

**Utilisation de différentes souches de ferments
concentrés congelés conservés dans l'azote liquide
pour la fabrication de fromages du type
« pâte molle »**

par

J. HARDY, J. L. LACRAMPE, J. P. RAMET
et F. WEBER

Ecole Supérieure de Laiterie de Nancy

I. — INTRODUCTION

Jusqu'à ces dernières années la préparation des levains destinés à la fabrication de produits laitiers tels que beurre, fromages, yaourts a fait intervenir un processus relativement complexe et très onéreux.

La culture de ces ferments nécessite, en effet, un matériel coûteux (cuves à levains, étuves, etc.) et un personnel compétent chargé de l'entretien et de la surveillance des souches. En outre, cette préparation n'est pas toujours simple et des « accidents » multiples peuvent se produire : contaminations en germes indésirables, lenteur ou absence d'acidification due à une contamination par des bactériophages ou à la présence dans le lait d'antibiotiques ou d'autres substances inhibitrices.

D'autre part, vu la mécanisation poussée de l'industrie fromagère tendant à accélérer les différentes étapes des fabrications, il a fallu étudier le problème de l'activité des levains lactiques.

On sait que cette notion d'activité d'une souche est liée à deux facteurs :

- le nombre de bactéries,
- la vitesse de reproduction de ces bactéries.

D'où l'idée d'utiliser directement lors des fabrications, des levains qui contiendraient le nombre de bactéries voulu pour fournir à un moment déterminé de ces fabrications le taux d'acide lactique nécessaire.

De nombreux chercheurs se sont penchés sur le problème de l'obtention de souches concentrées de bactéries lactiques et de leur

conservation en vue de leur utilisation dans les fabrications laitières [1, 3, 4, 5, 8, 9, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20].

La première phase de ces recherches a porté sur la préparation de « concentrés » de bactéries. Le but étant en effet, de pouvoir introduire dans les laits de fabrication un nombre très élevé de bactéries (5 à 6 milliards par g) contenu dans le plus petit volume de substrat possible de façon à ce que les caractères des caillés et des fromages soient conservés.

Ce problème a été étudié [1, 5, 8, 13, 19] et semble-t-il résolu. La solution apportée consiste habituellement à opérer une centrifugation de cellules bactériennes cultivées à pH constant, suivie d'une mise en suspension dans de l'eau glycérinée stérile.

Outre le problème de la concentration des bactéries, s'est posé celui de la conservation de ces préparations.

Lamprech et Foster [14] ont les premiers montré que des suspensions concentrées de streptocoques lactiques pouvaient être conservées à -20°C pendant 9 mois environ sans que leur activité soit diminuée.

D'autres études ont été réalisées [1, 2, 3, 4, 8, 9, 11, 17] à des températures très inférieures, allant jusqu'à -196°C où les souches ont été conservées dans l'azote liquide.

Certains chercheurs [4, 8, 9, 11] ont montré que les très basses températures de conservation des bactéries lactiques permettent d'obtenir de meilleurs résultats que l'utilisation de températures de -20°C à -30°C .

L'ensemble de ces travaux a abouti à la conclusion que des suspensions concentrées de bactéries lactiques peuvent être conservées pendant plusieurs mois sans que leur activité diminue notablement.

La concentration bactérienne très élevée de ces suspensions (10^{10} bactéries par g) ouvre de nouvelles perspectives à la technologie laitière quant à l'accélération des fermentations dans toutes les fabrications et en particulier en fromagerie.

Il est donc possible, si l'emploi de ces souches permet d'obtenir des produits de qualités organoleptiques satisfaisantes dans des conditions technologiques normales, de lever la plupart des difficultés liées à l'emploi des levains lactiques, et, par là même, de favoriser la mécanisation des industries laitières.

Cependant, l'utilisation de suspensions de bactéries lactiques concentrées implique certaines précautions techniques ainsi qu'une étude économique. Il faut, en effet, prévoir l'action des bactériophages particulièrement redoutables étant donné la « pureté » des souches utilisées. De plus, dans le cas de bactéries conservées à -196°C dans l'azote liquide, des facteurs économiques interviennent également.

Ces considérations nous ont incités, à la lumière des résultats obtenus jusqu'à ce jour, à expérimenter certaines souches de bactéries lactiques concentrées et conservées dans l'azote liquide, dans des fabrications de fromages français de la catégorie « pâte molle moisie ».

Pour des raisons économiques, nous n'avons pas ensemencé les laits de fabrication directement à l'aide de ferments concentrés mais nous avons, au contraire, préparé des levains en cultivant ces souches dans un milieu spécial destiné à prévenir l'action possible des phages et à favoriser l'acidification des laits employés.

L'emploi direct de ferments concentrés dans les laits de fabrication, à l'échelle industrielle, bien que parfaitement réalisable de façon satisfaisante, entraînerait des frais excessifs.

