975, 55 (543\_544), pp.163-170. hal-00928684

**HAL Id: hal-00928684**

**<https://hal.science/hal-00928684>**

Submitted on 11 May 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

SCIENCEHYGIÈNETECHNIQUEINDUSTRIE

D'après les P.H.

# LE LAIT

REVUE GÉNÉRALE DES QUESTIONS LAITIÈRES

« Ch. PORCHER 1872-1933 »

Fondateur

**G. THIEULIN o.\***Agréé des Ecoles Nationales Vétérinaires  
Membre de l'Académie Nationale de Médecine  
et du Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France

Directeur-Rédacteur en chef

avec la collaboration de

**Ch. ALAIS**Professeur  
à l'Université de Nancy  
et à l'Ecole de laiterie**J. JACQUET**Directeur  
de l'Institut du lait,  
des viandes et de la nutrition  
de l'Université de Caen**J. KEILLING**Directeur  
I.B.A.N.A.  
Dijon**G. MOCQUOT**Directeur  
de la Station  
de recherches laitières  
I.N.R.A.**J. PIEN**

Docteur ès sciences

**R. VUILLAUME**Professeur à l'Ecole nationale  
Vétérinaire d'Alfort**F. WEBER**Professeur à l'Ecole supérieure  
de laiterie de Nancy E.N.S.A.I.A.

Secrétariat : Irène LELONG

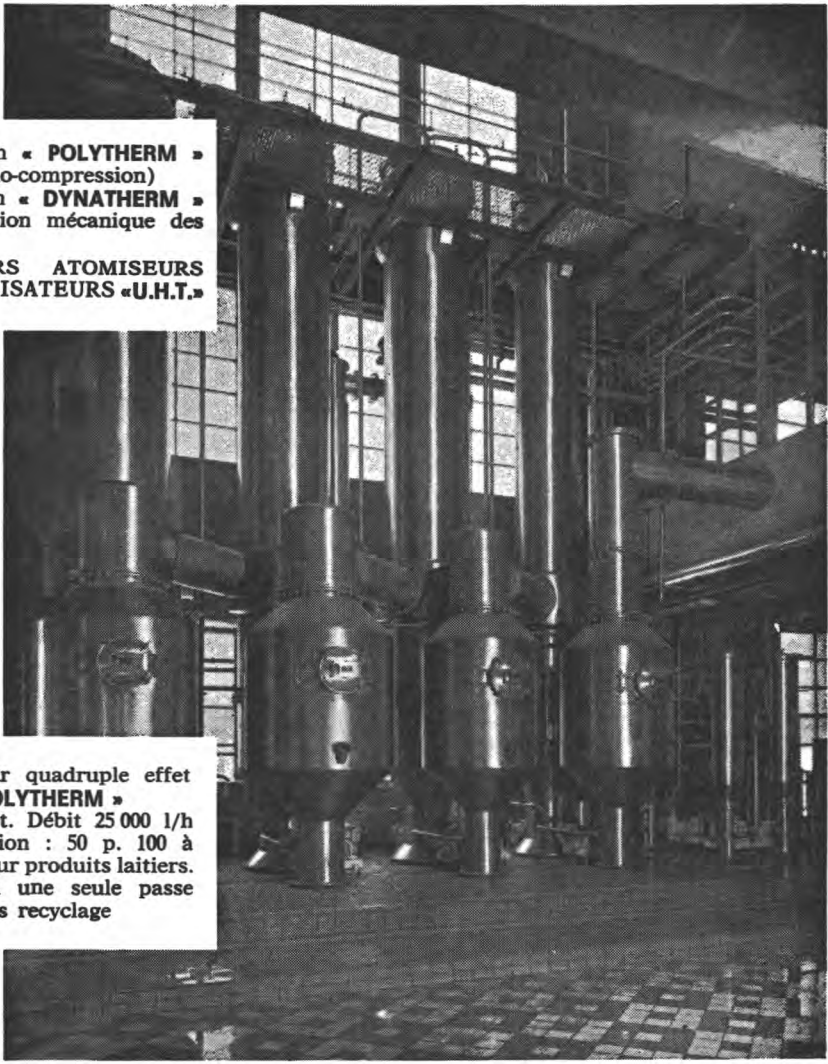
REVUE BI-MESTRIELLE

Rédaction et Administration : 48, avenue du Président-Wilson - 75116 PARIS

TELEPHONE : 727 53-98 — COMPTE CHEQUE POSTAL : PARIS 623-50

# EVAPORATEURS A FLOT TOMBANT

Procédé breveté  
« MULTIFLOT »



en version « **POLYTHERM** »  
polythermo-compression)  
en version « **DYNATHERM** »  
(compression mécanique des  
vapeurs)  
**SECHEURS ATOMISEURS**  
**PASTEURISATEURS «U.H.T.»**

Evaporateur quadruple effet  
« **POLYTHERM** »  
et multiflot. Débit 25 000 l/h  
Concentration : 50 p. 100 à  
55 p. 100 pour produits laitiers.  
Marche en une seule passe  
sans recyclage

## LAGUILHARRE S.A.

20-22, rue d'Arras - 92000 NANTERRE (Hauts-de-Seine) — Tél. : 782-45-05

Usine : 289, rue de la Garenne, NANTERRE

# LE LAIT

REVUE GÉNÉRALE DES QUESTIONS LAITIÈRES

## SOMMAIRE

### MEMOIRES ORIGINAUX (1)

- Micheline GUEGUEN et J. LENOIR. — Aptitude de l'espèce *Geotrichum candidum* à la production d'enzymes protéolytiques . . . . . 145
- G. MILHAUD, A. BECHADE et L. PINAULT. — Contamination du lait par des résidus de *Bromophos* ou de *Tétrachlorvinphos* utilisés pour la désinsectisation des étables 163
- J. L. ILARI. — Nutrition et métabolisme cuprique de la vache . . . . . 171
- J. ADRIAN. — Les traitements thermiques appliqués aux produits laitiers et leurs conséquences dans le domaine azoté (fin) . . . . . 182
- F. M. LUQUET, J. GOURSAUD et J. CASALIS. — Pollution des laits de femme par les résidus de pesticides organochlorés en France . . . . . 207
- M. JOURNET, R. VERITE et B. VIGNON. — L'azote non protéique du lait : facteurs de variation . . . . . 212

### SUPPLÉMENT ÉCONOMIQUE

I. France : Situation laitière. — II. Etranger : Allemagne fédérale : Augmentation de la demande en fromages de coupe ; Les fabricants d'emballage s'efforcent d'augmenter les ventes de lait ; Fromage pauvre en calorie ; Nouveau fromage à pâte persillée ; Nouveaux fromages en lamelles ; Remarques sur les produits laitiers. — République démocratique allemande : Consommation de beurre à faible teneur en matières grasses. — Luxembourg : Production de lait. — Royaume-Uni : Les difficultés du secteur laitier. — Pays-Bas : Consommation de beurre en 1980. — Pologne : L'industrie laitière est en développement. — U.R.S.S. : Nouvelles mesures pour le développement de l'industrie des fromages ; développement de l'industrie fromagère. — Turquie : Production laitière. — Pologne : Industrie laitière. — Bulgarie : Production laitière. — Afrique du Sud : Emploi de l'appellation d'origine Roquefort. — Etats-Unis : La situation laitière ; Quelques éléments d'information sur le marché de la poudre de lait écrémé. — Australie : Bilan laitier 1973-1974 (juillet à juin). — Nouvelle-Zélande : Situation de l'économie laitière. — Jamaïque : Elevage et industrie laitière. — Libye : Equipements français pour l'industrie laitière ; Centres laitiers. — Iran : Ferme modèle pour la production laitière près de Qazvin. — Panama : Secteur des produits laitiers et crèmes glacées . . . . . 224

### BIBLIOGRAPHIE ANALYTIQUE

#### 1° LES LIVRES

La réglementation des produits alimentaires et non alimentaires. Répression des Fraudes et contrôle de la qualité (Dehove R. A.). — Contribution à l'étude des conditions de culture industrielle de *Lactobacillus bulgaricus* (Fourniat J.). Institut National pour la recherche en laiterie (Shinfield-Reading) Revue biennale. — Nouvelles méthodes physiques pour le traitement des produits laitiers (Lipatov N. N.) . . . . . 238

#### 2° JOURNAUX, REVUES, SOCIÉTÉS SAVANTES

##### Production

Différences en lait et matière grasse chez des vaches ayant subi l'insémination artificielle et naturelle. — Gût de poisson dans le lait. — Rendement de traite et efficacité reproductive de vaches laitières. — Sérum séché comme additif au foin. — Ration de maïs et d'orge. — Rendement de vaches laitières recevant du maïs égrené . . . . . 242

(fin du sommaire page suivante)

(1) Reproduction interdite sans accord préalable et indication de source.

*Physico-chimie*

Diacétyl et acétoïne dans le lait. — Estimation du diacétyl. — Action de la rennine sur le lait traité et non traité par la chaleur. — Influence de la mammité sur les propriétés du lait. — Altérations chimiques du lait concentré. — Réduction du lactose du lait. — *Streptococcus thermophilus*. — Appareil pour mesurer la teneur en protéines du lait. — Diacétyl dans les levains. — Méthodes et appareils de contrôle de la constitution et de la qualité du lait. — *Penicillium roqueforti*, 1, 2. — Poudres de sérum. — Structure d'un peptide amer dérivé de la caséine par digestion due à la papaïne . . . . . 245

## BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE

1° JOURNAUX, REVUES, SOCIÉTÉS SAVANTES . . . . .	250
2° BREVETS . . . . .	252

## DOCUMENTS ET INFORMATIONS

XIX <sup>e</sup> Congrès International de laiterie . . . . .	254
Nouvelles d'Australie . . . . .	255
Publications de l'O.C.D.E. : « La Politique Agricole du Luxembourg » et « La Politique Agricole en Allemagne et en Suède » . . . . .	255
Communiqué . . . . .	256

## INDEX DES ANNONCES

- 2° couverture : Laguilharre  
 3° couverture : C.O.B.A.C et  
 Centro Sperimentale del Latte  
 4° couverture : Tetra Pak

Boll . . . . .	157 a
Burton-Corblin . . . . .	193 b
Camembert de Normandie (Syndicat des Fabricants du Véritable) . . . . .	243 b
Carlin-Marshall . . . . .	157 b
Granday Laboratoire Présure . . . . .	175 b
Houard . . . . .	215 b
Hugonnet . . . . .	175 a
Il Mondo del Latte . . . . .	243 b
Lacto Labo . . . . .	231 a
Magyar . . . . .	145 c
Rémy E. P. et Cie . . . . .	215 a
S.A.C.I. . . . .	243 a
S.O.C.H.A.L. . . . .	145 d - 243 b
Standa Industrie . . . . .	231 a
Technique Laitière (La) . . . . .	243 a
Vitex . . . . .	193 a



## **équipements de ramassage : ils ont beaucoup évolué...**

**...et nous y sommes pour quelque chose**

D'incessants progrès  
ont complètement modifié depuis quinze ans  
les techniques et les matériels de ramassage.

Par les améliorations successives  
apportées à nos équipements,  
nous avons largement contribué à cette évolution.

Aujourd'hui encore,  
les équipements de ramassage G. Magyar  
se maintiennent en tête  
pour le perfectionnement technique  
et la qualité de construction :  
ils sont notre spécialité.

au choix : pompage ou...



**G** **MAGYAR** **Gm**

CONSTRUCTEUR

B.P. 38 - 39101 DOLE JURA / TELEPHONE (82) 72.04.65 TELEX 36144


ne  
rompez pas  
la chaîne  
naturelle,  
utilisez sochal  
la présure  
à l'état pur



ISSUE EXCLUSIVEMENT  
DE CAILLETES DE VEAUX  
DE LAIT, SANS ADDITIF,  
NOTRE PRESURE, C'EST LA  
REUSSITE DE VOTRE AFFINAGE



SOCHAL s.a.  
15400 SAINT-ETIENNE-DE-CHOMEIL

 18 et 30

**Aptitude de l'espèce**  
***Geotrichum candidum* à la production**  
**d'enzymes protéolytiques (1)**

par

Micheline GUEGUEN et J. LENOIR

*Laboratoire de Recherche de la Chaire de Technologie (I.N.R.A.)*  
*Institut National Agronomique Paris-Grignon*  
78850 Thiverval-Grignon

### INTRODUCTION

*Geotrichum candidum* Link (Syn *Oidium lactis* Fresenius, *Oospora lactis* Saccardo) est une moisissure présente à la surface de nombreux fromages à pâte molle. Elle tend à se développer en début d'affinage sur le Camembert (Sansonezzi, 1930), le Pont-l'Évêque et le Livarot (Hurel et Mocquot, 1947). Elle apparaît très précocement sur un fromage belge, le Limburger, et fait partie de la microflore de l'Olomouc, du Quargel, du Quarg, du Tilsit, du Bel paese, du Romadur... (Petricic, 1959-1960). C'est la principale moisissure isolée sur le Robbiola, fromage italien à maturation rapide (Carini et al., 1971) et elle forme le feutrage blanc compact des 10 premiers jours d'affinage sur le Taleggio (Ottogalli et Galli, 1972). *G. candidum* se rencontre également à la surface de certains fromages à pâte pressée tels le Saint-Nectaire (Dale et Guillot, 1971 ; Dale, 1972) et la Tome de Savoie (Delespaul et al., 1973).

Un inventaire de la microflore fongique superficielle de ces deux types de fromages a été dressé (Delespaul et al., 1973) et les conditions de développement des principales moisissures présentes ont été étudiées (Gueguen et al., 1974). Ces travaux ont mis en évidence le rôle prépondérant de *Geotrichum candidum* dans l'implantation de la couverture blanche recherchée. Mais, cette moisissure n'a pas en fromagerie un caractère purement « décoratif ». Elle peut jouer un rôle dans l'affinage par neutralisation de la pâte,

---

(1) Travail réalisé dans le cadre d'un contrat de la Délégation Générale à la Recherche Scientifique et Technique. Contrat n° 737 1221 sur la mise au point d'une technologie des croûtes des fromages à pâte pressée au regard des moisissures.



permettant ainsi le développement de germes caséolytiques (Pulss, 1955 ; Veisseyre, 1965), et par production d'enzymes qui participent à la dégradation des constituants du caillé. Aussi n'est-il pas sans intérêt d'étudier les aptitudes biochimiques de l'espèce.

Le système lipolytique de *Geotrichum candidum* a fait l'objet de nombreux travaux depuis une vingtaine d'années et il est aujourd'hui bien caractérisé (Nelson, 1952-1953 ; Dluzewski, 1963 ; Carini et al., 1970 ; Tsujisaka et al., 1973 ; Franzke et al., 1973). En revanche, l'aptitude de l'espèce à la protéolyse et la nature de son système protéolytique restent encore mal connues. Pulss (1955) considère que l'organisme n'est pas fortement protéolytique. Les travaux de Dluzewski et Bruderer (1963) confirment ce point de vue. Ces auteurs observent en effet, chez les fromages affinés en présence de *O. lactis*, une légère augmentation de la teneur en composés azotés solubles par rapport aux fromages témoins. L'examen électrophorétique des caséines des deux types de fromages tend à montrer que l'activité protéolytique de la moisissure porte sur les fractions  $\alpha_s$  et  $\beta$ . Toutefois, selon Carini et al. (1970) *G. candidum* hydrolyserait seulement la caséine  $\beta$ .

Tenant compte de l'importance de l'espèce en microbiologie fromagère et de l'insuffisance de nos connaissances sur son activité protéolytique, il nous a paru utile de déterminer, sur une collection de souches de diverses origines, les aptitudes à la production de protéases et de préciser les caractères du système protéolytique.

## I. — PROTOCOLE EXPERIMENTAL

### I. 1. Sélection des souches

Une collection de 30 souches de *Geotrichum candidum* a été constituée à partir d'isolements effectués sur fromages de Saint-Nectaire d'origines fermière et industrielle (25 souches), Tome de Savoie (1 souche), Camemberts normands (4 souches).

Trois souches de *Geotrichum gracile*, isolées de Tome de Savoie ont été également éprouvées.

### I. 2. Conditions de culture

Les souches, cultivées en milieu Czapek-trypticase pH 5,5, sont conservées à + 5° C et repiquées sur ce même milieu en tubes de gélose inclinée.

Après 8 j d'incubation à 23° C, 10 ml de solution stérile de Ringer au 1/4 sont introduits dans le tube de culture et, par agitation

énergique, on obtient la suspension de spores constituant la solution mère.

Le milieu de culture est inoculé par addition de 1 ml de cette suspension à 40 ml de milieu. Le nombre de spores ainsi ensemencées est compris entre 0,5 et 2,5. 10<sup>6</sup> par ml de milieu. Il a été observé que dans cet intervalle, le poids de mycélium développé et l'aptitude à la production d'enzymes protéolytiques sont indépendants du taux d'ensemencement.

Le milieu de culture utilisé est le milieu Czapek-trypticase, dérivé du milieu Czapek-Dox (Thom et Raper, 1945). Il a la composition suivante : glucose 30 g, trypticase 10 g, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 1 g, KCl 0,5 g, MgSO<sub>4</sub> 7H<sub>2</sub>O 0,5 g, FeSO<sub>4</sub> 7H<sub>2</sub>O 0,01 g, tampon tris-maléate pH 5,5 0,05M 1 000 ml\*. Ce milieu est réparti en erlenmeyers de 150 ml à raison de 40 ml par fiole et stérilisé par autoclavage à 115° C pendant 20 mn.

Chaque souche est ensemencée sur deux fioles coniques qui sont mises à l'étuve à 23° C pendant 11 j sans agitation. Une deuxième série d'essais est réalisée à 8 j d'intervalle dans les mêmes conditions afin de confirmer les résultats.

### I. 3. Conditions de détermination de l'activité protéolytique

#### I. 3. 1. PRÉPARATION DES EXTRAITS ENZYMATIQUES

Après incubation, les cultures sont filtrées sur papier Médi-Sciences n° 111. Le filtrat, ajusté à pH 6,0 constitue la préparation enzymatique extracellulaire. Le mycélium séparé par filtration est lavé plusieurs fois à l'eau distillée, puis égoutté. Un poids connu de mycélium frais est mis en présence de 30 ml de tampon mixte (acétate de sodium - phosphate dipotassique - borate de sodium 0,25 M, réglé à pH 6,0) et broyé pendant 2 mn à l'aide de l'appareil de Braun en flacon de 75 ml en présence de 50 g de billes de verre de 0,45-0,50 mm de diamètre. Un jet continu d'anhydride carbonique liquide permet d'éviter l'échauffement du mélange et, ainsi l'inactivation des enzymes. La suspension est conservée 30 mn à la température ambiante. L'activité enzymatique intracellulaire est déterminée, soit directement sur la suspension c'est-à-dire sur le broyat total, soit, après centrifugation 10 mn à 6 000 tours, sur le surnageant. Dans ce dernier cas, l'activité du culot remis en suspension en tampon mixte permet d'estimer la proportion d'enzymes liées à la paroi.

#### I. 3. 2. CONDITIONS DE DIGESTION

L'activité des préparations est déterminée sur un substrat à base de caséine ; sa composition est la suivante : caséine Hammarsten 25 g, citrate trisodique 0,02 M q.s.p. 1 000 ml, pH ajusté à 7,0 par

\*Trishydroxyméthylamino-méthane : 6,05 g/l, anhydride maléique : 4,9 g/l, soude q.s.p. pH voulu.

addition de soude environ N. La solution est stabilisée par autoclavage 15 mn à 120° C.

Les mélanges de digestion ont la composition suivante : solution de caséinate 2,5 ml, tampon mixte (acétate-borate-phosphate, 0,25 M, pH 6,0) : 0,5 ml, préparation enzymatique : 1 ml, eau distillée : 1 ml.

La digestion est conduite en tubes à essai, placés en bain-marie thermostaté à la température de 40° C, pendant 1 h.

### I. 3. 3. MESURE DE L'ACTIVITÉ ENZYMATIQUE

Le mélange de digestion est déféqué par addition de 5 ml d'acide trichloracétique à 4 p. 100 et sur le filtrat trichloracétique la quantité de matières azotées non protéiques est déterminée par la méthode colorimétrique de Anson (1938) avec le réactif de Folin (Folin et Cicalteu, 1927).

Le développement de la coloration s'effectue en ajoutant à 1 ml de filtrat trichloracétique : 6,5 ml d'eau, 2 ml de carbonate de sodium à 150 g par l et 0,5 ml de réactif de Folin. Après maintien 5 h à la température ambiante, il est procédé à la lecture de la densité optique contre le blanc préparé à partir du filtrat trichloracétique correspondant au mélange de digestion non incubé. Les lectures sont faites avec un colorimètre Lumetron à la longueur d'onde de 650 nm, et traduites en poids de tyrosine à l'aide d'une courbe d'étalonnage. Les résultats sont exprimés en µg de tyrosine libérée par ml de milieu et par heure de digestion pour l'activité protéolytique extracellulaire, en mg de tyrosine libérée par g de mycélium sec et par heure de digestion pour l'activité intracellulaire.

## II. — RESULTATS

### II. 1. Mise au point des conditions opératoires

#### II. 1. 1. CONDITIONS DE DÉTERMINATION DE L'ACTIVITÉ PROTÉOLYTIQUE

Sur un petit nombre de souches, ont été notamment déterminées les influences de la quantité d'enzyme, du temps, du pH de digestion et de la technique de broyage. Pour les enzymes intracellulaires les activités des surnageants de centrifugation ont été comparées à celles des broyats totaux.

a) *L'influence de la quantité d'enzyme* a été estimée en faisant varier les volumes des préparations enzymatiques dans les limites 0-2 ml, les mélanges de digestion réglés à pH 6,0 étant incubés 1 h à 40° C. Dans ces conditions les densités optiques trouvées sont proportionnelles aux quantités d'enzymes. Avec 2 ml d'extrait enzymatique les colorations développées sont intenses ; dans les essais ultérieurs les mélanges de digestion renferment 1 ml de préparation.

b) *Des temps de digestion* de 30 mn, 1 h, 2 h et 4 h ont été éprouvés, à la température de 40° C et un pH de 6,0, sur les préparations extracellulaires de trois souches (G. 116, G. 824 et D. 72). Au-delà de 2 h il n'y a plus proportionnalité entre le temps de digestion et la quantité de tyrosine libérée ; le temps finalement retenu est 1 h.

c) *L'influence du pH de digestion* a été déterminée sur trois souches (G. 116, G. 824, D. 72) dans l'intervalle 5,5-6,5 et sur une souche (G. 824) dans les limites 4,5-6,5. Le degré de protéolyse optimal observé se situe dans l'intervalle de pH 5,5-6,0.

d) *L'influence de la technique de broyage du mycélium* a été estimée sur trois souches (G. 36, G. 819 et D. 72) en comparant les résultats d'un broyage mécanique et d'un broyage aux ultra-sons. Pour ce dernier la suspension mycélium-tampon, préalablement homogénéisée à l'ultra-turrax, est soumise à l'action des ultra-sons au moyen de l'appareil Ultrasonic type N. 165 à la puissance maximale pendant 20 mn. Le mycélium est alors très mal dissocié et l'activité protéolytique trouvée est sensiblement moindre que sur la suspension broyée mécaniquement.

e) *Les activités du surnageant et du broyat total* ont été comparées sur quatre souches (G. 36, G. 819, G. 824, D. 72). Dans tous les cas les activités des surnageants de centrifugation sont sensiblement inférieures à celles des broyats totaux, elles n'en représentent que 50 p. 100 à 80 p. 100. Dans tous les essais ultérieurs l'activité intracellulaire a été déterminée sur le broyat total.

## II. 1. 2. CONDITIONS DE CULTURE

Les conditions de développement favorables à la croissance et à la production d'enzymes ont été recherchées sur un certain nombre de souches. Ont notamment été étudiées les influences de l'âge de la préculture, de la composition du milieu, de la nature du tampon, du pH et du temps de culture.

### a) *Influence de l'âge de la préculture*

Les souches G. 36 et G. 819 ont été repiquées sur milieu Czapek trypticase gélosé tamponné à pH 5,5 et incubées pendant 3 j, 4 j, 8 j et 1 mois à 23° C avant l'ensemencement en milieu liquide. Après 11 j de culture en erlenmeyers à 23° C le poids de mycélium sec et l'activité protéolytique extracellulaire ont été déterminés.

Les résultats obtenus (tab. 1) montrent que le temps de préculture doit être supérieur à 4 j pour permettre développement mycélien et production d'enzymes satisfaisants. Dans les essais ultérieurs, un temps de préculture de 1 semaine a finalement été retenu.

### b) *Influence de la composition du milieu de culture*

Le milieu de culture doit assurer une croissance satisfaisante et permettre au micro-organisme de manifester ses aptitudes à la production d'enzymes. Au cours de l'étude des conditions de développe-

TABLEAU 1

Influence de l'âge de la préculture sur la croissance et l'activité protéolytique extracellulaire de *Geotrichum candidum*

Temps de préculture	Souche G. 36		Souche G. 819	
	Poids de mycélium	Activité protéolytique	Poids de mycélium	Activité protéolytique
3 jours	0,23	70	0,23	60
4 jours	0,24	70	0,68	545
8 jours	0,24	90	0,68	605
1 mois	0,29	55	0,66	620

Le poids de mycélium est exprimé en g de mycélium sec pour 40 ml de milieu.

L'activité protéolytique est exprimée en  $\mu\text{g}$  de tyrosine/ml de milieu par heure de digestion

ment des principales moisissures présentes à la surface des fromages de Saint-Nectaire et de Tome de Savoie, cinq milieux de culture ont été essayés (Gueguen et al., 1974) ; les plus favorables à la croissance sont les milieux Czapek-sulfate et Czapek-trypticase. Parallèlement un test rapide d'estimation de l'activité protéolytique des filtrats de culture a été réalisé par mesure de la zone d'hydrolyse sur lait gélosé coulé en boîte de Pétri.

Le milieu Czapek-trypticase sur lequel la croissance et la production d'enzymes protéolytiques sont les plus satisfaisantes a été finalement retenu. La supplémentation de ce milieu par addition d'une solution d'oligo-éléments renfermant cuivre, zinc, manganèse, calcium et molybdène ne s'est pas révélée nécessaire comme pour les *Penicillium* (Meyers et Knight, 1958 ; Lenoir et al., 1973).

### c) Influence de la nature du tampon

Au cours des essais préliminaires, il avait été observé que certaines souches possédaient une activité protéolytique très faible. Les milieux de culture étaient alors maintenus à pH 5,5 au moyen d'un tampon citrate 0,2 M, or l'on sait que le citrate inactive certaines protéases. L'influence du tampon a été déterminée en comparant le développement et l'activité protéolytique de trois souches de *G. gracile* (D. 306, D. 611, D. 72) et quatre souches de *G. candidum* (G. 633, G. 801, G. 819, G. 828) cultivées sur milieux Czapek-trypticase

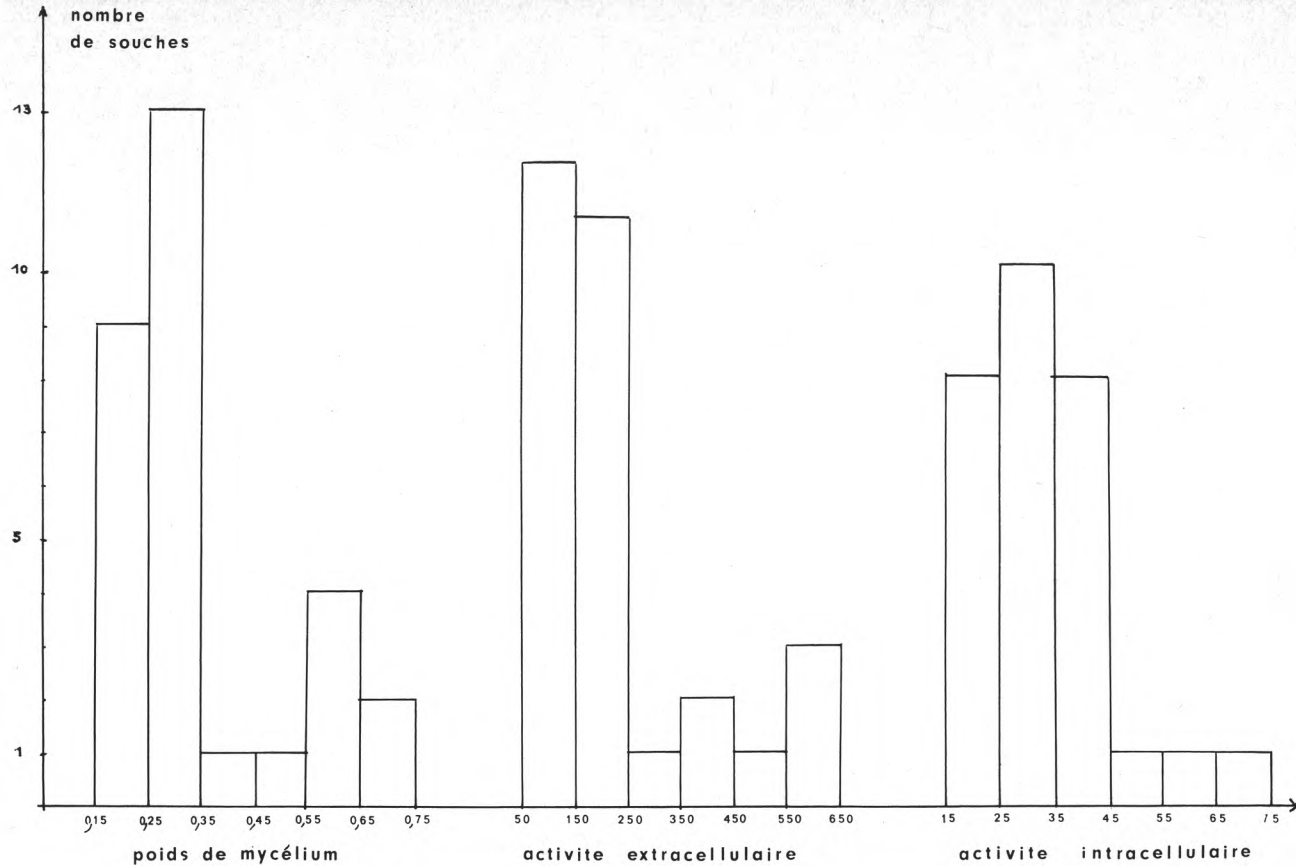


fig. 1

Distribution des souches de *Geotrichum candidum* en fonction des poids de mycélium et des activités protéolytiques extra et intracellulaires.

Les poids de mycélium sont exprimés en g de mycélium sec pour 40 ml de milieu, les activités extracellulaires en  $\mu\text{g}$  de tyrosine/ml de milieu/h de digestion et les activités intracellulaires en mg de tyrosine/g de mycélium/h de digestion.

tamponnés à pH 5,5 avec du citrate 0,2 M ou du tris-maléate 0,05 M. Les différences dans les poids de mycélium obtenus sur les deux milieux sont très faibles.

Le tampon citrate permet un développement légèrement supérieur au tampon tris-maléate pour *G. gracile*, un peu inférieur pour l'espèce *G. candidum*. Il n'y a pas non plus de différences très marquées entre les deux milieux dans les activités protéolytiques intracellulaires. En revanche, pour toutes les souches étudiées, l'activité protéolytique extracellulaire est très faible avec le milieu tamponné au citrate et est beaucoup plus élevée sur le milieu tamponné au tris-maléate puisque multipliée par un facteur qui peut dépasser 10 (tab. 2). Le tampon tris-maléate a donc été retenu dans les autres essais.

#### d) Influence du pH de culture

Cinq souches (G. 36, G. 116, G. 633, G. 819 et D. 72) ont été ensemencées sur le milieu de culture réglé aux pH 5,5 - 6,0 et 6,5 à l'aide du tampon tris-maléate. La croissance, favorisée par les pH acides, est encore très bonne à pH 6,5 ; en revanche, la production d'enzymes extracellulaires se trouve inhibée lorsque les moisissures sont cultivées à ce pH. Avec les souches G. 633 et G. 819, qui ont une forte activité, l'inhibition se manifeste dès pH 6,0, les souches G. 36 et G. 116 à activité très faible, sont beaucoup moins sensibles aux différences de pH, entre 5,5 et 6,0. Quant à *G. gracile* D. 72 elle a un comportement différent, son activité extracellulaire est un peu plus élevée sur les cultures à pH 6,0 que sur celles à pH 5,5 (tab. 3).

Trois souches (G. 36, G. 819, D. 72) ont été également cultivées sur milieu tamponné à pH 4,0. La digestion, sur substrats caséine et hémoglobine, effectuée à différents pH (3,4 - 5,6) n'a pas permis de détecter la présence d'une protéase acide.

On peut donc retenir comme pH de culture le pH 5,5 qui est favorable à la production de protéases par l'une et l'autre espèce et qui est compatible avec une bonne croissance.

#### e) Influence de l'âge de la culture

Deux souches de *G. candidum* (G. 36 et G. 819) ont été cultivées sur milieu Czapek-trypticase réglé à pH 5,5. Après 5, 7, 9, 12, 15 j de culture, le poids de mycélium formé et les activités extra et intracellulaires ont été déterminés.

Le tableau 4 montre que la croissance et les activités protéolytiques passent par un optimum se situant dans l'intervalle 9-12 j. Pour des raisons d'ordre pratique le temps de culture a été fixé à 11 j.

## II. 2. Croissance et activité protéolytique des souches de la collection

Les cultures obtenues après incubation 11 j à 23° C sont filtrées. Les filtrats des deux erlenmeyers correspondant à une même souche

TABLEAU 2. — Influence de la nature du tampon sur la croissance et l'activité protéolytique de *Geotrichum*

	N° souche	Poids de mycélium		pH fin de culture		Activité extracellulaire		Activité intracellulaire	
		C*	TM**	C	TM	C	TM	C	TM
<i>Geotrichum gracile</i>	D. 306	0,47	0,43	5,7	6,3	65	470	28	23
	D. 611	0,46	0,44	5,6	6,3	90	460	28	19
	D. 72	0,57	0,60	5,6	5,9	80	380	39	30
<i>Geotrichum candidum</i>	633	0,55	0,58	5,5	5,9	35	545	44	30
	G. 801	0,49	0,46	5,5	6,2	15	425	30	25
	G. 819	0,51	0,60	5,6	6,0	45	640	39	34
	G. 828	0,56	0,61	5,6	5,9	55	425	48	53

\*C = tampon citrate.

\*\*TM = tampon tris-maléate.

Les poids de mycélium sont exprimés en g de mycélium sec pour 40 ml de milieu, les activités extracellulaires en  $\mu\text{g}$  de tyrosine/ml de milieu/h de digestion et les activités intracellulaires en mg de tyrosine/g de mycélium/h de digestion.



TABLEAU 3. — Influence du pH de culture sur la croissance et l'activité protéolytique extracellulaire de *Geotrichum*

	N° souche	pH de culture					
		5,5		6,0		6,5	
		Poids de mycélium	Activité	Poids de mycélium	Activité	Poids de mycélium	Activité
G. gracile ↕ G. candidum	G. 36	0,31	90	0,27	85	0,25	55
	G. 116	0,34	100	0,26	85	0,25	90
	633	0,66	700	0,66	585	0,65	265
	G. 819	0,69	595	0,71	460	0,70	210
	D. 72	0,53	520	0,51	580	0,64	350

Le poids est exprimé en g de mycélium sec pour 40 ml de milieu de culture et l'activité en µg tyrosine/ml milieu/h de digestion

TABLEAU 4. — Influence de l'âge de la culture sur la croissance et l'activité protéolytique de *Geotrichum candidum*

Temps de culture	G. 36				G. 819			
	pH fin de culture	Poids de mycélium	Activité extracellulaire	Activité intracellulaire	pH fin de culture	Poids de mycélium	Activité extracellulaire	Activité intracellulaire
5 jours	5,35	0,20	65	16,5	5,65	0,71	500	50
7 jours	5,2	0,20	65	22	5,85	0,71	600	54
9 jours	5,4	0,33	80	37	6,35	0,76	780	98
12 jours	5,05	0,33	25	35	6,2	0,70	600	81
15 jours	5,1	0,32	30	27	6,4	0,64	780	94

Culture de 5 à 15 j à pH 5,5, tampon tris-maléate.

Le poids de mycélium est exprimé en g de mycélium sec pour 40 ml de milieu. L'activité extracellulaire en  $\mu\text{g tyr./ml/h}$ . L'activité intracellulaire en  $\text{mg tyr./g/h}$ .

TABLEAU 5. — Activités protéolytiques extra et intracellulaires de *Geotrichum*

	N° souche	pH fin de culture	Poids de mycélium	Activité extracellulaire	Activité intracellulaire	Activité totale
G. gracile	D. 306	6,35	0,43	470	23	720
	D. 611	6,3	0,44	460	19	675
	D. 72	6,25	0,46	380	25	670
	G. 801	5,9	0,60	425	30	875
	G. 828	5,95	0,58	425	30	855
	G. candidum	D. 49	5,6	0,26	125	29
G. 25		5,7	0,23	150	28	310
G. 36		5,4	0,24	70	17	170
G. 59		5,4	0,27	145	37	395
G. 116		5,3	0,25	255	20	380
G. 117		5,6	0,20	95	22	205
G. 410		5,5	0,28	145	23	305
G. 618		5,6	0,20	60	17	145
633		6,3	0,62	615	40	1235
635		6,8	0,62	530	39	1140
637		5,8	0,52	235	32	650
638		5,8	0,43	165	19	370
G. 802		5,75	0,34	215	36	525
G. 812		5,75	0,23	135	32	320
G. 813		5,75	0,26	135	41	405
G. 816		4,9	0,31	205	37	490
G. 817		5,7	0,26	160	38	410
G. 819		6,2	0,69	615	69	1810
G. 820		5,7	0,25	205	46	495
G. 821		5,7	0,20	115	26	245
G. 822		5,7	0,20	160	23	275
G. 823		5,2	0,31	110	38	410
G. 824		5,7	0,23	170	24	310
G. 825		5,4	0,25	90	32	295
G. 826		5,3	0,16	95	—	—
G. 827		5,7	0,25	195	28	370
G. 830	6,3	0,66	615	55	1525	
G. 832	5,7	0,28	215	30	425	

Les poids de mycélium sont exprimés en g de mycélium sec pour 40 ml de milieu, les activités extracellulaires et totales en  $\mu\text{g}$  de tyrosine/ml de milieu/h de digestion, les activités intracellulaires en mg de tyrosine/g de mycélium/h de digestion.