Notre étude a porté sur quatre souches de ferments concentrés, congelés et conservés dans l'azote liquide.

Le procédé que nous avons expérimenté consiste en l'emploi :

a) De souches de ferments concentrés (*).

b) D'un milieu de culture (**) spécial préparé à partir de constituants déshydratés et composé principalement de poudre de lait écrémé, sels de phosphates purs, sérum déminéralisé, extrait de pancréas et substances anti-bactériophages.

Comme nous l'avons signalé plus haut nous avons ensemencé le lait de fabrication à l'aide d'un levain préparé à partir du milieu (b).

II. — MATÉRIELS ET MÉTHODES

a) Préparation des levains - culture des ferments

Les ferments étudiés, du fait de leur concentration élevée en bactéries, ont posé plusieurs problèmes au niveau expérimental car nos fabrications ont porté sur des quantités de lait relativement faibles.

Nous avons cherché à déterminer pour chaque souche expérimentée la dose de levain à employer pour obtenir des produits de caractères technologiques et organoleptiques corrects. Parallèlement dans chaque cas, nous avons réalisé une fabrication « témoin » à l'aide de ferments habituellement utilisés dans l'industrie.

1) *Ferments utilisés pour les fabrications « témoins »*

Les ferments employés ont été cultivés dans du lait écrémé stérilisé (110° C pendant 10 mn) aux températures d'incubation de 20° C ou 30° C pendant 21 h. Le taux d'ensemencement a été de 2 p. 100.

(*) Souches aimablement fournies par les Ets Carlin-Marschall. X

(**) Dénomination commerciale : Marstar. →

2) Ferments concentrés congelés

Les codes correspondant aux souches de *Streptococcus lactis* et *Streptococcus cremoris* expérimentées sont les suivants :

MFS 157, VT 3, MQ 3, MRD 170

Avant ensemencement dans le substrat de culture, les ferments congelés, conditionnés en boîtes métalliques hermétiques, ont été préalablement ramenés à l'état liquide par réchauffement jusqu'à la température de 20° C.

3) Milieu de culture spécial

Le milieu utilisé pour cultiver les ferments est préparé au moment de l'emploi dans les proportions de 1 kg de poudre (b) pour 7,5 l d'eau. Après dissolution complète de la poudre on chauffe rapidement jusqu'à une température de 88° C à 91° C et on maintient cette température à l'aide d'un bain-marie pendant 45 mn. Après refroidissement rapide à 22° C (température d'incubation des ferments) on procède à l'ensemencement du milieu dans les proportions de 70 ml de culture concentrée pour 1 000 l de lait. Au bout de 15 h d'incubation les levains atteignent normalement une acidité voisine de 180° D à 205° D. Signalons que l'acidité initiale du milieu, après reconstitution et refroidissement, avant ensemencement, est de l'ordre de 75° D à 86° D.

b) Technique de fabrication du Camembert

Les essais ont été effectués dans les ateliers expérimentaux de l'École de Laiterie sur un lait de petit mélange provenant d'un troupeau de vaches F.F.P.N. Après réfrigération et stockage entre 6 et 8° C pendant 20 h, ce lait a été épuré, écrémé, puis pasteurisé à 72° C pendant 15 s dans un appareil à plaques.

Les différentes phases de la fabrication proprement dite se sont déroulées dans l'ordre chronologique et les conditions suivantes :
Préparation du lait :

- Standardisation de la M.G. du lait à 26 g/l.
- Répartition du lait en bassines à raison de 45 kg par essai.
- Ajustement de la température du lait à 36° C.
- Addition de CaCl₂ granulé pur et anhydre : 14 g p. 100 kg de lait.
- Addition de ferments lactiques :
 - ° Fabrication « témoin » : Mélange de levains à 20° C et 30° C préparés à partir de souches couramment utilisées. Pourcentage d'ensemencement dans le lait : 2. $\frac{2}{100}$
 - ° Fabrication expérimentale : Levains préparés dans les conditions définies ci-dessus. Pourcentage d'ensemencement variable selon les essais : 0,4 - 0,5 - 0,8 - 2. $\frac{2}{100}$

— Temps de maturation du lait avant emprésurage : 15 mn.

Emprésurage :

- Température d'emprésurage 35° C
- Acidité du lait à l'emprésurage 21-23° D
- pH du lait à l'emprésurage 6,30 - 6,35
- Dose de présure animale 1/10 000 20 ml p. 100 kg lait
(Extrait commercial liquide.)

Coagulation :

- Temps de prise (*) recherché 10 mn
- Temps de coagulation (*) recherché 80 mn
- Tranchage au sabre en cubes de 3 cm d'arête
- Repos sous sérum pendant 20 mn

Egouttage :

- Moulage à la louche en moules Inox
- Durée totale de l'égouttage 20 h
- Température de la salle d'égouttage 27° C - 5 h et 20° C - 15 h
- Hygrométrie 90-95 p. 100
- Nombre de retournements 3

Salage :

- En saumure saturée pendant 1 h
- Température de la saumure 13° C
- Acidité de la saumure 21° D
- Ressuyage des fromages sur claies à la sortie du bain 20 h

Affinage :

- Ensemencement en *Penicillium candidum* par pulvérisation d'une suspension de spores
- Température du hâloir 12° C
- Hygrométrie du hâloir 90-95 p. 100
- Fréquence des retournements tous les 2 j
- Durée de séjour en hâloir 20 j

Au cours de nos essais nous avons expérimenté quatre types de souches de ferments concentrés. Nous avons cherché à déterminer pour chacune d'elles la dose de levains à employer pour obtenir des produits finis dont les caractères technologiques, chimiques et organoleptiques soient les plus proches possible de ceux des fabrications « témoins ». En particulier, nous nous sommes attachés à obtenir des fromages présentant un degré d'égouttage final voisin.

(*) Nous entendons par temps de prise la période qui sépare l'emprésurage du début de la floculation et par temps de tranchage celle qui sépare l'emprésurage du tranchage.

c) Méthodes analytiques

Tout au long de la fabrication nous avons fait un certain nombre d'analyses chimiques et de relevés technologiques afin de pouvoir comparer le plus rigoureusement possible les modalités de déroulement de la coagulation, de l'égouttage et de l'affinage des deux catégories de fromages.

Les mesures chimiques suivantes ont été faites :

— Sur les laits : pH — Acidité Dornic — Teneur en matières azotées totales, solubles et non-protéiques par la méthode micro-Kjeldahl — Extrait sec total par la dessiccation à l'étuve à 102° C jusqu'à poids constant.

Matière grasse par la méthode Gerber.

— Sur les sérums : Nous avons suivi l'évolution de la composition des sérums à différents stades de l'égouttage : Sérum à la fin de moulage, sérum après 2-4-6-20 h d'égouttage. Les analyses effectuées ont porté sur la mesure de l'acidité Dornic, des pH, des teneurs en extraits secs et en matière grasse, des différentes fractions azotées (azote total, azote soluble, azote non-protéique).

— Sur les fromages : Les mesures classiques suivantes ont été effectuées : Extrait sec total — Teneur en matière grasse — pH à différents stades de l'affinage.

Outre ces analyses chimiques, nous avons relevé les poids de sérum écoulés à différents moments de l'égouttage pour chaque essai et tracé les courbes d'égouttage correspondantes. Il a été également procédé à des examens organoleptiques à différents stades de la maturation par le collège habituel de dégustateurs de l'Ecole.

III. — RESULTATS

1) *Egouttage*

Au cours d'essais préliminaires nous avons utilisé des doses de levains (préparés à partir de ferments concentrés cultivés sur substrat spécial) de 2 p. 100. Nous avons constaté (fig. 1) que l'exsudation du sérum a été dans tous les cas très rapide et l'égouttage des fromages pratiquement terminé en 6 h. Ces fromages, beaucoup plus égouttés que ceux des fabrications « témoins » présentaient une perte de poids de 3 p. 100 à 7 p. 100 environ, avant la phase de saumurage.

Ceci nous a amenés à diminuer considérablement les doses de levains employés pour les essais de ferments concentrés. Les taux ont été portés à 0,8 p. 100 - 0,5 p. 100 et dans certains cas 0,4 p. 100 alors que les taux d'ensemencement en levains classiques étaient maintenus à 2 p. 100. Dans ces nouvelles conditions, d'une façon générale, nous avons obtenu des égouttages très voisins de ceux des essais « témoins » en employant un taux de 0,8 p. 100 de levain de ferments concentrés.