# 100 ans au service de l'industrie laitière

75 OPTS 16



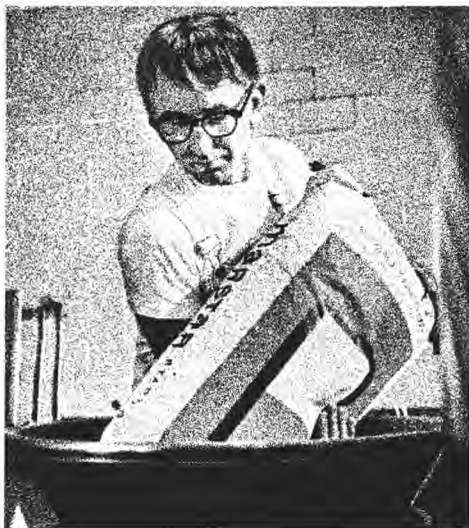
DEPUIS 1874  
STANDARD  
MONDIAL

**BOLL** renseignements  
techniques :  
Le Moulin d'Aulnay  
91290 ARPAJON  
téléphone : 084.07.27

commandes :  
49, rue  
de la Bienfaisance  
94300 VINCENNES  
tél. 328.06.75 et 05.32

- extraits de présure liquide et en poudre
- mélanges présure/pepsine 50/50 et 75/25
- enzymes microbiennes Hannilase
- colorants végétaux alimentaires pour beurres et fromages
- cultures sélectionnées : concentrées congelées, liquides et lyophilisées pour industries laitières et alimentaires.

# CARLIN- MARSCHALL ?



## MARSTAR!

Premier support industriel du grand levain en cuve, MARSTAR ignore toutes les irrégularités physiques, chimiques, bactériologiques du lait écrémé et même des laits en poudre. D'un bout de l'année à l'autre, MARSTAR ignore les saisons, et permet des fermentations reproductibles d'une cuve à l'autre. MARSTAR, dont la composition particulière s'oppose au développement des bactériophages, est un milieu idéal pour la multiplication régulière de populations bactériennes dont il améliore la prolifération et la virulence.

Avec MARSTAR, vous saurez enfin ce que vousensemencez !

MARSTAR, c'est la régularité !

**M**  
MILES

## CARLIN - MARSCHALL

## FERMENTS CONCENTRÉS CONGELÉS!

Il y a bien longtemps que le fromager ne produit plus ses propres présures ! Alors, pourquoi continuer à produire vous-même vos ferments ?

CARLIN-MARSCHALL vous offre aujourd'hui, produits par des spécialistes, des mélanges de souches parfaitement définis, d'activité rigoureusement constante, faciles à stocker et à conserver, d'une durée de vie illimitée, disponibles à tout moment.

Il existe chez CARLIN-MARSCHALL toute une famille de ferments concentrés congelés adaptés à tous les problèmes de la fromagerie. Avec les ferments concentrés congelés, vous saurez enfin ce que sont des fermentations régulières ! Ferments concentrés congelés CARLIN-MARSCHALL : c'est la tranquillité !

Rue des Longs Réages  
28230 EPERNON  
Tel : 483.12.34  
Telex 76941 F

ACTIVITE PARIS

sont mélangés et sur ces filtrats sont déterminés le pH final du milieu et l'activité protéolytique extracellulaire.

Le mycélium récolté à partir de l'un des erlenmeyers est, après lavage, séché à l'étuve et pesé. Sur le mycélium correspondant à la seconde fiole est déterminée l'activité protéolytique intracellulaire.

Chaque souche est ainsi éprouvée dans deux séries d'essais réalisées à 8 j d'intervalle.

Les résultats obtenus sont groupés sur le tableau 5. On notera que le pH final des cultures oscille entre 4,9 et 6,8, le poids de mycélium sec, exprimé en g pour 40 ml de milieu, entre 0,16 et 0,69, l'activité extracellulaire de 60 à 615, l'activité intracellulaire de 16,6 à 69,3.

### III. — DISCUSSION

L'examen des résultats concernant l'ensemble de la collection permet de faire un certain nombre d'observations.

Les deux espèces *G. candidum* et *G. gracile* semblent avoir des comportements sensiblement différents. Dans les mêmes conditions de culture, *G. gracile* a une croissance mycélienne plus grande que *G. candidum*, les poids de mycélium moyens étant respectivement 0,45 g et 0,30 g pour 40 ml de milieu. La production moyenne d'enzymes de *G. gracile* est également plus élevée ; il en est notamment ainsi pour l'activité protéolytique extracellulaire et l'activité protéolytique totale rapportées au ml de milieu de culture. On remarquera cependant que le nombre de souches de *G. gracile* éprouvées est faible, aussi les caractères observés peuvent ne pas être représentatifs de l'espèce.

Au sein de la collection de *G. candidum*, il existe, d'une souche à l'autre, des différences importantes dans les aptitudes à la croissance et à la production d'enzymes dans les conditions de culture choisies. Les poids de mycélium récoltés après 11 j d'incubation sont pour la plupart compris entre 0,20 et 0,30 g. Toutefois, une proportion non négligeable de souches, environ 1/4, se développe beaucoup plus activement et produit des poids de mycélium compris entre 0,50 et 0,70 g. Les activités protéolytiques extracellulaires se situent dans l'intervalle 60-615, soit une amplitude de variation voisine de 1 à 10. Dans cet intervalle, la distribution des souches n'est cependant pas uniforme (fig. 1) : vingt-trois souches s'inscrivent dans les classes d'activité 50-250, six dans les classes 350-650. Les activités intracellulaires, exprimées en mg par g de mycélium, oscillent entre 16 et 70, soit une amplitude de variation proche de 1 à 4, mais vingt-six souches se classent dans l'intervalle 15-45, seulement trois dans l'intervalle 45-75. Rapportées au ml de milieu de culture, les activités intracellulaires varient de 80 à 1 200, soit une amplitude de 1 à 15, le nombre

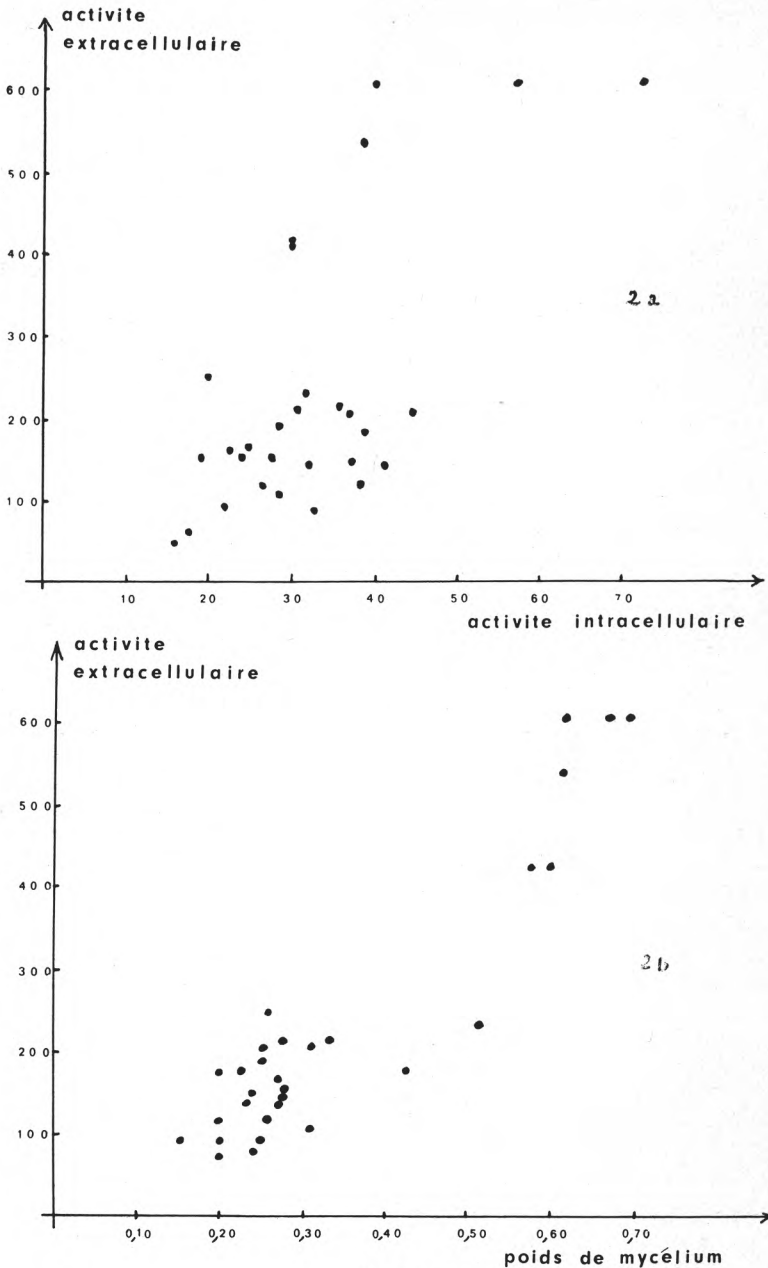


fig. 2

Relation entre les activités protéolytiques extra et intracellulaires (2 a) et entre les activités extracellulaires et le poids de mycélium (2 b) chez *Geotrichum candidum*.

Les poids de mycélium sont exprimés en g de mycélium sec pour 40 ml de milieu, les activités extracellulaires en  $\mu\text{g}$  de tyrosine/ml de milieu/h de digestion et les activités intracellulaires en mg de tyrosine/g de mycélium/h de digestion.

de souches dont l'activité dépasse 400 est cependant faible, il représente à peine le 1/4 de la population.

La comparaison entre les activités extra et intracellulaires des diverses souches de *G. candidum* ne permet pas d'établir une relation constante entre les deux valeurs. Les rapports activité extracellulaire / activité intracellulaire sont compris entre 3 et 15, et le diagramme de la figure 2 a met en évidence cette absence de corrélation. Observons toutefois que les souches dont l'activité extracellulaire est supérieure à 500 ont aussi une activité intracellulaire plus élevée que la moyenne de la collection. Entre la production d'enzymes et la croissance mycélienne il semble y avoir une certaine corrélation. En général, aux poids de mycélium élevés correspondent des activités protéolytiques exocellulaires également élevées (fig. 2 b), et les classements des souches en fonction de leurs aptitudes à la croissance et à la production d'enzymes font apparaître une bonne concordance, contrairement à ce qui avait été observé chez *P. caseicolum* (Lenoir et Choisy, 1971). Un lien paraît également exister entre la production d'enzymes et le pH du milieu en fin de culture. On remarque en effet que les souches activement protéolytiques ont une action alcalinisante marquée, le pH final dépassant 6,0 avec un milieu tamponné au départ à pH 5,5.

L'ensemble des caractères des différentes souches de *G. candidum* permet finalement de distinguer au sein de la population deux sous-groupes. L'un, formé par la majeure partie des souches, environ les 3/4, est caractérisé par un développement mycélien limité (0,20 à 0,35 g) et une activité protéolytique extracellulaire assez faible (60 à 250). Le second, qui rassemble seulement six souches, est caractérisé au contraire par une croissance et une production d'enzymes très actives, les poids de mycélium atteignant 0,60 à 0,65 g, les activités protéolytiques extracellulaires 400 à 600. Ce sous-groupe II se distingue également du reste de la population par un rapport activité extracellulaire / activité intracellulaire élevé (10 à 15 contre 3 à 8) et une action alcalinisante nettement marquée.

Ces différences de comportement et d'aptitudes biochimiques sont associées à des différences dans l'aspect des cultures.

Sur milieu gélosé, malt ou Czapek-trypticase, les souches du sous-groupe I ont une couleur blanc-crème et un aspect levuriforme. En milieu liquide elles se développent en surface et au sein du milieu, formant une masse beige, visqueuse, rappelant une « mère » de vinaigre. Les souches du sous-groupe II ont sur milieu gélosé un aspect non levuriforme mais très proche de celui d'un mycélium vrai. En milieu liquide, elles se développent exclusivement en surface, formant un feutrage épais et irrégulier. Cultivées sur milieu gélosé Czapek-caséine elles prennent l'apparence de certaines souches de *Penicillium caseicolum* alors que les souches du sous-groupe I conservent leur aspect levuriforme.



L'aptitude à la protéolyse de *Geotrichum candidum* peut être comparée à celles d'autres moisissures appartenant à la microflore des fromages, par exemple *Penicillium caseicolum*, principal responsable de la dégradation des protéines dans les fromages de type Camembert.

L'activité protéolytique extracellulaire du *Penicillium*, cultivé sur milieu Czapek-trypticase, varie selon les souches de 210 à 450 (Lenoir et Choisy, 1971). Ce sont des valeurs proches de celles relevées chez *G. candidum* qui se situent dans la fourchette 60-600. On peut, dans ces conditions, admettre que le développement de *G. candidum* à la surface des fromages n'est pas sans influence sur l'évolution des matières azotées des pâtes au cours de l'affinage.

Classements et comparaisons de souches et d'espèces sur la base des activités protéolytiques sont possibles et ils ne manquent pas d'intérêt. Il convient cependant de ne pas considérer les chiffres mentionnés comme des valeurs absolues mais plutôt comme des ordres de grandeur, situant un niveau de production. Les résultats des déterminations ne sont, en effet, jamais parfaitement reproductibles, même dans des conditions de culture et de digestion soigneusement contrôlées. En outre, on peut observer, avec le temps, et à la suite de repiquages successifs, des variations importantes dans les niveaux de production d'enzymes (Lenoir et *al.*, 1973).

#### IV. — RESUME ET CONCLUSION

L'espèce *G. candidum* appartient à la flore microbienne de surface de nombreux fromages, et par ses activités biochimiques elle est susceptible d'intervenir dans l'affinage, cependant son aptitude à la protéolyse reste encore mal connue. Sur une collection de trente souches, isolées de fromages de divers types, l'aptitude à la production d'enzymes protéolytiques a été déterminée en adoptant des conditions de culture et de digestion bien définies. Après une préculture de 8 j sur gélose inclinée, les souches sont ensemencées sur milieu Czapek-trypticase tamponné à pH 5,5 et incubées pendant 11 j à 23° C. Les activités protéolytiques extra et intracellulaires sont déterminées sur un substrat à base de caséine, le mélange étant maintenu à pH 6,0, à la température de 40° C, pendant 1 h.

La production d'enzymes protéolytiques par l'espèce *G. candidum* est variable d'une souche à l'autre. Deux sous-groupes peuvent être distingués au sein de la population. Le premier, formé par les 3/4 des souches, est caractérisé par une activité protéolytique extracellulaire limitée (60 à 250), le second par une activité exocellulaire relativement élevée (350-650). Outre ce caractère, les deux sous-groupes se distinguent également par leur aptitude à la croissance et l'aspect des cultures. Les différences d'activité observées sont suffisantes pour justifier la prise en considération de ce caractère comme critère de sélection des souches en vue de leur emploi en fromagerie.

Ces résultats, encore fragmentaires, ne traduisent qu'imparfaitement les caractères du système protéolytique de *G. candidum* puisqu'ils portent sur des préparations enzymatiques brutes. Etant données l'importance de la moisissure dans la formation de la croûte fleurie typique du fromage de Saint-Nectaire, sa contribution probable à l'élaboration d'une pâte aux caractéristiques organoleptiques originales, son intervention dans l'affinage de divers fromages à pâte molle, une caractérisation plus approfondie du système protéolytique de l'espèce paraît utile.

### Summary

The species *Geotrichum candidum* belong to the bacterial flora on the surface of many cheeses, and, because of its biochemical activities, it may have a role during the ripening ; though, its ability to the proteolysis is scarcely known. With a collection of 30 strains, isolated from different cheese-varieties, the ability to produce proteolytic enzymes was determined by using definite conditions of culture and digestion.

The production of proteolytic enzymes by the species *G. candidum* is variable from one strain to another. Two undergroups can be determined among the population. The first one (3/4 of the strains), is characterized by an extracellular proteolytic activity, which is limited (60 to 250  $\mu$ g tyrosine/ml of médium/h of digestion), the second is characterized by an exocellular activity which is relatively high (350-650). Besides this character, the two undergroups are also distinguishable by their ability to grow and by the apperance of médium. The differencies between the activities are important enough to be considered as a selection criterium of the strains for the use in cheesemaking.

Reçu pour publication en novembre 1974.

\*\*

Depuis la rédaction de ce mémoire une nouvelle série d'isolements a été effectuée à partir de fromages de Pont-l'Evêque. Les résultats obtenus sur la nouvelle collection présentent des différences avec ceux de cette première série.

— Les souches produisant des poids de mycélium élevés, supérieurs à 0,50 g, dominant ; elles représentent les 2/3 de la population.

— La proportion de souches présentant une forte activité protéolytique, supérieure à 350, est sensiblement plus élevée, elle atteint près de 40 p. 100.

— La corrélation entre la production d'enzymes et la croissance mycélienne n'est plus observée.

Les résultats de ces nouveaux essais feront l'objet d'une publication ultérieure.

## Références bibliographiques

- ANSON (M. L.) (1938). — The estimation of pepsin, papain, and cathepsin with hemoglobin. *J. Gen. Physiol.*, 73, 627.
- CARINI (S.), VOLONTERIO (G.), BOZZOLATI (M.), GALLI (A.) (1970). — Caseinolisi e lipolisi di *Mucor*, *Penicillium* e *Geotrichum*. *Latte*, 44 (12), 867-873.
- CARINI (S.), KADERAVEK (G.), GREGORI (A. de), IVERNIZZI (F.) (1971). — Il formaggio « Robiola » e le sue caratteristiche chimiche e microbiologiche, *Latte*, 45 (9), 615-623.
- DALE (G.) (1972). — Moisissures et levures de la flore du fromage de Saint-Nectaire. *Revue Lait. Frse « Industr. Lait. »*, 296, 199-203.
- DALE (G.), GUILLOT (J.) (1971). — Contribution à l'étude de la microflore du fromage de Saint-Nectaire et de la physiologie de *Geotrichum candidum* link. *Société Biologique de Clermont-Ferrand*, 309-316.
- DELESPAUL (G.), GUEGUEN (Micheline), LENOIR (J.) (1973). — La flore fongique superficielle des fromages de Saint-Nectaire et de Tome de Savoie. Son évolution au cours de l'affinage. *Revue Lait. Frse « Industr. Lait. »*, 313, 715-729.
- DLUZEWSKI (M.) (1963). — Lypolytic properties of *Oospora lactis*. *Bull. Acad. Sci. Ser. Sci. Biol.*, 11 (5), 227-230.
- DLUZEWSKI (M.), BRUDERER (G.) (1963). — Proteolytic activity of *Oospora lactis*. *Bull. Acad. Polon. Sci. Ser. Sci. Biol.*, 11 (5), 221-225.
- FOLIN (O.), CIOCALTEU (V.) (1927). — On tyrosine and tryptophane determination in proteins. *J. Biol. Chem.*, 73, 627.
- FRANZKE (Cl.), KRÖLL (J.), PETZOLD (R.) (1973). — Studien zur Glyceridstruktur von Fetten 6. Mitt. Untersuchungen and synthetisierten Triglyceriden zur Fettsäurespezifität der lipase von *Geotrichum candidum*. *Nahrung*, 17 (2), 171-184.
- GUEGUEN (Micheline), DELESPAUL (G.), LENOIR (J.) (1974). — La flore fongique superficielle des fromages de Saint-Nectaire et de Tome de Savoie. II. Ses conditions de développement. *Revue Lait. Frse « Industr. Lait. »*, 325.
- HUREL (C.), MOCQUOT (G.) (1947). — Etude comparée des fromages de Livarot et de Pont-l'Evêque. *Le Lait*, 27, 131-141.
- LENOIR (J.), CHOISY (C.) (1971). — Aptitude de l'espèce *Penicillium caseicolum* à la production d'enzymes protéolytiques. *Le Lait*, 51 (503-504), 138-157.
- LENOIR (J.), GLENZA (A.), BERGERE (J. L.), CERF (O.), CHOISY (C.), DESMAZEAUD (M.), HERMIER (J.) (1973). — Les facteurs de production du système protéolytique de *Penicillium caseicolum*. *Le Lait*, 53 (525-526), 246-279.
- MEYERS (E.), KNIGHT (S. G.) (1958). — Studies of the nutrition of *Penicillium roqueforti*. *Appl. Microbiol.*, 6 (3), 174-178.
- NELSON (W. O.) (1952). — Some characteristics of the lipase of *Geotrichum candidum*. *J. Dairy Sci.*, 35, 455-462.
- NELSON (W. O.) (1953). — Nutritional factors affecting growth and production of lipase by *Geotrichum candidum*. *J. Dairy Sci.*, 36, 143-151.
- OTTOGALLI (G.), GALLI (A.) (1972). — Ricerche sulla microflora superficiale del formaggio Taleggio. *Scienza Tec. Latt. Casear.*, 23 (6), 363-376.
- PETRICIC (A.) (1959-1960). — Study of *Geotrichum candidum* and its role in the ripening of soft cheese. *Rad. poljopriv. Fak. Univ. Sarajevu.* 8/9 (10/11), 149-207.
- PULSS (G.) (1955). — *Kieler Milchw. Forsch. Berichte.*, 7, 384.
- SANSONETTI (Françoise) (1930). — Sur les flores bactériennes et fongiques des caillés lactiques. Thèse Doctorat en Pharmacie, Paris, *Le Lait*, 10 (96), 100.
- THOM (C.), RAPER (K. B.) (1945). — A manual of the Aspergilli. The Williams and Wilking Company Ed., Baltimore (U.S.A.), p. 373.
- TSUJISAKA (Y.), IWAI (M.), TOMINAGA (Y.) (1973). — Purification, crystallization and some properties of lipase from *Geotrichum candidum* link. *Agr. Biol. Chem.*, 37 (6), 1457-1464.
- VEISSEYRE (R.) (1965). — Techniques Laitières. 2<sup>e</sup> éd., *La Maison Rustique*, Paris, p. 697.

## Contamination du lait par des résidus de *Bromophos* ou de *Tétrachlorvinphos* utilisé pour la désinsectisation des étables

par

G. MILHAUD\*, A. BECHADE\*\* et L. PINAULT\*  
avec la collaboration technique de Mlle M. T. BILLEMONT  
et de M. GRAIGNIC

Poursuivant notre étude de la contamination du lait par des résidus d'insecticides organophosphorés utilisés pour la désinsectisation des étables, nous avons consacré en 1971 un premier travail au *bromophos*<sup>o</sup> et en 1973 un second essai au *tétrachlorvinphos*<sup>oo</sup>. Comme dans une expérimentation précédente réalisée en 1970 nous avons voulu nous placer aussi près que possible des conditions pratiques d'utilisation de ces produits, en respectant les habitudes des exploitants et du personnel chargé de l'opération de désinfection-désinsectisation des étables.

### A. — PROTOCOLE EXPERIMENTAL

Les expériences de 1971 et 1973 ont été réalisées dans les mêmes fermes du Loiret que celle de 1970 [8].

La désinfection-désinsectisation a été effectuée selon la même méthode : nettoyage et décapage des locaux, blanchiment et désinsectisation du plafond et des murs au-dessus de 1,75 m, rinçage et désinfection de sol et de la partie basse des murs.

Dans l'expérience de 1971 il a été ajouté au liquide de blanchiment, obtenu en mélangeant 30 kg de kaolin et 80 l d'eau, 4 l de « Nexion 25 émulsion » (dosé à 25 p. 100 de *bromophos*) pour 100 l d'eau ce qui conduit à une concentration en *bromophos* de 10 g/l et à un dépôt de l'ordre de 3,5 g de principe actif par m<sup>2</sup>.

\* Chaire de Pharmacie et Toxicologie, Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort (94).

\*\* Directeur honoraire des Services Vétérinaires du Loiret - 45 Orléans.

<sup>o</sup> Nexion 25 N.D.

<sup>oo</sup> Rabond N.D.

Dans la seconde expérience de 1973 il a été ajouté au liquide de blanchiment 624 g/l de « Rabond poudre mouillable » contenant 75 p. 100 de *tétrachlorvinphos* ce qui correspond à une concentration en principe actif de 4,68 g/l, et à des dépôts de 1,55 g/m<sup>2</sup> pour la ferme n° 1, 1,9 g/m<sup>2</sup> pour la ferme n° 2, 1,6 g/m<sup>2</sup> pour la ferme n° 3 et 2 g/m<sup>2</sup> pour la ferme n° 4.

En 1971, le rythme des prélèvements et leur modalité a été identique à celui de 1970 [8].

Les quantités de lait nécessaires à l'analyse (deux prises d'essai de 10 ml) ont été prélevées après homogénéisation, le jour de l'arrivée des échantillons au laboratoire d'Alfort et placées immédiatement au congélateur à — 18° C.

Nous avons remarqué au cours de cette expérience que pendant le transport, effectué sous forme de colis postaux et ayant une durée de 3 j en moyenne, les résidus de *bromophos* étaient en partie hydrolysés.

— En 1973, compte tenu des observations précédentes, nous avons effectué les deux prises d'essai de 100 g de lait nécessaires à l'analyse dans l'heure qui a suivi le prélèvement à la ferme et nous les avons congelées immédiatement à — 18° C. Les prises d'essai congelées ont été transportées au laboratoire d'Alfort dans de la glace carbonique.

Par ailleurs le nombre et le rythme des prélèvements ont été revus et sensiblement allégés car il a été montré [5, 6, 9, 10] que le métabolisme de ce composé est rapide et que ses résidus ne sont pas persistants.

L'extraction et la purification des résidus de *bromophos* ont été réalisées avec un bon rendement par une méthode dérivée de celle de Langlois et *al.* [7].

Avec le *tétrachlorvinphos*, le rendement de cette méthode étant très faible, nous avons adopté une méthode dérivée de celle que Claborn et Ivey [2] proposèrent en 1965 pour le *chlorfenvinphos* et qui fut modifiée et préconisée pour le *tétrachlorvinphos* en 1966 par Beroza et Bowman [1]. Les principales étapes en sont les suivantes :

— Ajouter à 100 g de lait 1 g d'oxalate de potassium, 100 ml de méthanol et 100 ml d'un mélange à parties égales d'éther éthylique et d'hexane.

— Agiter vigoureusement pendant 2 mn, puis centrifuger à 3 000 t/mn pendant 10 mn.

— A l'aide d'une pipette transférer la phase supérieure éthéro-héxanique dans un bécher.

— Extraire à nouveau deux fois la phase inférieure avec 50 ml du mélange à parties égales éther éthylique-héxane.

— Rassembler les phases éthéro-héxaniques et évaporer jusqu'à un volume final de 25 ml.

— Extraire, trois fois de suite à l'aide de 10 ml d'acétonitrile saturée d'héxane.

— Ajouter aux trois extraits d'acétonitrile réunis, 200 ml d'eau distillée contenant 2 p. 100 de chlorure de sodium.

— Agiter et après un repos de 30 mn, soutirer la phase inférieure aqueuse puis récupérer de la phase héxanique.

— Réextraire par 10 ml d'héxane pur la phase aqueuse.

— Rassembler les phases héxaniques et les dessécher par du sulfate de sodium anhydre.

— Evaporer l'héxane jusqu'à un volume final de 10 ml.

La caractérisation et le dosage des résidus d'insecticides présents dans les extraits héxaniques a été réalisée à l'aide d'un chromatographe en phase gazeuse Pye équipé d'un détecteur thermoïonique.

Pour le *bromophos* l'appareil était pourvu d'une colonne à phase DOW 11 et pour le *tétrachlorvinphos* d'une colonne à phase QF 1. Pour les deux composés faisant l'objet de cette étude la courbe de réponse du détecteur était linéaire dans le domaine des concentrations mesurées. La déviation de 5 p. 100 de l'enregistreur (1 cm) correspondait à une concentration dans le lait de 0,005 ppm pour le *bromophos* et de 0,0015 ppm pour le *tétrachlorvinphos*.

## B. — RESULTATS OBTENUS ET DISCUSSION

Nous envisagerons successivement la contamination du lait par le *bromophos* et par le *tétrachlorvinphos*.

### 1° *Bromophos*

Le tableau 1, montre que le *bromophos* apparaît dans le lait très rapidement, puisque les animaux n'ont séjourné dans l'étable que 1 h en moyenne avant la traite du soir de la désinfection (J.O soir). Les concentrations les plus élevées sont observées lors de la traite du lendemain matin (J. + 1 matin) ; mais celles-ci sont très faibles en valeur absolue puisque la teneur la plus forte, celle de la ferme n° 4, n'est que de 0,01 ppm. Des traces (teneurs comprises entre 0,005 et 0,002 ppm) sont ensuite retrouvées dans les prélèvements effectués jusqu'au 5<sup>e</sup> j. Enfin du 8<sup>e</sup> au 90<sup>e</sup> j après l'expérience le *bromophos* a disparu (teneurs  $\leq$  0,002 ppm).

Il est surprenant de ne pas retrouver de résidus de *bromophos* dans le lait de la ferme n° 1 qui est celle où les animaux passent le temps le plus long à l'étable (heures chaudes de l'après-midi et nuit). Il convient de rappeler cependant que les teneurs qui ont été mesurées sont certainement nettement inférieures à celles qui existaient au moment de la traite, car la congélation du lait a été effectuée avec en moyenne un retard de 3 j. Nous pensons tout de

même que les résultats obtenus ont un certain intérêt car ils peuvent correspondre à un lait du commerce qui reste un certain temps à la température ambiante avant d'être consommé.

Toutes les teneurs mesurées sont inférieures à la tolérance de l'O.M.S. qui a été fixée à 0,02 ppm pour le lait entier [3].

Nous n'avons trouvé dans la littérature que très peu d'informations sur la contamination du lait par le *bromophos*. Dedek [4], à la suite d'applications cutanées, sur des bovins, de préparation dans divers excipients de *bromophos* marqué au  $^{32}\text{P}$  à la dose de 20 mg/kg retrouve dans l'extrait chloroformique du lait de la 6<sup>e</sup> h une radioactivité totale équivalente à 0,3 à 0,5 ppm de *bromophos* et de l'ordre de 0,2 ppm à la 48<sup>e</sup> h. A cette radioactivité correspond le produit non transformé et certains de ses métabolites. Dans cette étude sont rapportés les résultats d'autres auteurs ayant appliqué le *bromophos* par la méthode « pour on » sur des bovins à une forte dose (100 mg/kg) et qui ne retrouvent des résidus dans le lait que dans les 12 h à 48 h qui suivent, avec des concentrations de 0,11 à 0,13 ppm.

## 2° *Tétrachlorvinphos*

Le tableau 2 rend compte de la contamination du lait par le *tétrachlorvinphos*. Il apparaît que le lait de la ferme n° 3 est le moins pollué. Dans les trois autres fermes, la concentration est maximale le soir de la désinfection, alors que les animaux ont séjourné dans l'étable pendant 1 h dans les fermes n° 2 et 4 et 4 h dans la ferme n° 1. Les résidus restent sensiblement au même niveau pendant les 2 j suivants ; ils ne sont retrouvés que dans deux fermes sur quatre le 4<sup>e</sup> j qui suit la désinfection et ont complètement disparu (teneur  $\leq 0,0005$  ppm) à partir du 8<sup>e</sup> j.

Dans tous les cas les concentrations mesurées ont été faibles (0,002 ppm au maximum) et se sont situées au voisinage de la limite de sensibilité de la méthode. Elles correspondent ici aux teneurs se trouvant dans le lait au moment de la traite puisque les échantillons ont été congelés dans l'heure qui a suivi. L'O.M.S. n'a pas encore défini de tolérances pour ce produit. D'après Pitois et al. [10] les Etats-Unis admettraient des résidus de 0,1 ppm dans les œufs, la viande et les sous-produits de volailles.

Ces résultats peuvent être rapprochés de ceux obtenus par Gutenmann et al. [5] qui après avoir administré pendant 5 j consécutifs 113,5 mg de *tétrachlorvinphos* à une vache Holstein de 705 kg, produisant environ 20 l de lait par jour ne retrouvent aucun résidu de *tétrachlorvinphos*, ni de son principal métabolite la trichloro-2,4,5 acétophénone dans le lait. La sensibilité de la méthode chromatographique mise en œuvre pour le dosage de ces deux composés était de 0,02 ppm.

TABLEAU 1

Teneurs du lait en résidus de bromophos exprimées en mg/kg de lait (ppm)

Temps (exprimé en jours)	Ferme n° 1	Ferme n° 2	Ferme n° 3	Ferme n° 4
J - 15, - 8, - 1,	ND+	ND	ND	ND
J 0, soir	ND	Traces++	Traces	Traces
J + 1, matin	ND	Traces	0,005	0,01
J + 1, soir	ND	Traces	0,005	Traces
J + 2	ND	Traces	—	0,005
J + 3	ND	Traces	Traces	Traces
J + 5	ND	ND	Traces	Traces
J + 8, + 15, + 21, + 30, + 45, + 60, + 90	ND	ND	ND	ND

+ ND = Non détectable (pas de pic ou pic confondu avec les variations de la ligne de base. Teneur  $\leq$  0,002 ppm).

++ Traces = Pic caractéristique, mais dont la hauteur est inférieure à une déviation de 5 p. 100 de l'enregistreur.  
Teneur comprise entre 0,005 et 0,002 ppm.

TABLEAU 2

Teneurs du lait en résidus de tétrachlorvinphos exprimées en mg/kg de lait (ppm)

Temps (exprimé en jours)	Ferme n° 1	Ferme n° 2	Ferme n° 3	Ferme n° 4	Ferme témoin
J - 1	ND+	ND	ND	ND	ND
J 0 soir	0,002	0,0015	ND	0,002	ND
J + 1	Traces++	0,0015	Traces	Traces	ND
J + 2	0,0015	0,0015	Traces	ND	ND
J + 4	ND	Traces	ND	Traces	ND
J + 8	ND	ND	ND	ND	ND
J + 15	ND	ND	ND	ND	ND

+ ND = Non détectable (pas de pic ou pic confondu avec les variations de la ligne de base. Teneur  $\leq$  0,0005 ppm).

++ Traces = Pic caractéristique mais dont la hauteur est inférieure à une déviation de 5 p. 100 de l'enregistreur.  
Teneur comprise entre 0,0015 et 0,0005 ppm.



Des travaux de recherche effectués par la Société Shell dont les résultats nous ont été communiqués, indiquent :

1° Qu'à la suite de l'administration à une vache laitière pendant 15 j de 91 ppm de *tétrachlorvinphos*-<sup>32</sup>P, le lait contient moins de 0,001 ppm de ce composé, mais que des traces de métabolites radioactifs de nature inconnue apparaissent (0,023 ppm en moyenne en équivalent *tétrachlorvinphos*).

2° Qu'à la suite de trois pulvérisations effectuées à une semaine d'intervalle avec un liquide contenant 1 p.100 de *tétrachlorvinphos* la contamination du lait était la plus élevée dans le prélèvement effectué 4 h après les pulvérisations et se situait entre 0,03 et 0,10 ppm.

Oehler et al. [9] ont pulvérisé, sur la croupe d'une vache laitière, deux fois par jour après la traite, pendant 21 j consécutifs 1 ml d'une préparation contenant soit 0,5 p. 100, soit 1 p. 100 de *tétrachlorvinphos*. Aucun résidu n'a été décelé dans le lait à l'aide d'une méthode faisant appel à la chromatographie en phase gazeuse, dont la sensibilité était de 0,001 ppm.

## CONCLUSION

La désinsectisation des étables avec des préparations à base de *bromophos* ou de *tétrachlorvinphos* n'entraîne qu'une contamination du lait très minime. Pour le *bromophos*, la teneur maximale a été de 0,01 ppm le lendemain de l'application. Elle est inférieure à la tolérance de l'O.M.S. qui est de 0,02 ppm. Pour le *tétrachlorvinphos* les teneurs sont encore plus faibles : 0,002 ppm au maximum. Elles seront certainement inférieures aux futures tolérances de l'O.M.S. Huit jours après la désinsectisation toute trace de résidus a disparu dans les deux cas. Rappelons que pour le ronnel et le malathion, qui ont fait l'objet d'un précédent travail, les résidus étaient aussi toujours inférieurs aux tolérances de l'O.M.S. (0,04 ppm), mais qu'il était possible de mettre en évidence des traces de ces insecticides dans le lait pendant 2 mois.

## Résumé

Des étables ont été soumises aux opérations de désinfection-désinsectisation en utilisant comme insecticide le *bromophos* en 1971 et le *tétrachlorvinphos* en 1973. Sur le plafond et la partie haute des murs le dépôt de *bromophos* a été de l'ordre de 3,5 g/m<sup>2</sup>, alors que le dépôt de *tétrachlorvinphos* était compris entre 1,5 et 2 g/m<sup>2</sup>.

Les concentrations les plus élevées en résidus de *bromophos* dans le lait ont été observées le lendemain de la désinsectisation. Mais les teneurs sont très faibles en valeur absolue puisque la plus élevée n'est que de 0,01 ppm alors que la tolérance fixée par l'O.M.S. est de 0,02 ppm. Des traces (de 0,005 à 0,002 ppm) ont été retrouvées pendant 5 j.

En ce qui concerne le *tétrachlorvinphos*, les teneurs en résidus mesurées ont été très faibles (0,002 ppm au maximum). Les concentrations ont été maximales le soir de la désinsectisation et sont restées sensiblement au même niveau pendant les 2 j suivants. Après le 4<sup>e</sup> j les résidus n'ont plus été détectables. L'O.M.S. n'a pas encore défini de tolérance pour ce produit. Les Etats-Unis admettraient des résidus de 0,1 ppm dans les œufs, la viande et les sous-produits des volailles.

### Summary

Operations of disinfection and desinsectisation were conducted in cowhouses with *bromophos* in 1971, with *tetrachlorvinphos* in 1973. On the ceilings and upper parts of the walls the deposit of *bromophos* was about 3.5 g/m<sup>2</sup>, where as the deposit of *tetrachlorvinphos* ranged from 1.5 to 2 g/m<sup>2</sup>.

The highest concentrations in *bromophos* residues in milk were observed on the day following desinsectisation. Yet the amounts prove very small in absolute value since the highest does not exceed 0.01 ppm when the tolerance fixed by O.M.S. is 0.02 ppm. Traces (from 0.005 to 0.002 ppm) were found during the following five days.

As regards *tetrachlorvinphos* the measured amounts in residues were very low (0.002 ppm maximum). Concentrations were highest on the very evening of the desinsectisation and remained at nearly the same level during the 2 following days. No residue was to be detected after the fourth day. No tolerance for the produce has been defined by O.M.S. up to now. Unitated States would accept residues of to 0.1 ppm in eggs, meat and poultry by products.

Reçu pour publication en octobre 1974.

### Bibliographie

- [1] BEROZA, MORTON and BOWMAN (M. C.) (1966). — Gas chromatographic determination of compound 4072 and Shell SD-8447 by electron capture and flame photometric detection. *J. Agri. Food. Chem.*, 14, 625-627.
- [2] CLABORN (H. V.) and IVEY (M. C.) (1965). — Determination of 2-chloro-1-(2,4-dichlorophenyl) vinyl diethyl phosphate and 2,2',4'-trichloroacetophenone in animal tissues and milk. *J. Agr. Food. Chem.*, 13, 354-356.