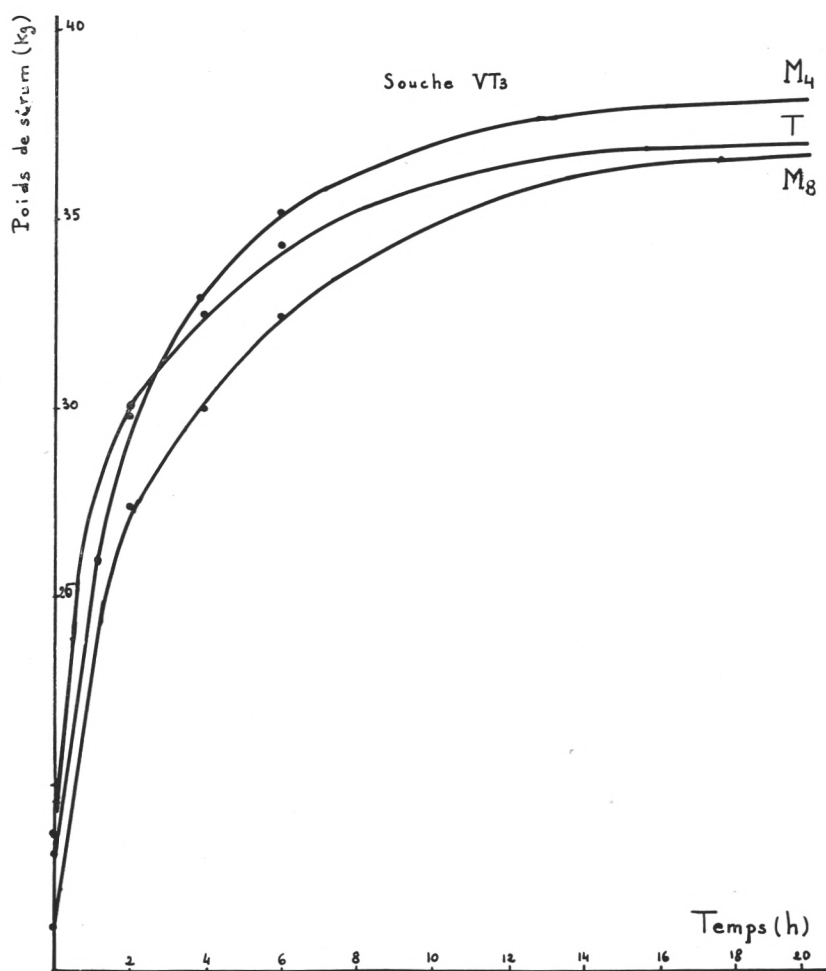


fig. 1

Courbes de variations des poids de sérum écoulés en fonction du temps
Taux d'ensemencement :

— levains expérimentaux (souche VT 3) :

essai M 4 : 0,4 p. 100

essai M 8 : 0,8 p. 100

— levains « classiques » :

essai T : 2 p. 100.

2) Acidification des laits et sérums

Précédemment nous avons vu que le milieu de culture spécial des ferments concentrés est caractérisé par une acidité initiale élevée (75° D à 85° D) ; étant donné que ce milieu est tamponné, les pH des levains correspondants sont toujours supérieurs à ceux des levains classiques.