- [3] COMITÉ F.A.O.-O.M.S. D'EXPERTS DES RÉSIDUS DE PESTICIDES (1972). — Résidus de pesticides dans les produits alimentaires. Rapport de la réunion conjointe F.A.O.-O.M.S. de 1971. *Org. Mond. Santé Ser. rapp. techn.*, n° 502.
- [4] DEDEK (W.) und SCHWARZ (H.) (1969). — Zum Verhalten des mindertoxischen Insektizids <sup>32</sup>P Bromophos nach cutaner Applikation am Rind. *Z. Naturforschg*, 24 b, 744-747.
- [5] GUTENMANN (W. H.), ST-JOHN (L. E.) and LISK (D. J.). — Metabolic studies with Gardona insecticide in the dairy cow. *J. Agr. Food. Chem.*, 19, 1259-1260.
- [6] IVEY (M. C.), HOFFMAN (R. A.) and CLABORN (H. V.) (1968). — Residues of Gardona in the body tissues of cattle sprayed to control « hypoderma spp ». *J. Econ. Ent.*, 61, 1647-1648.
- [7] LANGLOIS (B. E.), STEMP (A. R.) and LISKA (B. J.) (1964). — Clean up of dairy products for analysis of chlorinated insecticides residues by electron capture chromatograph. *J. Agr. Food. Chem.*, 12, 243.
- [8] MILHAUD (G.), BECHADE (A.) et PINAULT (L.) (1971). — Contamination du lait par des résidus de Ronnel et de Malathion utilisés pour la désinsectisation des étables. *Rec. Méd. Vét.*, 147, 1053-1061.
- [9] OEHLER (D. D.), ESCHLE (J. L.), MILLER (J. A.), CLABORN (H. V.) and IVEY (M. C.) (1969). — Residues in milk resulting from ultra-low-volume sprays of malathion, methoxychlor, coumaphos, ronnel or gardona for control of the horn fly. *J. Econ. Ent.*, 62, 1481-1483.
- [10] PITOIS (M.), BOSIO (P.) et LAVALLÉE (G.) (1973). — Etude des résidus détectables dans la viande, la graisse et les œufs de poules hébergées dans des locaux traités en pulvérisation avec du tétrachlorvinphos. *Rec. Méd. Vét.*, 149, 5-11.
-

## Nutrition et métabolisme cuprique de la vache

par

Jean-Luc ILARI

Docteur-ingénieur

Professeur de Génie alimentaire

E.N.I.T.I.A.A. « La Géraudière » - 44000 Nantes

Après la mise en évidence définitive par Davis [1] en 1931, du rôle néfaste du cuivre dans le lait et les produits laitiers, où il est en particulier responsable des goûts dits « métalliques » ou d'oxydation, la majeure partie des travaux en recherche et en technologie a conclu au bannissement de ce métal de l'industrie laitière. Pourtant le cuivre existe à l'état naturel chez l'être vivant, constitue un oligo-élément indispensable à une alimentation équilibrée, est particulièrement nécessaire au jeune en croissance, et ses cas de carence et de toxicité chez l'animal, quoique connus des zootechniciens, sont relativement restés dans l'ombre.

Il nous apparaît donc intéressant, après avoir tenté de réhabiliter le cuivre en technologie des pâtes pressées, d'essayer d'éclairer dans l'espèce bovine, le problème de la nutrition et du métabolisme cuprique. Cette revue non exhaustive et très sommaire des sources alimentaires, du seuil de toxicité, et des variations pathologiques ou accidentelles du cuivre chez la vache devrait permettre, outre un regain d'intérêt, de rapprocher un certain nombre de données utiles au professionnel, éleveur ou laitier. Quoique situées en amont des problèmes posés par le cuivre dans l'industrie laitière, nous pensons que ces quelques idées contribueront à les éclairer d'une façon différente, donc peut-être à aider à les résoudre.

### I. — LES APPORTS ALIMENTAIRES DE CUIVRE

C'est à Lucie RANDOIN [2] et à son impulsion déterminante que l'on doit en France l'établissement de tables de composition chimique d'aliments, et la réalisation des nombreuses analyses qui permirent de dresser ces tables. Ses premières préoccupations, d'origine nutritionnelle, s'appliquèrent en particulier aux aliments de l'homme. Mais les travaux analytiques se développèrent rapidement sur les

aliments du bétail, qu'ils soient traditionnels ou de conception plus récente. Les zootechniciens souhaitaient, avec l'aide de l'analyse chimique, arriver à définir et éventuellement faire évoluer les transformations biochimiques dans l'appareil digestif de la vache de façon à obtenir un produit final (en l'occurrence, le lait ou la viande) soit en quantité supérieure, soit de qualité meilleure.

Ainsi, pendant longtemps s'est-on surtout attaché au dosage du cuivre global, comme le permettaient les méthodes qui s'appliquaient avec plus ou moins de précision sur tel ou tel matériau biologique (organes en particulier). Seules les notions physico-chimiques modernes de chimie atomique ont permis de mettre en évidence et de mieux comprendre les diverses formes chimiques que pouvait prendre l'élément cuivre, ainsi que leur importance biochimique relative. Néanmoins, si de nombreux dosages chimiques du cuivre ont été effectués dans les aliments en vue d'étudier de nombreux cas de toxicité chronique, ou de carence (surtout chez l'animal jeune) la majorité des résultats que nous possédons néglige l'aspect qualitatif au profit du quantitatif.

Il faut étudier comparativement les divers aliments du bétail pour comprendre qu'il existe des sources plus ou moins riches en cuivre. De plus la forme sous laquelle le cuivre est apporté par l'aliment, organique ou minérale, peut grandement influencer son utilisation biologique.

Si les aliments du bétail « traditionnels » paraissent moyennement riches en cuivre, puisque les teneurs varient, d'après le Commonwealth Bureau of Animal Nutrition [3] de 3 à 5 mg par kg ou p.p.m., les techniques d'alimentation moderne utilisent des aliments relativement plus pauvres, tels que le riz, les farines, les racines et les tubercules, et d'autres relativement plus riches tels que les abats, les farines d'os ou de poisson, les tourteaux, etc.

Même si l'utilisation digestive en reste toujours assez floue, nous connaissons les teneurs en cuivre de tous les aliments du bétail tels qu'ils ont été donnés par Jaulmes P. et Hamelle G. [4].

Tableau des teneurs en cuivre de quelques aliments pour bovins exprimées en p.p.m. (mg par kg)

Farine de blé (matière sèche)	2 à 5
Blé (matière sèche)	2,7
Riz (matière sèche)	8,2
Seigle (matière sèche)	8,2
Avoine (matière sèche)	6
Maïs (en grains)	12
Choux (état frais)	1
Foin de luzerne	3,7

Foin de trèfle	4
Luzerne fraîche	1
Trèfle frais	1
Paille d'avoine	4,5
Tourteaux d'arachide	23
Tourteaux de soja	12
Tourteaux de palmiste	27
Farine de poisson (état sec)	9 à 22
Levure de bière (état sec)	20

Les aliments qui apportent le plus de cuivre sont donc les aliments concentrés comme les tourteaux ou les farines de poisson, mais leur emploi reste limité puisqu'ils ne constituent pas l'aliment de base et n'entrent qu'en complément dans les rations. L'ensilage se situe au même niveau que le foin.

Dans le cas d'aliments plus élaborés, tels que les granulés et les comprimés, une étude a été réalisée aux Etats-Unis par Heckman [5] sur cinq types bien définis d'aliments pour bétail préparés suivant des formules équilibrées, aliments se présentant sous la forme de concentrés secs. Nous donnons ci-dessous le tableau des résultats obtenus. Ces résultats sont dignes de confiance car ils ont donné lieu à une étude statistique réalisée sur plusieurs laboratoires différents. Les dosages effectués visaient à mettre au point la méthode officielle de dosage du cuivre A.O.A.C.

Tableau des teneurs en cuivre

Type d'aliment concentré	Teneur en p.p.m.
a	10 à 25
b	50 à 100
c	20 à 35
d	10 à 25
e	15 à 30

Ce tableau permet d'entrevoir une évolution dans les nutriments apportés aux bovins. Les aliments non seulement sont sous une forme plus concentrée (forme sèche), mais leurs teneurs paraissent aussi beaucoup plus élevées. On peut expliquer ce phénomène par un enrichissement volontaire en cuivre au cours du traitement technologique de préparation de l'aliment concentré, ainsi que par le simple fait de la concentration. De plus, cette nouvelle forme d'alimentation

donne une importance plus grande à l'eau de boisson, dont trop souvent encore la composition minérale n'est pas vérifiée. Or les besoins en eau des bovins sont très élevés et, quoique proportionnels à la quantité de nourriture ingérée, ils dépendent de certains facteurs extérieurs comme la température. Nous pouvons les résumer dans le tableau suivant.

Besoins des bovins en eau

Catégories d'animaux	Température environnante	Eau nécessaire par l/kg matière sèche consommée
Bovins supérieurs à 100 kg	- 17° C à + 10° C	3,5
	10° C à 15° C	3,6
	15° C à 21° C	4,1
	21° C à 27° C	4,7
	au delà de 27° C	5,5
Vaches en lactation	Ajouter 0,87 kg d'eau par litre de lait produit.	
Vaches en gestation	Pendant les quatre derniers mois, multiplier les valeurs ci-dessus par le facteur 1,5.	

Ces chiffres sont ceux fournis par l'Agricultural Research Council [6] et ils mettent en évidence l'importance que pourrait avoir une eau plus ou moins enrichie en cuivre. Or l'enrichissement par contamination est toujours possible, par l'intermédiaire de facteurs comme les cuves, les tuyauteries et les robinets en cuivre ou en alliages. Ainsi Golse [7] rapportait que les eaux passant par des conduites en cuivre peuvent s'enrichir jusqu'à plus de cent fois en ce métal. Nous avons nous-même trouvé [8] dans des résidus de bi-distillation (eau distillée qui persiste au fond du ballon de bi-distillation) des concentrations allant jusqu'à 75 p.p.m., ce qui dénote une présence de cuivre certaine dans les eaux distillées.

Aussi convient-il de garder à l'esprit les risques éventuels de toxicité lorsque le bétail est nourri essentiellement avec les aliments « concentrés » et par suite consomme beaucoup plus d'eau de boisson. Et il ne faut pas oublier, d'une façon beaucoup plus générale, que l'eau peut intervenir par sa « composition » sur l'équilibre nutritionnel des animaux (avec ou sans intervention du cuivre).



# 5 000 camemberts à l'heure fabriqués à l'unité

le procédé H. B., par la douceur exceptionnelle de l'action mécanique sur le caillé, permet de mouler les caillés lactiques les plus fragiles en assurant une structure et un rendement supérieurs à ceux obtenus par le moulage à la louche.

du dosage lait-présure à la rentrée des fromages en salle d'égouttage, une seule personne suffit à la conduite, sa seule fonction consiste dans la surveillance de l'application des paramètres.

**caractéristiques :**

- chaque fromage est réalisé dans une microbassine individuelle
  - fabrication entièrement automatique du lait au fromage moulu
  - contraction importante de la courbe de répartition des poids (écart type inférieur à 10).
  - le fromager demeure maître de ses paramètres de fabrication
  - adaptable à de nombreux types de fromages vendus à l'unité
- qualité traditionnelle - haute rentabilité**

documentation et devis sur demande :

**hugonnet** 1 rue général mangin  
boîte postale 656 - 21017 dijon cedex  
téléphone (80) 30.40.37 - télex 35669



# chassez le naturel...



En 1872, à Beaune, l'Aïeul GRANDAY sélectionnait ses caillettes de veaux, les faisait sécher et macérer dans des tonneaux. Puis les filtrait dans de simples entonnoirs sur du papier.

Cent ans plus tard, la PRESURE GRANDAY utilise des cuves à agitation programmée et des séparateurs ultra-modernes.

Mais aujourd'hui comme hier, elle extrait tous les éléments utiles de cette essentielle matière première : **la caillette de veau**

Un laboratoire de contrôle surveille sans cesse la qualité biologique de la presure. Les moyens ont changés.

La qualité de cette presure NATURELLE reste la même.

Chassez le naturel, il revient au galop !

**laboratoires PRESURE GRANDAY**

Zone Industrielle - B.P. N° 3 - 21203 BEAUNE - Tél. (80) 22.18.21

ECHANTILLONS GRATUITS SUR DEMANDE.

## II. — LES BESOINS DES BOVINS EN CUIVRE

Pour les bovins, comme pour d'autres animaux, ils sont difficiles à définir par suite des nombreuses interactions métaboliques qui peuvent avoir lieu, avec des éléments comme le cobalt, le molybdène, le fer, ou des composés chimiques comme les sulfates. De plus, si les carences, réalisées expérimentalement ou constatées, prouvent le caractère indispensable du cuivre, l'estimation biologique du facteur carence est très difficile à interpréter à cause de l'excrétion du type hépato-intestinale du métal lorsqu'il est injecté par voie intraveineuse à l'animal. Aussi les estimations des besoins restent-elles floues et sujettes à caution, d'autant plus que ce besoin paraît évoluer en fonction de l'âge de l'animal. Jacquot [9] cite des besoins de 50 à 70 mg par jour pour des bovins adultes, et se réfère à Mitchell dans le cas de jeunes animaux, tels le veau, qui ont besoin *au minimum* de 9 mg de cuivre par kg de matière sèche ingérée. Il apparaît que des concentrations de 10 mg/kg (10 p.p.m.) par rapport à la matière sèche, incompatibles avec des signes de carence, couvriraient donc les besoins, ce qui les fait recommander par l'Agricultural Research Council [10]. Si le chiffre de 10 p.p.m. paraît donc recommandable dans la majorité des cas, ces concentrations peuvent être largement augmentées lorsqu'il s'agit de cas de carence particuliers qu'il faut étudier et traiter individuellement pour satisfaire la couverture des besoins.

## III. — LE METABOLISME DU CUIVRE

Nous allons, dans le cas de la vache, essayer de résumer le plus clairement possible les idées développées ces dernières années dans ce domaine, en négligeant le problème des interrelations métaboliques entre les divers oligo-éléments, trop complexe pour notre propos, mais que la science vétérinaire ne peut se permettre d'ignorer.

### Absorption

Le cuivre alimentaire est surtout absorbé dans la partie médiane de l'intestin grêle, et sa digestibilité chez les ruminants serait d'après Comar, Davis et Singer [11] de l'ordre de 28 p. 100. La formation éventuelle dans la lumière intestinale de sulfure de cuivre diminue l'absorption du cuivre. Aussi l'ingestion de sulfate de cuivre ne se répercute-t-elle qu'indirectement sur l'utilisation du métal, à cause des aléas du tractus intestinal. On ne connaît pas de système régulateur de l'absorption du cuivre. Néanmoins, d'après Van Campen [12] le mécanisme, quoique complexe, peut se résumer ainsi : si la concentration en cuivre dans le tractus gastro-intestinal est faible,

l'absorption est plus forte que si elle était simplement proportionnelle à la concentration en métal. Mais lorsque le cuivre intestinal croît, l'absorption tend à devenir proportionnelle à la concentration. On peut conclure, à partir de ces faits expérimentaux, que le phénomène d'absorption met en œuvre au moins deux mécanismes qui agissent au niveau de la cellule intestinale.

### Transport

Après son absorption intestinale, le cuivre est transporté par la voie sanguine.

Les trois « types de transporteurs » peuvent se ramener à :

- une métalloprotéine, la céruloplasmine, de poids moléculaire 151 000,
- un complexe réversible entre le cuivre et les albumines sériques,
- le cuivre « échangeable » lié aux acides aminés.

D'après Underwood [13], le schéma qu'il convient de considérer comme le plus logique pour le transport du cuivre est le suivant : le cuivre alimentaire absorbé, se fixe sur les albumines du sang. Il est alors dirigé vers le foie où serait formée la céruloplasmine. Cette protéine constitue une forme stable de cuivre lié, et ne libère le cuivre qu'à l'échelon cellulaire, lorsqu'elle est renouvelée. Dans ces conditions la troisième forme, acides aminés-cuivre, forme échangeable et mobile du cuivre, serait en équilibre avec la forme albumine sérique, et faciliterait non seulement le transport mais encore la pénétration du cuivre au niveau cellulaire. Il s'ensuit que le cuivre, dans ses fractions circulantes reste toujours lié aux protéines sériques ou à leurs fractions constitutives. Nous avons pu observer [14] le même phénomène sur le lactosérum de lait de vache, le cuivre se répartissant sur les protéines ou sur les acides aminés.

### Stockage

Le foie constitue le principal organe de stockage du cuivre. L'âge et l'alimentation de l'animal, ainsi que la gestation, peuvent faire varier la capacité du foie à stocker le cuivre. Le cuivre restant est réparti dans tous les tissus et dans les liquides circulants. La littérature donne des valeurs du cuivre hépatique allant de 10 à 50 mg par kg de matière sèche (p.p.m.). D'ailleurs, il semble bien que ce soit la vache en début de gestation et le veau à la naissance qui présentent les accroissements les plus spectaculaires du taux hépatique normal, jusqu'à 400 p.p.m. selon Underwood [13]. De toute façon, la teneur sanguine, de l'ordre de 1 p.p.m., reste toujours nettement inférieure à la teneur hépatique. Plus récemment, Pennigton

[15] cite pour le foie des chiffres moyens de 28 et 79 p.p.m. respectivement pour la vache et le veau, obtenus avec plus de 50 déterminations, mais rapportés au poids de l'organe frais.

### Excrétion

La voie fécale est la voie préférentielle, qui assure à elle seule plus de 95 p.100 de l'excrétion normale, dont les 4/5 proviennent de la bile. Dans cette bile, le cuivre est généralement lié aux nombreuses molécules organiques que le foie élimine. Les urines n'éliminent que très peu cet élément.

## IV. — IMPORTANCE BIOCHIMIQUE ET BIOLOGIE DU CUIVRE

Le cuivre dans les tissus animaux se présente sous trois formes chimiques qui sont toutes des cuproprotéines : la céruloplasmine, la cérébrocupréine et les enzymes à cuivre ou cupro-enzymes.

La céruloplasmine, de poids moléculaire 151 000, contient 8 atomes de cuivre par molécule. Le cuivre de cette protéine est incorporé au niveau des microsomes des cellules hépatiques, et ne peut plus être libéré in vivo. La cérébrocupréine, que Carrico et Deutsh [16] ont récemment identifiée par des études physiques, chimiques et immunologiques à l'érythrocupréine et à l'hépatocupréine, a un poids moléculaire de l'ordre de 35 000. Elle contient 2 atomes de cuivre, et son rôle biochimique n'a pas encore été élucidé, quel que soit l'organe où elle a été trouvée.

Les cupro-enzymes sont nombreuses, puisque Vallée et Wacker [17] en dénombrent 19 dans les règnes animaux et végétaux. Dans le cas des bovins, il convient de signaler en premier lieu la cytochrome oxydase de cœur de bœuf, qui constitue le dernier maillon de la chaîne respiratoire. Il y a 1 atome de cuivre par hème, le hème constituant le co-facteur de la réaction enzymatique. Les valences du cuivre diffèrent, dans la cytochrome oxydase, du cytochrome a au cytochrome a<sub>3</sub>. Ceci explique la fonction catalytique de la cytochrome oxydase, qui permet le passage des électrons depuis le cytochrome c réduit jusqu'à l'oxygène, et par là-même la respiration cellulaire.

— La tyrosinase (ou polyphényl-oxydase) dans tous les tissus des mammifères permet l'oxydation de la tyrosine en mélanine, le pigment noir de la peau, qui donne en particulier la coloration des poils, cornes, etc.

— Les amines oxydases, plasmatiques ou intramitochondriales, qui permettent la destruction de l'histamine, de la tryptamine et des catécholamines, jouant ainsi un rôle très important dans le métabolisme de l'animal.

Le cuivre rentre aussi dans de nombreuses synthèses biochimiques dont le mécanisme n'est pas encore élucidé. Parmi celles-ci il faut citer la synthèse du protohème, de la kératine, et surtout des phospholipides myéliniques. Toutefois si les diverses fonctions du cuivre sont pressenties et évidentes, les modes d'action appartiennent toujours au domaine des hypothèses. Enfin le cuivre intervient directement dans la biochimie de nombreux autres éléments minéraux, par les interrelations métaboliques, comme le prouve le mécanisme des carences.

## V. — LES VARIATIONS PATHOLOGIQUES OU ACCIDENTELLES DU CUIVRE CHEZ LA VACHE

Elles traduisent deux types de réaction de l'animal à des conditions anormales : les carences ou les empoisonnements, qui sont dues à des variations des taux physiologiques, et les maladies à origine biochimique qui sont dues à un dysfonctionnement métabolique interne.

Notre propos n'est pas ici de faire une revue de tous les cas possibles, car Bellanger J., Lamand M. et Perigaud S. [18] s'en sont déjà chargés dans une revue très complète. Néanmoins les cas de carence présentent pour nous un gros intérêt dans la mesure où ils peuvent influencer la composition du lait, et leur influence économique n'est pas du tout négligeable : ce sont les anémies nutritionnelles, dont la liste relevée par le Commonwealth Bureau of Animal Nutrition [3] dénonce l'existence un peu dans tous les pays du monde. La carence en cuivre chez les bovins peut avoir de nombreuses origines, dont les plus fréquentes sont liées à des facteurs agronomiques. Ces facteurs agronomiques peuvent d'ailleurs combiner leurs effets, ce qui accroît leur influence. En dehors de la composition même du sol, il y a la faculté d'assimilation du cuivre par les végétaux, leur teneur en « cuivre utilisable » pour l'animal, le climat qui peut varier d'une année sur l'autre en influençant la composition minérale, la fertilisation éventuelle du sol, et aussi les antagonismes entre oligo-éléments (cuivre - molybdène par exemple). La carence se traduit chez les bovins par une décoloration des poils, des troubles osseux plus ou moins discrets, et par une grosse perte à la production (croissance, lactation et reproduction). Analytiquement, cette carence se traduit par un seuil critique du cuivre hépatique de 25 mg par kg de matière sèche, quoique ce chiffre soit contesté. En zootechnie, on a défini de nombreux essais de correction des carences lorsqu'elles sont pressenties à temps.

L'autre danger est celui de la toxicité. Parfois cette toxicité du cuivre doit être considérée comme le résultat d'un essai de correction de la carence. Ainsi chez les bovins peut-on administrer « per os » jusqu'à 2 g de  $\text{CuSO}_4$  par jour pendant un temps variant de

5 à 18 semaines, mais il existe pour les aliments une dose toxique de l'ordre de 200 mg par kg pour Cunningham cf. Jacquot [9]. En fait, un animal préalablement carencé est beaucoup plus sensible à la toxicité du cuivre. Ammerman [19] présente la toxicité sous deux formes. La première phase, qui ne présente aucun des symptômes usuels, consiste en une phase d'accumulation passive dans les tissus (et surtout dans le foie). La deuxième phase est caractéristique, c'est l' « anémie hémolytique ». Cette crise hémolytique se traduit par des concentrations maximales de cuivre dans le foie et dans le sang, et elle peut être suivie de la mort de l'animal. Comme les carences sont les cas pathologiques les plus fréquents, les traitements de médecine vétérinaire des cas pathologiques consistent surtout en un apport de cuivre. Il y a possibilité d'un apport minéral alimentaire, par incorporation, ou à l'aide de la « pierre à cuivre ». Dans ce dernier cas, Bellanger, Lamand et Périgaud [18] signalent que les consommations peuvent varier dans un rapport de 1 à 100 en fonction des animaux. Aussi préfère-t-on l'injection d'un sel de cuivre qui possède une toxicité réduite, une bonne absorption et qui n'entraîne chez l'animal que des lésions minima. C'est le glycinate de cuivre qui recueille les vœux de tous les auteurs, quoique la fréquence et la concentration des injections n'aient pas encore été bien définies. Dans tous les cas, on s'est intéressé au devenir de ces additions artificielles de cuivre à cause d'une éventuelle variation de la teneur en cuivre du lait, teneur qui influence sa sensibilité à l'oxydation. Dunkley [20] a montré que, à part pendant les premières 24 h, le taux de cuivre dans le lait reste constant après l'injection. Underwood [13] a prouvé que l'accroissement du cuivre alimentaire n'augmentait pas la teneur en cuivre du lait.

Mulder [21], après une longue discussion, arrive aussi à ce résultat.

D'autre part il semble bien que, en cas d'augmentation de la teneur en cuivre du lait par un traitement quelconque, le rôle catalytique de l'élément ne soit pas accru vis-à-vis de l'oxydation. On peut expliquer ce fait par un changement de réactivité du cuivre, ce cuivre « ajouté » étant devenu « passif ». Toutefois il convient de ne pas oublier que certaines contaminations du lait par le cuivre peuvent être causées plus simplement et sans l'intermédiaire du filtre biochimique que constitue l'animal.

Ammerman [19] cite aussi un cas curieux où l'on a obtenu une contamination grave du lait par le cuivre : la prairie avait été traitée au  $CuSO_4$  et les mamelles étaient les principaux agents de contamination par simple frottement sur l'herbe...

Enfin, il convient de citer les divers résidus phytosanitaires qui peuvent amener, sous formes de poudres ou de pulvérisations, des quantités non négligeables de sels de cuivre (sulfate, arseniate, carbo-

nate, naphthenate, etc.) ou d'oxydes. Ces résidus peuvent accidentellement atteindre la nourriture du bétail, et entraîner une toxicité passagère.

De plus, en voulant parfois amender des sols où les végétaux étaient déjà carencés, on est arrivé à rompre définitivement un équilibre biologique précaire ce qui a pour conséquence immédiate d'accroître la carence.

## VI. — CONCLUSION

L'équilibre nutritionnel de la vache quant à l'élément cuivre pose un problème complexe dont la solution doit avant tout tenir compte de tous les paramètres locaux et de leur importance relative. D'autant plus que, trop souvent, les résultats des recherches effectuées s'appliquent à des races bien définies, mais différentes, et leur rapprochement systématique omet le facteur « génétique » dont l'influence n'est encore que pressentie.

Toutefois, il résulte de cette revue que la vache, dans des conditions normales de nourriture, ne présente pratiquement jamais de troubles liés à la toxicité du cuivre, puisque Cunningham cite même [22] des absorptions journalières de 0,8 à 5 g de sulfate de cuivre pendant 9 mois sans symptôme toxique, chez le jeune veau comme chez la vache adulte. Au contraire, le rôle biologique important du cuivre étant indiscutable, surtout chez le jeune en croissance, et les cas de carence paraissant relativement nombreux, il semble judicieux de conseiller un apport alimentaire important de cuivre chez les bovins, sous une forme naturelle dans la nourriture. En effet, une nutrition mieux équilibrée ne pourrait qu'améliorer le « rendement » global du bétail, donc les intérêts des fermiers et éleveurs. De plus ce traitement n'intervenant pas défavorablement sur la technologie laitière (le cuivre ne passe pas dans le lait), pourquoi donc ne pas le pratiquer systématiquement ? La question est posée, et le débat ouvert, ce qui constitue le but de notre propos.

## Summary

In this review is presented the problem of copper in the feed of dairy cows. The author describes briefly feed sources and contamination risks, gives an evaluation of nutritional need and a view of metabolism of copper in the animal. Biological and biochemical importance is pointed out, also pathological and accidental variations. These nutritional facts encouraged the author to recommend a greatest copper intake of dairy cattle for a better productivity of the animals.

*Reçu pour publication en octobre 1974.*

## Bibliographie

- [1] DAWIS (W. L.) (1931). — Observations on the copper and iron content of milk and others dairy products. *J. of Dairy Research*, 3, 86.
- [2] RANDOIN (L.) (1937). — Tables de composition des aliments. Hermann, Paris.
- [3] COMMONWEALTH BUREAU OF ANIMAL NUTRITION (1956). — Minerals in pastures ; deficiency and excess in relation to animal health, 119 à 132.
- [4] JAULMES (P.) et HAMELLE (G.) (1971). — Oligo-éléments dans les aliments. *Annales de la nutrition et de l'alimentation*, B 133 à B 203.
- [5] HECKMAN (Mary) (1968). — Collaborative study of minerals in feeds. *Journal of the A.O.A.C.*, vol. 51, n° 4, 776 à 779.
- [6] AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL (1965). — The nutrient requirements of farm livestock, n° 2 Cattle, 2, Londres.
- [7] GOLSE (J.) (1933). — Recherche et dosage du cuivre dans les eaux. Etude de l'action des eaux sur les conduites en cuivre. *Bull. Trav. Société de Pharmacie de Bordeaux*, 1, 30.
- [8] ILARI (J. L.). — Résultats non publiés.
- [9] JACQUOT et coll. (1964). — Nouvelle Encyclopédie Agricole. Vol. 3 : Nutrition Animale, 2086-2103, J. B. Baillière édit., Paris.
- [10] AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL (1965). — The Nutrient Requirements of farm Livestock, n° 2 Cattle, 9, Londres.
- [11] COMAR (C. L.), DAVIS (G.), SINGER (L.) (1948). — The fate of radioactive copper administered to the bovine. *J. Biological Chem.*, 905-915.
- [12] VAN CAMPEN (D. R.) (1971). — Absorption of copper from the gastrointestinal tract, 211-227, in Intestinal absorption of metal ions, by SKORYNA and WALDRON-EDWARD, Pergamon press.
- [13] UNDERWOOD (E. J.) (1962). — Copper, 48-99, in : Trace element in human and animal Nutrition, 2<sup>e</sup> édition. *Academic Press, New-York*.
- [14] ILARI (J. L.) (1973). — Thèse : Analyse du cuivre dans les produits laitiers. U.E.R. de Nutrition. Université de Dijon.
- [15] PENNINGTON (J. T.) and *al.* (1973). — Copper content of foods. *J. of the Amer. Dietetic Association*, vol. 63, n° 2, août, 143-153.
- [16] CARRICO (R. J.) and DEUTSCH (H. F.) (1969). — Isolation of human hepatocuprein and cerebrocuprein. *J. of Biol. Chem.*, vol. 244, n° 22, 6087-6093.
- [17] VALLÉE (B. L.) and WACKER (E. C.) (1970). — The Proteins, vol. 5 : Metalloproteins, 2<sup>e</sup> édition, *Academic Press*.
- [18] BELLANGER (J.), LAMAND (M.) et PÉRIGAUD (S.) (1970). — La carence en cuivre chez les ruminants. *Annales de la Nutrition et de l'Alimentation*, 24, 1-62.
- [19] AMMERMANN (C. B.) (1970). — Recent Developments in Cobalt and Copper nutrition. *J. Dairy Science*, vol. 53, n° 8, 1097-1107.
- [20] DUNKLEY (W. L.) and *al.* (1968). — Influence of dietary copper and ethylenediaminetetra-acetate on copper concentration and oxydative stability of Milk. *J. Dairy Science*, vol. 51, n° 6, 863-866.
- [21] MULDER (H.) and *al.* (1964). — The copper content of cows' milk. *Neth. Milk and Dairy Journal*, 18, 52-65.
- [22] CUNNINGHAM (I. J.) (1946). — *New-Zealand Journal of Science and Technology*, 27, 372-381.



## **Les traitements thermiques appliqués aux produits laitiers et leurs conséquences dans le domaine azoté**

(fin)

par

Jean ADRIAN

*Centre de Recherches sur la Nutrition, C.N.R.S. - 92190 Bellevue*

### **L'ÉVOLUTION DE LA QUALITÉ PROTIDIQUE DANS LES POUDRES DE LAIT\***

On peut considérer les poudres de lait comme les produits industriels les plus sensibles à la réaction de Maillard. Cette situation résulte de divers facteurs fondamentaux et technologiques :

- richesse en lactose et réactivité des protéines du sérum,
- modalités de l'opération : pré-chauffage et technique d'évaporation de l'eau : vaporisation d'un brouillard de lait dans une tour d'air chaud (procédé Spray) ou passage d'une pellicule de lait sur un cylindre chauffé à la vapeur (procédé Hatmaker),
- caractère hygroscopique du lactose qui permet une réhydratation partielle de la poudre de lait et facilite, par là-même, une réaction sucre-acides aminés.

La réaction de Maillard risque de se produire aussi bien lors de la fabrication que pendant la conservation de la poudre. Ce phénomène peut également se développer avec intensité lorsque la poudre est soumise à des traitements thermiques variés. Nous examinerons donc les trois étapes au cours desquelles la qualité protidique du lait peut être endommagée.

#### **Evolution protidique du lait au moment du séchage**

La réaction de Maillard étant autocatalytique (Adrian, 1973 b), l'intensité d'un premier chauffage détermine l'ampleur des répercussions des traitements ultérieurs. C'est pourquoi, les conséquences du séchage dépendent partiellement de la nature du pré-chauffage subi par le lait (Henry et Kon, 1947 ; Shillam et Roy, 1963 ; Van den Bruel et *al.*, 1972).

\* Dans cet exposé, le terme de poudre de lait s'applique au produit élaboré à partir du lait écrémé, sauf mention particulière.

Dans les cas les plus habituels, le pré-chauffage du lait n'entraîne pas de répercussions significatives sur la qualité de la poudre de lait, bien que la lysine disponible tende à diminuer lorsque le pré-traitement devient sévère.

En réalité, lorsqu'on procède à un traitement thermique peu préjudiciable, pour mettre en relief ses effets éventuellement défavorables on a intérêt à recourir à des organismes connus pour l'extrême sensibilité de leur appareil digestif. A ce sujet, le veau pris à la naissance se comporte comme un « révélateur » de choix permettant de déceler des dommages très légers provoqués par un chauffage. L'exemple ci-dessous en fournit une remarquable illustration, qui ne pourrait être retrouvée avec les autres animaux de laboratoire :

	Poudre de lait Spray pré-chauffée à	
	77° C pendant 15 s	74° C pendant 30 mn
Digestibilité globale (p. 100)	89,0	80,5
Digestibilité azotée (p. 100)	77,5	60,2
Valeur biologique	66	66

D'une manière générale, le procédé Spray, par atomisation, respecte presque intégralement la lysine du lait tandis que la technique sur cylindre l'endommage dans des proportions variables (Pion et Rerat, 1962 ; Mac Donald, 1966 ; Holm, 1971 ; Van den Bruel et *al.*, 1972 ; etc.)\*.

Ainsi, au cours d'une enquête portant sur divers échantillons commerciaux, Erbersdobler et Zucker (1966) constatent qu'en moyenne les poudres atomisées renferment 10 p.100 de plus de lysine disponible que celles séchées sur cylindres ; une différence de 20 p. 100 n'est pas exceptionnelle.

\* Diverses observations de Fink (1958, 1959 et 1963) se rapportent au développement d'une nécrose hépatique chez des animaux recevant 10 p. 100 de poudre de lait, la mortalité étant proportionnelle à la sévérité du mode de séchage. Elle est inférieure à 1 p. 100 chez les sujets consommant du lait frais, de 40 p. 100 chez ceux qui reçoivent une poudre Spray et atteint 70 p. 100 avec la poudre séchée sur cylindre.

En réalité, cet état pathologique ne reflète pas l'existence d'une substance toxique mais une indisponibilité du sélénium dans les poudres de lait : la nécrose est totalement prévenue par une administration quotidienne de 0,4 µg de sélénite de sodium. Une situation analogue — et relevant probablement d'un mécanisme identique — s'observe avec la levure *torula* (*in* Champagnat et Adrian, 1974).

Les préjudices enregistrés avec les sécheurs à cylindres dépendent du type d'appareil utilisé et de son réglage. Selon Pion et Rerat (1962), le sécheur à gicleur qui projette le lait sur le cylindre produit une poudre soutenant la comparaison avec les produits Spray tandis que les cylindres « à boubier » dans lesquels le tambour plonge dans le liquide fournissent une poudre accusant une destruction de 18 p. 100 de la lysine.

Par ailleurs, les modalités d'emploi des cylindres exercent une influence considérable signalée de divers côtés (Mauron et al., 1955 ; Holm, 1971 ; Van den Bruel et al., 1972 ; Erbersdobler et Duemmer, 1971). Ces derniers illustrent ainsi les effets du réglage du tambour sur la qualité azotée de la poudre :

Modalités du séchage		Lysine (p. 100 des protéines)		Lysine disponible (p. 100)
Température du tambour	Temps de contact de la pellicule de lait (en s)	totale	disponible	
		116° C	4	8,9
120° C	7,5	5,8	2,2	38

En bref, le séchage par atomisation apparaît une technique reproductible et sans conséquences fâcheuses notables sur le plan protidique tandis que l'emploi de cylindres fait figure d'une technique plus aléatoire quant à ses résultats et s'accompagnant presque inévitablement d'un préjudice en ce qui concerne la disponibilité de la lysine.

Dans la pratique, Prahl et Tauefel (1967) retiennent trois catégories de poudres de lait, classées en fonction de leurs caractéristiques physico-chimiques :

Qualificatif de la poudre	Digestibilité azotée <i>in vitro</i> (p. 100)*	Teneur en lysine (p. 100 du lait)	Brunissement**
Non endommagée	supér. à 87	supér. à 90	70-85
Légèrement endommagée	70-87	60-90	30-70
Fortement endommagée	infér. à 70	infér. à 60	infér. à 30

\* Digestion à l'aide de pepsine et pancréatine.

\*\* p. 100 de lumière réfléchie, mesuré avec un Leukometer Zeiss.

Mais le test probablement le plus immédiat pour classer la qualité d'une poudre de lait demeure la mesure de sa solubilité, celle-ci diminuant parallèlement avec la détérioration de sa qualité protidique (Richards, 1963 ; Erbersdobler et Zucker, 1966 ; Prahl et Tauefel, 1967 ; etc.). Ce genre d'évolution est reportée dans la figure 2 donnant à la fois le taux d'insolubilisation du lait (volume de sédiment) et celui d'azote aminé libre, au cours d'une conservation à 37° C et sous une humidité relative de 55 p. 100.

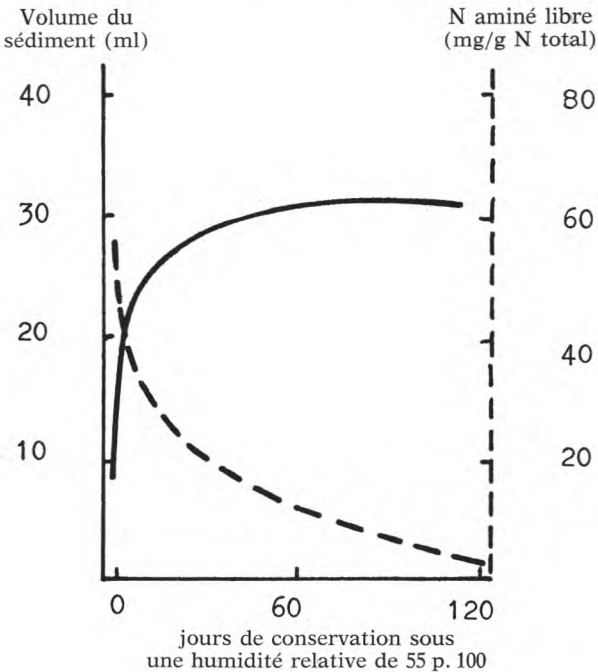


fig. 2

Evolution de la solubilité d'une poudre de lait et de son taux d'azote aminé libre, au cours d'une conservation à 37° C (d'après Richards, 1963).

### Evolution protidique de la poudre de lait pendant sa conservation

Les poudres de lait sont sujettes à de graves altérations lors des périodes de conservation, le fait ayant été mis en lumière depuis longtemps par l'étude remarquable de Henry, Kon, Lea et White (1946, 1948).

Le principal agent responsable de la dégradation protidique des poudres de lait est leur caractère hygroscopique qui leur permet d'atteindre rapidement un degré d'humidité très préjudiciable pour leur stabilité : sous une humidité relative de 80 p. 100, la teneur en eau peut passer de 4,7 à 6,2 p. 100 en 12 h (Henry et *al.*, 1948) et

atteindre un plafond de l'ordre de 12-14 p.100 en 2 ou 3 semaines (Nakanishi et Itoh, 1966).

Cette hydratation — facteur indispensable à la réaction de Maillard (Loncin *et al.*, 1965) — va grandement accélérer les réactions chimiques au sein de la poudre de lait en facilitant la mobilité de ses constituants. Les valeurs suivantes montrent le rôle respectif de l'eau et de la température sur l'intensité des réactions chimiques d'une poudre de lait (Henry *et al.*, 1948) :

Evolution de la poudre de lait au cours de sa conservation  
(en mg pour 100 g de poudre et pour 100 j)

Température de stockage	37° C			20° C		
	Humidité de la poudre (p. 100)	7,3	4,7	2,9	7,3	4,7
O <sub>2</sub> absorbé	245,0	3,25	2,5	12,5	0,95	0,7
CO <sub>2</sub> produit :						
emballage normal	98,0	0,85	0,4	6,0	0,2	0,1
sous azote	10,0	0,45	0,2	—	<0,1	<0,1

Le gaz carbonique dégagé est — au moins partiellement — une manifestation spécifique de la réaction de Maillard, plus précisément de la dégradation de Strecker. En effet, il existe un parallélisme étroit entre le degré d'humidité de la poudre et l'intensité de la réaction de Maillard qui s'y développe : d'une manière schématique, la réaction demeure nulle pour des teneurs en eau inférieures à 3 p.100, elle est très faible dans l'intervalle compris entre 3 et 5 p.100 et atteint son intensité maximale pour des humidités comprises entre 7,5 et 12 p.100 environ (Henry *et al.*, 1948 ; Kiswa *et al.*, 1966 ; Erbersdobler et Zucker, 1966 ; Erbersdobler, 1970 ; etc.). Ce dernier a établi la relation suivante entre l'humidité et l'évolution de la lysine d'une poudre de lait, après 10 semaines à 30° C :

Humidité de la poudre (p. 100)	4	6	8	10
En p. 100 des protéines :				
lysine utilisable	7,0 (100)	6,5 (93)	4,8 (69)	5,5 (79)
lysine combinée	0,5 (100)	0,8 (160)	2,6 (520)	2,0 (400)

Henry et al. (1948) donnent un tableau très complet des manifestations de la réaction de Maillard développée dans des conditions de stockage défavorables (humidité de la poudre Spray = 7,3 p. 100 ; 60 j à 37° C) (tab. 3) :

TABLEAU 3

Evolution d'une poudre de lait Spray au cours d'une conservation de 60 j à 37° C, avec une humidité de 7,3 p. 100\*

	Poudre fraîche	Poudre conservée
Humidité (p. 100)	7,3	6,7
Equilibre d'humidité relative (p. 100)	42	55
Solubilité à 20° C (p. 100)	99	70
pH	6,73	6,50
Protéines de la fraction soluble de la poudre, en p. 100 de l'azote total de la poudre fraîche :		
N caséine	80,7	6,8
N albumine	2,3	0
N globuline	3,7	4,6
N protéose-peptone	6,8	12,8
N non protidique	6,5	6,7
Pouvoir réducteur (ferricyanure)	0,9	16,0
Sucre réducteur combiné aux protéines (en mg de lactose/g de mat. sèche)	6	49
N aminé libre (valeur relative)	100	36
Digestibilité azotée (p. 100)	91,2	86,0
C.E.P.	2,81	1,82
C.E.P. après addition de lysine	2,59	2,55
Valeur biologique	84,5	67,5
Valeur biologique après addition de lysine	76,4	80,1
Flaveur	agréable	goût de colle désagréable et caramélisé

\* d'après Henry et al. (1946).

— on enregistre un certain nombre de modifications physiques : brunissement, acidification et insolubilisation de la poudre de lait et de sa fraction caséine ;

— les modifications chimiques traduisent une réaction importante entre le lactose et les acides aminés, allant jusqu'au stade de la dégradation de Strecker, avec un dégagement de CO<sub>2</sub> (conséquence de la décarboxylation des acides aminés) ; la valeur protidique est nettement amoindrie, aussi bien sa digestibilité azotée que son efficacité métabolique (V.B. ou C.E.P.).

De plus, le blocage de la lysine fait de cet acide aminé le facteur limitant de la poudre de lait conservée, comme le confirme la restauration de la valeur protidique par une supplémentation en lysine.

En pratique, même dans des régions non réputées par la chaleur de leur climat, des altérations très sensibles sont enregistrées pendant les périodes de stockage des poudres de lait. Ainsi, en Angleterre, après 3 ans, la valeur biologique passe de 88,5 à 71,1 (Henry et *al.*, 1946 b). En Allemagne, une poudre de lait conservée pendant 7 mois dans un sous-sol accuse une perte importante de sa qualité, la valeur biologique tombant de 83 à 51 (Schiller, 1956).

Même dans une chambre froide et à l'abri de l'humidité, une poudre de lait n'est pas parfaitement stabilisée comme le montrent les analyses de Bock et Wuensche (1965) dont les résultats sont condensés dans le tableau 4.

TABLEAU 4

Evolution d'une poudre de lait au cours d'une conservation en chambre froide à l'abri de l'humidité\*

	Poudre de lait Spray			Poudre de lait séchée sur cylindre		
	fraîche	après 6 mois	après 12 mois	fraîche	après 6 mois	après 12 mois
Valeur biologique	81,1	78,9	75,0	81,4	79,0	76,9
Lysine totale (p. 100 des protéines)	9,0	9,0	6,8	(8,8)	8,8	7,3
Lysine digestible (p. 100 des protéines)	6,0	5,3	5,0	5,1	5,3	4,7

\* d'après Bock et Wuensche (1965).

Au total, même dans des climats tempérés les poudres de lait se révèlent endommagées par une conservation de quelques mois ou de l'ordre d'une année. Le préjudice s'amplifiera en fonction de la chaleur et de l'humidité. On peut alors imaginer facilement les altérations subies par les poudres de lait expédiées dans des régions chaudes, ainsi que cela a été fait à une époque en vue de distributions aux enfants : il n'est pas exagéré d'affirmer que ces envois avaient perdu une part appréciable de leur potentiel nutritionnel avant d'arriver au bénéficiaire.

A côté de cette évolution biochimique, on doit noter une modification physique dans les poudres de lait affectant sa fraction protidique et se traduisant par une insolubilisation massive de la caséine, notée dès 1948 par Henry et *al.* Ce phénomène a été analysé plus récemment dans une poudre de lait conservée sous une humidité relative de 80 p. 100. On observe d'abord une insolubilisation plus rapide et plus importante de la caséine  $\alpha_s$  que de la

fraction  $\beta$ . Surtout, l'insolubilisation se fait sous forme de caséinate de calcium dont la composition est très proche de celle de la micelle native ; il en résulte que la fraction demeurant en solution est fortement déminéralisée comme le montrent les analyses de Nakanaishi et Itoh (1966) :

	Calcium (p. 100)	Phosphore (p. 100)
Micelle de la caséine du lait	2,9	2,2
Après 20 j de conservation :		
fraction protidique insoluble	2,99	1,72
caséine encore soluble	0,0	0,70
Après 50 j de conservation :		
fraction protidique insoluble	3,08	1,74
caséine encore soluble	0,0	0,64

On peut s'attendre à ce que cette insolubilisation progressive de la caséine en rende l'utilisation digestive plus lente sinon incomplète. Cette dénaturation physique pourrait contribuer, au moins partiellement, à la diminution de la digestibilité azotée maintes fois enregistrée dans les poudres de lait ayant subi une conservation.

En définitive, la valeur exceptionnelle du lait et la fragilité de sa poudre justifieraient donc amplement l'élaboration d'une politique de conservation lorsqu'un stockage de longue durée est prévu.

En premier lieu, on devrait introduire dans les emballages des capsules de substances desséchantes, de manière à maintenir l'humidité à un niveau ne dépassant pas 3 p. 100 environ ; deuxièmement, l'emballage devrait être opaque à la lumière et à l'oxygène ; troisièmement, le produit devrait être conservé sous gaz inerte ou sous vide ; quatrièmement, la poudre de lait devrait être maintenue à une température inférieure à 20° C, dans la mesure du possible.

### Evolution protidique de la poudre de lait au cours des chauffages

Si cette question semble revêtir un caractère quelque peu expérimental, elle n'est cependant pas totalement dénuée d'incidences pratiques. En effet, les poudres de lait sont appelées à subir — directement ou non — des traitements thermiques dans des conditions variées : en boulangerie et en biscuiterie, dans les industries de produits infantiles, dans les industries d'alimentation animale, etc.

A priori, l'ensemble des phénomènes enregistrés lors du stockage de la poudre va se retrouver — avec une intensité accrue — dans le cas d'un traitement thermique. C'est ainsi que l'on va assister à une



TABLEAU 5

Evolution de la valeur nutritionnelle d'une poudre de lait soumise à un grillage à 145° C\*

	Poudre de lait témoin		Poudre de lait grillée à 145° C pendant				
			25 mn		50 mn		
	seule	+ méthionine	seule	+ méthionine	+ lysine	seule	+ lysine
Lysine totale (mg/g)	31,9 (100)		7,5 (23)			4,6 (14)	
Lysine digestible libre** (mg/g)	20,9 (100)		5,35 (26)			2,3 (11)	
Méthionine totale (mg/g)	9,55 (100)		9,60 (101)			9,50 (99)	
Méthionine digestible libre** (mg/g)	5,5 (100)		4,25 (77)			3,15 (57)	
C.E.P.	3,7 (100)	4,25 (115)	0,55 (15)	0,46 (13)	1,69 (46)	nég. —	1,07 (29)

\* d'après Adrian (1967), Frangne et Adrian (1967).

\*\* acides aminés directement utilisables à la suite d'une attaque pepsine, trypsine et érepsine.

destruction massive de lysine et à une baisse parallèle de la valeur nutritionnelle mesurée chez l'animal : la lysine devient le facteur limitant de la poudre de lait aussi bien après un autoclavage de 15 mn à 120° C (Kraft et Morgan, 1952) qu'à la suite d'un chauffage de 25 mn à 145° C (Adrian, 1967) (tab. 5).

D'après diverses observations (Ross et Krampitz, 1960 ; Schormueller et Andraess, 1962), le comportement de la lysine paraît dépendre au moins autant de la température de traitement que de la somme de chaleur appliquée : aux températures relativement basses le blocage serait le phénomène prédominant tandis que dans les traitements à plus haute température la destruction l'emporterait. Après 24 h à 105° C la perte de lysine totale est de 18 p. 100 et celle de la lysine digestible de 42 p. 100 après 102 h à 105° C les pertes respectives sont de 26 et 61 p. 100.

Au cours d'un traitement thermique, le préjudice ne se limite pas à la lysine de la poudre de lait et aux acides aminés basiques : le tableau 5 fait ressortir le blocage d'une part appréciable de la méthionine ; de même, le tryptophane ne demeure pas insensible à l'autoclavage d'une poudre de lait (tab. 6) : lui aussi peut être partiellement bloqué au cours d'un chauffage ainsi que le démontre l'efficacité mesurée chez le rat ou la fraction hydrolysable *in vitro* par les systèmes protéolytiques du tube digestif (pepsine, trypsine et éepsine).

Cependant, ces phénomènes secondaires ne doivent pas faire perdre de vue la thermosensibilité sélective des acides aminés basiques (Ross et Krampitz, 1960) et les conséquences pratiques qui en résultent.

A titre d'illustration, on peut rappeler que la détérioration thermique des poudres de lait enlève tout intérêt protidique à la constitution de biscuits hyperazotés enrichis avec des poudres de lait. Au cours de la cuisson, la réaction de Maillard atteint une intensité telle que le biscuit offre une qualité nutritionnelle bien inférieure à celle d'autres mélanges dont les composants sont plus stables thermiquement (Adrian et Frangne, 1969) :

Evolution de la qualité protidique de divers biscuits au cours de la cuisson  
(mélange cru = 100)

Addition à la farine	C.E.P.	Lysine digestible	Méthionine digestible
Farine d'arachide	50	75	116
Farine de poisson	42	72	64
Poudre de lait	1	30	68

TABLEAU 6. — Sensibilité du tryptophane dans la poudre de lait autoclavée\*

	Tryptophane total	Tryptophane utilisable par			
		rat	<i>L. arabinosus</i> après hydrolyse avec		
			pepsine trypsine	pepsine trypsine épepsine	pancréatine
Teneur de la poudre de lait témoin (mg/g d'azote)	93		70	70	55
en valeur relative :					
— poudre témoin	100	100	100	100	100
— après 20 mn d'autoclavage	111	56	88	90	109
— après 40 mn d'autoclavage	107	59	77	81	114

\* d'après Pongpaew et Guggenheim (1968).

# enzyme coagulant



# NOURY RENNET

- ACTIVITE ENZYMATIQUE CONSTANTE • PURETE BACTERIOLOGIQUE
- SECURITE ET QUALITE
- PRESENTEE EN POUDRE ET EN LIQUIDE
- ECONOMIE • ASSISTANCE TECHNIQUE

Studio CLC

**Vitex**

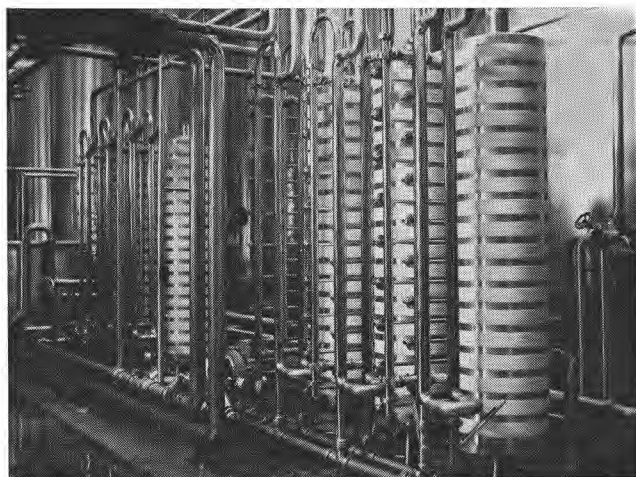
9 RUE MATHURIN REGNIER - 75015 PARIS - TEL : 734.46.90 + TELEX 27714.



# la rentabilité maximum enfin une réalité

Au service de l'industrie laitière,  
les procédés **DDS\*** d'**ultra-filtration** et d'**osmose inverse**  
sur lacto-sérum

**au plan industriel,**  
concentration, récupération des protéines solubles et du lactose  
solution au problème de la **pollution**



73 OPTS 88

représentant exclusif pour la France

## BURTON CORBLIN

78-80, bd Saint-Marcel, 75005 PARIS - Tél. 707.35.19 - Téléx 25-905



nous consulter et nous faire confiance, c'est s'assurer une  
place de leader en **diététique** et en **environnement**

\* DE DANSKE SUKKERFABRIKKER LANGEBOGADE 5 COPENHAGUE (DANEMARK)

Dans cet exemple, comme dans les valeurs du tableau 5 et du tableau 6 et de nombreux autres travaux, la chute de la qualité protidique mesurée sur l'animal est plus importante que la diminution du taux des acides aminés utilisables ou digestibles *in vitro*. Cette constatation offre une grande importance dans le domaine des répercussions physiologiques de la réaction de Maillard car elle démontre l'existence d'autres phénomènes que le simple blocage des acides aminés et leur destruction (Adrian, 1972).

## AUTRES MANIFESTATIONS DE LA REACTION DE MAILLARD DANS LES PRODUITS LAITIERS

### Conséquences physico-chimiques

La réaction de Maillard s'accompagne de phénomènes variés de nature physico-chimique (brunissement, fluorescence, acidification) qui se décèlent après le chauffage des laits\* comme au cours des phases de conservation des laits liquides ou en poudre (Coulter *et al.*, 1952).

a) *Brunissement* : Pour des raisons de qualité commerciale, le brunissement du lait est une manifestation qui a été très étudiée (Patton, 1955). Son incidence pratique est considérable puisqu'une coloration peut être détectée précocement, à la suite de traitements n'entraînant pratiquement pas de préjudices dans le domaine protidique (Ford *et al.*, 1966) ; cependant, à ce point de vue, le lait U.H.T. constitue une exception puisqu'il ressort de la stérilisation plus blanc qu'avant l'opération (Burton, 1965).

Le brunissement se révèle directement proportionnel à certains facteurs :

— à l'intensité du traitement thermique ou à la durée de stockage du produit laitier (Tarassuk et Jack, 1948 ; Patton, 1952 ; Burton, 1965 ; etc.),

— à l'humidité de la poudre du lait (Tarassuk et Jack, 1948),

— au taux de lactose du lait, qui est l'élément indispensable au développement d'une coloration (Patton, 1952).

Ce phénomène est également favorisé par diverses molécules

---

\* Dans le cas des traitements thermiques de pasteurisation et de stérilisation les manifestations de la réaction de Maillard deviennent d'autant moins accentuées que les températures utilisées sont plus élevées. En effet, la sensibilité thermique des micro-organismes devient beaucoup plus grande que celles des molécules chimiques au fur et à mesure que s'élève la température, pour l'intervalle compris entre 100° C et 150° C (Burton, 1965 ; Pien, 1972).

issues de la réaction de Maillard comme le 5-hydroxy-méthyl-furfural, le méthylglyoxal ou l'acétaldéhyde (Patton, 1955) et d'une manière générale par tout ce qui va diriger la réaction de Maillard vers la dégradation de Strecker, cette étape étant connue pour son action très positive sur le brunissement (Adrian, 1973 b).

Une conservation du lait évaporé sous vide renforce également les phénomènes de coloration (Patton, 1952).

Le pH joue un rôle plus subtil : dans les laits tout venants le brunissement est accru par une acidification (Patton, 1955) tandis que dans les modèles expérimentaux la coloration se développe parallèlement à une augmentation du pH (Patton, 1952). Ce dernier point est conforme au déroulement classique de la réaction de Maillard.

L'exception apparente que constituent les laits commerciaux a été observée avec d'autres productions alimentaires comme les levures (Adrian et Frangne, 1974). On peut supposer que dans le lait — comme dans les levures — l'acidification libre des acides aminés. Leur présence renforcera alors l'intensité de la réaction de Maillard et la coloration qui en découle. Néanmoins, un autolysat enzymatique de la caséine ou du lait n'est pas responsable d'un brunissement significativement plus intense selon les observations de Patton (1952).

Enfin, la coloration du lait est indiscutablement une des manifestations de la réaction de Maillard, son développement étant en relation étroite avec la disparition de l'azote aminé libre (Richards, 1963), avec le dégagement de gaz carbonique, avec la formation de molécules réductrices et de substances fluorescentes et avec la diminution de la solubilité des poudres de lait (Tarassuk et al., 1948, 1950).

b) *Autres phénomènes* : A côté des molécules colorées, la réaction de Maillard est génératrice de substances fluorescentes, décelables également dans les laits traités thermiquement.

Néanmoins, dans ce milieu, la fluorescence a des origines variées : pour une part elle provient de la dégradation de la riboflavine, pour une autre elle résulte des dérivés des matières grasses et, enfin, la réaction de Maillard participe à l'apparition des substances fluorescentes (Jenness et Coulter, 1948).

En pratique, la fluorescence est étroitement associée au brunissement du lait et elle est décelable aussi bien à la suite d'une stérilisation qu'après une conservation prolongée. Dans ce domaine comme dans celui du brunissement la technique U.H.T. diminue très significativement la formation des molécules fluorescentes.

Selon Tarassuk et Simomson (1950), les protéines lactiques sont fortement impliquées dans les phénomènes de la fluorescence, ce

qui revient à dire que la réaction de Maillard a une part importante dans cette question.

Le traitement thermique des laits liquides et la conservation des poudres sont responsables d'une acidification marquée se faisant aux dépens du lactose (Gould, 1945 ; Patton, 1950, 1952 ; Schormueller et Andraess, 1962 ; etc.). Après 8 h à 100° C un lait entier a perdu 20 p. 100 de son lactose et a gagné une acidité correspondant à 75 mg d'acide lactique pour 100 ml. En réalité, on ne détecte que 3,5 mg d'acide lactique formé, le reste de l'acidité étant composée de molécules engendrées classiquement par la réaction de Maillard (Gould, 1945).

C'est la raison pour laquelle, l'acidification est d'autant plus forte que les modalités expérimentales se prêtent mieux à une réaction de Maillard. Les résultats de Schormueller et Andraess (1962) montrent qu'en atmosphère humide — favorable à la réaction de Maillard — l'acidification d'une poudre de lait est nettement plus accentuée :

Valeur du pH d'une poudre de lait en fonction des modalités de chauffage

Modalités du traitement	Durée du traitement (en h)		
	23	52	102
105° C, en atmosphère sèche	6,9	6,7	6,55
100° C en atmosphère saturée d'eau	6,0	5,65	5,5

La réaction de Maillard est classiquement responsable de l'apparition d'un pouvoir réducteur apparaissant dans les premières phases puis disparaissant par la suite.

Ces molécules réductrices proviennent de la réaction lactose-caséine ou simplement de la dégradation thermique du lactose seul (Crowe, 1948 ; Lea, 1947), c'est dire que le phénomène n'est pas spécifique de la réaction de Maillard.

L'augmentation des substances réductrices du lait a été observée à maintes reprises (Tarassuk et Jack, 1948 ; Patton, 1955), toujours en relation étroite avec les autres manifestations de la réaction de Maillard. C'est pourquoi, on peut attribuer à cette réaction la majeure



responsabilité dans la formation des molécules réductrices décelées après chauffage ou conservation des laits.

### **Molécules décelées à la suite des chauffages et de la réaction de Maillard**

D'une manière générale, dans un milieu complexe les traitements thermiques donnent naissance à de très nombreuses molécules que les techniques chromatographiques commencent à isoler et à inventorier (Day, 1965). En présentant les faits schématiquement, on peut classer les produits formés en trois grands groupes en fonction de leur origine. Pour s'en tenir au lait, on distingue les catégories suivantes :

a) Certaines molécules — comme les alcools furfurylique et acétique et les acides acétique et formique — semblent dériver directement de la dégradation du lactose et il n'est pas prouvé que la présence d'azote aminé soit indispensable à l'opération ni même en modifie l'intensité si l'on en juge d'après les travaux de Patton (1950, 1950 b, 1950 d). Ces produits peuvent donc être considérés comme étrangers à la réaction de Maillard.

b) D'autres substances sont également décelables à la suite de la thermolyse d'un glucide ou d'un sucre pur. A titre d'exemple, la dégradation du lactose donne naissance à de l'hydroxy-méthyl-furfural (H.M.F.) par chauffage en milieu acide. Cependant, la présence d'azote aminé augmentant fortement la quantité de H.M.F. formée, cette molécule relève, partiellement de la réaction de Maillard (Patton, 1950 b, 1952). Ce type de substance peut être qualifié de « mixte » en ce sens qu'il existe en dehors de la réaction de Maillard mais que celle-ci intervient dans l'intensité de la synthèse\*.

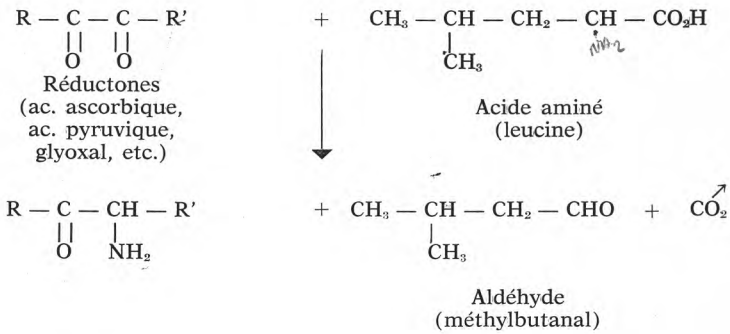
c) Certaines molécules, enfin, sont la conséquence essentielle, sinon spécifique, de la réaction de Maillard, c'est-à-dire que la présence d'acides aminés est une condition indispensable à leur apparition. Il semble que ce soit le cas, par exemple pour le maltol qui résulte d'une réaction entre le lactose et les protéines lactiques (Patton, 1952 c). Surtout, la dégradation de Strecker engendre des aldéhydes spécifiques provenant de la décarboxylation et de la désamination des acides aminés sous l'effet de molécules dicétoniques.

L'exemple ci-dessous, établi à partir d'observations de Jackson et Morgan (1954), fournit une illustration des mécanismes de la dégradation de Strecker telle qu'elle se déroule dans le lait, avec forma-

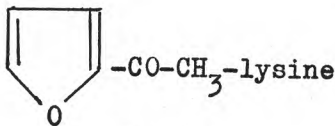
---

\* Les furfurals et leurs dérivés (5-HMF) constituent les premières manifestations biochimiques d'un traitement thermique. Dans le lait — comme dans de très nombreuses matières alimentaires — leur présence est l'indice précurseur d'une réaction de Maillard, avec les conséquences qu'elle entraîne dans le domaine protidique (Keeney et Bassette, 1959 ; Craig *et al.*, 1961 ; etc.).

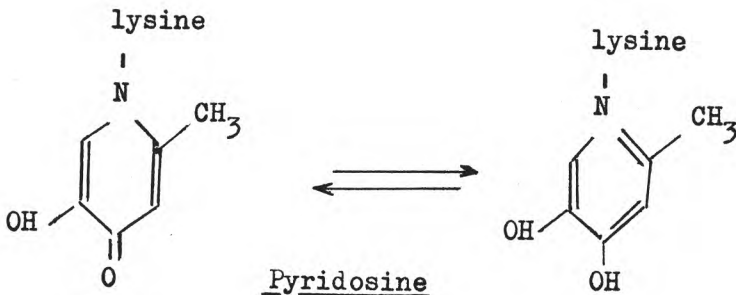
tion d'aldéhydes aromatiques en Cn-1 par rapport aux acides aminés mis en jeu :



D'autres molécules sont également la marque indéniable de la réaction de Maillard : on peut citer les 1-amino 1-déoxy 2-cétooses étudiées dans les poudres de lait et dans les systèmes lactose-caséine par Richards (1963). De même, ont été précisés les molécules résultant de la combinaison de la lysine avec le lactose ou le lactulose (Erbersdobler *et al.*, 1966, 1967 ; Finot *et al.*, 1968, 1969 ; Erbersdobler, 1970) : lorsqu'elle est soumise à une hydrolyse acide classique, la lysine bloquée par un sucre comme le lactose donne naissance à deux dérivés, le furosine et la pyridosine (fig. 3). Le premier d'entre eux,



Furosine



particulièrement abondant, peut représenter jusqu'à la moitié de la lysine présente dans une poudre de lait. Son taux est lié à celui de la lysine disponible par la relation suivante (Erbersdobler 1970) :

$$\text{furosine} = 3,16 - 0,42 (\text{lysine disponible})$$

Tels sont les principaux types de molécules susceptibles d'être détectées à la suite d'une réaction de Maillard se déroulant dans un produit laitier. En dresser une liste exhaustive représentait une tâche utopique jusqu'à une époque récente et seules les techniques modernes de chromatographie permettent d'aborder ce problème. Ferretti et Flanagan (1970, 1971, 1972) ont procédé à des analyses de la fraction volatile de mélange lactose-caséine, de poudre de lactosérum ou de poudre de lait écrémé ayant subi des réactions de Maillard dans des conditions diverses. Dans la poudre de lactosérum, 26 substances attribuables, en majorité, à la réaction de Maillard ont pu être identifiées, 40 dans le système expérimental lactose-caséine et 43 dans une poudre de lait après plus de 2 ans de conservation. Dans le mélange caséine-lactose ont été isolés 13 composés furaniques, 9 lactones, 5 pyrazines, 2 pyridines, 2 amides, 2 acides carboxyliques, 2 dérivés pyrroliques, de l'acétone, du maltol, etc. D'un autre côté, la réaction de Maillard se déroulait grâce à la présence de galactose, de tagatose, de lactulose en dehors de l'action propre du lactose initial.

Sur le plan quantitatif, les composés les plus abondants sont :

— dans le système lactose-caséine : les acide et alcool acétiques, le 2-acétylfurane, le 5-méthyl 2-furaldéhyde, les acétate et alcool furfuryliques, la butyrolactone, l'hydroxybutyrolactone et le maltol,

— dans la poudre de lait écrémé : les acides butyrique, propionique et hexanoïque, la diméthylsulfone, puis à une concentration moindre, des diméthylpyrazines, du maltol, de la furaldéhyde et de la benzaldéhyde, des acides benzoïque, isobutyrique et acétique, des dérivés benzéniques, des alcanes, des lactones, etc.

A côté de ces molécules de nature très diverse et dont l'origine précise demeure difficile à établir, on doit mentionner l'apparition de substances apportant une preuve indéniable de la réaction de Maillard, il s'agit des aldéhydes provenant des acides aminés ayant réagi dans la dégradation de Strecker et qui sont des molécules spécifiques de la réaction de Maillard.

Ces aldéhydes ont été identifiés dans des poudres de lait (Ramshaw et Dunstone, 1969) ou bien dans une solution de caséine autoclavée 1 h à 140° C, fournissant la démonstration d'une possibilité de réaction entre la partie azotée de la caséine et sa fraction glucidique (Nakanishi et Itoh, 1967) :

Aldéhyde identifié	Origine probable
Méthanal	Glycocolle
Ethanal	Alanine
Propanal	Thréonine (?)
Butanal ou crotonal	Acide glutamique (?)
Méthional	Méthionine
2-méthyl propanal	Valine
3-méthyl butanal	Leucine
2-méthyl butanal	Isoleucine
Phénylacétaldéhyde	Phénylalanine

En bref, la réaction de Maillard est indiscutablement responsable de l'apparition de nombreuses molécules dans les produits laitiers chauffés ou conservés. Néanmoins, elle ne représente pas le seul mécanisme en cause ; elle se développe conjointement avec d'autres processus comme la dégradation du lactose ou l'oxydation des lipides résiduels. Ces divers mécanismes peuvent — de surcroît — interférer entre eux : à titre d'illustration, les aldéhydes des acides gras (produit d'oxydation) réagissent avec des acides aminés et sont, en conséquence, un facteur de la réaction de Maillard.

### RESPONSABILITE DE LA REACTION DE MAILLARD DANS LA FORMATION DES AROMES

Dans la mesure où il est possible de schématiser des questions aussi subtiles que celle des arômes et des saveurs, on peut avancer qu'il existe deux grands types de saveurs dans les produits laitiers traités industriellement. Le premier et le plus fréquent est un goût de *cuit*, de *vieux*, d'*oxydé* (*sunlight flavor*). Il ne relève pas de la réaction de Maillard mais essentiellement des processus de destruction de la riboflavine, de dénaturation des protéines solubles et surtout de l'évolution des groupements sulfhydryles volatils (Zweig et Block, 1953 ; Kinsella, 1971 ; etc.).

La seconde saveur décelable est la conséquence de la dégradation du lactose et de la réaction de Maillard qui y est associée. On la décèle surtout à la suite de la conservation de poudres de lait ou lors de traitements thermiques sévères (Tarassuk et Jack, 1948 ; Coulter et al., 1952 ; Ramshaw et Dunstone, 1969 ; etc.).

Quelques relations ont été établies entre l'évolution physico-chimique des produits laitiers et leur saveur. Les observations de Tarassuk et Jack (1948) ont notamment le mérite de faire apparaître

une distinction entre la flaveur développée à la suite d'une évolution banale de la poudre de lait et celle qui correspond plus précisément à l'existence d'une réaction de Maillard :

Goût	Indice de brunissement	Pression (en mm) de	
		gaz carbonique	oxygène
Bon	0,8	3,5	61,0
Vieux	1,5	19,0	1,0
Caramel	11,5	199,0	1,0

Les conditions d'apparition d'un goût particulier de *céréale* ont été analysées à plusieurs reprises. Cette flaveur se décèle à la suite d'un chauffage qui a produit la dénaturation de la moitié des protéines solubles (Kinsella, 1971) et l'apparition d'hydroxy-méthyl-furfural à des concentrations de l'ordre de 10 à 15 micromoles par litre de lait (Keeney et Bassette, 1959 ; Craig *et al.*, 1961).

Les autres molécules volatiles engendrées par la dégradation du lactose comme par la réaction de Maillard participent au développement de la flaveur des produits laitiers chauffés. L'importance de leur rôle dépend à la fois de leur concentration dans le produit et de leur seuil de perception organoleptique.

En fonction de ce double critère, les composés qui ont le plus de probabilités d'intervenir dans l'élaboration de la flaveur sont les suivants, d'après Ferretti et Flanagan (1972) : 2-furaldéhyde, 2-furfuryl butyrate, méthyl éthyl pyrazine, triméthyl pyrazine, N-éthyl 2-formyl-pyrrole, crésol, benzaldéhyde, salicyaldéhyde, cumène, naphthalène, benzothiazole et 2-nonanone.

Enfin, des évolutions notables de flaveur peuvent être observées dans des caséines conservées dans des conditions favorables à la réaction de Maillard (10 p. 100 d'humidité) : après 3 mois, une altération importante est observée avec un taux de lactose résiduel de 1 p. 100 se traduisant par une forte apparition de H.M.F. et de molécules réductrices et par une chute de la qualité organoleptique (tab. 7).

La présence des glucides constitutifs de la caséine semble même suffire pour déclencher une réaction de Maillard et en réduire la valeur organoleptique, la caséine-présure présentant une stabilité

TABLEAU 7

Evolution de la caséine au cours d'une conservation de 3 mois,  
en fonction de son taux de lactose résiduel\*

Taux de lactose (p. 100)	H-M-F (a)	Substances réductrices (b)	Qualité organoleptique (c)
0,01	0,021	0,043	5,1
0,20	0,023	0,032	5,2
1,00	0,176	0,363	1,6

N.B. — Le produit renferme de l'ordre de 10 p. 100 d'eau et présente une qualité organoleptique de 7 environ au moment de la fabrication.

(a) Estimé en acide thiobarbiturique.

(b) Estimées en ferricyanure.

(c) Echelle de 10 (excellent) à 1 (très mauvais).

\* d'après Walker (1972).

franchement supérieure à celle des autres formes, même à taux de lactose résiduel identique (Walker, 1972).

## CONCLUSIONS

L'application de traitements thermiques aux produits laitiers se traduit par des modifications physico-chimiques des fractions protidi-ques et par des réactions chimiques dans lesquelles entrent les protéines solubles et la caséine.

— Au point de vue physico-chimique, les traitements thermiques les plus modérés sont seulement responsables d'une dénaturation des protéines solubles du lactosérum. Les chauffages intenses peuvent modifier à la fois la structure et la composition des caséines : les particules tendent à augmenter de taille et à s'insolubiliser sous forme de caséinate de calcium ; en même temps on assiste à une déminéralisation de la fraction de caséine non précipitée (perte de phosphore et de calcium).

— Au point de vue chimique, les produits laitiers offrent une sensibilité extrême à la réaction de Maillard en raison de la réactivité du lactose et des protéines du sérum.

Les phénomènes sont particulièrement intenses dans les milieux peu hydratés et la réactivité maximale s'observe dans les poudres de lait contenant plus de 5 p.100 d'eau. Les laits liquides présentent infiniment moins de risques étant donné leur forte hydratation, facteur inhibiteur de la réaction de Maillard.

Celle-ci se produit lors des traitements thermiques mais également au cours d'une conservation prolongée.

La réaction de Maillard provoque la destruction sélective des acides aminés basiques et fait apparaître assez rapidement la lysine comme facteur limitant primaire. Elle engendre de nombreuses molécules modifiant les caractères physico-chimiques des produits laitiers : coloration, fluorescence, acidification et pouvoir réducteur.

La réaction de Maillard, et la dégradation de Strecker, donnent naissance à des substances plus ou moins spécifiques qui participent à la formation d'un goût de « caramel » décelable dans les produits lactiques chauffés ou conservés. Cette flaveur est différente du goût de « vieux », de « cuit » ou d'« oxydé » décelables également dans les laits mais qui relèvent d'autres mécanismes.

### Summary

The application of the thermic treatments to the dairy products is expressed in physico-chemical modifications of protein fractions and in chemical reactions including the soluble proteins and the casein.

— From a physico-chemical point of view, the most moderate thermic treatments are only accountable for a denaturation of soluble protein of the whey. Intense heatings may modify both the structure and composition of caseins ; these particles are inclined to increase and to render themselves insoluble in the form of caseinates ; at the same time, there is an unmineralization of the undenatured fraction of casein (loss in phosphorus and calcium).

— From a chemical point of view, the dairy products present an extreme sensibility to the Maillard reaction because of the lactose and the whey proteins reactivities.

Phenomena are particularly intense in the media which are not very hydrated and the maximum reactivity can be seen in milk powder containing more than 5 p. 100 of water. Liquid milks offer fewer risks by reason of their important hydration, inhibitory factor of the Maillard reaction.

This latter takes place during the thermic treatments but also during a prolonged conservation.

The Maillard reaction provokes the selective destruction of the basic amino-acids and makes lysin comparatively rapidly, as a primary limiting factor.

It develops numerous molecules modifying the physico-chemical characters of the dairy products : coloration, fluorescence, acidification and reducing power.

The Maillard reaction and the Strecker degradation provoke more or less specific substances which have a share in the formation of burnt-sugar taste and are likely to be found in heated or preserved dairy products. This flavor is different from other tastes of « old », « cooked », « sun flavor », which are dependent on other mechanisms.

### Bibliographie

- ADRIAN (J.) (1967). — *Ann. nutrit. alim.*, 21, 129-47.
- ADRIAN (J.) (1972). — *Ind. alim. agric.*, 89, 1281-9 et 1713-20 ; *idem*, 1973, 90, 449-55 et 559-64 ; *Wordl rev. nutrit. diet.*, 1974, 19, 71-122.
- ADRIAN (J.) (1973). — La valeur alim. entaire. Un vol., Paris, *La Maison Rustique*, édit.
- ADRIAN (J.) (1973 b). — *Ann. nutrit. alim.*, 27, 299-314.
- ADRIAN (J.), FRANGNE (R.) (1969). — *Ind. alim. agric.*, 86, 801-6.
- ADRIAN (J.), FRANGNE (R.) (1975). — *Ind. alim. agric.* (sous presse).
- ADRIAN (J.), PETIT (L.) (1970). — *Ann. nutrit. alim.*, 24, B131-B168.
- ALAIS (C.), JOLLÈS (P.), KIGER (N.) (1966). — 17<sup>e</sup> Congr. intern. lait., B 2, 341-8.
- ALAIS (C.), KIGER (N.), JOLLÈS (P.) (1967). — *J. dairy sci.*, 50, 1738-43.
- BELEC (J.), JENNESS (R.) (1962). — *J. dairy sci.*, 45, 12-9 ; 20-6.
- BJARNASON (J.), CARPENTER (K. J.) (1970). — *Brit. J. nutrit.*, 24, 313-29.
- BLOCK (R. J.), JONES (D. D.), GERSDORFF (C.E.F.) (1934). — *J. biol. chem.*, 105, 667-8.
- BOCK (H. D.), WUENSCH (J.) (1965). — *Nahrung*, 9, 131-5.
- VAN DEN BRUEL (A.M.R.), JENNESS (P. L.), MOL (J. J.) (1972). — *Netherl. milk dairy J.*, 26, 19-30.
- BRUEGGEMANN (J.), ERBERSDÖBLER (H.) (1968). — *Z. Tierphysiol. Tierernaehr. Futtermittelk.*, 24, 55-67, 136-52.
- BURTON (H.) (1965). — *J. soc. dairy technol.*, 18, 58-65.
- CAUSERET (J.), LHUISSIER (M.), HUGOT (D.) (1970). — *Ann. nutrit. alim.*, 24, B169-B200.
- CAUSERET (J.), MOCQUOT (G.) (1964). — *Ann. nutrit. alim.*, 18, C267-C354.
- CHAMPAGNAT (A.), ADRIAN (J.) (1974). — *Pétrole et protéines*. Un vol., Paris, Doin, édit.
- CHATELUS (C.) (1964). — *Bull. chim. France*, 2523-32 ; *idem.*, 1965, 929-33.
- CHEEKE (P. R.), STANGEL (D. E.) (1972). — *J. anim. sci.*, 34, 757-61.
- CHICK (DAME-) (H.), BOAS-FIXSEN (N. A.), HUTCHINSON (J. C. D.), JACKSON (H. M.) (1935). — *Biochem. J.*, 29, 1712.
- COOK (B. B.), MORGAN (A. F.), SINGER (B.), PARKER (J.) (1951). — *J. nutrit.*, 44, 63-81.