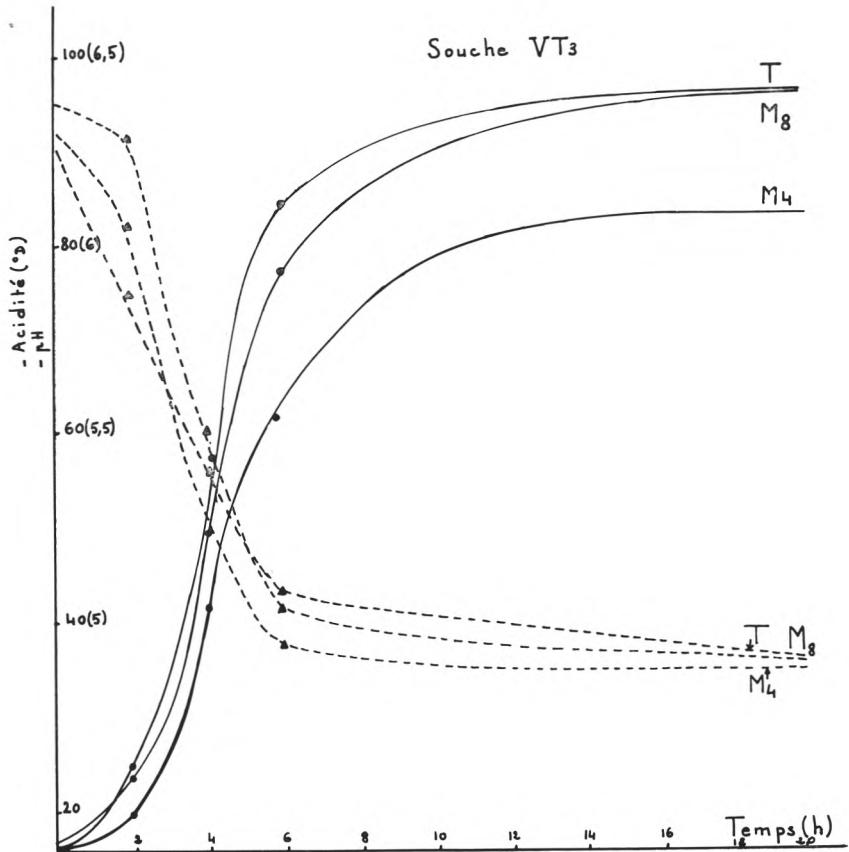


fig. 2

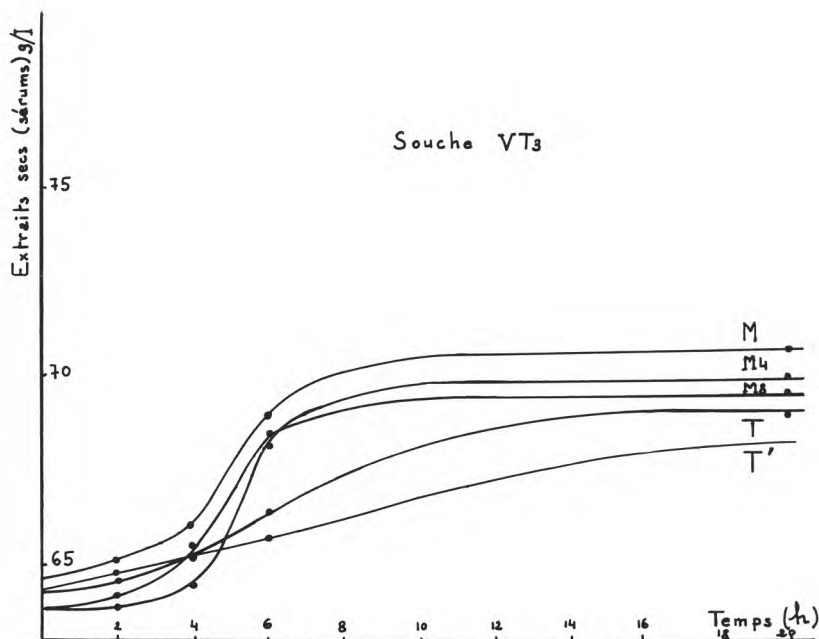
Courbes de variations de l'acidité et du pH des sérums en fonction du temps

Taux d'ensemencement :

- levains expérimentaux (souche VT 3) :
 - essai M 4 : 0,4 p. 100
 - essai M 8 : 0,8 p. 100
- levains « classiques » :
 - essai T : 2 p. 100.

Les résultats obtenus à l'aide des quatre souches expérimentées ne traduisent pas de très grandes différences par rapport aux témoins en ce qui concerne l'acidification des laits avant emprésurage et celle des sérums en fin de moulage, lorsque le taux d'ensemencement a été de 0,8 p. 100. Par contre, au cours des six premières heures d'égouttage, on constate que les vitesses d'acidification des sérums sont beaucoup plus grandes. Ce phénomène étant en relation directe avec l'accélération d'égouttage que nous avons signalée plus haut.

Ces écarts dans l'acidification des sérums diminuent ensuite de la 6^{me} h à la 20^{me} h pour atteindre en fin d'égouttage des valeurs très voisines. Le tableau 1 et la figure 2 montrent l'évolution de ce



Courbes de variation des extraits secs des sérums au cours de l'égouttage

Taux d'ensemencement :

— levains expérimentaux (souche VT 3) :

essai M 4 : 0,4 p. 100

essai M 8 : 0,8 p. 100

essai M : 2 p. 100

— levains « classiques » :

essai T : 2 p. 100

essai T' : 2 p. 100.

phénomène pour l'une des souches étudiées : souche VT 3. On peut noter dans cet exemple que le taux d'ensemencement de 0,4 p. 100 (courbe M 4) ne permet pas d'atteindre une acidité comparable à celle du témoin T : il est vraisemblable que le pourcentage de 0,4 p. 100 utilisé est trop faible.

3) Pertes en extrait sec dans les sérums

La mesure des extraits secs des sérums a révélé des pertes en extrait sec total supérieures à celles des « témoins », lorsque le taux de levains expérimentaux utilisé a été de 2 p. 100 (fig. 3, courbes M et T'). Au contraire, après réduction de l'ensemencement à 0,8 p. 100 les pertes ont été beaucoup moins élevées et très voisines de celles obtenues avec les essais « classiques ».

Il faut relever ici la différence caractéristique dans l'allure des deux séries de courbes. Pour les essais expérimentaux on enregistre une augmentation rapide au cours des six premières heures de la teneur en extrait sec des sérums, mais par la suite celle-ci se stabilise beaucoup plus tôt que pour les fabrications « témoins ». On peut ici rapprocher l'évolution de ces courbes de celles des pH (fig. 2) et voir que l'extrait sec des sérums et le pH varient en raison inverse ; on sait en effet que la composition des sérums est en étroite relation avec la valeur du pH.

TABLEAU 1. — Résultats analytiques

Fabrications réalisées avec la souche VT 3 et des levains « classiques »

Taux d'ensemencement :

- levains expérimentaux : essai M 4 : 0,4 p. 100
essai M 8 : 0,8 p. 100
- levains « classiques » : essai T : 2 p. 100.