- COOK (B. B.), FRAENKEL-CONRAT (J.), SINGER (B.), MORGAN (A. F.) (1951 b). — *J. nutrit.*, 44, 217-35.
- COOK (B. B.), MORGAN (A. F.), WEAST (E. O.), PARKER (J.) (1951 c). — *J. nutrit.*, 44, 51-61.
- COULTER (S. T.), JENNESS (R.), GEDDES (W. F.) (1952). — *Adv. food res.*, 3, 45-118.
- CRAIG (J. C.) jr, ACETO (N. C.), DELLA MONICA (E. S.) (1961). — *J. dairy sci.*, 44, 1827-35.
- CROWE (L. K.), JENNESS (R.), COULTER (S. T.) (1948). — *J. dairy sci.*, 31, 595-610.
- DAMICZ (W.), BUDLAWSKI (J.), POGORZELSKI (K.) (1965). — *Le Lait*, n° 447, 379-86.
- DAY (E. A.) (1965). — *Food technol.*, 19, 1585-90.
- Mc DONALD (F. J.) (1966). — *Nature*, 209, 1134.
- DULCINO (J.), LONTIE (R.) (1959). — 7<sup>e</sup> Coll. prot. biol. fluids, Bruges, 100-4.
- DUPONT (M.) (1965). — *Biochem. biophys. Acta*, 94, 573-5.
- EHLE (S. R.), JANSEN (G. R.) (1965). — *Food technol.*, 19, 1435-9 ; 1439-42.
- ERBERSDOBLER (H.) (1970). — *Milchwissenschaft*, 25, 280-4.
- ERBERSDOBLER (H.), BOCK (G.) (1967). — *Naturwissenschaft*, 54, 648.
- ERBERSDOBLER (H.), ZUCKER (H.) (1966). — *Monat. Futterm. Wirtschaft*, 49, n° 7 ; *idem, Milchwissenschaft*, 21, 564-8.
- EVANS (R. J.), BANDEMER (S. L.), BAUER (D. H.) (1961). — *J. food sci.*, 26, 663-9.
- FERRETTI (A.), FLANAGAN (V. P.), RUTH (1970). — *J. agric. food chem.*, 18, 13-8.
- FERRETTI (A.), FLANAGAN (V. P.) (1971). — *J. dairy sci.*, 54, 1769-71 ; *idem, J. agric. food chem.*, 19, 245-9.
- FERRETTI (A.), FLANAGAN (V. P.) (1972). — *J. agric. food chem.*, 20, 695-8.
- FINK (H.) (1959). — *Milchwissenschaft*, 14, 323-5 et 325-7.
- FINK (H.) SCHLIE (I.) (1963). — *Nahrung*, 7, 277-99.
- FINK (H.), SCHLIE (I.), RUGE (U.) (1958). — *Naturforsch.*, 13 B, 610-6.
- FINOT (P. A.), VIANI (R.), BRICOUT (J.), MAURON (J.) (1968). — *Experientia*, 24, 1097-9.
- FINOT (P. A.), VIANI (R.), BRICOUT (J.), MAURON (J.) (1969). — *Experientia*, 25, 134-5.
- FORD (J. E.), PORTER (J. W. G.), BURTON (H.) (1966). — 17<sup>e</sup> Congr. intern. lait., B 2, 357-60.
- FOX (K. K.), HARPER (M. K.), HOLSINGER (V. H.), PALLANSCH (M. J.) (1967). — *J. dairy sci.*, 50, 443-50.
- FOX (K. K.), HOLSINGER (V. H.), POSATI (L. P.), PALLANSCH (M. J.) (1967 b). — *J. dairy sci.*, 50, 1032-7.
- FRANGNE (R.) (1972). — Diplôme EPHE, Paris.
- FRANGNE (R.), ADRIAN (J.) (1967). — *Ann. nutri. alim.*, 21, 163-74.
- FRANGNE (R.), ADRIAN (J.) (1972). — *Ann. nutrit. alim.*, 26, 97-106.
- GOUCH (P.), JENNESS (R.) (1962). — *J. dairy sci.*, 45, 1033-9.
- GOULD (I. A.) (1945). — *J. dairy sci.*, 28, 367-77.
- GREAVES (E. O.), MORGAN (A. F.) (1933). — *Proc. soc. exp. biol. med.*, 31, 506-7.
- GREGORY (M. E.), HENRY (K. M.), KON (S. K.) (1964). — *J. dairy res.*, 31, 113-9.
- GUY (E. J.), VETTEL (H. E.), PALLANSCH (M. J.) (1967). — *J. dairy sci.*, 50, 828-32.
- HARLAND (H. A.), COULTER (S. T.), JENNESS (R.) (1952). — *J. dairy sci.*, 35, 363-8.
- HENRY (K. M.), HOUSTON (J.), KON (S. K.), THOMPSON (S. Y.) (1944). — *J. dairy res.*, 13, 329-39.

- HENRY (K. M.), KON (S. K.), LEA (C. H.), SMITH (J. A. B.), WHITE (J. C. D.) (1946). — *Nature*, 158, 348.
- HENRY (K. M.), KON (S. K.), ROWLAND (S. J.) (1946 b). — *J. dairy res.*, 14, 403-14.
- HENRY (K. M.), KON (S. K.) (1947). — *J. dairy res.*, 15, 140-1.
- HENRY (K. M.), KON (S. K.), LEA (C. H.), WHITE (J. C. D.) (1948). — *J. dairy res.*, 15, 292-363.
- HINDLE (E. J.), WHEELOCK (J. V.) (1970). — *J. dairy res.*, 37, 397-405.
- HOLM (H.) (1971). — *J. sci. food agric.*, 22, 378-81.
- HOSTETTLER (H.), LANG (K.), CZOK (G.), FRICKER (A.), GRIEM (W.), IMHOF (K.), KIEKEBUSCH (W.), KRUG (E.), PABST (W.), STEIN (J.) (1965). — *Z. Ernährungs-wissenschaft*, 6, 25-35.
- HOSTETTLER (H.), IMHOF (K.), STEIN (J.) (1965 b). — *Milchwissenschaft*, 20, 189-98.
- HOWAT (G. R.), WRIGHT (N. C.) (1934). — *Biochem. J.*, 28, 1336-45.
- HUGOT (D.), CAUSERET (J.) (1962). — *Ann. technol. agric.*, 11, 55-62.
- JACKSON (H. W.), MORGAN (M. E.) (1954). — *J. dairy sci.*, 37, 1316-24.
- JENNESS (R.), COULTER (S. T.) (1948). — *J. dairy sci.*, 31, 367-81.
- KARTE (H.) (1966). — *Milchwissenschaft*, 11, 420-7.
- KEENEY (M.), BASSETTE (R.) (1959). — *J. dairy sci.*, 42, 945-60.
- KIERCHMEIER (O.) (1962). — *Milchwissenschaft*, 17, 408-12.
- KISZA (J.), SOBINA (A.), ZBIKOWSKI (Z) (1966). — 17<sup>e</sup> Congr. intern. lait., E 3, 85-9.
- KRAFT (R. A.), MORGAN (A. F.) (1952). — *J. nutrit.*, 45, 567-81.
- LANG (K.), CZOK (G.), FRICKER (A.), GRIEM (W.), KIEKEBUSCH (W.), KRUG (E.), PABST (W.) (1965). — *Milchwissenschaft*, 20, 309-15.
- LEA (C. H.) (1947). — *Analyst*, 72, 336-9.
- LONGIN (M.), JACOMAIN (D.), TUTINDJIAN-PRUVOST (A. M.), LENGES (J. P.), BIMBENET (J.) (1965). — *C. R. Acad. Sci.*, 260, 3208-11.
- LONTIE (R.), PRÉAUX (G.) (1966). — 36<sup>e</sup> Congr. intern. chim. industr., Bruxelles, 32 III.
- MADER (I. J.), SCHROEDER (L. J.), SMITH (A. H.) (1949). — *J. nutrit.*, 39, 341-55.
- MAURON (J.), MOTTU (F.), BUJARD (E.), EGLI (R. H.) (1955). — *Arch. biochem. biophys.*, 59, 433-51.
- MÉLACHOURIS (N. P.), TUCKEY (S. L.) (1966). — *J. dairy sci.*, 49, 1154-6.
- MORR (C. V.) (1965). — *J. dairy sci.*, 48, 29-33.
- MORR (C. V.) (1969). — *J. dairy sci.*, 52, 1174-80.
- MORR (C. V.), JOSEPHSON (R. V.) (1968). — *J. dairy sci.*, 51, 1349-55.
- MURTHY (L.), HERREID (E. O.), WHITNEY (R. Mc L.) (1958). — *J. dairy sci.*, 41, 1324-41.
- NAKANISHI (T.), ITOH (T.) (1966). — *Milchwissenschaft*, 21, 635-7.
- NAKANISHI (T.), ITOH (T.) (1967). — *J. agric. chem. soc. Jap.*, 41, 130-4.
- NAKANISHI (T.), ITOH (T.) (1967 b). — *Agric. biol. chem.*, 31, 1066-9.
- PATTON (S.) (1950). — *J. dairy sci.*, 33, 324-8.
- PATTON (S.) (1950 b). — *J. dairy sci.*, 33, 904-10.
- PATTON (S.) (1950 c). — *J. dairy sci.*, 33, 102-6.
- PATTON (S.) (1950 d). — *J. dairy sci.*, 33, 526-30.
- PATTON (S.) (1952). — *J. dairy sci.*, 35, 1053-66.
- PATTON (S.) (1955). — *J. dairy sci.*, 38, 457-78.

- PAYENS (T. A. J.) (1966). — *J. dairy sci.*, 49, 1317-24.
- PAYNE-BOTHA (S.), BIGWOOD (E. J.) (1959). — *Brit. J. nutrit.*, 13, 385-9.
- PIEN (J.) (1972). — *Bull. F.I.L.*, Bruxelles.
- PION (R.), RERAT (A.) (1962). — 16<sup>e</sup> Congr. intern. lait., V 2, 993-1001.
- PONGPAEW (P.), GUGGENHEIM (K.) (1968). — *Nutrit. diet.*, 10, 297-308.
- PORTER (J. W. G.) (1966). — *J. soc. dairy technol.*, 19, 1-7.
- PRAHL (L.), TAUEFEL (K.) (1967). — *Nahrung*, 11, 257-65.
- RAMSHEY (E. H.), DUNSTONE (E. A.) (1969). — *J. dairy res.*, 36, 215-23.
- RAMSHEY (E. H.), DUNSTONE (E. A.) (1969 b). — *J. dairy res.*, 36, 203-14.
- RAO (M. N.), SREENIVAS (H.), SWAMINATHAN (M.), CARPENTER (K. J.), MORGAN (C. B.) (1967). — *J. assos. off. anal. chem.*, 50, 704-7.
- RICHARDS (E. L.) (1963). — *J. dairy res.*, 30, 223-34.
- ROSE (D.) (1962). — *J. dairy sci.*, 45, 1305-11.
- ROSS (I.), KRAMPITZ (G.) (1960). — *Z. Tierphysiol. Tierernaehr. Futtermittelk.*, 15, 95-101.
- SAWYER (W. H.), COULTER (S. T.), JENNESS (R.) (1963). — *J. dairy sci.*, 46, 564-5.
- SCHILLER (K.) (1956). — *Z. Tierphysiol. Tierernaehr. Futtermittelk.*, 11, 264-7.
- SCHMIDT (D. G.) (1969). — *Netherl. milk dairy J.*, 23, 128-35.
- SCHORMUELLER (J.), ANDRAESS (W.) (1962). — *Z. Lebensmittel Unters. Forsch.*, 118, 12-22.
- SCHROEDER (L. J.), STEWART (R. A.), SMITH (A. H.) (1951). — *J. nutrit.*, 45, 61-74.
- SHILLAM (K. W. G.), DAWSON (D. A.), ROY (J. H. B.) (1960). — *Brit. J. nutrit.*, 14, 403-12.
- SHILLAM (K. W. G.), ROY (J. H. B.), INGRAM (P. L.) (1962). — *Brit. J. nutrit.*, 16, 267-77.
- SHILLAM (K. W. G.), ROY (J. H. B.) (1963). — *Brit. J. nutrit.*, 17, 171-81.
- SWIRSKI (M.), ALLOUF (R.), CHEFTEL (H.) (1962). — *Le Lait*, 42, 260-7 ; 392-405.
- TAGARI (H.), ROY (J. H. B.) (1969). — *Brit. J. nutrit.*, 23, 763-82.
- TARASSUK (N. P.), JACK (E. L.) (1948). — *J. dairy sci.*, 31, 255-68.
- TARASSUK (N. P.), SIMONSON (H. D.) (1950). — *Food technol.*, 4, 88-92.
- TSUGO (T.), YAMAUCHI (K.), YOSHINO (U.) (1961). — *Nippon Nageikagaku kaishi*, 35, 888.
- DE VUYST (A.), VERVACK (W.), CHARLIER (H.), JADIN (V.) (1971). — *Bull. acad. roy. méd. belge*, 11, 231-46.
- WALKER (N. J.) (1972). — *J. dairy res.*, 39, 231-8.
- ZADOW (J. G.) (1969). — *Austral J. dairy technol.*, 24, 44-9.
- ZITTLE (C. A.) (1969). — *J. dairy sci.*, 52, 1356-8.
- ZWEIG (G.), BLOCK (R. J.) (1953). — *J. dairy sci.*, 36, 427-36.

## **Pollution des laits de femme par les résidus de pesticides organochlorés en France\***

par

F. M. LUQUET, J. GOURSAUD et J. CASALIS

*Laboratoire d'Industrie Laitière, 13, rue de l'Université  
59509 Douai*

Dans différents pays, la pollution du lait de femme par les résidus de pesticides a fait l'objet de nombreuses études, mais en France les données étaient fragmentaires et imprécises.

Le Laboratoire d'Industrie Laitière de Douai a effectué pendant une année (novembre 1971 à décembre 1972) une enquête à partir d'échantillons de lait qui lui ont été fournis par dix lactariums situés dans différentes villes de France, à savoir : Bordeaux, Lille 1 et 2, Lyon, Marmande, Nantes, Paris, Rouen, Saint-Etienne et Strasbourg. Ces lactariums collectent au total 65 à 70 000 l de lait de femme par an (moyenne 10,4 l par mère nourrice).

Les résultats de l'enquête sont résumés dans le tableau I et dans la figure 1. L'examen de ces documents permet les constatations suivantes :

1° La pollution des échantillons est en général très importante et dépasse de très loin les tolérances préconisées dans les réglementations de l'Organisation Mondiale de la Santé.

2° Les laits de femme en France sont surtout pollués par le DDT et ses métabolites (pp'DDE : 2 à 4 ppm et pp'DDT : 2 ppm), par le HCH sous ses différentes formes (isomères  $\alpha$ ,  $\beta$  et  $\gamma$  : au total taux supérieur à 1 ppm), par le HCB, et à un moindre degré par l'Heptachlore époxyde et la Dieldrine.

3° La comparaison des moyennes nationales des taux de pollution des laits de vache (déterminés par des enquêtes précédemment

---

\* Communication présentée au XIX<sup>e</sup> Congrès International de Laiterie, New-Delhi 1974.

TABLEAU I

Taux de pollution des laits de femme en France (novembre 71 à octobre 72)  
en ppm (mg/kg) dans la matière grasse pure

Pesticides	Moyenne	Minimum	Maximum
HCB	0,98	0,50 (Strasbourg Bordeaux)	3,50 (Lille)
HCH total	1,77	0,64 (Strasbourg)	3,30 (St-Etienne)
HCH $\alpha$	0,040	0,02	0,10 (Lyon)
$\beta$	1,67	0,84 (Marmande)	3,70 (Rouen)
$\gamma$	0,06	0,03 (Bordeaux)	0,21 (Paris)
Heptachlore époxyde	0,28	0,06 (Bordeaux)	1,30 (Rouen)
Dieldrine	0,23	0,08 (St-Etienne)	0,40 (Nantes)
pp' DDE	2,40	1,08 (Lille)	6,10 (Bordeaux)
pp' DDT	0,84	0,34 (Paris)	3,97 (Bordeaux)

TABLEAU II

Provenances des laits les plus pollués par catégorie d'insecticides  
(moyenne annuelle en mg/kg)

	HCH	Heptachlore époxyde	Dieldrine	DDT
Lille		0,53	0,24	3,40
Lyon	2,13			
Marmande				4,58
Nantes	2,05	0,43		
Paris			0,24	3,92
Saint-Etienne	2,38	0,48		
Rouen			0,23	

TABLEAU II (suite)

Provenances des laits les moins pollués par catégorie d'insecticides  
(moyenne annuelle en mg/kg)

Bordeaux	1,52			
Lyon			0,22	
Marmande	1,46	0,22		
Saint-Etienne			0,18	
Strasbourg	1,24	0,13		2,16

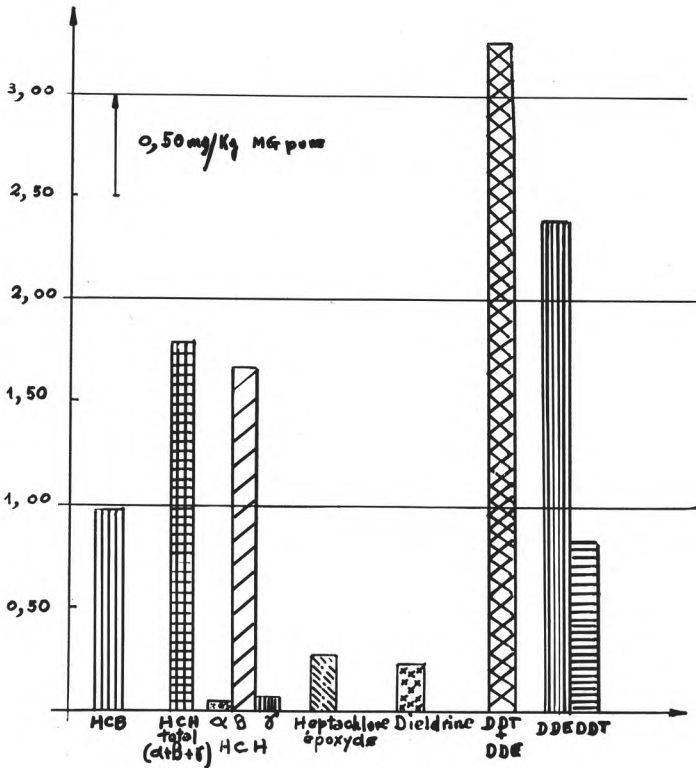


figure 1

Taux moyen de la pollution des laits de femmes en France  
(novembre 1971 à octobre 1972)

publiées) et des laits de femme montre que dans ces derniers les teneurs sont supérieures par rapport au lait de vache :

de 5 à 10 fois pour le HCH

de 100 fois pour le DDT

de 4 à 5 fois pour l'Heptachlore époxyde

de 5 à 6 fois pour le Dieldrine

4° A l'inverse de ce qui se passe pour les laits d'origine animale, le taux de pollution ne présente pas de variations saisonnières.

5° Par contre, la pollution est variable qualitativement suivant la provenance géographique des échantillons (tableau II).

Ces différences tiennent peut-être au fait que le milieu social et donc les habitudes alimentaires des nourrices approvisionnant les lactariums est variable : milieu urbain pour les lactariums de Bordeaux, Lyon et Paris.

6° Dans la région de Lille l'enquête a duré trois années. Les teneurs moyennes en HCH ont très sensiblement diminué ainsi que le montrent les chiffres ci-après : 2,65 en 1970 pour 1,85 en 1972.

### Summary

Human milk in France is more polluted by pesticides residues than cow's milk. The main sources of pollution are DDT, its metabolites (pp' DDE and pp' DDT) and HCH.

No significant seasonal variations in the pollution have been found, but there are differences between samples coming from different regions of France.

### Bibliographie

1. ACKER (L.), SCHULTE (E.) (1970). — Uber das Vorkommen von chlorierten Biphenylen und Hexachlorbenzol neben chlorierten Insektiziden in Humanmilch und menschlichem Fettgewebe. *Naturwissenschaften. Dtsch.*, 57, 497.
2. ACKER (L.), SCHULTE (E.) (1970). — Uber das Vorkommen chlorierter Kohlenwasserstoffe im menschlichen Fettgewebe und in Humanmilch. *Deut. Lebensm. - Rundsch.*, 66, 385.
3. CURLEY (A.), KIMBROUGH (R.) (1969). — Chlorinated hydrocarbon insecticides in plasma and milk of pregnant and lactating women. *Arch. environment. Health U.S.A.*, 18, 156.
4. DEICHMANN (W. B.), Mac DONALD (W. E.) (1971). — Organochlorine pesticides and human health. *Food Cosmet. Toxicol., G.B.*, 9, 91.
5. FOURNIER (E.) (1971). — Imprégnation par pesticides des êtres humains. *Cah. Nut. Diét.*, 6, 31.

6. GOURSAUD (J.), LUQUET (F.M.), CASALIS (J.) (1968). — Méthode rapide de contrôle de la teneur en résidus de quelques pesticides organochlorés dans les produits laitiers. *Le Lait*, 48, 645.
  7. GOURSAUD (J.), LUQUET (F.M.), CASALIS (J.) (1970). — Note sur le dosage des résidus de pesticides dans le lait et les produits laitiers. *Rev. Lait. franç.*, 282, 897.
  8. GOURSAUD (J.), LUQUET (F.M.), CASALIS (J.) (1972). — Dosage des résidus de pesticides dans les fromages : adaptation de la technique de la Food and Drug Administration. *Rev. Lait. franç.*, 302, 779.
  9. GRACHEVA (G. V.) (1970). — Excrétion de DDT dans le lait des mères allaitantes non exposées professionnellement au contact de cet insecticide. *Vopr. Pitan., S.S.S.R.*, 6, 75.
  10. HEYNDRICKX (A.), MAES (R.) (1969). — The excretion of chlorinated hydrocarbon insecticides in human mother milk. *J. Pharm. Belg.*, 51, 459.
  11. KONTEK (M.), KUBACKI (S.), PARADOWSKI (S.), WIERZCHOWIEKA (B.) (1971). — Etude de la teneur du lait de femme en pesticides chloro-organiques. *Pediatr. polska, Polska*, 46, 183.
  12. LUQUET (F. M.), GOURSAUD (J.), GAUDIER (B.) (1972). — Etude de la pollution des laits humains par les résidus de pesticides. *Path. Biol.*, 20, 137.
  13. THAKARE (S. K.), DEWAN (R. S.), GULATI (K. C.) (1969). — Build-up of DDT in human fat-oils and oilseeds as possible sources. *Pesticides, India*, 3, 13.
  14. TRUHAUT (R.) (1966). — Problèmes toxicologiques posés par l'emploi des pesticides en agriculture. *Bull. I.N.S.E.R.M.*, 21, 1063.
  15. TUINSTRAL (L. G. M. T.) (1971). — Organochlorine insecticide residues in human milk in the Leiden région. *Netherl. Milk Dairy J.*, 25, 24.
  16. UNTERMAN (W. H.), SIRGHIE (E.) (1969). — Impregnarea organismului uman cu organoclorate. Cercetarea continutului de DDT si DDE în laptele matern. *Igiena, Român.*, 18, 221.
-



## L'azote non protéique du lait : facteurs de variation

par

M. JOURNET\*, R. VERITE\*

*Laboratoire de la Production laitière C.R.Z.V. de Theix  
63110 Beaumont*

et B. VIGNON\*\*

*E.N.S.A. - 54000 Nancy*

La fraction azotée non protéique du lait a une valeur nutritionnelle presque nulle aussi bien pour les humains que pour les jeunes ruminants si l'on excepte le peu d'acides aminés libres qu'elle renferme (15 p. 100 en moyenne de l'azote non protéique). Elle n'intéresse pas non plus le fromager puisqu'elle n'est pas coagulable\*. S'il importe de connaître ses variations, c'est principalement parce que le dosage d'azote total par la méthode Kjeldahl peut donner une idée inexacte de la valeur protéique du lait puisqu'il mesure en fait la somme de l'azote protéique et de l'azote non protéique.

### I. — LES FRACTIONS NON PROTEIQUES DU LAIT ET LEUR ORIGINE

#### 1) Teneurs moyennes et variations

L'azote non protéique (ANP) comprend principalement de l'urée, mais en proportion très variable : de 20 à 75 p. 100. La teneur en azote uréique peut en effet varier de 7 à 15 mg par 100 g de lait de vache dans des conditions assez normales et de 5 à 30 mg dans des conditions extrêmes (Shahani et Sommer, 1951 ; Ide et *al.*, 1966 ; Mc Dowell, 1972 ; Vignon et Laurent, 1972). Les autres composants de l'ANP sont les acides aminés (10 à 20 p. 100 de l'ANP), la

---

\* Elle est d'ailleurs ultra-filtrable (Maubois et *al.*, 1971) si bien qu'elle ne peut pas non plus être incorporée dans le fromage préparé à partir de lait ultra-filtré.

TABLEAU 1. — Fractions non protéiques du lait. Echantillons de laits de troupeaux ou de lots d'animaux

Auteurs	Nombre d'échantillons	mg d'N/100 g de lait			$\frac{\text{ANP}}{\text{AT}} \times 100$	$\frac{\text{N urée}}{\text{ANP}} \times 100$
		ANP	urée	ANP autre que l'urée		
Vignon, Brun-Bellut, 1972 (non publié)	mai - juin 1972 (3 échantillons/vache)					
	troupeau I 70 vaches	25,0 ± 2,5	11,8 ± 1,9	13,2	4,7	47
	troupeau II 49 vaches	28,2 ± 2,7	15,9 ± 2,6	12,2	5,4	57
	troupeau III 35 vaches	32,1 ± 2,6	18,9 ± 2,5	13,6	6,1	58
	troupeau IV 63 vaches	25,6 ± 3,2	13,2 ± 2,9	12,3	4,7	52
	troupeau V 59 vaches	32,9 ± 3,3	20,0 ± 2,8	13,9	6,1	61
Shahani, Sommer, 1951	6	25-32	6-20	12-19		24-63
Mc Dowell, 1972	433 (Frissonnes)	24-54	12-29		4,9-10,2	41-67
	159 (Jersayaises)	22-51	9-31		3,7- 8,7	33-79
Waite et al., 1968	3 par essai : Essai I	25-26	9-11	14-17	5,0- 5,1	34-43
	Essai II	22-23	9	12-14	4,4- 4,6	39-43
Ide et al., 1966	7 rations de nature très différente	18-40	4-30	11-18		29-74

ANP = azote non protéique.

AT = azote total.

créatine (3 à 6 p.100), l'acide urique (2 à 4 p.100), l'ammoniaque (1 à 5 p.100) et la créatinine (environ 1 p.100), etc. La teneur du lait en ces composants (autres que l'urée) varie assez peu (tab. 1) : en moyenne 12 à 15 mg d'N par 100 g de lait (11 à 18 mg à l'extrême : Shahani et Sommer, 1951 ; Venkatappaiah et Basu, 1952). Les variations de la teneur en ANP du lait sont dues essentiellement à celles de l'urée.

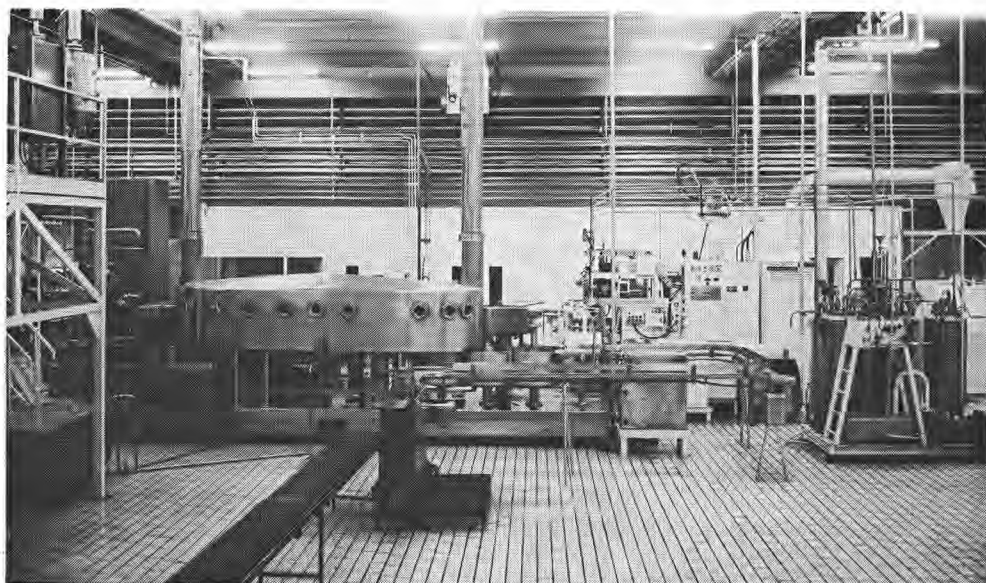
L'azote non protéique ne représente qu'une faible fraction de l'azote du lait, entre 5 et 6 p.100, dans les résultats d'enquêtes effectuées sur des laits de mélange de grande région (Reinart et Nesbitt, 1956 ; Burton, 1967 ; Nickerson, 1960). Des valeurs supérieures à 6 ont cependant été observées : 6,16 sur des laits de l'Ontario provenant pour 80 p.100 de troupeaux de vaches Holstein (Szijarto et *al.*, 1973) et 6,46 sur des troupeaux frisons de Nouvelle-Zélande alimentés presque exclusivement au pâturage (Mc Dowell, 1972). Ainsi, la teneur en ANP est le plus souvent comprise entre 25 et 30 mg d'azote par 100 g de lait 4 p.100, soit l'équivalent de 1,6 à 1,9 g de matière azotée totale ( $N \times 6,39$ ) par kg de lait.

## 2) Variations comparées des fractions azotées protéique et non protéique du lait

Les variations de teneur en azote de la fraction non protéique du lait sont faibles par rapport aux variations de teneur en azote total ou de teneur en azote protéique du lait. C'est ce que montrent (tab. 2) les enquêtes effectuées sur des laits de grand mélange (troupeau ou usine) issus de zones géographiques très diverses (Californie, Nouvelle-Zélande) avec des conditions très variables de milieu, de race et de conduite d'élevage. Généralement, les variations de teneur en azote total sont 6 à 15 fois plus importantes que les variations de teneur en ANP. La teneur en lactalbumine + lactoglobuline + protéose peptone est moins variable que la teneur en caséine mais cependant 2 à 3 fois plus que celle en ANP (Nickerson, 1960). Dans des conditions de milieu très homogènes (saison donnée, aliments et rations identiques, etc.) la variabilité entre troupeaux du taux d'azote protéique est faible et se rapproche plus alors de celle du taux d'ANP. C'est ce qu'ont observé Vignon et Brun-Bellut (1972) sur des troupeaux d'une même zone géographique se trouvant tous au pâturage à une même date.

## 3) Origine des fractions non protéiques

L'ANP qui est constitué pour une part importante par de l'urée provient des matières azotées alimentaires d'origine protéique et non protéique. On sait en effet que la totalité de l'azote non protéique et 40 à 70 p. 100 de l'azote protéique sont transformés en ammoniaque dans le rumen. Une partie de l'ammoniaque est réutilisée et transformée en protéines microbiennes, mais l'excès traverse l'épithé-

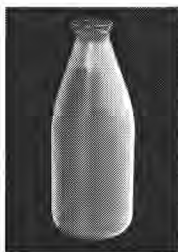


# REMY TOTALPAC

## le conditionnement aseptique

### du lait uht en emballages plastique

- une longue conservation du lait UHT
- l'intégralité de ses qualités organoleptiques
- une grande sécurité, grâce à la stérilisation thermique à très haute température de l'équipement
- un matériel robuste, efficace, dans la tradition Remy
- des matières premières de qualité, bien adaptées ; dans la tradition Pétroplastique
- une remarquable facilité de conduite et d'entretien
- un fonctionnement industriel régulier à cadence élevée (plus de 5000 litres/heure)



- une excellente protection du lait contre les agents extérieurs
- une parfaite étanchéité
- un prix de revient très compétitif
- un aspect vendeur et moderne
- votre lait visible dans l'emballage
- une grande facilité de préhension, d'ouverture et de versage
- la faculté de gerbage, de regroupement sous carton, étuis, film rétractable, etc.
- une personnalisation efficace par impression ou étiquetage

Nous sommes à votre disposition pour vous documenter et vous montrer notre procédé en exploitation industrielle.



#### E. P. REMY ET CIE

50, av. des Fenots - 28104 Dreux  
 tél. : 46.21.40  
 télex : Remico 76772  
 Filiales en Angleterre et aux U.S.A.



#### PETROPLASTIQUE Groupe TOTAL

84, rue de Villiers  
 92538 Levallois-Perret  
 tél. : 758.12.11  
 télex : Total Lvall 63871

# de l'unité à l'installation complète

<ul style="list-style-type: none"><li>● Séparateurs centrifuges, stabilisatrices, épurateurs, "automat" d'écémage, séparateurs de caillé, décanteurs, barattes continues.</li></ul>	<p><b>WESTFALIA</b></p>          <p><b>SCHMIDT</b></p>	<ul style="list-style-type: none"><li>● Echangeurs à plaques, pasteurisateurs, stérilisateurs, installations UHT, concentrateurs.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>● Homogénéisateurs, pompes haute pression pour installations d'ultra-filtration, remplisseuses pour laits pasteurisés et stérilisés.</li></ul>	<p><b>RANNIE</b></p>          <p><b>FRISTAM</b></p>	<ul style="list-style-type: none"><li>● Pompes volumétriques,</li><li>● Pompes centrifuges, pompes auto-amorçantes, pompes à "tourbillon" (pour transfert de solides en suspension)</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>● Cuves de fabrication pour fromageries.</li><li>● Chaînes complètes pour la fabrication de fromages à pâte molle, entièrement automatisées.</li></ul>	<p><b>STEINECKER</b></p>          <p><b>HOUARD</b></p>	<ul style="list-style-type: none"><li>● Ateliers de stérilisation,</li><li>● Chaudronnerie, tuyauterie et robinetterie en acier inoxydable. Installations frigorifiques.</li></ul>



**houard** S.A.

département laiterie

12, 14, rue de la Voûte - 75012 PARIS  
Tél. 344.08.27 + - Télex 68517

Bureaux Régionaux : NANCY, RENNES, GRENOBLE

TABLEAU 2

Variabilités comparées des teneurs en azote total, en azote caséine et en azote non protéique du lait, sous l'influence de différents facteurs : troupeaux, régions, individus, saisons

Auteurs	Facteurs de variation	Ecart entre les valeurs extrêmes (mg d'N/100 g de lait)			
		N total (1)	N caséine (2)	ANP (3)	(1)/(3)
Nickerson (1960) Californie (U.S.A.)	6 régions	77	63	3	25
Hartland (1955) Ensemble des U.S.A.	81 laits de troupeaux	288	253	19	15
Mc Dowell (1972)	433 laits de troupeaux frisons	169		30	6
Nouvelle-Zélande	159 laits de troupeaux jersey	251		29	9
Vignon (1972) Est de la France	4 troupeaux (mai-juin)	20		8	3
Nickerson (1960) Californie (U.S.A.)	4 saisons	33	27	0	
Burton (1967) Sud Angleterre	12 mois troupeau I troupeau II	73 88	54 78	13 9	6 10
Shahani (1951) Wisconsin (U.S.A.)	14 laits de mélange	91	77	11	8
Shahani (1951)	14 individus	107	74	8	13

ANP = Azote non protéique.

lium du rumen et est transformé en urée par le foie ; l'urée provient également pour une plus faible part des acides aminés en excès issus de la digestion enzymatique dans l'intestin des protéines non dégradées dans le rumen. Les cellules épithéliales de la glande mammaire sont très perméables à l'urée, de sorte qu'on observe une liaison très étroite entre la teneur en urée (mg/100 ml) du plasma sanguin (x) et celle du lait (y) ( $r = 0,82$  ;  $y = 0,91 x + 0,4$ ). Cette relation a été obtenue à partir de 80 mesures sur 30 vaches (Vérité). Peskett (1934) et Wheelock et Rook (1966) et Ide et *al.* (1966) ont également observé des teneurs en urée sensiblement identiques dans le lait et dans le sang.

On comprend pourquoi les teneurs élevées en ANP sont dues principalement à un excès d'apport azoté. Inversement, un apport important d'énergie sous forme de glucides facilement digestibles, de l'amidon par exemple, en accroissant les synthèses protéiques dans le rumen à partir de l'ammoniaque (et dans l'organisme) fait diminuer le taux d'urée sanguine et donc le taux d'urée du lait.

On comprend aussi pourquoi ces variations du taux d'ANP ne sont que passagères puisqu'elles sont simplement le reflet d'un déséquilibre de la ration et qu'elles sont plus faibles que celles du taux d'azote protéique qui dépend de l'animal (race, individu...), de l'état physiologique (hormones) et de l'état nutritionnel (niveau des apports énergétiques et disponibilité en acides aminés).

## II. — INFLUENCE DES FACTEURS DU MILIEU : ALIMENTATION ET SAISON

### 1) Niveau d'apport azoté

La teneur en ANP du lait dépend avant tout du niveau des apports azotés de la ration (revue de Rook, 1961). Rook et Line (1962) ont montré que lorsque les apports azotés passaient de 70 à 165 p.100 des valeurs recommandées, le taux d'ANP du lait passait de 16 à 33 mg N par 100 g. En fait ce serait essentiellement la fraction urée du lait qui augmenterait puisque Ide et *al.* (1966) ont observé que le taux d'urée du lait passait de 7 à 21 mg par 100 g quand les apports azotés passaient de 70 à 170 p.100 des recommandations. Avec différents types de rations hivernales (fig. 1, Vérité et Journet, résultats non publiés) l'accroissement du taux azoté des rations (de 12 à 18 MAT p. 100 MS) correspond à un accroissement sensiblement linéaire du taux d'urée plasmatique (de 7,5 à 18,5 mg N/100 g) et donc aussi du taux d'urée dans le lait (puisque les teneurs en urée du lait et du sang sont très voisines). On peut donc estimer qu'en moyenne le taux d'urée du lait augmente de 15 mg N/100 g (soit l'équivalent de 1 g de MAT par kg de lait) quand la

teneur en matières azotées de la ration est multipliée par 2. Cette variation est relativement modeste comparée à l'ampleur de la variation de l'apport azoté.

L'augmentation du taux d'ANP du lait avec l'apport azoté est d'autant plus importante que l'apport d'énergie est plus faible (Orth et Kaufmann, 1964). Ainsi dans l'essai de Ide et *al.* (1966), le taux d'urée dans le lait le plus élevé (30 mg N/100 g) a correspondu à des apports azotés élevés (2 fois les recommandations) et à une sous-alimentation énergétique importante (50 p. 100 des recommandations). A l'opposé, le taux le plus faible (3,7 mg N par 100 g) a été obtenu avec des apports azotés faibles et un excès d'énergie (120 p. 100 des recommandations). De même, l'augmentation du rapport énergie/azote de la ration de 1 à 1,5 a fait diminuer le taux d'ANP du lait de 9 mg par 100 g (Gordon et Forbes, 1970).

## 2) Nature du régime alimentaire

Les variations du taux d'ANP du lait selon le type de ration peuvent en grande partie s'expliquer par les variations du niveau des apports azotés (et énergétiques), comme nous l'avons observé (fig. 1) avec différentes rations hivernales à base d'ensilage d'herbe (+ pulpes ou betteraves) et d'ensilage de maïs (avec ou sans foin et urée). A taux azoté égal des rations, des différences dans la solubilité des matières azotées alimentaires peuvent dans certains cas entraîner des différences, relativement faibles, du taux d'ANP du lait. Ainsi Renner et Gonc (1972) ont observé un accroissement de 3 à 6 mg N/100 g avec des rations d'ensilage comparées à une ration à base de foin.

La mise à l'herbe entraîne des modifications très différentes selon les auteurs. Dans certains cas, on observe des baisses de taux d'ANP du lait (Jarrige, 1953) et dans d'autres cas des hausses (Devuyt et *al.*, 1964 ; Vignon et Laurent, 1972) selon que le taux azoté des rations distribuées avant la mise à l'herbe est plus ou moins élevé que celui de l'herbe. L'augmentation du taux d'ANP du lait au pâturage peut être importante. Ainsi en 1969-70-71, ce taux a été supérieur de 30 à 50 p. 100 pour les animaux mis à l'herbe comparés à des animaux maintenus à l'étable. Cet accroissement est fugace puisque 20 j après la mise à l'herbe il n'y a plus de différence (Vignon et Laurent, 1972). Dans d'autres essais (Vérité et Journet, non publiés), nous avons observé, au printemps, 1 mois après la mise à l'herbe, que le taux d'urée plasmatique variait de 7 à 18 mg N selon les années, parce que l'herbe se trouvait à des âges physiologiques très différents. Devuyt et *al.* (1964) ont également observé des variations relativement importantes (10 mg N/100 g) au cours d'une saison de pâturage. Les valeurs maximum sont généralement observées à la mise à l'herbe au printemps et sur des pâturages d'automne riches en azote mais pauvres en glucides solubles



(Szijardo et *al.*, 1973). L'ANP peut alors représenter jusqu'à 7,5 p. 100 de l'azote total du lait.

### 3) Apport d'azote non protéique dans la ration

Les essais réalisés pour connaître l'effet d'un apport d'urée dans la ration sur le taux d'urée (ou d'ANP) dans le lait ont donné des résultats très variables sans doute à cause de la grande diversité des conditions de réalisation (en particulier en ce qui concerne le niveau des apports azotés). Le remplacement de l'azote des tourteaux (ou d'une partie de l'azote des tourteaux) par de l'azote provenant de l'urée ne modifie généralement pas (ou peu) le taux d'urée et d'ANP du lait, sauf si l'urée est employée dans des conditions inadéquates (taux d'azote excessif de la ration ou rations riches en azote soluble). C'est ce que montrent les résultats relatifs aux teneurs

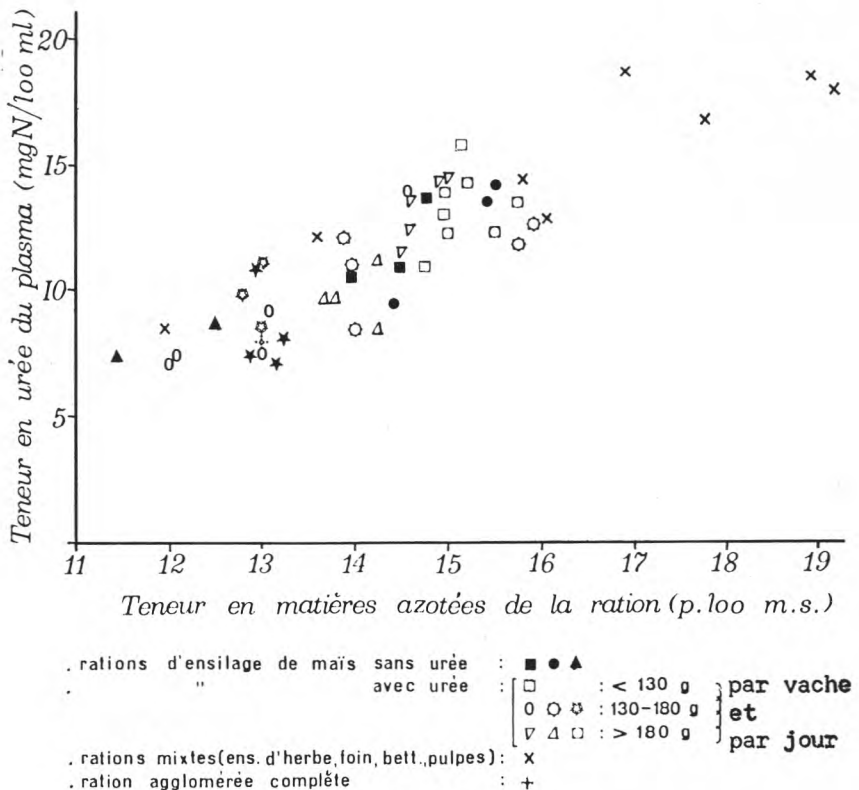


fig. 1

Influence de la nature des rations et de leur teneur en matières azotées sur la teneur en urée du plasma sanguin

en urée du sang obtenus au Laboratoire de la Production laitière avec des rations d'ensilage de maïs où l'apport d'urée a varié selon les essais de 100 à 220 g par vache et par jour (fig. 1). Dans les nombreux essais effectués par Virtanen (1967), avec des rations synthétiques et très énergétiques où tout l'apport azoté de la ration était sous forme non protéique, le taux d'ANP du lait a été normal (4,2 p.100 de l'azote total) et même inférieur à celui observé avec des rations classiques utilisant des sources d'azote protéique. Ces résultats sont confirmés par d'autres auteurs (Iwata, 1958 ; Waite *et al.*, 1968 ; Robertson et Dixon, 1969). Dans d'autres cas, l'apport d'urée a occasionné un accroissement de 8 à 10 mg d'azote non protéique/100 g de lait (Vignon, 1972 ; Senft et Klobasa, 1969). Pour le premier auteur la teneur en matières azotées totales de la ration était légèrement plus élevée avec l'urée qu'avec le tourteau ; pour le deuxième auteur on ne connaît pas le taux azoté des rations.

#### 4) La saison

La saison a généralement peu d'effet sur la teneur en ANP du lait. C'est ce qui ressort de l'étude de Nickerson (1960) en Californie qui a porté sur 258 laits de mélange provenant de 6 régions, l'année ayant été divisée en 4 saisons. Mc Dowell (1972) n'a pas non plus observé de variations mensuelles ou a observé des variations faibles de 5 à 10 mg d'ANP/100 g de lait sur des troupeaux de vaches Frisonnes et Jersiaises. Burton (1967) en Angleterre a cependant observé des variations plus importantes atteignant jusqu'à 14 mg/100 g de lait dans un troupeau de vaches Frisonnes. De même Grappin (1973) a constaté pendant 2 années, dans le Jura, que la proportion d'ANP dans l'azote du lait passait de 4,5 p. 100 durant les mois d'hiver à 5,5 p. 100 durant les mois d'été. Les mêmes variations ayant été observées par Szijarto *et al.* (1973) au Canada. Il est probable que les variations observées par ces auteurs sont d'origine alimentaire, les valeurs les plus élevées correspondent à la période de pâturage et proviennent probablement d'herbe assez riche en azote. Ces variations avec la saison du taux d'azote non protéique ont été de 8 à 10 fois moins grandes que celles du taux d'azote total ou d'azote protéique (Mc Dowell, 1972).

### III. — FACTEURS LIES A L'ANIMAL

La teneur en ANP du lait semble très peu influencée par le stade physiologique ou les caractéristiques individuelles des vaches. Elle ne varie pas avec le stade de lactation, exception faite de la 1<sup>re</sup> semaine où elle passe de plus de 50 mg d'azote/100 g de lait le 1<sup>er</sup> jour, à 30 mg le 8<sup>e</sup> jour (Vignon, 1973). Dans l'étude de Rook et Campling (1965), elle diminue encore de 4 à 5 mg au cours des

5 semaines suivantes. Elle semble diminuer avec l'âge d'environ 5 mg entre la 1<sup>re</sup> et la 5<sup>e</sup> lactation (Klobasa, 1969). Peu d'auteurs ont étudié les variations individuelles du taux d'ANP. L'écart le plus important observé entre 14 vaches par Shahani et Sommer (1951) a été de 8 mg d'ANP/100 g de lait. Vignon et Brunbellut (1972) dans une étude portant sur 4 troupeaux de 50 à 70 vaches chacun ont observé un écart-type entre animaux de 2,5 à 3,3 mg d'ANP/100 g (coefficient de variation de 10 p.100). Sur des troupeaux de 50 à 80 vaches, Grappin (1973) a constaté que le pourcentage d'azote non protéique dans le lait pouvait varier dans la proportion de 1 à 2. Wheelock et *al.* (1966) ont montré que le taux d'ANP ne variait pas au cours de la traite mais qu'il pouvait être accru en cas d'accident de la mamelle. Il est plus élevé à la traite du matin qu'à la traite du soir (Klobasa, 1969).

### CONCLUSION

En conclusion, l'azote non protéique constitue une fraction mineure de l'azote du lait et ses variations, sous l'influence des facteurs du milieu et des facteurs liés à l'animal, sont faibles comparées à celles de l'azote protéique. Ceci pourrait justifier dans une certaine mesure que, lors du dosage de l'azote total, on ne se préoccupe pas de l'azote non protéique. Les variations du taux d'azote total entre troupeaux en fonction du régime alimentaire et de la saison sont, en effet, dues essentiellement à l'azote protéique et plus particulièrement à l'azote de la caséine.

Cependant, le paiement du lait à la matière azotée justifiait qu'on précise les risques d'un accroissement de la teneur en azote non protéique dans certaines conditions. On s'aperçoit qu'une augmentation notable de ce taux pouvant atteindre l'équivalent de 1 g de matières azotées ( $N \times 6,25$ ) par kg de lait n'est obtenue qu'avec de forts excédents d'apports azotés dans des rations par ailleurs déficitaires en énergie. C'est sur des pâturages d'herbe très jeune, fortement fertilisés et principalement à l'automne que ceci a le plus de chances de se trouver réalisé. Mais l'urée utilisée avec des rations d'ensilage de maïs en remplacement (et non en supplément) d'une partie des tourteaux n'accroît pas ou accroît peu le taux d'azote non protéique du lait.

Les méthodes de dosage rapides de l'azote et notamment la méthode au Noir Amido sont des méthodes spécifiques de dosage des protéines. Toutefois, selon la méthode de référence (Kjeldahl) qui est employée pour étalonner les appareils :  $N \text{ total} \times 6,39$  ou  $(N \text{ total} - \text{ANP}) \times 6,39$ , les résultats expriment la teneur en matière azotée totale ou la teneur en protéines du lait. En France à partir du 1<sup>er</sup> avril 1975, la valeur azotée des laits devra, en principe, être exprimée d'après le taux de protéines. Par rapport à l'expression en

« matière azotée totale » utilisée jusqu'alors (et encore employée à l'étranger pour le lait et d'une manière générale pour tous les produits alimentaires autres que le lait) l'expression en « protéines » se traduit par une diminution des résultats d'environ 1,6 g/l ; elle représente la « vraie » valeur du lait en protéines.

### Summary

The authors have reviewed the main factors affecting the NPN content of cow's milk.

The NPN content of milk generally lies in the range 25-30 mg N/100 g (équivalent to 1,6-2,1 g crude protein ( $N \times 6,39$  per kg). It represents 5 to 6 p. 100 of total milk nitrogen. However extreme values of 18 and 50 mg N/100 g have been observed (table 1). These variations arise mainly from variations in the urea content of milk since the content in the other NPN components varies only very little (between 12 to 15 mg N/100 g) (table 1).

Urea content of milk is closely correlated and very similar to urea content of blood. It varies mainly with the total nitrogen intake of the cow : when the crude protein content of the diet increases by 1 point (p. 100), the NPN content of milk increases by 1,5 mg N/100 g. Urea content of milk decreases when energy to nitrogen ratio of diet increases. With normal energy and protein intakes, increasing the porportion of NPN (with urea) in the total N intake, has only a small effect on the NPN content of milk.

The variation of NPN content of milk due to the diet, season, physiological state of the cow and between cows, is generally 10 times lower than that of the protein N content of milk.

The NPN content of milk has very little influence upon the measurement of the protein content of milk when the Amido Black method is used. However, it is more convenient to calibrate the method to true protein content (total N minus NPN).

*Reçu pour publication en février 1975.*

### Références bibliographiques

- BURTON (H.) (1967). — Seasonal variations in deposit formation from whole milk on a heated surface. *J. Dairy Res.*, 34, 137.
- DEVUYST (A.), VANBELLE (M.), PAQUET (R.), ARNOULD (R.), VERVACK (W.), MOREELSA (1964). — Les variations de la teneur en protéines du lait en fonction de l'alimentation, de la mise en prairie et de l'avancement de la lactation. *Agricultura*, 12, 205.
- GORDON (F. J.), FORBES (T. J.) (1970). — The associative effect of level of energy and protein intake in the dairy c w. *J. Dairy Res.*, 37, 481.

- GRAPPIN (R.), JEUNET (R.) (1973). — Influence de la composition de la matière azotée du lait sur la précision des dosages de matière azotée par la méthode au noir amido. Réunion du cercle International des chercheurs laitiers à Poligny les 15-16-17 mai 1973.
- HARTLAND (H. A.), COULTER (S. T.), JENNESS (R.) (1955). — Natural variations of serum milk proteins as a limitation of their use in evaluating the heat treatment of milk. *J. Dairy Sci.*, 38, 858.
- IDE (Y.), OGURA (Y.), YONEMURA (T.) (1966). — Observations on the levels of non protein and urea nitrogen in serum and milk of cows. *Dairy Sci. Abs.*, 28, 8.
- IWATA (H.) (1958). — Effects of urea and its derivatives on milk production and quality. XV Intern. Dairy Congr., 1 à 9, 54.
- JARRIGE (R.) (1953). — Etude sur les variations de la richesse en constituants azotés des laits de vache. I. Influence de la mise à l'herbe. *Ann. Zootech.*, 2, 33.
- KLOBASA (F.) (1969). — Die variabilität der einzelnen Stickstoffhaltigen Milchbestandteile und ihre abhängigkeit von verschiedenen Umweltfaktoren Tierzucht. *Tiernahrung*, 46, 85 p.
- Mac DOWELL (AK. R.) (1972). — Seasonal variations in the total nitrogen, non protein nitrogen and urea nitrogen content of *Friesian and Jersey milk*. *J. Dairy Res.*, 39, 27.
- NICKERSON (T. A.) (1960). — Chemical composition of milk. *J. Dairy Sci.*, 43, 598.
- ORTH, KAUFMANN (1964). — *Milchwissenschaft*, 19, 164.
- PESKETT (G. L.) (1934). — Milk secretion in relation to blood composition. The urea contents of blood and of milk serum. *Bioch. J.*, 28, 1657-1658.
- REINART (A.), NESBITT (J. M.) (1956). — The composition of milk in Manitoba. *Int. Dairy. Congr.*, 1956, 1, (2), 946.
- RENNER (E.), GONC (S.) (1972). — Changes in the protein fractions of milk resulting from silage feeding. *Wirtschaftseigene Futter* (1), 8.
- ROBERTSON (N. H.), DIXON (A.) (1969). — Interrelationship between certain milk constituents. *S. Afr. J. Dairy Technol.*, 1, 39.
- ROOK (J. A. F.) (1961). — Variations in the milk composition of the milk of the cow. *Part Dairy Sci. Abst.*, 23, 251.
- ROOK (J. A. F.), LINE (1962). — The influence of the level dietary protein on the yield and chemical composition of milk. 16<sup>e</sup> Congrès Internat. de laiterie, vol. A, p. 57.
- ROOK (J. A. F.), CAMPLING (R. C.) (1965). — Effect of stage and number of lactation on the yield and composition of cows milk. *J. Dairy Res.*, 32, 45.
- SHAHANI (K. M.), SOMMER (H. H.) (1951). — The protein and non protein nitrogen fractions in milk. II. Their content in fresh raw milk. *J. Dairy Sci.*, 34, 1010.
- SENF (B.), KLOBASA (F.) (1969). — The influence of various environmental factors on the non protein content of milk. *Milchwissenschaft*, 24, (12), 713.
- SZIJARTO (L.), BIGGS (P. A.), IRVINE (R. M.) (1973). — Variability of casein, serum protein and non protein nitrogen in plant milk supplies in Ontario. *J. Dairy Sci.*, 56, 45.
- VENKATAPPAIAH (D.), BASU (K. P.) (1952). — Non protein nitrogenous constituents of milk. I. Variation due to species, breed, individuality, season and stage of lactation. *Indian J. Dairy Sci.*, 5, 95-116.
- VERITE (R.), JOURNET (M.). — Résultats non publiés.
- VIGNON (B.), LAURENT (F.) (1972). — Effet de la supplémentation des vaches laitières en urée sur la composition du lait. *Bul. E.N.S.A.I.A., Nancy*, XIV, 1, 13-22.

- VIGNON (B.), LAURENT (F.) (1969-70-71). — Résultats non publiés.
- VIGNON (B.), BRUN-BELLUT (J.) (1972). — Résultats non publiés.
- VIGNON (B.) (1973). — Résultats non publiés.
- VIRTANEN (A. I.) (1967). — The production of milk on protein free rations. In Urea as a protein supplement. Edited by M. H. Briggs, *Pergamon Press*, 185-212.
- WAITE, CASTEL (M. A.), WATSON (J. N.), DRYDALE (A. D.) (1968). — Biuret and urea in concentrates for milking cows. *J. Dairy Res.*, 35, 191.
- WHEELLOCK (J. V.), ROOK (J. A. F.), DODD (F. H.), GRIFFIN (T. K.) (1966). — The effect of varying the interval between milkings on milk secretion. *J. Dairy Res.*, 33, 161.
- WHEELLOCK (J. V.), ROOK (J. A. F.), NEAVE (F. K.), DODD (F. H.) (1966). — The effect of bacterial infections of the udder on the yield and composition of cow's milk. *J. Dairy Res.*, 33, 199.
-

## Supplément économique

---

### SITUATION LAITIÈRE (1)

#### I. — FRANCE

##### *Lait de vache*

La collecte des 9 premiers mois de 1974 a été supérieure à celle de 1973, elle-même en accroissement par rapport à 1972.

La baisse saisonnière de collecte s'est manifestée cette année, plus tôt qu'à l'habitude, ainsi qu'on l'avait déjà noté en juin et juillet. Elle s'est accentuée en août (— 11 p. 100) ; il faut y voir très certainement l'effet de la sécheresse. Par contre le mois de septembre a été caractérisé par un chiffre de collecte à peu près analogue à celui de l'an dernier, quoiqu'en baisse de 12 p. 100 par rapport à août 1974.

L'évolution de la production au cours des 4 derniers mois a été analogue. Mais, au total, le chiffre de production des 3 premiers trimestres a été légèrement supérieur à celui constaté au cours de la même période de 1973 (+ 1,6 p. 100).

Cependant, la situation a été très variable d'un département à l'autre. Certains départements ont conservé un niveau d'août supérieur à celui de l'an dernier. Par contre, une chute très sensible a été constatée dans les zones particulièrement touchées par la sécheresse (en particulier Centre, Pays de Loire, Poitou-Charentes).

Les prix des produits laitiers sont restés stables.

##### *Lait de chèvre*

La collecte d'août aurait baissé de 15 p. 100 environ, mais les prix auraient été plus élevés.

##### *Lait de brebis*

Les laiteries de Roquefort ouvriront dès que les troupeaux auront regagné les régions d'hivernage.

---

(1) Situation agricole en France, 1974, n°s 110-111.

### *Fromages*

La production de Reblochon a certes baissé avec le début de l'automne, mais la qualité est restée bonne et la demande s'est maintenue.

Les Emmentals d'août sont sortis des fruitières pour entrer en affinage. Les cotations ont marqué une légère remontée.

### *Beurre*

Les stocks publics sont restés à peu près stables au cours des 4 derniers mois (juin à septembre). A la fin de cette période, ils étaient peu supérieurs à ceux de l'année précédente (+ 15 p. 100). Par contre ceux sous garantie ont fortement baissé.

### *Lait écrémé en poudre*

A la fin août, l'ensemble des stocks restait supérieur à l'année précédente (+ 16 p. 100).

## II. — ETRANGER

### **Allemagne Fédérale : Augmentation de la demande en fromages de coupe**

Le consommateur allemand de fromages préfère de plus en plus des fromages à la coupe. C'est du moins ce que signale l'Union Deutsche Lebensmittelwerke GmbH (Hambourg) qui est un des principaux fabricants allemands de fromages. Pour cette firme, un ménage sur trois présente un plateau de fromages ayant plus de quatre sortes différentes de fromages. Les grands amateurs de fromages en ont encore plus.

Dans le commerce, les rayons fromages prennent de plus en plus d'importance et l'assortiment a été élargi.

Une filiale de l'Union, l'Edelweiss Milchwerke K. Hoefelmayer GmbH, a inclus dans son assortiment un Brie entier. Ce produit est destiné aux amateurs de fromages qui absorbent 60 p. 100 des ventes totales de fromages aux ménages. En 1973, le marché du Brie a atteint 6 000 t, soit 12 p. 100 du marché du Camembert.

(VWD 25-10-74).

### **Les fabricants d'emballage s'efforcent d'augmenter les ventes de lait**

Le premier fabricant allemand d'emballages de carton pour le lait frais PKL-Papier-und Kunststoff-Werk Linnich GmbH, qui s'est touché par le recul de la consommation de lait, s'efforce depuis les mois de mai d'augmenter les ventes de lait grâce à des actions publicitaires. Les premiers résultats des actions menées avec le



soutien des laiteries et du commerce indiquent une augmentation des ventes de lait frais de 18 p.100 en moyenne dans les semaines où elles ont eu lieu. Des représentants de PKL estiment que les ventes de lait frais pourront être augmentées dans toute la R.F.A. avec des actions de ce genre. Des études de marché ont montré que le recul de ces ventes au cours des dernières années était dû en partie à un réseau de distribution défectueux et aussi à une insuffisance de publicité. Le marché allemand du lait-boisson peu d'autant plus se développer que la R.F.A. se trouve avec une consommation per capita de 86,4 kg loin derrière d'autres pays européens.

(VWD 24-10-74).

### **Adler-Käsewerk : fromage pauvre en calories**

Les allemands désirent de moins en moins manger des produits trop gras et trop sucrés. La consommation de calories est passée en moyenne de 3 003 par jour en 1973 à 2 980 en 1974. C'est pour répondre à cette tendance que la fromagerie Adler (Wangen, Allgäu) a lancé un fromage frais pauvre en calories « Cheesy » (naturel et épicé). « Cheesy » se compose donc ainsi : 66,5 p.100 de calories provenant des matières grasses et 33,5 p.100 de calories provenant des protéines, tandis que ces proportions sont les suivantes dans les autres fromages frais : 84-85 p.100 de calories provenant des matières grasses et 15-16 p.100 de calories de protéines. En 2 ans, l'assortiment « Cheesy » a pris la tête du marché des fromages frais.

(DMW 6-11-74).

### **Bergader Käsewerk Basil Weixler : nouveau fromage à pâte persillée**

La firme bavaroise Bergader Käsewerk Basil Weixler, Waging am See, lance sous la marque « Bavariablu » un nouveau fromage à pâte molle persillée double crème à 70 p.100 de matières grasses en Bavière. Son goût est doux grâce à une formation de moisissure bleue de l'intérieur vers l'extérieur et à une formation de moisissure de Camembert de l'extérieur vers l'intérieur. Il se présente en meule de 1 kg, son prix de lancement s'élève à 15,00-16,00 DM. L'unité d'emballage pour le commerce est de 4 kg.

(LZ 6-12-74).

### **Hochland, Reich, Summer & C° : nouveaux fromages en lamelles**

La firme Hochland, Reich, Summer & C° Heimenkirsh/Allgäu, lance sous la marque « Ideal-Scheibli 300 g » trois fromages fondus en lamelles à raison de 16 lamelles par paquet. Il s'agit de « Toast-Scheibli » au chester, de « Pizza-Scheibli » au paprika et de « Picknick-Scheibli » aux herbes. Ces trois fromages contiennent 45 p.100 de matières grasses. L'unité d'emballage pour le commerce contient 24 paquets.

(LZ 6-12-74).

### Remarques sur les produits laitiers

La production de lait s'est inscrite plutôt en baisse à l'automne 1974 par rapport à l'automne 1973, tout au moins jusqu'à la fin novembre 1974. Depuis, les chiffres de 1973 sont de nouveau atteints et le minimum saisonnier semble dépassé.

Le fait marquant est toutefois le développement des exportations allemandes de beurre vers la Grande-Bretagne qui pourraient approcher 40 000 t pour l'ensemble de l'année.

Ce résultat est atteint malgré un prétendu handicap de l'ordre de 0,35 DM/kg au stade consommateur par rapport à la concurrence néo-zélandaise, d'autres sources au contraire font état de prix allemands de dumping avec des rabais de 0,50 à 0,60 DM/kg, grâce selon les laiteries allemandes :

- 1) à la qualité du beurre allemand,
- 2) à la régularité des livraisons,
- 3) aux efforts de promotion de la CMA,

(la SOPEXA allemande) et des unions intéressées. Ces dernières sont essentiellement domiciliées en Allemagne du Nord, au Schleswig-Holstein, et à lui seul le groupement coopératif BEZ (Butter-und Eier-Zentrale Nordmark) assurerait la moitié des exportations (19 000 t) sous la marque « Emblem » créée pour le marché britannique.

Il faut toutefois citer parmi les facteurs d'explication de l'expansion des exportations allemandes, les *montants compensatoires*.

Au total, sur 9 mois de 1974, les exportations allemandes de beurre toutes directions, auront atteint 404 millions de DM contre 191 millions pendant la période comparable de 1973. Cette évolution est évidemment bienvenue en R.F.A. d'autant que la consommation par tête continue de baisser (7,1 kg en 1973-74 contre 7,3 kg en 1972-73) et que les actions de vente à prix réduit n'ont pas donné tous les résultats escomptés, malgré le rabais de 1,05 DM/kg. Ces ventes à prix réduit n'auront intéressé que 12 000 t environ en 1974 contre 8 100 t en 1973 aux économiquement faibles, 4 700 t contre 2 700 t à l'armée et 5 300 t contre 4 500 t aux institutions d'intérêt général.

Les exportations totales de fromages auraient progressé aussi pendant les 9 premiers mois de 1974 par rapport aux 9 mois comparables de 1973, de 50 p. 100 en valeur passant de 240 à 353 millions DM, l'essentiel étant dirigé vers l'Italie et les Etats-Unis.

(Attaché Agricole en R.F.A., 15-1-75).

### République Démocratique Allemande : Consommation de beurre à faible teneur en matières grasses

Le besoin en beurre frais à faible teneur en matières grasses ne peut être couvert à l'heure actuelle en R.D.A. C'est pourquoi des

efforts sont faits pour accroître cette production. En 1973, les ventes de ce produit se sont élevées à 16 000 t. La consommation de beurre per capita s'élève à 14,1 kg, celle de lait-boisson à 101,8 kg.

(VWD 28-10-74).

### Luxembourg : Production de lait

	1970	1972	1973	1974
	—	—	—	—
Lait (en millions de F)	1 099,0	1 271,2	1 425,5	1 625,9

(See *Information et Presse*, n° 8).

### Royaume-Uni : Les difficultés du secteur laitier

L'industrie britannique établit des plans d'urgence afin de faire face à une éventuelle pénurie du lait pour la fabrication de crème fraîche à la période des fêtes de fin d'année, où la demande est généralement importante Outre-Manche.

Unigate (qui prétend par ailleurs être la plus grande entreprise laitière d'Europe) envisage même déjà d'importer de la crème d'Irlande et du continent si c'est nécessaire. De leur côté, les cinq Milk Marketing Boards (offices du lait) du Royaume-Uni se préparent à ventiler les disponibilités de lait entre les différentes régions afin d'assurer un bon approvisionnement du marché du lait liquide et dans la mesure du possible également de celui de la crème fraîche.

Afin de prévenir la pénurie de crème de fabrication nationale, le Milk Marketing Board d'Angleterre (et Pays de Galles) a exhorté les producteurs à accroître leur production, en augmentant notamment la ration en aliments concentrés des vaches en cette période d'absence de pâturages. (En effet, la majorité des vaches auront vélé cet automne et pourront donc produire plus de lait).

Rappelons les difficultés du secteur laitier au Royaume-Uni, des ventes de lait liquide, encouragées par la subvention gouvernementale à la consommation ont brusquement augmenté alors que la production de lait est en train de baisser en raison des réductions de cheptel opérées par les éleveurs pour réagir contre l'élévation des coûts de production au début de l'année. Ainsi, au cours des 6 derniers mois, les ventes de lait liquide se sont élevées à 748 millions de gallons contre 733 millions à la période correspondante de 1973. Il en résulte une baisse importante dans la fabrication du beurre.

Le mois dernier, par exemple, seulement 1,8 millions de gallons ont été transformés ( $\neq$  24 millions en septembre 1973) et ce chiffre est susceptible de baisser encore au cours des prochains mois.

Le Milk Marketing Board parle même d'une stagnation complète pour de nombreuses beurreries en ce moment. Or lorsque la pro-

duction de lait atteindra sa période creuse en décembre, il n'y aura ni beurre, ni fromages fabriqués au Royaume-Uni.

(*Financial Times*, 23-10-74).

### **Pays-Bas : Consommation de beurre en 1980**

Le Conseil des Petites et Moyennes Entreprises a publié des pronostics relatifs aux dépenses ménagères en 1980. Selon ces pronostics, la consommation de beurre accuserait jusqu'en 1980 une forte baisse. Le Conseil en effet, estime que des dépenses ménagères consacrées au beurre, qui actuellement s'élèvent à 60 millions de florins, tomberaient en 1980 à 6 millions de florins (exprimé en prix actuels).

Le Bureau Néerlandais de Propagande en faveur des Produits laitiers (Zuivelbureau) a vivement réagi contre ces pronostics qu'il qualifie de « douteux ».

Se référant à la consommation de beurre depuis 1960, le Zuivelbureau constate effectivement une diminution de consommation de beurre de 4,8 kg par habitant à 2 kg en 1971. Par la suite, cette consommation est restée stable.

Pour 1974, ce bureau s'attend même à une légère progression de la consommation. Le Zuivelbureau estime, pour sa part, que le Conseil des Petites et Moyennes Entreprises s'est basé uniquement sur l'évolution de la consommation constatée jusqu'en 1971, pour établir ces pronostics.

N.d.T. : Le Zuivelbureau a non seulement réagi par voie de presse mais a entrepris une campagne de publicité télévisée sur le thème dégustez le « echte boter » (vrai beurre).

(*AA La Haye*, 9-74 d'après *Financieel Dagblad*, 15-8-74).

### **Pologne : L'industrie laitière est en développement**

Au chapitre du Plan Quinquennal en cours, les investissements prévus pour le développement de l'industrie laitière, s'élevant à 17 milliards de zlotys, dont 10 milliards pour les années 1974-1975. Le plus grand effort est axé sur la construction d'usines de lait en poudre.

Deux unités ont été mises en marché récemment et deux autres entreront prochainement en service.

De nombreuses usines de produits laitiers sont en construction dont 26 devraient être achevées en 1975.

Cette tendance devrait se poursuivre au quinquennat prochain (1976-1980) au cours duquel 60 nouvelles usines seront construites.

Les spécialistes estiment qu'il faudra augmenter les investissements pour éviter une pénurie dans le domaine des produits de la transformation du lait.

### **U.R.S.S. : Nouvelles mesures pour le développement de l'industrie des fromages**

Le Conseil des Ministres de l'U.R.S.S. a noté l'accroissement significatif de la production de fromages ainsi que l'amélioration de la qualité et l'augmentation des types.

Malgré cela le volume, la qualité et la diversité de la production de fromages ne sont pas suffisants pour satisfaire la demande. L'amélioration des techniques de production se fait lentement.

Le Conseil des Ministres de l'U.R.S.S. a pris des mesures pour favoriser l'accroissement des capacités de production des fromages fermentés et fondus, ainsi que pour moderniser les techniques de production et de conservation des fromages.

(CC d'après *Les Izvestia* du 9-8-74).

### **Développement de l'industrie fromagère**

Le Conseil des Ministres de l'U.R.S.S. a noté l'accroissement de la production de fromages ainsi que l'amélioration de la qualité et l'augmentation des types.

Malgré cela la qualité, la diversité et le volume de la production de fromages ne sont pas suffisantes pour satisfaire la demande. L'amélioration des techniques de production se fait lentement.

Le Conseil des Ministres de l'U.R.S.S. a pris des mesures pour favoriser l'accroissement des capacités de production des fromages fermentés et fondus, ainsi que pour moderniser les techniques de production et de conservation des fromages.

(PEE Moscou d'après *Les Izvestia*, 10-74).

### **Turquie : Production laitière**

La production laitière turque est modeste :

740 kg par an par vache laitière.

35 kg par brebis et 42 kg par chèvre.

(PEE Andara, 10-74).

### **Pologne : L'industrie laitière**

Grâce aux premières réalisations du plan quinquennal 1971-1975, la production alimentaire 1971-1973 a progressé de 31 p.100 par rapport au plan antérieur. Il s'agit seulement du commencement de l'expansion de l'industrie alimentaire et de la modernisation des fermes de Pologne. Les prévisions d'augmentation de la consommation de lait et produits laitiers de 30 p.100 au cours des 15 prochaines années, ainsi que celle de la viande vers 1980 — 10 kg de plus par habitant — exigent une augmentation annuelle de 6 p.100 de la production industrielle alimentaire. D'ici 1990 l'approvisionnement du marché alimentaire devrait tripler par rapport à 1971.

(PEE Varsovie d'après *Agence Pap*, 16 et 24-8-74).

**En  
présentation  
traditionnelle  
ou en poudre  
lyophilisée**



**Rue du C.E.G. - B.P. 10  
86220 DANGE-SAINT-ROMAIN  
Tél. : (49) 86-40-82**

## **Flores fongiques**

- Moisissures de fromagerie : P. Candidum, P. Glaucum, P. Album, Mycodermes, torula, geotrichum.
- Ferments spéciaux d'aromatation.

## **Ferments lactiques**

- Toutes fermentations : lait et sous-produits.
- Alimentation et diététique humaine.
- Pharmacie vétérinaire.
- Alimentation animale..

*A votre service : une équipe technique dotée de moyens nouveaux et importants.*

# **MYCOCID** [R]

## **Nouvelle technique d'affinage des fromages**

- Un seul traitement...**
- Présentation parfaite.
  - Absence de soins en cave.
  - Sécurité totale vis-à-vis des levures et des moisissures.
  - Affinage « Croûte Naturelle ».

**qui change l'économie de l'affinage.**

- Gain de poids (1 % pour l'emmental).
- Réduction considérable de la main d'œuvre.
- Utilisation maximale des volumes d'affinage.

**Pour un prix de revient de 1,0 à 2 centimes/kg de fromage**

Documentation sur demande.

Développement de :



**STANDA-INDUSTRIE**

Département de Laboratoires STANDA

184, avenue du Maréchal-Galliéni

**(14) CAEN**

# **Éléments pratiques d'analyse et d'inspection du lait, de produits laitiers et des œufs.**

**G. THIEULIN et R. VUILLAUME**

**3<sup>me</sup> édition**

1 volume broché, 389 pages,

37 figures et 5 planches dont 1 hors-texte,  
en couleurs

**Prix : 42,80 F. — Franco 48 F.**

Editeur : S.A.R.L. « *Le Lait* », 48, avenue Président-Wilson - 75116 Paris

### **Bulgarie : Production laitière**

La proportion de marchandises courantes se développe continuellement. Par rapport aux 6 premiers mois de 1973, la production de fromages a augmenté de 10,5 p.100 au cours du 1<sup>er</sup> semestre 1974. Les ventes de fromages dans les magasins ont augmenté de 8 p. 100.

La production du lait par vache fourragère continue à être augmentée par rapport à la même période de 1973 et cette production s'est accrue de 73 l (ou 5,5 p. 100). Comme suite à la productivité et au nombre accru de bêtes, la production de lait dans les coopératives a augmenté de 44 millions de litres (soit 6,4 p.100) par rapport à l'époque correspondante de l'année passée ; dans ce chiffre le lait de vache compte pour 36 millions de litres (6,6 p.100) et le lait de brebis pour 7,9 millions de litres (5,8 p. 100).

(*PEE Sofia*, 22-10-74).

### **Afrique du Sud : Emploi de l'appellation d'origine Roquefort**

Les Sud-Africains qui voulaient utiliser l'appellation Roquefort vont être déçus. Cette appellation doit disparaître du marché sud-africain. C'est pourquoi le produit similaire fabriqué par National Co-operative Dairies à Mooi River, Natal, sera commercialisé sous le nom « Blaauwkrantz ». NCD commercialise son produit en portions de 178 g à 48 cents ou au kg à 2,38 Rands.

(*Financial Mail*, 22-11-74).

### **Etats-Unis : La situation laitière**

L'augmentation du prix des céréales a abaissé le niveau du rapport de prix du kg de lait par kg d'aliment concentré à un niveau jamais atteint auparavant, soit 1,10 (rappelons que cet indice est le rapport entre le prix de 1 kg de lait et le prix de 1 kg d'aliment concentré par vache laitière). Là encore, la tendance doit donc être à une nourriture des vaches laitières de moins en moins basée sur les céréales et de plus en plus sur l'herbe, le foin et éventuellement les ensilages de maïs et de luzerne déshydratée quoique les coûts de déshydratation aient énormément augmenté. La production unitaire par vache laitière va donc diminuer à nouveau alors qu'elle avait légèrement progressé entre les mois de janvier et août 74. Cependant, du fait des bonnes conditions de pâturages et de l'abondance d'ensilage de maïs consécutif aux récoltes prématurées de maïs abimé par le gel et la sécheresse, on s'attend à voir la production unitaire par vache continuer à augmenter en septembre et octobre 74 et peut-être même en novembre.