	T	M 4	M 8
— Acidité ferments	80° D	214° D	214° D
pH	4,55	4,88	4,88
— Empresurage			
Acidité	22,5° D	22,5° D	23° D
pH	6,35	6,43	6,40
ES	108,4 p. 1000	109,8 p. 1000	110,8 p. 1000
— Temps de prise	9 mn 30 s	12 mn 20 s	11 mn 5 s
— Sérums fin moulage			
Poids	17,08 kg	18,18 kg	16,16 kg
Acidité	17° D	16° D	16,5° D
pH	6,30	6,40	6,32
ES	64,3 p. 1000	63,9 p. 1000	63,8 p. 1000

— 2 h égouttage			
Poids	30,14 kg	29,88 kg	27,68 kg
Acidité	24° D	20° D	25° D
pH	5,88	6,30	6,07
ES	64,6 p. 1000	63,9 p. 1000	64,7 p. 1000
— 4 h égouttage			
Poids	32,46 kg	32,64 kg	30,04 kg
Acidité	51° D	42° D	52° D
pH	5,45	5,52	5,30
ES	65,3 p. 1000	64,5 p. 1000	65,2 p. 1000
— 6 h égouttage			
Poids	34,4 kg	35,24 kg	32,48 kg
Acidité	78° D	78° D	85° D
pH	5,1	5,05	4,95
ES	66,4 p. 1000	68,5 p. 1000	68,5 p. 1000
— 20 h égouttage			
Poids	36,94 kg	33,14 kg	36,58 kg
Acidité	96° D	85° D	96° D
pH	4,9	4,9	4,88
ES	69 p. 1000	70,3 p. 1000	69,5 p. 1000
ES total	61,8 p. 1000	64 p. 1000	64,5 p. 1000
— Sérum mélange			
MG	0,5 p. 1000	0,5 p. 1000	0,5 p. 1000
ES	61,8 p. 1000	64 p. 1000	64,5 p. 1000
Acidité	50° D	48° D	50° D
pH	4,65	4,45	4,35
— Fromages			
Poids avant saumurage	6,560 kg	6,500 kg	6,340 kg
— 1 h après salage			
pH	4,60	4,58	4,50
ES p. 100 de pâte	38,18	36,35	38,23
— 10 j après salage			
pH	4,80	4,70	4,90
ES p. 100 de pâte	41,81	40,93	41,71
— 1 h après salage			
MG p. 100 de pâte	16,36	16,20	17,06
MG p. 100 ES	42,84	44,56	44,62
— 10 jours après salage			
MG p. 100 de pâte	18,75	18,59	19,16
MG p. 100 ES	44,84	45,41	45,93

TABLEAU 2

Résultats analytiques : variations de la composition des sérums en matières azotées au cours de l'égouttage

Taux d'ensemencement :

— levains expérimentaux : essai M 4 : 0,4 p. 100
 essai M 8 : 0,8 p. 100

— levains « classiques » : essai T : 2 p. 100.

NT : Azote total

NS : Azote soluble.

NPN : Azote non-protéique.

	T	M 4	M 8
— Laites avant emprésurage			
NT g/l	4,810	4,771	4,895
NS g/l	1,173	1,354	1,234
NPN g/l	0,301	0,332	0,343
— Sérums fin moulage			
NT g/l	1,363	1,359	1,330
NS g/l	1,200	1,269	1,269
NPN g/l	0,356	0,363	0,332
— Sérums 2 h			
NT g/l	1,339	1,351	1,380
NS g/l	1,306	1,269	1,357
NPN g/l	0,384	0,363	0,349
— Sérums 4 h			
NT g/l	1,409	1,465	1,463
NS g/l	1,382	1,440	1,440
NPN g/l	0,404	0,370	0,404
— Sérums 6 h			
NT g/l	1,603	1,612	1,609
NS g/l	1,502	1,520	1,594
NPN g/l	0,463	0,514	0,559
— Sérums 20 h			
NT g/l	1,794	1,687	1,766
NS g/l	1,745	1,650	1,715
NPN g/l	0,480	0,662	0,764
— Sérums mélangés			
NT g/l	1,412	1,460	1,418
NS g/l	1,330	1,347	1,347
NPN g/l	0,531	0,480	0,555

Rendements fromagers

TABLEAU 3

Bilan comparatif des rendements fromagers obtenus avec différentes souches de levains expérimentaux (MFS 157 ; VT 3 ; MQ 3 ; MRD 170) et de levains témoins

Taux d'ensemencement :

— levains expérimentaux : essai M 4 : 0,4 p. 100
 essai M 5 : 0,5 p. 100
 essai M 8 : 0,8 p. 100
 essai M : 2 p. 100.

— levains témoins : essai T : 2 p. 100
 essai T' : 2 p. 100.