La production laitière pour l'ensemble de l'année calendaire 1974 devrait cependant être inférieure d'environ 1,5 p. 100 à celle de 1973, qui, rappelons-le, était déjà inférieure de 3,6 p. 100 par rapport à celle de l'année 1972.



Du côté de la consommation, la situation n'est pas brillante car les augmentations considérables du prix du lait ont commencé à détourner sérieusement les consommateurs américains de l'utilisation de lait liquide pasteurisé qu'ils pratiquaient abondamment (la consommation par tête, de lait liquide était en 1960 de 139 kg et en 1970 de 116 kg). Elle est tombée en 1973 à 115 kg et en 1974 elle est prévue à 4 ou 5 p. 100 de moins qu'en 1973, l'amélioration de la fin de l'année venant compenser la baisse importante du premier trimestre.

Avant la diminution traditionnelle de la production de lait à partir du mois d'août on assiste maintenant à une nouvelle progression du prix du lait avant même que la baisse de prix constatée durant le premier semestre n'ai pu se faire sentir au niveau du détail. Il ne faut donc pas espérer que l'américain augmentera de sitôt sa consommation de lait liquide (même à bas taux de matière grasse), d'autant que le système du grade A et des Comités économiques régionaux des bassins laitiers permet d'en fixer le prix à un niveau d'environ 25 p. 100 supérieur au prix moyen du lait destiné à la transformation. Des hearings auront d'ailleurs lieu le 8 octobre 74 à Chicago pour envisager une augmentation du prix du lait délivré liquide par les marketings orders dans les grandes villes américaines.

(PEE Washington, 8-10-74).

## **Quelques éléments d'information sur le marché de la poudre de lait écrémé**

### *Production laitière*

Au cours des 7 premiers mois de 1974, la production laitière des Etats-Unis s'est élevée à 69 368 millions de litres contre 70 694 millions de litres à l'issue de la même période 1973.

On constate toutefois qu'au fil des mois la régression de la production, qui atteignait — 3,2 p. 100 en janvier 1974, s'est amenuisée : — 0,6 p. 100 en juin et la tendance s'est renversée en juillet avec, au contraire, une augmentation de + 0,2 p. 100.

### *Lait de consommation*

Au cours de la même période les ventes de lait de consommation ont diminué de 4,8 p. 100.

### *Lait industriel*

Corrélativement, l'apport de lait aux industries transformatrices a été en augmentation.

### *Poudre de lait écrémé*

Au cours des premiers mois de l'année 1974 la production de poudre de lait écrémé est restée inférieure à celle de 1973 :

Janvier-mai 1973	pour alimentation humaine pour alimentation animale	476 352 000 lbs 4 499 000 lbs
1974	pour alimentation humaine pour alimentation animale	405 929 000 lbs 2 139 000 lbs

Elle a ensuite progressé et en juillet dernier elle a été supérieure de 33 p. 100 à celle de juillet 1973.

Ainsi à l'issue des 7 premiers mois de 1974 la production totale a été supérieure de 1 p. 100 à celle de 1973 :

7 mois 1973	645 800 000 de lbs
7 mois 1974	652 100 000 de lbs
	+ 6 300 000 de lbs

Il semble que la production ait continué de s'accroître en août.

Les stocks privés étaient au 1<sup>er</sup> septembre 1974 de 184 895 000 de lbs soit 98 p. 100 du niveau de l'année dernière mais 3 p. 100 supérieurs à ceux du mois précédent.

Les achats effectués par le CCC sont très supérieurs à ceux de l'année précédente :

Début octobre	1973	1974
Achats effectués depuis le 1 <sup>er</sup> avril	30 778 392 lbs	171 027 296 lbs

Les stocks globaux privés et CCC seraient donc actuellement grosso-modo de 130 000 t contre environ 100 000 t l'année précédente à la même date.

En fonction de l'accroissement de la production et des stocks le marché est calme et les prix sans changement.

Au début d'octobre, les cotations étaient les suivantes :

*Zones de productions* (en sacs de 50 ou 100 lbs, départ usine)

High Heat	55,50-57,35 cts la lb
Low Heat	56,00-57,50 cts la lb
Grade A	56,50-58,35 cts la lb

*Principaux centres de transactions* (cts la lb)

	High Heat	Low Heat	Grade A
New-York	57,00-58,70	57,50-59,20	57,00-60,20
San Francisco	57,75-58,25	57,75-58,25	59,00-61,00

(d'après des informations de l'U.S.D.A.).

### Australie : Bilan laitier 1973-1974 (juillet à juin)

La production laitière australienne au cours de la campagne 73-74 a diminué de 2,7 p. 100 bien que le cheptel laitier ait augmenté de 2,5 p. 100. Les tendances dans l'utilisation du lait ont été identiques à celles de l'année passée ; ainsi, on constate :

Une diminution des productions de :

— beurre	173 000 t soit — 5 p. 100
— laits concentrés	46 000 t soit — 23 p. 100
— caséine	19 000 t soit — 18 p. 100

Une augmentation des productions de :

— fromage	94 000 t soit + 2,5 p. 100
— poudre de lait écrémé	140 000 t soit + 21 p. 100

L'augmentation de la production fromagère est due en partie au développement de la fabrication de fromages autres que le Cheddar et en particulier de Gouda (la Murray Goulburn Cooperative Company va construire en collaboration avec deux entreprises japonaises une unité de production de 5 000 t par an d'un coût de 20 millions de FF. Le principal acheteur de ce Gouda sera bien sûr le Japon).

### Nouvelle-Zélande : Situation de l'économie laitière

Pour l'industrie laitière néo-zélandaise, le problème du jour est essentiellement d'ordre économique.

Les diverses conditions qui concourent à l'amenuisement du pouvoir d'achat du producteur compromettent l'apport d'investissements suffisants au maintien d'une industrie viable. Certes les producteurs laitiers sont moins sévèrement éprouvés que les exportateurs de bœuf ou de laine, mais les prix stabilisés au cours de 1969 qu'ils retirent du marché anglais, les pertes au change qu'ils subissent sur le sterling, le coût accru du frêt qu'ils ont à supporter et, surtout la pesante incidence de l'inflation, ont perturbé le rapport entre le coût à la production et le produit des ventes.

Il suffit dans ce contexte, de préciser que le fermier néo-zélandais pouvait l'an dernier remplacer sa camionnette pour l'équivalent de 16 semaines de travail, il lui en faut aujourd'hui 38.

L'exploitation et l'entretien des fermes ont fait largement appel aux matériels importés de l'étranger à prix de plus en plus élevés. Or les exportations néo-zélandaises de produits laitiers au cours des trois dernières campagnes (millions de NZ \$) ont atteint les volumes suivants :

	1971-72	1972-73	1973-74
Beurre	145,3	106,3	108,5
Fromage	71,7	67,3	58,7
Autres produits laitiers	109,8	139,5	147,2
	<u>326,8</u>	<u>313,1</u>	<u>314,4</u>

Ces rentrées de devises ne couvrent les importations qu'à raison de :

	16,6 p. 100	13,3 p. 100	12,5 p. 100
--	-------------	-------------	-------------

Aussi l'une des préoccupations des néo-zélandais demeure-t-elle celle d'obtenir de leur principal client, le Royaume-Uni, des prix davantage rémunérateurs pour le beurre et le fromage, qu'ils exportent vers ce marché.

D'une majoration de prix de 14 à 15 p. 100 envisagés il y a encore quelques semaines, le taux de relèvement recherché est aujourd'hui passé à 30 p. 100.

Si les problèmes de l'immédiat sont aigus, l'avenir plus lointain est par contre regardé avec confiance et sérénité.

Tout récemment encore, à l'occasion d'une conférence agricole annuelle, le Directeur de la société laitière de Rangitai déclarait : « qu'à terme, le seul problème véritable relève d'une capacité de production insuffisante... »

« ...La production de lait, produit infiniment plus précieux à l'homme que le pétrole, ne parvient pas à suivre l'évolution de la demande. La F.A.O. prévoit que le déficit mondial atteindra 13 millions de tonnes en 1985.

« ...On peut — a ajouté le conférencier — scinder le monde en deux blocs ; les producteurs de lait et les autres pays. Les premiers, essentiellement les pays évolués, abritent le quart de la population mondiale tandis que les autres, les nations en voie de développement supportent les trois quarts de la population du globe. D'ici 15 ans les premiers compteront 225 millions d'êtres en plus, tandis que les pays dépourvus d'une industrie laitière auraient à nourrir 850 millions de bouches supplémentaires.

« ...Les pays producteurs de produits alimentaires, et laitiers en particulier, sont assurés de débouchés illimités, car le lait, sous ses formes infiniment variées, sera le constituant basique des régimes alimentaires des générations futures... ».

Au regard de la Grande-Bretagne, la Nouvelle-Zélande ne considère plus comme préjudiciable à ses intérêts son adhésion à la C.E.E.

La Nouvelle-Zélande fait en effet observer que son industrie laitière n'avait pu satisfaire les contingents auxquels elle a droit sur le marché britannique eu égard à l'insuffisance de sa production et à l'obligation dans laquelle elle se trouve de diversifier ses marchés ; les déficits sur les livraisons 1973 ont atteint 33 600 t pour le beurre et 46 140 t pour les fromages.

Bien que la Nouvelle-Zélande formule l'espoir qu'un accès libéral sera garanti à ses produits laitiers sur le marché anglais, elle s'emploie néanmoins activement à la recherche de débouchés alternatifs.

L'Amérique Latine et les pays du Sud-Est Asiatique sont d'ores et déjà ses principaux clients pour le lait en poudre, produit pour lequel les exportations néo-zélandaises se répartissent comme suit :

— Japon	: 11 p. 100
— Asie / Océanie	: 42 p. 100
— Amérique Latine / Caraïbes	: 34 p. 100
— Divers	: 13 p. 100

L'Irak, déjà importateur d'ovins néo-zélandais, vient de passer un contrat pour l'achat de fromage néo-zélandais. La transaction porte sur la fourniture de 3 000 t de Cheddar (\$ 2,5 m) et le Dairy Board a raison d'espérer que cette opération amorcera un courant d'affaires régulier.

*(Note de Monsieur le Conseiller Commercial en Nouvelle-Zélande).*

### **Jamaïque : L'élevage et l'industrie laitière**

Le gouvernement porte un intérêt particulier à l'élevage. Son but est de diminuer les importations (plus de 25 mio en 1972). Plusieurs projets sont à l'étude : le plus avancé concerne la création d'une nouvelle laiterie (production de 25 000 « quarts »/j de lait pasteurisé) sur la côte nord, à Montpellier près de Montego Bay.

Le projet est placé sous la responsabilité du Cornwall Dairy Development Corporation. Cette société aura un capital de J \$ 600 000 réparti comme suit : \$ 100 000 par le gouvernement, \$ 100 000 par les fermiers intéressés et le reste par la Jamaica Development Bank, soit directement, soit en tant que « trustee » pour les fermiers.

Le terrain est fourni par le gouvernement, le building sera construit par le J.I.D.C., les équipements seront achetés à Alfa Laval, grâce à un prêt du gouvernement suédois de J \$ 500 000. Ces derniers incluent deux camions-citerne pour la collecte du lait.

Il faut noter que les fermes laitières sont en nombre suffisant pour pourvoir sans problème majeur à l'approvisionnement de l'usine prévue. Actuellement le lait est soit vendu en l'état, soit collecté pour l'usine de lait concentré.

Enfin plusieurs projets privés sont en cours de réalisation, notamment la reconversion de Serge Island du sucre à l'élevage laitier avec un troupeau d'environ 700 têtes.

*(PEE Kingston, mars-avril 74).*

### **Libye : Equipements français pour l'industrie laitière**

Quatre salles de traite de vaches laitières construites par une société de Bar-le-Duc (Meuse) ont été expédiées par avion en Libye, où elles équiperont les étables d'une ferme en plein désert du Fezzan.

Cette ferme, créée de toutes pièces à Ubari, localité située à 240 km de la ville de Sebah, à la suite de la découverte d'une impor-

tante nappe d'eau souterraine, sera ainsi dotée des équipements les plus modernes.

La société lorraine, spécialisée dans la fabrication de machines à traire, a cependant dû résoudre des problèmes particuliers pour ce premier marché avec les pays arabes. Le matériel a dû être construit suivant des normes de solidité exceptionnelle pour éviter les pannes, les techniciens faisant encore défaut sur place et le matériel devant être acheminé de l'aérodrome de Sebah à Ubari, par caravanes.

(MT 10-1-75).

### Centres laitiers

Deux nouveaux centres d'élevage bovin seront installés dans le gouvernorat de Misurata dans les mois à venir. Chacun de ces deux centres abritera 500 vaches laitières et produira 5 000 l de lait par jour. Il s'agit là d'une première étape du développement de l'élevage bovin dans le gouvernorat du Misurata.

(MT 17-1-75).

### Iran : Ferme modèle pour la production laitière près de Qazvin

Les britanniques participent à la création d'une ferme modèle pour la production laitière dans la région de Qazvin.

La firme British Livestock Corporation, qui regroupe 15 000 éleveurs britanniques, vient en effet de signer un accord d'association pour créer avec des partenaires iraniens le plus grand centre d'élevage et de production laitière d'Iran. Notons que B.L.C. a déjà livré à l'Iran près de 8 000 bovins au cours des années passées.

(PEE Téhéran septembre-octobre 74, d'après Bourse du 24-9-74).

### Panama : Secteur des produits laitiers et crèmes glacées

Dans l'état de Panama, la production de lait a été presque constante au cours des dernières années (1970 = 71 millions de litres, 1971 = 73,8 millions de litres et 1972 = 69,7 millions de litres). Récemment, la Banque Mondiale a accordé un prêt de 4,7 millions au gouvernement panaméen afin de développer le cheptel et la production de lait et de viande.

Les principales entreprises au secteur lait et fromages sont les suivantes :

- *Industrias Lacteas S.A.* - Apartado Postal 4362 Panama - 5.
- *Cia Chinicana de Leche S.A.* - Apartado Postal 446 Panama - 9.
- *Cie Panamena de Alimentos* - Apartado Postal 368 Panama - 9 A.

L'ensemble des entreprises panaméennes a produit, en 1970 (d'après les derniers chiffres disponibles) 15,2 millions de litres de lait pasteurisé, 10,1 millions de kg de lait en poudre, condensé et desséché, et 443,4 t de fromages. On estime qu'au cours de l'année 1971, ces chiffres ont respectivement augmenté de 47,4 p. 100, 17,8 p. 100 et 2 p. 100.

## BIBLIOGRAPHIE ANALYTIQUE

---

### 1° LES LIVRES

*Dehove (R. A.). — La réglementation des produits alimentaires et non alimentaires. Répression des fraudes et contrôle de la qualité. 8<sup>e</sup> édition. Un vol. relié 16 × 24, 1 150 p., nbx tabl. Editeur : Commerce éditions, 2, rue des Petits-Pères - 75002 Paris, 1974. Prix franco : 175 F (C.C.P. Dijon 63 81).*

Le « Dehove » est devenu véritablement le Code de la réglementation des produits alimentaires et non alimentaires en ce qui concerne les fraudes et falsifications ainsi que le contrôle de la qualité, ce qui le rend indispensable à tous : industriels, importateurs, exportateurs, acheteurs, commerçants, juristes, nutritionnistes, responsables de nombreux services administratifs...

Cette 8<sup>e</sup> édition contient toute la réglementation en vigueur, les usages constants et loyaux du commerce et les positions doctrinales prises par l'Administration. Elle comporte aussi les dispositions relatives au Marché Commun en vue de l'harmonisation des législateurs et réglementations.

Les importantes modifications survenues dans tous les domaines et spécialement dans ceux des matériaux et objets au contact des aliments justifiaient à la fois une refonte de l'exposé et des additions.

Facile à consulter par ses tables analytique et alphabétique très détaillées, l'ouvrage constitue un instrument de travail nécessaire et pratique.

En voici la substance :

- Généralités sur la répression des fraudes (loi du 1<sup>er</sup> août 1905 ; textes généraux complétant cette loi dont, en particulier « importation, exportation, traité de Rome - C.E.E.).
- Généralités concernant les denrées alimentaires et les boissons (hygiène ; produits d'addition ; prescriptions concernant l'étiquetage, le poids et la contenance).
- Denrées alimentaires : produits animaux dont « généralités concernant les produits laitiers, généralités sur les laits, dispositions particulières concernant les laits, beurres, fromages, autres produits laitiers, margarines, glaces et crèmes glacées ».
- Industries alimentaires ; conserves.
- Boissons (à base d'alcool et sans alcool).
- Produits pour animaux.

- Produits non alimentaires (d'entretien, pour l'agriculture, manufacturés).
- Cette rapide analyse ne rend compte que bien imparfaitement de l'ampleur et des précisions de cette nouvelle présentation dont l'auteur mérite de chaleureuses félicitations et notre reconnaissance.

Pour expliquer la qualité de l'œuvre et la grande compétence de son auteur, précisons que R. A. Dehove, ingénieur chimiste, licencié es Sciences, inspecteur général honoraire du Service de la répression des fraudes et du Contrôle de la qualité, ancien directeur du Laboratoire central de Recherches et d'Analyses, est maintenant Expert et Consultant de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.

G. Thieulin.

**Fourniat (J.). — Contribution à l'étude des conditions de culture industrielle de *Lactobacillus bulgaricus*. Thèse doctorat d'Etat en pharmacie. Université Paris-Sud (92 Châtenay-Malabry). Série E n° 16. Vol. ronéo, 165 p. 21 cm × 30 cm, nomb. tab. et fig., 4 juin 1974.**

Cet important document offre à la lecture les chapitres suivants :

- 1) Connaissances actuelles sur *Lactobacillus bulgaricus* :
  - Classification et importance biologique des lactobacilles (systématique, classification, description, importance biologique et industrielle).
  - Métabolisme de *L. bulgaricus* (culture, métabolismes ; action des vitamines et de substances diverses, cultures symbiotiques).
- 2) Etude des conditions de culture industrielle de *L. bulgaricus* :
  - Matériel et méthodes (souches utilisées, conservation des souches, milieux, matériel, conduite d'un essai, dosages des acides aminés libres).
  - Essais sur la souche INRA 36 (recherches sur les conditions de préparation du milieu, influence du pH sur la croissance).
  - Essais sur la souche mutante (isolement, influence du pH sur la croissance, influence des facteurs physiques, influence des constituants du milieu, influence de divers produits chimiques, action de l'addition de diverses substances d'origine naturelle, mise au point du milieu final).

#### Conclusion

Nos recherches ont eu pour dessein de définir les conditions optimales de culture industrielle de *L. bulgaricus*.

Pour effectuer nos essais, nous disposions d'unités de fermentation de 20 l. L'emploi de ce matériel nous a permis de nous rapprocher au maximum des conditions industrielles.

L'évolution de la croissance bactérienne fut suivie par numération des germes viables en milieu gélosé sur des prélèvements effectués à intervalles réguliers.

Pour réaliser nos essais, nous sommes partis de la formule d'un milieu de culture couramment utilisé dans l'industrie laitière, dérivé du milieu décrit par Guittonneau et Chevalier au lait papainé.

Au cours de nos essais, nous avons isolé une souche mutante de *L. bulgaricus* INRA 36. Celle-ci, moins exigeante que la souche originelle, nous donnait, dans le milieu de base digéré et stérilisé à pH 7 que nous utilisons alors, une population beaucoup plus importante. C'est avec cette nouvelle souche que la plupart des essais ont été réalisés.



Dans un premier temps, nos travaux ont porté sur les conditions de préparation de notre milieu de base. Nous avons montré l'influence du pH de préparation de ce milieu sur le rendement bactérien. La valeur de pH donnant les meilleurs résultats est pH 7. Ce pH permet une action plus favorable de la papaine et la production, au cours de la stérilisation, de produits de dégradation du glucose stimulant la croissance de *L. bulgaricus*.

Le dosage des acides aminés libres des milieux ayant subi l'action de la papaine à pH 5,6 (pH du milieu après dissolution des divers éléments constitutifs) et pH 7, a été effectué. Les différences observées semblent indiquer qu'à pH 5,6 il y aurait dégradation, totale ou partielle, d'un peptide stimulant la croissance de *L. bulgaricus*, contenant notamment de l'acide aspartique, de la thréonine, de la sérine et de l'acide glutamique.

Nous avons, d'autre part, montré que lors de la stérilisation du milieu préalablement glucosé, à pH 7, il se formait des substances réductrices permettant à la culture de se dérouler avec un potentiel d'oxydo-réduction toujours situé en zone réductrice, donc plus favorable au développement d'un germe micro-aérophile.

Nous avons également montré qu'une partie de l'effet activateur de cette stérilisation du milieu préalablement glucosé pouvait être due à la formation de dérivés du glucose, produits sous l'action de la chaleur, en présence de phosphates.

L'analyse des acides aminés libres contenus dans le milieu de culture, avant et après croissance bactérienne, nous a permis de définir les acides aminés utilisés par *L. bulgaricus*, et de montrer son activité protéolytique conduisant à la libération dans le milieu de culture de nombreux acides aminés.

L'addition, au milieu de culture, des acides aminés dont la teneur est abaissée (acide aspartique, thréonine, alanine et lysine) au cours de la croissance, n'augmente pas la population obtenue en fin de culture.

Avec nos deux souches, nous avons montré que, malgré la rapidité du développement de *L. bulgaricus*, la culture à pH constant était nécessaire pour l'obtention d'une population élevée. Deux valeurs de pH de régulation ont été étudiées : pH 5,6 et pH 6,5. Les populations maximales obtenues à ces deux pH de régulation sont identiques, mais le taux de croissance est légèrement plus élevé pour les cultures régulées à pH 5,6.

Divers agents de régulation du pH ont été étudiés (soude, ammoniac en solution, ammoniac gazeux) ; c'est avec l'ammoniac gazeux que nous avons eu les meilleurs résultats.

Avec la souche mutante et le milieu préparé à pH 7, nous avons étudié l'influence de la concentration en glucose sur la croissance bactérienne. Nous avons constaté que la concentration minimale (20 g/l) pour obtenir une population maximale, provoque une chute relativement rapide de cette population peu après la fin de la phase exponentielle de croissance. L'addition d'une solution stérile de glucose en continu permet de maintenir le plateau de croissance durant plusieurs heures, permettant ainsi une utilisation plus rationnelle du milieu.

Tous les constituants du milieu Guittonneau-Chevalier sont nécessaires pour l'obtention d'une population bactérienne maximale. L'augmentation de la teneur en corn-steep de 10 à 20 ml/l, permet d'augmenter de

façon nette la population, mais les résultats obtenus sont très irréguliers. Une concentration de 40 ml/l devient toxique pour les bactéries.

L'influence de l'addition de diverses substances sur la croissance de notre souche mutante de *L. bulgaricus* a été déterminée. La plupart des produits étudiés se sont révélés sans action bénéfique sur la croissance en milieu Guittonneau-Chevalier ; notamment les sulfates de magnésium et de manganèse, la cystéine et la méthionine, le Tween 80, les phosphates, la farine de soja, le bouillon de carottes...

Les seules substances nous ayant donné des résultats satisfaisants sont le bouillon et la mélasse de betteraves sucrières. La concentration optimal de mélasse de betteraves est de 50 g/l lorsque le milieu de culture est préparé avec 20 g/l de glucose. Avec une concentration en glucose de 50 g/l, cette teneur en mélasse présente un léger effet toxique. A la dose de 100 g/l, la mélasse de betteraves n'a plus d'effet favorable sur la croissance (même dans un milieu contenant 20 g/l de glucose). A cette dose, il semble que l'action des produits activateurs contenus dans la mélasse soit contrecarrée par l'action de substances à potentialité toxique.

L'action favorable, sur la croissance de *L. bulgaricus*, de la mélasse ne semble pas être due aux acides aminés qu'elle contient. Il semble que ce produit apporte à *L. bulgaricus* la plupart des substances actives présentes dans l'autolysat de levures. Nous nous proposons, dans un travail ultérieur, d'essayer d'identifier ces produits activateurs.

Les résultats de nos travaux nous conduisent à proposer un nouveau milieu, dérivé du milieu de Guittonneau et Chevalier au lait papainé, pour la culture industrielle de *L. bulgaricus*. Dans ce milieu, la population viable obtenue avec la souche mutante est de  $3,2 \cdot 10^8$  germes par ml après 7 h de culture, cette culture étant réalisée à pH constant (régulation à pH 5,6 par l'ammoniac gazeux). L'addition, à partir de la 6<sup>e</sup> heure, en continu d'une solution stérile de glucose, permet de maintenir cette population viable durant plusieurs heures.

En utilisant ces conditions de culture, la souche d'origine INRA 36 permet d'obtenir des populations identiques à celles obtenues avec notre mutant.

R.

*Institut National pour la recherche en laiterie* (Shinfield Reading-Angleterre). **Revue biennale** (en anglais). Brochure reliée 12 × 24,5, 72 p., nomb. ill., Berkshire RG2 9AT, 1974.

Après l'exposé habituel des Membres du personnel scientifique et de l'administration, le lecteur trouvera dans cet ouvrage plusieurs monographies très détaillées sur les sujets suivants :

- Réponse de la vache laitière à l'importance de la ration alimentaire.
- Mécanisme de l'action de divers éléments de la machine à traire.
- La flaveur du fromage de Cheddar.

Quatre pages en hors-texte illustrent par reproduction photographique les appareils étudiés et les appareillages discutés.

G. T.

*Lipatov (N. N.) (U.R.S.S.). — Bulletin F.I.L. correspondant au document n° 75. Nouvelles méthodes physiques pour le traitement des produits laitiers.* Brochure 16 × 24, 26 p. (en français et en anglais), Secrétariat général de la F.I.L., 41, square Vergote - 1040 Bruxelles (Belgique), 1973.

Cette publication fait suite à la proposition du Comité national de l'U.R.S.S. lors des 53<sup>es</sup> Sessions annuelles de la F.I.L.

Ainsi que le souligne le rapporteur, c'est davantage l'utilisation des méthodes qui est nouvelle et non pas les méthodes elles-mêmes, car celles-ci, du point de vue de la physique et de la chimie physique sont bien connues.

L'exposé comporte successivement :

- Méthodes utilisées dans le traitement du lait et des produits laitiers, basées sur la lyophilisation.
- Méthodes basées sur l'homogénéisation du lait au moyen des ultra-sons.
- Méthodes basées sur la pasteurisation et la stérilisation du lait (pasteurisation par irradiation U.V. ; pasteurisation  $\beta$  et  $\gamma$  ; pasteurisation par courants à haute et ultra-haute fréquence ; stérilisation par l'emploi de l'énergie mécanique (friction).
- Méthodes basées sur la séparation des divers composants du lait et du lactosérum (ultra-filtration ; filtration sur gel ; électrodialyse).

En conclusion, l'auteur signale que les recherches expérimentales relatives à certains procédés de traitement seront incontestablement poursuivies par la mise au point d'installations à grande échelle industrielle et de chaînes de production de grande capacité.

Les recherches en cours permettent également de conclure que l'application industrielle de certaines des méthodes mentionnées est pleine d'avenir et s'avère profitable.

De telles recherches serviront de base pour la mise au point de méthodes entièrement nouvelles, actuellement inimaginables, en vue du traitement du lait. Tout ceci servira à promouvoir le progrès technique de l'industrie laitière.

G. T.

## 2° JOURNAUX, REVUES, SOCIÉTÉS SAVANTES

### PRODUCTION

*Mc Daniel (B. T.) et King (G. J.). — Différences en lait et MG pour des vaches inscrites au herd-book ayant subi l'insémination artificielle et naturelle.* *Journal of Dairy Science (U.S.A.)*, 1974, n° 1, p. 112.

On a étudié environ 4 millions de lactations équivalent à une maturité de 305 j de vaches traitées deux fois par jour, inscrites dans les herd-books des cinq principales races laitières. Ces lactations étaient de vaches ayant subi l'insémination artificielle et naturelle, et vêlant entre 1954 et 1969. Les vaches ayant subi l'insémination artificielle avaient de plus hauts rendements en lait et en MG dans presque tous les cas. Cette

# la technique laitière

REVUE PROFESSIONNELLE  
INDÉPENDANTE  
DE TECHNIQUE PRATIQUE

---

paraît les 1<sup>er</sup>, 10 et 20  
de chaque mois

---

ADMINISTRATION ET PUBLICITÉ

8, RUE PORT-MAHON  
PARIS (2<sup>e</sup>)

TÉL. OPÉRA 94-32.  
92-28 et 83-78

---

SPÉCIMENS GRATUITS SUR DEMANDE

ENFIN !

des solutions nouvelles et  
efficaces...

Avez-vous besoin de nettoyer,  
détartrer, désinfecter à froid ?

**IODOROX 43 acide**

Voulez-vous réduire vos  
dépenses en soude  
ou vos temps de nettoyage ?

**ADIROX 24 BL**

Avez-vous besoin d'améliorer  
l'action détergente  
d'un produit ?

**ADIROX 24 BL**

Voulez-vous désinfecter  
à fond ?

**IODOROX 220**

**IODOROX 430**

Voulez-vous enfin résoudre le  
problème de la qualité  
à la ferme

**IODOROX 43 acide**

**AROX 242 BL**

---

**S A C I**

société d'application de chimie  
industrielle


12, rue Le Chatelier - 75017 Paris

Tél. : 754-63-05 et la suite



MOISSISSURES ET FERMENTS  
pour croûtage  
SAINT-MARCELLIN FROMAGE DE CHEVRE  
SAINT-NECTAIRE TOMME DE SAVOIE  
REBLONCHON etc...



SOCHAL sa.  18 et 30  
15400 SAINT-ETIENNE-DE-CHOMEIL

## "IL MONDO DEL LATTE" "IL LATTE NEL MONDO"

organe Officiel de  
l' « Associazione Italiana Lattierio Casearia »

*Rédaction et Administration :*  
Rue Pietro Verri, 8, MILANO

Prix de l'abonnement pour une année (12 numéros)

ITALIE : 3 500 lire  
ETRANGER : 6 000 lire

## SYNDICAT DES FABRICANTS DU VÉRITABLE CAMEMBERT DE NORMANDIE

82, rue de Bernières — CAEN — Téléphone : 31-92

•  
*(Groupant tous les fabricants normands)*  
•

“ Le Véritable  
CAMEMBERT  
vient de NORMANDIE ”

supériorité était généralement la plus grande chez les vaches vêlant à 2 ans et diminuait ordinairement avec l'âge. Etude détaillée de cette supériorité des vaches soumises à l'insémination artificielle.

R.

*Mehta (R. S.), Bassette (R.) et Ward (G.). — La triméthylamine responsable du goût de poisson dans le lait provenant de vaches recevant du blé. Journal of Dairy Science (U.S.A.), 1974, n° 3, p. 285.*

On a mis au point une méthode pour quantifier la triméthylamine et la méthylamine par chromatographie en phases gazeuse et liquide dans des distillats de vapeur de lait. Il y avait une diminution des notes gustatives du lait et une augmentation proportionnelle des concentrations de triméthylamine jusqu'à 4,08 ppm et de méthylamine jusqu'à 57,5 ppm dans le lait de deux vaches ayant reçu du blé en hiver pendant 8 j. Les notes de dégustation de dix laits commerciaux se situaient entre 34,0 et 38,3 et les concentrations de triméthylamine et de méthylamine, entre 0,26 et 1,28, et 4,85 et 14,63 ppm, bien au-dessous des seuils de saveur estimés dans le lait, déterminés par des essais triangulaires. Le seuil de saveur pour la triméthylamine est d'environ 2 ppm tandis que la méthylamine n'était pas décelable organoleptiquement à 80 ppm. La première à 4 ppm diminue les notes de dégustation de 36,6 (lait normal) à 32,0, tandis que 40 ppm de la seconde donnait une note de 37,0. L'addition de triméthylamine est donc responsable du goût de poisson du lait produit par des vaches ayant reçu du blé.

R.

*Thatcher (W. W.), Gwazdauskas (F. C.), Wilcox (C. J.), Toms (J.), Head (H. H.), Buffington (D. E.) et Fredriksson (W. B.). — Rendement de traite et efficacité reproductrice de vaches laitières dans une structure à environnement contrôlé. Journal of Dairy Science (U.S.A.), 1974, n° 3, p. 304.*

Les effets d'un environnement contrôlé sur la production et la reproduction ont été évalués sur quatre groupes de vaches : T1, restées dehors 24 h ; T2, à l'intérieur, de 19 h 30 à 5 h 30 ; T3, à l'intérieur de 5 h 30 à 19 h 30 ; T4, à l'intérieur pendant 24 h. Les heures-degrés journalières moyennes au-dessus de 21° C (T1 à T4) pour 1970 (148 j) et 1971 (79 j) ont été de 100, 84, 41, 11 et 71, 62, 19, 0. Le rendement en lait, la teneur en MG p.100, le rendement en MG, le lait corrigé sur la MG à 7 p.100 et les taux de conception ont été améliorés par l'environnement contrôlé. Ajustés aux moindres carrés, les rendements en lait corrigés sur 4 p.100 MG, quotidiens (kg), 208 vaches au total, étaient pour T1 14,23, pour T2 14,48, pour T3 14,96 et pour T4 15,57. Les taux de conception à tous les services (n = 305) étaient pour T1 28,1 p.100, T2 28,4 p.100, T3 40,0 p.100 et T4 38,8 p.100.

R.

*Dash (S. K.), Voelker (H. H.), Muller (L. D.) et Schingoethe (D. J.). — Le sérum séché comme additif au foin d'alfalfa ensilé reconstitué. Journal of Dairy Science (U.S.A.), 1974, n° 3, p. 314.*

Du sérum séché a été ajouté à raison de 0,1 et 10 p.100 à du foin d'alfalfa haché de première coupe. Le matériel a été reconstitué avec

environ 50 p. 100 d'eau et conservé dans des silos expérimentaux. L'addition de sérum augmente l'acide lactique, diminue l'acide acétique et réduit le pH des ensilages de foin. Les caractéristiques de fermentation désirable sont inhabituellement meilleures dans les ensilages de foin traités avec 10 p. 100 de sérum. Les teneurs en fibre/détergent acide, en parois cellulaires et la cellulose étaient plus basses dans les ensilages de foin traités avec du sérum. On ne constatait pas de différences dans l'azote des fibres selon les traitements. Les résultats d'un essai de digestion avec quatre taureaux Holstein indiquaient des digestibilités apparentes de la matière sèche, l'extrait à l'éther, d'énergie, de cellulose, de lignine et d'hémicellulose accrues avec l'addition de sérum. Le sérum augmente aussi la digestibilité des teneurs en parois cellulaires et en cendre. Les digestibilités étaient généralement les plus élevées pour l'ensilage de foin traité avec 10 p. 100 de sérum, sauf la digestibilité de la cellulose qui était la plus élevée pour 1 p. 100 de sérum. Les digestibilités de la protéine de l'ensilage de foin n'étaient pas affectées par le traitement au sérum.

R.

*Tyrrell (H. F.) et Moe (P. W.)*. — **Valeur énergétique nette d'une ration de maïs et d'orge pour la lactation.** *Journal of Dairy Science (U.S.A.)*, 1974, n° 4, p. 451.

Deux rations contenant 39 p. 100 de maïs ensilé, 12 p. 100 de supplément minéral protéique et 49 p. 100 de matière sèche du maïs ou de l'orge ont été chacune distribuées continuellement à quatre vaches Holstein pendant 12 semaines. La quantité de la ration était restreinte pour minimiser les changements du tissu corporel et éliminer les refus d'aliment. On a effectué deux mesures complètes du bilan énergétique sur chaque vache pendant l'expérience. La ration n'avait pas d'effet sur la digestibilité des composants immédiats et fibreux, mais l'augmentation de la prise de la quantité proche de l'entretien jusqu'à trois fois la ration d'entretien était associée à une diminution de digestibilité de la matière organique et de l'énergie. La digestibilité de la cellulose et de l'hémicellulose diminuait de 8 p. 100, et l'amidon de 3 p. 100 pour chaque augmentation de prise équivalente à un multiple de la ration d'entretien. La valeur énergétique nette moyenne pour la lactation, de la ration de maïs ajustée à l'absorption d'entretien, était de 1,99 Mcal par kg de matière sèche, comparée à 1,83 pour la ration d'orge. La valeur énergétique nette diminuait avec l'augmentation de l'absorption.

R.

*MacLeod (G. K.), Grieve (D. G.) et Freeman (M. G.)*. — **Rendement de vaches laitières recevant du maïs égrené à haute teneur en humidité et traité à l'acide.** *Journal of Dairy Science (U.S.A.)*, 1974, n° 4, p. 439.

Les auteurs ont comparé la valeur alimentaire de maïs égrené à haute teneur en humidité (24 p. 100) traité avec de l'acide propionique à 0,95 p. 100 ou avec un mélange 40/60 d'acides acétique et propionique (1,15 p. 100) avec du maïs égrené séché en rations concentrées pour des vaches laitières. Quarante-deux vaches Holstein, comprenant 9 génisses du premier veau, ont été réparties en trois groupes et ont reçu ces rations pendant 7 à 12 semaines de lactation. Les semaines 1 à 6 et 13 à 18 de la lactation ont été les périodes de standardisation (ou témoins ?).

On a analysé les résultats des 2 dernières semaines de chaque période. Les rendements en lait réels et corrigés sur l'extrait sec, la matière grasse, les protéines et le lactose ainsi que l'absorption (« prise ») volontaire totale de matière sèche du fourrage n'étaient pas très différents pour les trois concentrés à base de maïs. Les rations n'avaient pas d'effet apparent sur la modification du poids corporel ou la santé de l'animal. Le maïs conservé chimiquement par la méthode du traitement acide étant satisfaisant et d'une valeur alimentaire égale au maïs égrené séché pour les vaches laitières en lactation.

R.

### PHYSICO-CHIMIE

Walsh (B.) et Cogan (T. M.). — **Séparation et estimation du diacétyl et de l'acétoïne dans le lait.** *Journal of Dairy Research* (G. B.), 1974, n° 1 p. 25.

On décrit deux méthodes pour la séparation du diacétyl et de l'acétoïne dans le lait par distillation en phase vapeur. Dans la première méthode l'acétoïne est mesurée dans le résidu restant dans le flacon d'extraction après distillation en phase vapeur tandis que le diacétyl est mesuré dans les 10 premiers ml de distillat renfermant 35 p.100 de l'acétoïne et 100 p.100 du diacétyl. Des augmentations du volume de résidu prélevé pour analyse diminuent le développement de couleur par l'acétoïne. Dans la méthode préférée (la seconde), le diacétyl est mesuré dans les 10 premiers ml de distillat et d'acétoïne et dans les 10 ml suivants de distillat renfermant environ 24 p.100 de l'acétoïne ajoutée. Le diacétyl est mesuré dans les deux méthodes par une modification de la méthode de Prill et Hammer (Walsh et Cogan, 1974) et l'acétoïne, par le procédé de Westefeld (1945).

R.

Walsh (B.) et Cogan (T. M.). — **Autres études sur l'estimation du diacétyl par les méthodes de Prill et Hammer et de Owades et Jakovac.** *Journal of Dairy Research* (G. B.), 1974, n° 1, p. 31.