	MFS 157		VT 3					MQ 3						MRD 170					
	T	M	T	M	T	M 4	M 8	T	M 5	M	T	M 4	M 8	T	M 4	M 8	T'	M' 4	M' 8
Rendements fromages frais kg/100 kg lait	14,4	14	14,1	12,7	14,5	14,4	14	15,2	14,9	15,6	14,4	14,1	14,3	15,8	15,5	14,7	15,1	14,4	13,9
E.S. fromages g/100 g	38,02	38,81	36,2	40,80	38,18	36,35	38,23	37,99	38,96	37,78	36,9	36,25	37,38	37,01	37,31	39,62	38,10	39,37	41,03
Rendements secs kg/100 kg lait	5,49	5,46	5,11	5,20	5,56	5,24	5,58	5,79	5,83	5,89	5,33	5,12	5,36	5,85	5,78	5,87	5,75	5,68	5,78

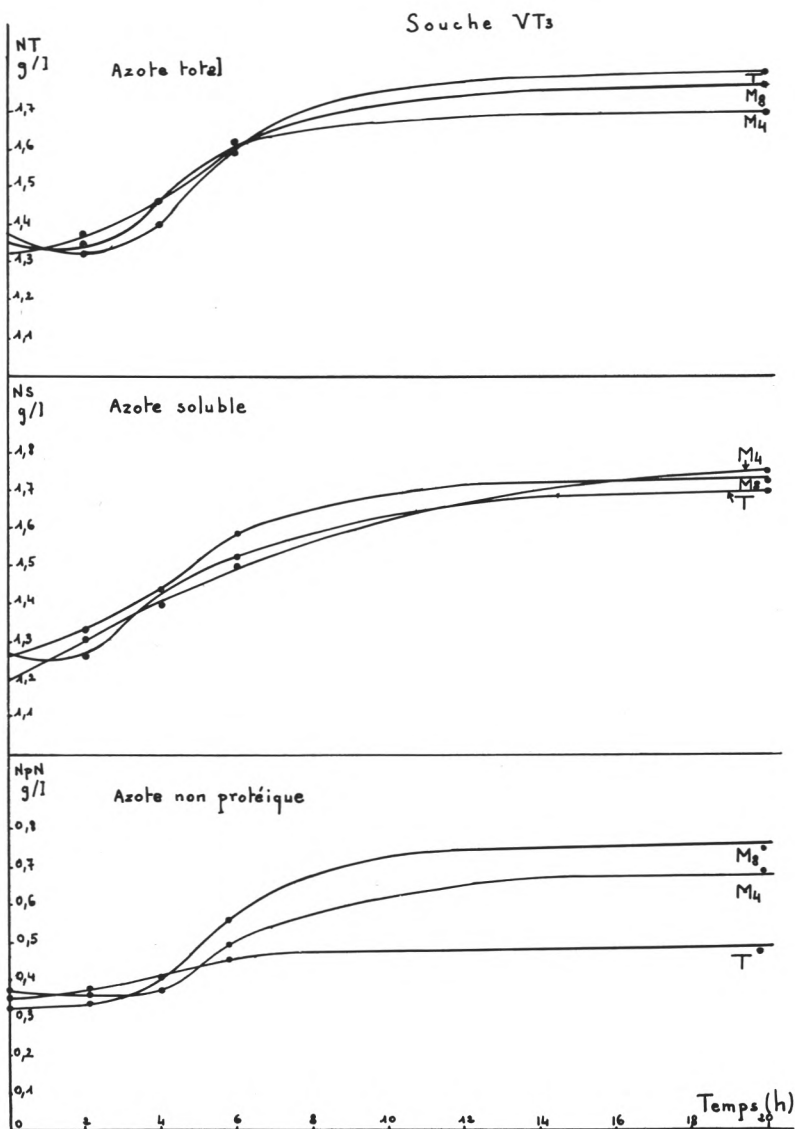


fig. 4

Variations du taux des différentes fractions azotées dans les sérums au cours de l'égouttage

Taux d'ensemencement :

— levains expérimentaux :

essai M 4 : 0,4 p. 100

essai M 8 : 0,8 p. 100

— levains « classiques » :

essai T : 2 p. 100.

NT : Azote total

NS : Azote soluble

NPN : Azote non-protéique.

La détermination des taux d'azote total, d'azote soluble et d'azote non protéique (fig. 4 et tab. 2) montre que les pertes sont très voisines entre les deux types de fabrications, au cours des six premières heures d'égouttage. Ultérieurement, on note quelques écarts, notamment pour les teneurs en azote non-protéique qui sont supérieures pour les essais expérimentaux à celles des « témoins ». Remarquons toutefois que l'incidence de cette augmentation sur le bilan azoté des fabrications est minime étant donné que la presque totalité du sérum est éliminée pendant les premières heures de l'égouttage.