Aussi bien le taux de formation et la quantité totale de diméthylglyoxime formé à partir du diacétyl en présence d'hydroxylamine étaient augmentés sur l'omission de phosphate par le réactif hydroxylamine de Owades et Jakovac (1963). L'acétate de sodium n'était pas non plus nécessaire et diminuait légèrement la vitesse de formation du diméthylglyoxime. La concentration optimale d'hydroxylamine se situe entre 0,5 et 0,75 M. Le temps de chauffage nécessaire pour la formation de diméthylglyoxime peut être réduit de 60 à 20 mn à 75° C. En se basant sur ces découvertes on recommande une méthode abrégée et plus sensible pour l'estimation du diacétyl.

R.

Wilson (G. A.), Wheelock (J. V.) et Kirk (A.). — **L'effet de la réduction et de l'alkylation sur la phase primaire de l'action de la rennine sur du lait non traité et traité par la chaleur.** *Journal of Dairy Research* (G.B.), 1974, n° 1, p. 37.

On a étudié les effets d'agents réduisant la cystine et d'agents alkylant le sulfhydryl sur l'intensité de la phase primaire de l'action de la rennine sur du lait non chauffé et chauffé. Les agents alkylants ont un effet négligeable, mais les échantillons chauffés, réduits avec de la tri-n-butyl



phosphine avant l'alkylation avec un agent monofonctionnel (iodoacétate de sodium) n'accusaient pas l'inhibition habituelle de la phase primaire. Les échantillons chauffés, réduits et alkylés avec un agent bifonctionnel (dibromure d'éthylène) donnaient l'inhibition normale. Ces résultats indiquent que les effets sur la phase primaire dus au traitement thermique sont déterminés dans une large mesure par redistribution des liaisons transversales disulfure, et si celles-ci sont brisées de façon permanente, la chaleur semble avoir peu d'effet.

R.

**Sharma (K. K.) et Randolph (H. E.). — Influence de la mammite sur les propriétés du lait. VIII. Répartition de la caséine soluble et micellaire.** *Journal of Dairy Science* (U.S.A.), 1974, n° 1, p. 19.

On a étudié l'effet de la mammite sur la répartition de la caséine soluble et micellaire dans du lait écrémé. Des échantillons de lait provenant de quartiers couplés de vaches individuelles ont été choisis sur les réactions positives au Wisconsin Mastitis Test (plus de 20 mm) et négatives (moins de 10 mm). Environ 51 à 78 p. 100 de la caséine totale était sédimentée dans les laits positifs et 71 à 94 p. 100 dans les laits négatifs par centrifugation à 56000-144000 x g pendant 1 h à 4° C. La dialyse du lait écrémé négatif contre le positif (1:10 v/v en rapport) pendant 36 h à 4° C augmentait la sédimentation de la caséine dans le lait positif. La concentration de caséine soluble était plus élevée et celle de caséine micellaire plus faible dans les laits positifs que dans les négatifs dans des conditions variables de concentration en calcium, de pH et de température. La teneur en caséine soluble était la plus élevée dans les deux laits écrémés à environ pH 5,5, et la plus basse à pH 6,5 pour les laits négatifs et pH 7,0 pour les laits positifs.

R.

**Groux (M.). — Altérations chimiques du lait écrémé concentré traité par la chaleur.** *Journal of Dairy Science* (U.S.A.), 1974, n° 2, p. 153.

La chaleur cause la production de 5-hydroxyméthylfurfural et des pigments liés à la protéine (mélanoïdines) dans du lait écrémé concentré. Etude de ce phénomène. Dans les conditions de la stérilisation commerciale normale (F inférieur à 5), la concentration en 5-hydroxyméthylfurfural augmente nettement avec l'intensité de chaleur. Au-dessus de F = 5 (surchauffage), cette concentration est légèrement plus élevée. Au contraire, la quantité de pigments liés à la protéine augmente à une vitesse constante avec l'intensité du chauffage dans toute la portée de F (F = 0,5 à 18). Ainsi, la détermination du 5-hydroxyméthylfurfural fournit une méthode rapide pour estimer l'intensité du traitement thermique pour le traitement normal de laits concentrés. Cependant une mesure précise du surchauffage exigerait la détermination, plus longue, des pigments liés à la protéine.

R.

**Pastore (M.), Morisi (F.) et Viglia (A.). — Réduction du lactose du lait par de la  $\beta$ -galactosidase « enfermée ». II. Conditions pour un procédé continu industriel.** *Journal of Dairy Science* (U.S.A.), 1974, n° 3, p. 269.

On a étudié la cinétique de l'hydrolyse du lactose dans le lait par la  $\beta$ -galactosidase enfermée dans des fibres de triacétate de cellulose. Avec

des préparations actives de  $\beta$ -galactosidase l'hydrolyse intervient à des températures peu élevées. 75 p.100 du lactose du lait est hydrolysé en 4 h à 5° C et la qualité du lait traité est bonne du point de vue de la saveur et du point de vue bactériologique. Les bactéries mésophiles et psychrophiles sont toujours inférieures au nombre de 15 000/ml dans le lait traité.

R.

*Desmazeaud (M.J.). — Propriétés générales et spécificité d'action endopeptidase neutre intracellulaire de Streptococcus thermophilus. Biochimie, 1974, 56, 1173-1181.*

La purification, les principales propriétés et la spécificité d'action d'une endopeptidase intracellulaire de *S. thermophilus* sont décrites dans ce mémoire.

Les étapes préliminaires de purification de l'extrait endocellulaire ont été décrites précédemment ainsi que l'isolement de l'endopeptidase après chromatographie sur DEAE-cellulose et ECTEOLA-cellulose. La purification de l'endopeptidase était achevée par deux chromatographies successives sur DEAE-cellulose micro-granulaire et par filtration sur gel Sephadex G 100. Son poids moléculaire était estimé à 39 000 daltons par filtration sur gel Sephadex G 100. Son activité était maximum à pH 6,50 et à 40° C (substrat glucagon) ; l'énergie apparente d'activation était de 10 000 cal./mole. L'endopeptidase était stable pour les températures inférieures à 40° C. L'EDTA  $5 \times 10^{-4}$  M inhibait fortement l'enzyme et l'O-phénanthroline faiblement. Les ions  $Mn^{++}$  la réactivaient totalement, les ions  $Co^{++}$ ,  $Zn^{++}$ ,  $Mg^{++}$ , ou  $Ca^{++}$  partiellement, après l'inactivation par un chélateur tel que l'EDTA. Le p-CMB l'inhibait faiblement mais l'acide iodoacétique et le DFP n'étaient pas inhibiteurs.

Cette enzyme hydrolyse la chaîne B carboxyméthylée de l'insuline plus fortement que le glucagon, mais elle ne semble hydrolyser les protéines natives (insuline, cytochrome C, ribonucléase,  $\beta$ -lactoglobuline, caséines). Elle n'hydrolyse pas non plus ni la LNA, ni la Leu-Leu, ni la BAEE, ni la BTEE, ni la TAEE. De plus, aucun acide aminé libre n'était non plus retrouvé après hydrolyse du glucagon ou de la chaîne B de l'insuline. Donc cette peptidase doit être considérée comme une endopeptidase stricte. Sa spécificité était déterminée par analyse des peptides des hydrolysats de glucagon et de chaîne B de l'insuline. Ces peptides étaient isolés sur colonne de Bio-Rad AG 50 W  $\times$  2 et Bio-Gel P 2 et par chromatographie sur papier et électrophorèse sous haute tension. La position des peptides dans ces chaînes et l'estimation de leur rendement montrent que les deux liaisons peptidiques Tyr<sub>16</sub>-Leu<sub>17</sub> et Gly<sub>23</sub>-Phe<sub>24</sub> de la chaîne B de l'insuline sont très sensibles à l'action de l'endopeptidase ; les liaisons His<sub>5</sub>-Leu<sub>6</sub>, His<sub>10</sub>-Leu<sub>11</sub>, Glu<sub>13</sub>-Ala<sub>14</sub>, Ala<sub>14</sub>-Leu<sub>15</sub>, Leu<sub>15</sub>-Tyr<sub>16</sub>, et Tyr<sub>26</sub>-Thr<sub>27</sub> de la chaîne B de l'insuline et Thr<sub>5</sub>-Phe<sub>6</sub>, Asp<sub>21</sub>-Phe<sub>22</sub>, Val<sub>27</sub>-Gln<sub>24</sub>, et Leu<sub>37</sub>-Met<sub>37</sub> du glucagon sont moins rapidement hydrolysées. La plupart des liaisons peptidiques et, spécialement celles les plus rapidement clivées, impliquent le groupe  $\alpha$ -aminé d'un résidu hydrophobe, tel que X-Leu ou X-Phe. Donc cet enzyme intracellulaire appartient au groupe des endopeptidases « neutres ».

Résumé de l'auteur.

*Kupyanskij (G. Ya.) et Khrulkov (G. H.). — Appareil pour mesurer la teneur en protéines du lait. Molotchnaya Promychnost (Moscou), 1974, n° 2, p. 11.*

Description du « protéinomètre EPN-70 » construit pour la mesure rapide de la teneur p. 100 en protéines des laits de mélange. Fonctionnement de cet appareil, basé sur le principe de la fluorescence. Mesure de l'intensité de la fluorescence des molécules protéiques sous l'influence des rayons ultra-violet. Description des parties optique et mécanique ainsi qu'électronique de l'appareil. Dilution de l'échantillon de lait avec une solution de chlorure de calcium à 2 p.100 dans de l'eau distillée. Caractéristiques techniques de l'appareil. Ses possibilités d'utilisation dans les fermes productrices, centres de collecte du lait et laiteries transformatrices.

R.

*Chmeleva (L. I.), Yakovlev (D. A.) et Ibragimova (A. Z.). — Détermination du diacétyl dans les levains. Molotchnaya Promychnost (Moscou), 1974, n° 2, p. 21.*

Méthodes utilisées pour l'étude des substances aromatiques dans les produits alimentaires. Une méthode rapide et précise pour déterminer la quantité de diacétyl dans les levains producteurs d'arôme et les laits fermentés. Préparation de l'échantillon. Chromatogramme de la vapeur au-dessus de l'échantillon de lait fermenté. Distillation par la vapeur. Chromatogramme du lait fermenté pour la distillation par la vapeur, avec la pointe indiquant le diacétyl. Distillation sous vide. Détermination du diacétyl par la méthode de Pack. Description de l'installation pour cette détermination.

R.

*Brusilovskij (L. P.) et Aristova (V. P.). — Nouvelles méthodes instrumentales et appareils de contrôle de la constitution et de la qualité du lait. Molotchnaya Promychnost (Moscou), 1974, n° 3, p. 23.*

Mise au point de ces méthodes et appareils en utilisant les résultats de la science contemporaine en matière de spectrophotométrie, de spectrométrie infra-rouge, de fluorimétrie, des ultrasons, de potentiométrie, de conductométrie, etc. Appareils semi-automatiques et automatiques pour le contrôle de la teneur en matière grasse, en protéines et en extrait sec dégraissé du lait, de son acidité, etc. Mesure de la teneur en matière grasse par fluorescence. Caractéristiques techniques de l'appareil. Analyseur à ultrasons, principe et description. Brèves descriptions de nombreux autres appareils.

R.

*Modler (H. W.), Brunner (J. R.) et Stine (C. M.). — Protéase extracellulaire de *Penicillium roqueforti*. 1. Production caractéristique de la préparation de l'enzyme brute. *Journal of Dairy Science*, 1974, vol. 57, n° 5, p. 523-527.*

L'activité protéolytique de diverses souches de *Penicillium roqueforti* a été qualitativement étudiée. L'activité protéolytique extracellulaire a été basée sur la précipitation de caséines sensibles au calcium dans un milieu gélosé. Un extrait, privé de cellules, de la souche produisant les

plus grandes quantités de protéase a été préparé par centrifugation de la culture, suivie d'une filtration sur filtres millipores. L'essai d'activité protéolytique a été basé sur la quantité d'azote soluble dans l'acide trichloracétique obtenu après étuvage de 9 mn à 30° C avec un p. 100 de caséine Hammersten au pH de 5,75. La protéase extracellulaire a révélé un pH optimum de 3 et de 5,5 pour l'albumine et la caséine de sérum bovin. La stabilité maximale a demandé un pH de 3 à 6. La température optimale pour l'activité protéolytique a été de 46° C, l'inactivation thermique débutant à 48° C.

R.

*Modler (H. W.), Brunner (J. R.) et Stine (C. M.). — Protéase extracellulaire de *Penicillium roqueforti*. 2. Caractérisation de la préparation de l'enzyme purifiée. Journal of Dairy Science, 1974, vol. 57, n° 5, p. 528-534.*

La protéase extracellulaire de *Penicillium roqueforti* a été obtenue d'un extrait concentré, privé de cellules, par fractionnement sur séphadex. Les poids moléculaires de 49 et 45 daltons ont été établis par les techniques de filtration et l'électrophorèse sur gel. Différentes caractéristiques ont été dégagées. Les études sur le caillage du lait ont montré que la protéase fongique était une enzyme protéolytique non spécifique et se révélait 14 fois plus protéolytique que la présure de veau, les temps de caillage restant identiques. En raison de sa caractéristique protéolytique générale, la protéase fongique n'est pas à considérer comme un substitut acceptable de la présure de veau dans les petites fabrications fromagères.

R.

*Anderson (B. A.) et Berlin (E.). — Taux d'humidité et teneur en alpha-lactose cristallisé des poudres de sérum. Journal of Dairy Science, 1974, vol. 57, n° 7, p. 786-792.*

Différentes méthodes sont utilisées pour rechercher le taux d'humidité et d'alpha-lactose cristallisé dans les poudres de sérum provenant de Cheddar et de fromage blanc (Cottage Cheese). Les déterminations de lactose ont été faites par polarimétrie. La déshydratation des poudres est compliquée par la volatilisation de l'acide lactique et la dénaturation même de ces poudres. La teneur en lactose peut être estimée à moins de 10 p. 100 en prenant la différence entre les valeurs de l'humidité totale et de l'humidité libre. La thermogravimétrie peut permettre une même appréciation du lactose dans les produits autres que les poudres de sérum de fromage blanc.

G. T.

*Clegg (K. M.), Lim (C. L.) et Manson (W.). — Structure d'un peptide amer dérivé de la caséine par digestion due à la papaïne. Journal of Dairy Research, 1974, vol. 41, n° 2, p. 283-287.*

Le traitement de la caséine entière de lait de vache par la papaïne a donné un dérivé de goût amer. Cette amertume a été reconnue provenir de la propriété d'un peptide dont l'origine unique était la  $\beta$ -caséine. Dans cette note, la relation existant entre la flaveur d'amertume et la structure originelle dans le peptide est brièvement discutée.

R.

## BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE

## 1° JOURNAUX, REVUES, SOCIÉTÉS SAVANTES

*Journal of Dairy Science*, 1974, vol. 57, n° 7. — R. T. J. CLARKE et coll. : Météorisation mousseuse du bétail (Monographie), p. 753-785. — B. A. ANDERSON et coll. : Analyse et estimation de l'humidité de l'alpha-lactose cristallin dans les poudres de lait, p. 786-792. — R. L. RICHTER et coll. : Fractionnement de la protéine de lacto-sérum à l'aide de polyéthylène glycol, p. 793-796. — R. W. BROWN : Composés affectant la croissance de *St. agalactiae* dans le lait, p. 797-802. — M. J. LATHAM et coll. : Fermentation et micro-organismes dans le rumen et teneur du lait en matière grasse chez les vaches selon leur ration alimentaire, p. 803-810. — R. C. LAMB et coll. : Réponse à une alimentation à taux variable de protéines, p. 811-815. — L. B. WILLET : Revêtement de protection de l'ensilage contre les contaminations, p. 816-825. — J. M. FORBES et coll. : Transferts au niveau d'hypothalamus et du liquide cérébro-spinal chez les ovins, p. 826-832. — C. BRANTON et coll. : Etudes de génétique sur le bétail Holstein, p. 833-841. — T. R. BATRA et coll. : Poids et mensurations corporelles de bétail Holstein Guernesey et leurs croisements, p. 842-848.

N° 8. — V. H. HOLSINGER et coll. : Boissons à base de lacto-sérum (Monographie), p. 849-859. — R. V. CHAUDHARI et coll. : Purification et caractérisation des protéases gastriques chez l'agneau, p. 860-864. — H. E. RANDOLPH et coll. : Influence de la mammité sur les propriétés du lait. 10. Teneur en différents acides gras ; p. 865-868. — L. VIK-MO et coll. : Production de lacto-protéine chez des vaches après infusion de caséine ou de glucose dans la caillette, p. 869-877. — J. M. FORBES et coll. : Alimentation solide et liquide des ovins consécutivement à des injections hypothalamiques de carbachol, p. 878-883. — R. N. DEB et coll. : Enregistrements de lactation chez du bétail Jersey en Pennsylvania (date du vêlage, caractéristiques génétiques divers), p. 884-888. — G. L. HARGROVE et coll. : Méthodes d'appréciation du taureau, p. 889-893. — P. A. OLTENACU et coll. : Optimum génétique pour un programme de choix de jeunes taureaux dans du bétail laitier, p. 894-897. — G. A. SOMKUTI : Contrôle de la teneur en lipase dans des préparations d'enzymes de *Mucor*, p. 898-899. — Symposia : 1) Hormones et synthèse du lait, p. 900-925. 2) Santé et pratiques de gestion pour une production élevée, p. 926-950. 3) Nouvelles méthodes d'appréciation du taureau, p. 951-976.

*Milchwissenschaft*, 1974, n° 7. — D. HIERATH et coll. : Etudes effectuées sur la détermination quantitative de la souillure de solutions désinfectantes. 2. Solutions désinfectantes de l'industrie laitière, p. 385-394. — W. HEESCHEN et coll. : Au sujet de l'automatisation de la détermination de la matière grasse, des cellules somatiques et du pyruvate du lait au moyen de l'analyse en flux continu, p. 394-402. — T. D. PRUTHI : Etudes effectuées sur la valeur pH dans du lait commercialisé, p. 403-405. — A. A. KHALIFA : Une étude effectuée sur le poids spécifique et sur l'acceptabilité de la formule de Richmond sur un troupeau de zébus du Soudan septentrional, p. 405-407. — R. S. SHARMA et coll. : Au sujet de la réactivation de la phosphatase alcaline du lait de bufflesse, p. 408-412.

N° 8. — L. HUBER et coll. : Isolement d'un peptide amer du fromage « Butterkäse » et son identification, p. 449-455. — D. G. SCHMIDT et coll. : Au sujet de la formation artificielle des micelles de caséine, p. 455-459. — Z. PUHAN : Une évaluation critique du test Harland-Ashworth (NaCl précipitation du lait) pour la détermination des séro-protéines non-dénaturées, p. 459-463. A. SINGH et coll. : L'influence de l'extrait du foie et des hormones sur l'incorporation des acides aminés par la glande mammaire de chèvre in vitro, p. 463-467. — J. C. GROSSKOPF et coll. : Isolement et identification des sporulés psychrotrophes dans le lait, p. 467-470. — K. K. SACHDEVA et coll. : Etudes effectuées sur des chèvres. 2. L'influence de l'alimentation sur le rendement en lait et sa composition, p. 471-475. — H. W. KAY : Résultats de la 16<sup>e</sup> Session du FAO/OMS Comité pour le Code de Principes, p. 476-482.

N° 9. — W. BUCHHEIM et coll. : Visualisation photo-microscopique de matière grasse de la surface des particules du lait en poudre, p. 513-517. — E. H. REIMERDES et coll. : Protéases du lait : protéase associée aux micelles : purification et hydrolyse des caséines, p. 517-523. — A. LEMBKE : Les facteurs de risque et l'alimentation, p. 523-526. — FÉDÉRATION INTERNATIONALE DE LAITERIE : laits fermentés : dénombrement des levures et des moisissures. Norme internationale FIL/IDF 67:1971, p. 526-527. — FÉDÉRATION INTERNATIONALE DE LAITERIE : Poudres de lait et de lactosérum : dénombrement des coliformes. Norme internationale FIL/IDF 64:1971, p. 527-529. — R. S. SINGH et coll. : Incidence des séro-types entéro-pathogènes d'*Escherichia coli* dans le lait et les produits laitiers, p. 529-532. — J. SEBASTIAN et coll. : Le décelement des huiles et graisses végétales dans la graisse butyrique Ghee, p. 533-534. — T. D. PRUTHI et coll. : Des changements post-partum dans les sécrétions mammaires des bufflesses, p. 534-536.

*Molotchnaya Promychnennost* (Moscou), 1974, n° 4. — SEREBRENNIKOVA et coll. : Résultats d'essais, à l'échelle de la production, d'une nouvelle méthode de contrôle de la qualité de la pasteurisation du lait et des produits laitiers, p. 23. — Méthode de la phosphatase, en variante de la technique O'Brien, valable pour le lait, la crème, le kéfir... — CHIDLOVSKAYA et coll. : Vérification, à l'échelle de la production, de nouvelles méthodes de contrôle du lait dont l'acidité a été neutralisée, p. 25. (Détection du produit alcalinisant sur le lactosérum en employant le réactif de Nessler, après défécation, par colorimétrie).

N° 5. — AFANASEV (S. G.) : Sur le conditionnement et l'emballage des produits laitiers, p. 13. (Conférence internationale tenue à Moscou en 1973 pour la productivité, montrant le grand intérêt de l'aluminium et des feuilles de plastiques). BOGDANOVA (E. A.). — Modifications structurales du complexe « caséinate » lors de l'action d'acide et de présure sur les protéines du lait, p. 23. (Etude, sur lame et à l'aide du microscope électronique, du mécanisme de la formation du gel, ce qui est très important en fromagerie). SYROMYATNIKOV (H. J.) et coll. : Etude de la cession de chaleur lors du traitement thermique du lait en poudre en couche vibrante, p. 25 (La fréquence des vibrations exerce une influence décisive sur la perte de chaleur).

N° 6. — OBBEDKOV (K. V.) et coll. : Sur la production du beurre fermier, p. 8. — ARISTOVA (V. P.) et coll. : Procédé de séparation de la matière grasse déstabilisée dans les produits laitiers liquides, p. 17. — EL DEMIRDACH (O.) et coll. : Dépendance de la teneur du beurre chocolaté en acides gras libres en fonction de la saison de fabrication, p. 18. — KHRAMTSOV (A. G.) : Particularité de la coagulation des protéines du sérum de fromage blanc, p. 21. — ANISIMOVA (B. K.) et coll. : Constitution chimique et densité du lait traité dans différentes zones de l'Union Soviétique, p. 22. — TREUS (M. Yu.). — Le lait des antilopes africaines, p. 25.

N° 7. — MIKAEALIAN (G. S.) et coll. : Mécanisation de l'obtention du grain de fromage, p. 10. — LAPCHIN (A. A.) et coll. : Renforcement de la sécurité dans les systèmes de régulation automatique, p. 12. — GOUDKOV (A. V.) et coll. : Prévention de l'altération des fromages consistant en la formation de saveur anormale et du gonflement de la pâte, p. 13. — MARTYNOVA (K. G.) et coll. : Conservation, au-dessous de 0° C, du lait concentré stérilisé, p. 16. — FETISSOV (E. A.) et coll. : Détection, par photométrie de flamme, de la teneur en calcium

du lait et des produits laitiers, p. 18. — MOKHOV (V. M.) et coll. : Préparation de solution tampon, de pH compris entre 6,88 et 5,92 pour le contrôle et l'étalonnage des appareils de mesure de l'acidité du lait, p. 19. — CHKABYDOVA (R. A.). — Détection de la perméabilité di-électrique de la matière grasse du lait, p. 20. — ZAGOROUKO (V. S.) : Refroidissement du lait en poudre après son obtention, p. 34. — BRYZGIN (M. I.) et coll. : Appréciation de la rentabilité en buurrerie, p. 38.

## 2° BREVETS FRANÇAIS (1)

- 2 201 828 Luigi LIGABUE (repr. par FABER). *Dispositif pulsant pour trayeuses pneumatiques*. 4 octobre 1973 (2).  
Dispositif pulsant comportant deux tiroirs de distribution actionnés par le même effet d'aspiration, utilisant quatre membranes élastiques.
- 2 202 640 Jean-Luc LAQUITTANT (repr. par René GOUY). *Installation de laiterie de ferme*. 18 octobre 1972.  
Local avec agencements appropriés.
- 2 202 641 Sté ALPMA ALPENLAND MASCHINENBAU HAIN & C° KG (repr. par HARLE et LECHOPIEZ). *Dispositif de contrôle du vidage, en particulier pour moules à fromage*.  
Support pouvant être abaissé sur les moules à contrôler, comportant un orifice pour organe palpeur éclipable relié à un signal.
- 2 202 642 Sté ALPMA ALPENLAND MASCHINENBAU HAIN & C° KG (repr. par Serge GOUVERNAL). *Dispositif de moulage et de divisions en portions de boudins de fromage*. 21 septembre 1973.  
Distributeur oscillant au-dessus des tubes de moulage, permettant un moulage rapide sans aucun dommage.
- 2 202 643 Sté ALFA-LAVAL AKTIEBOLAG (repr. par BLETRY). *Installation de traite pour brebis et chèvres*. 12 octobre 1972.  
Plate-forme à stalles dont un côté est équipé d'une mangeoire derrière une barrière de séparation surélevée et agencée de façon appropriée.
- 2 203 589. Raymond WILLY-DURR. *Planning circulaire de reproduction chez des vaches laitières*. 24 octobre 1972.  
Utilisable pour 5 à 100 vaches pour une meilleure gestion du troupeau.
- 2 203 591 VSESOJUZNY NAUCHNO-ISSLEDOV ATELSKY INSTITUT MASLODELNOI I SYRODELNOI PROMYSHLEN NOSTI (repr. par Z. WEINSTEIN). *Procédé de fabrication du beurre*. 25 octobre 1972.  
La crème enrichie est refroidie et pulvérisée pour former des grains de beurre qui sont ensuite comprimés en blocs, cela sous surpression d'un gaz neutre amené à l'état liquide.
- 2 203 592 Sté CHIYODA KAKO KENSETSU KABUSHIKI KAISHA (repr. par MAULVAULT). *Aliment en poudre analogue à du fromage et son procédé de préparation*. 10 octobre 1973.  
Farine de blé dur, huile ou graisse ayant point de fusion compris entre 25° C et 40° C, aromates et assaisonnements. Applicable pour produit de remplacement du Parmesan.

(1) Pour obtenir une copie imprimée des brevets français, s'adresser à l'Imprimerie Nationale (Service d'édition et de vente des publications officielles), 39, rue de la Convention - 75015 Paris.

(2) Date de la demande.

- 2 204 142 Firma HOCHLAND REICH SUMMER & C° (repr. par J. BONNET-THIRION, L. ROBIDA et G. FOLDES). *Machine à couper le fromage, à haut rendement*. 19 octobre 1973.
- 2 204 183 Sté G. FOURLEGNIE et Fils (repr. par BUGNION INTERNATIONAL FRANCE S.A.). *Procédé de fabrication de pots de yaourt*. 23 octobre 1972.  
Récipient de forme quelconque comportant un col cylindrique ou tronconique en carton, délimité par un bourrelet curviligne et capsule de fermeture adaptée sur ce bourrelet grâce à une collerette sensiblement plane et horizontale.
- 2 204 360 SACHIO SHIMAMOTO et SHIZUKO IZUMI (repr. par BEAU DE LOMENIE). *Produits alimentaires analogues à des fromages*. 27 octobre 1972.  
Emulsion type huile dans eau en milieu aqueux à partir de matières sèches de lait et d'une huile ou graisse modifiée préparée par interestérification d'une huile ou graisse à l'aide d'une source d'esters contenant un ester butyrique.
- 2 204 395 Sté ABBOT LABORATORIES (repr. par BEAU DE LOMENIE). *Biberon prérempli et stérilisé*. 3 août 1973.
- 2 205 279 Sté MELCENTRALE GOUDA B.V. (repr. par PLASSERAUD). *Procédé pour recueillir des protéines à partir de petit-lait*. 31 octobre 1973.  
Chauffage séparant la protéine coagulée, lavage à l'eau, dispersion en milieu aqueux sous forme divisée finement, puis chauffage à 45° C et élévation du pH à 8-14 ; après gélification et liquéfaction de la protéine, on abaisse le pH à 5. Protéines obtenues donnant solutions comparables au blanc d'œuf et convenant pour la boulangerie, la pâtisserie et à la préparation d'aliments pour enfants.
- 2 205 817 Sté BÉBÉ-CONFORT (repr. par SIMONNOT, RINUUY et SANTARELLI). *Perfectionnements apportés aux tétines*. 5 octobre 1972.
- 2 206 043 Léonard-Albert HARMAN (repr. par Jean MAISONNIER). *Appareil de contrôle pour trayeuses*. 6 novembre 1973.  
Relevé du volume total de lait fourni par chaque vache d'un troupeau.
- 2 206 044 André COLLARD (repr. par FABER). *Organe préfabriqué pour la réalisation d'installation de traite*. 13 novembre 1972.
- 2 206 055 Sté LAITIERIES E. BRIDEL (repr. par BEAU DE LOMENIE). *Procédé de fabrication de fromage à pâte molle à partir d'un concentré de lait et dispositif de moulage pour la mise en œuvre de ce procédé*. 13 novembre 1972.  
A partir d'un préfromage liquide, pour fabrication de fromage à pâte molle, suppression de l'égouttage du caillé : bloc de moules sans fond ; support rigide supportant le bloc ; tapis de matériau élastomère ou coussin gonflable intercalé entre le support et le bloc ; moyens de serrage pour maintenir le tout de manière étanche.
- 2 206 079 HORST REBHAN (repr. par REGIMBEAU, CORRE, PAILLET, MARTIN et SCHRIMPF). *Biberon pour nourrissons*. 9 novembre 1973.
- 2 206 902 TIMOTHY MICHAEL GILCHRIST (repr. par Jean CASANOVA). *Auge pour l'alimentation d'animaux et procédé d'alimentation d'animaux*. 19 novembre 1973.
- 2 206 910 Ste MEIJI NYUGYO KABUSHIKI KAISHA (repr. par BEAU DE LOMENIE). *Procédé de fabrication de fromage fermenté*. 16 novembre 1973.  
Addition à du lait d'un générateur de bactéries lactiques et d'un générateur de levures ; incubation, obtention d'une acidité de 0,21 p. 100 par addition d'acide lactique si nécessaire, addition de présure pour former une caillebotte, puis salage. Affinage bref et formation d'alcool. Fromage obtenu de texture fine et régulière.



## Documents et informations

---

### XIX<sup>e</sup> CONGRES INTERNATIONAL DE LAITERIE

Le Congrès fut inauguré le 2 décembre 1974 à New Delhi, par le Président de l'Inde, M. Farhruddin Ali Ahmed. Le Congrès se termina le 6 décembre par la cérémonie de clôture présidée par le docteur V. Kurien, Président du Congrès. Au cours de ces réunions, plusieurs orateurs éminents ont commenté le thème du Congrès « La laiterie, facteur de l'évolution économique et sociale » : S. Ex. le Ministre de l'Union pour l'Agriculture et l'Irrigation, M. Jagjivan Ram, le Ministre d'Etat pour l'Agriculture et l'Irrigation en Inde, Shri Annasaheb P. Shinde, le Directeur général de la FAO, le docteur A. H. Boerma, le Directeur Exécutif du Programme alimentaire mondial (PAM) des Nations Unies/FAO, M. F. Aquino, etc.

Un timbre commémoratif spécial illustrant un épisode de la vie de Krishna a été présenté le 2 décembre par le Premier Ministre de l'Inde, Shrimati Indira Gandhi, en présence du Ministre de l'Union pour les Communications, le docteur Shankar Dayal Sharma.

Le Congrès fut suivi par environ 1500 experts laitiers représentant 55 pays et plusieurs Organisations internationales. Plus de 800 rapports avaient été élaborés. Des voyages d'études furent organisés afin de donner aux participants un aperçu des usines laitières modernes, des fermes, des centres de reproduction et des organisations de recherches du pays.

Trois résolutions furent adoptées au cours du Congrès.

La première recommande essentiellement une meilleure utilisation et conservation de l'énergie au niveau de la ferme et de l'usine ainsi que l'utilisation du lait et de ses constituants directement pour l'alimentation humaine, compte tenu des besoins alimentaires mondiaux.

La seconde recommandation invite la FAO et le PAM à promouvoir la mise au point urgente des projets de développement laitier, pour encourager les progrès économiques et sociaux.

La troisième recommandation invite la FIL à consacrer une attention sensiblement accrue aux problèmes propres aux pays en voie de développement.

(Communiqué FIL).

---

## NOUVELLES D'AUSTRALIE

### Du nouveau dans les produits laitiers

Voici de bonnes nouvelles pour les gourmets. Les chercheurs australiens nous promettent de la crème fouettée qui ne tombe pas au bout de 2 j et du fromage qui ne coule pas malgré la chaleur...

Cette découverte est due au laboratoire de recherche laitière de Brisbane. Soucieux de trouver de nouveaux débouchés pour les produits laitiers, il a étudié en particulier les graisses dures contenues dans le lait.

Ces corps gras dont le point de fusion se situe entre 36° C et 39° C, ont une consistance plus ferme que les crèmes. Ils permettent donc la préparation de crème fouettée pouvant être distribuée à la pression et rester ferme pendant plusieurs jours. Incorporés dans des pâtes de fromages, ils empêchent ceux-ci de couler. Ils permettent la confection de mokas qui ne fondent pas en été. Mélangés à 75 p.100 de paraffine, ils entrent dans la préparation de bougies décoratives. Ces produits pourraient être livrés à l'exportation sous forme solide ou pulvérulente. Dans ce cas, il conviendrait de les additionner d'eau avant usage.

---

## PUBLICATIONS DE L'O.C.D.E.

### « La Politique Agricole du Luxembourg » (1)

Dans la série « Rapports sur les Politiques Agricoles », l'O.C.D.E. une nouvelle étude consacrée au Luxembourg (2) vient d'être publiée. Ce rapport qui a servi de base à l'examen de la politique agricole de ce pays effectué en décembre 1973 décrit la situation agricole du Luxembourg, les objectifs de sa politique agricole et les mesures utilisées ou envisagées, pour atteindre ces objectifs.

Les représentants de la presse peuvent obtenir un exemplaire du rapport en s'adressant à la Division de la Presse de l'O.C.D.E., 2, rue André-Pascal - 75775 Paris cedex 16. Tél. : 524-80-89.

---

(1) « La Politique Agricole du Luxembourg », 35 p., O.C.D.E., Paris 1974, F 8,00, £ 0.80, § 2.00, I.S.B.N. 92-64-21310-4.

(2) Déjà parus : Allemagne, Australie, Belgique, Canada, Danemark, Espagne, Etats-Unis, France, Grèce, Irlande, Italie, Japon, Nouvelle-Zélande, Pays-Bas, Royaume-Uni, Suède, Suisse, Turquie, Yougoslavie, Communauté Economique Européenne.

## « La Politique Agricole en Allemagne et en Suède » (1)

Dans la série « Rapports sur les Politiques Agricoles », l'O.C.D.E. vient de publier deux nouvelles études consacrées respectivement à l'Allemagne et à la Suède.

Ces rapports, qui ont servi de base aux examens de la politique agricole des pays en question effectués en décembre 1973 pour l'Allemagne et en juin 1974 pour la Suède, décrivent la situation agricole de ces deux pays, les objectifs de leur politique agricole et les mesures utilisées ou envisagées pour atteindre ces objectifs.

Les représentants de la presse peuvent obtenir un exemplaire des rapports en s'adressant à la Division de la Presse de l'O.C.D.E., 2, rue André-Pascal - 75775 Paris cedex 16. Tél. : 524-80-89.

(1) « La Politique Agricole en Allemagne », 68 p., O.C.D.E., Paris 1974, F 12,00, £ 1.20, \$ 3.00, I.S.B.N. 92-64-21283-3 .

« La Politique Agricole en Suède », 64 p., O.C.D.E., Paris 1974, F 12,00, £ 1.20, \$ 3.00, I.S.B.N. 92-64-21284-1.

## COMMUNIQUE

### Procédé Rémy Pétroplastique de conditionnement aseptique du lait en bouteilles plastiques

La Société E. P. Rémy et Cie à Dreux (Eure-et-Loir) constructeur de machines de conditionnement de lait et la Société Pétroplastique à Levallois du groupe Total, ont mis au point, après de longues recherches, un procédé original dénommé « 77 » dont elles commencent la commercialisation.

#### Principe

Ce procédé breveté part de la fabrication d'emballages dénommés Rémy-Totalpac en matière plastique à base de polyéthylène haute densité « Totalpac AS », extrudés et gonflés puis fermés, dans des conditions telles qu'ils sont étanches et stériles intérieurement et dans leur masse.

Ces emballages sont ensuite introduits dans la chambre stérile de la machine de conditionnement.

Cette chambre est stérilisée une fois en début de fabrication.

Elle est maintenue sous une légère surpression et est totalement isolée de l'ambiance.

A l'intérieur de la chambre et automatiquement, les emballages sont ouverts, remplis puis fermés par thermosoudage. Evacuation automatique.

L'installation vient d'être complétée par les auxiliaires assurant le nettoyage et la stérilisation de la remplisseuse 7712.

Ce procédé paraît appelé à un grand développement car il joint aux avantages de la bouteille plastique (visibilité du contenu, légèreté, inviolabilité de la fermeture, facilité de l'ouverture et du versage, élimination aisée après usage, très faible coût), les qualités organoleptiques et de longue conservation du lait U.H.T.

R.



# CENTRO SPERIMENTALE DEL LATTE

FERMENTS POUR FROMAGES  
ITALIENS ET FRANÇAIS  
BEURRE YAOURT

MOISSISSURES POUR  
FROMAGES PERSILLÉS

- livraison directement de nos laboratoires -
- échantillons sur demande

PARCO RAVIZZA - MILANO - ITALIA

Adresse télégr. "CENTROLATTE - MILANO" Phone 541.208

*regardez  
votre usine  
au microscope*



vous éviterez ainsi  
bien des accidents de fabrication

le laboratoire d'analyses bactériologiques alimentaires COBAC vous y aidera.

## L. COIGNERAI-DEVILLERS

conseiller technique en hygiène alimentaire,

viendra étudier dans vos usines la cause de vos accidents de fabrication, vous aidera à améliorer la qualité bactériologique de vos produits, contrôlera l'application des consignes d'hygiène étudiées pour vous.

CONTROLE BACTÉRIOLOGIQUE ALIMENTAIRE  
8, RUE BAUTREILLIS - PARIS-IV<sup>e</sup> - TUR. : 42-32





# Dans Tetra Brik le lait reste du lait.

Les deux ennemis du lait sont :

- L'air qui oxyde les matières grasses.
- La lumière qui détruit des vitamines.

C'est pourquoi Tetra Brik est opaque  
et rempli sous vide d'air.



## Tetra Brik

TETRA PAK - 5, RUE LA BOËTIE, PARIS 8<sup>e</sup> - TÉL. 265-66-73

Colin Gauthard Petit