4) Rendements

L'étude du tableau 3 permet de comparer les différents rendements fromagers en extraits secs obtenus. En général, pour des taux d'ensemencement en levains expérimentaux supérieurs à 0,8 p. 100, les rendements ont été, pour toutes les souches étudiées, un peu supérieurs à ceux des fabrications « témoins » ; pour des taux plus bas (0,4 p. 100) on a constaté une légère diminution. Il semble donc que le pourcentage de 0,8 p. 100 convienne bien à la fois pour limiter l'acidification des fabrications et pour aboutir à des rendements fromagers normaux.

5) Evolution des fromages en cours d'affinage

Entre les deux catégories de fromages on a noté un écart assez important dans les vitesses de croissance du *Penicillium candidum* ; le développement de la moisissure est plus précoce et plus abondant pour les fromages expérimentaux qui peuvent être de ce fait emballés environ 24 h avant ceux des fabrications « classiques ».

Les examens organoleptiques effectués à divers stades de l'affinage n'ont révélé aucune différence notable entre les deux types de fromages lorsque le pourcentage de levains expérimentaux utilisé a été de 0,4 p. 100 et 0,8 p. 100. Le goût, l'odeur et la texture ont été jugés en tous points comparables. Pour des concentrations en levains supérieures les dégustateurs ont remarqué un manque d'onctuosité caractérisé dans les fabrications expérimentales. Ce défaut est facilement explicable par l'extrait sec très élevé de la pâte consécutif à un égouttage excessif lié à l'hyperacidification.

IV. — CONCLUSION

Le but de notre étude a été de fabriquer des produits dont les caractéristiques physico-chimiques et organoleptiques soient très voisines de celles de fromages obtenus par les méthodes classiques.

L'ensemble de nos résultats montre que la fabrication de Camemberts peut être normalement conduite en utilisant des ferments cultivés sur milieu spécial et provenant de souches concentrées

conservées à très basses températures. Sous réserve d'utiliser des concentrations de levains modérées, les produits obtenus ont été de bonne qualité et les rendements satisfaisants.

Nous pensons donc que cette nouvelle technique de préparation des levains, étant donné la sécurité et les simplifications qu'elle apporte pour le praticien, est appelée à se développer en fromagerie.

Résumé

L'utilisation de ferments concentrés congelés conservés dans l'azote liquide convient à la fabrication de fromages de type « pâte molle ».

Les fromages obtenus sont comparables à ceux fabriqués à l'aide des levains classiques et les rendements fromagers voisins lorsque l'on emploie des doses modérées du nouveau type de levains.

Summary

The utilisation of concentrated and frozen starters in liquid nitrogen, is adapted to the manufacturing of soft cheeses. These cheeses can be compared to cheeses made with usual starters ; and the yields are similar when using shorter quantities of these experience starters.

Zusammenfassung

Die Verwendung von konzentrierten und in flüssige Stickgas gefrorenen Säureweckern stimmt zur Herstellung von Weichkäse. Diese Käse sind mit gewöhnlichen Säureweckern vergleichbar ; wenn man der probierten Säureweckern mit mässige Quantitäten benützt, sind die Ausbeute nachbar.

Reçu pour publication en septembre 1970.

Bibliographie

- [1] ACCOLAS (J. P.) et AUCLAIR (J.) (1967). — Conservation à l'état congelé de suspensions de bactéries lactiques concentrées sous faible volume. I. Bactéries lactiques mésophiles. *Le Lait*, 47, 253-260.
- [2] ACCOLAS (J. P.) et AUCLAIR (J.) (1969). — Conservation à basse température de suspensions concentrées de bactéries lactiques en vue de leur utilisation en fromagerie. Conférence de l'Association Française du Froid. *Technicien du lait*, 37-41.
- [3] BAUMANN (D. P.) (1964). — Preservation of lactic cultures. *Ph. D. thesis, Iowa State University of Science and Technology, Ames, Iowa.*
- [4] BAUMANN (D. P.) and REINBOLD (G. W.) (1966). — Freezing of lactic cultures. *J. Dairy Sci.*, 49, 259-264.
- [5] BERGERE (J. L.) (1968). — Production massive de streptocoques lactiques. I. Méthodes générales d'étude et facteurs de la croissance de *Streptococcus lactis* souche C 10. *Le Lait*, 48, 1-11.

- [6] BERGERE (J.L.) et HERMIER (J.) (1968). — Production massive de streptocoques lactiques. II. Croissance de *Streptococcus lactis* dans un milieu à pH constant. *Le lait*, 48, 13-30.
- [7] BERGERE (J.L.) (1968). — Production massive de streptocoques lactiques. III. Production de différentes souches en culture à pH constant. *Le Lait*, 48, 131-139.
- [8] CHRISTENSEN, — Concentrated dairy cultures improve control and simplify processing. Marshall Division, Miles Laboratories, Inc., Madison, Wisconsin. *Food Engeneering*, 41, (5), 104-105 et 107.
- [9] COWMAN (R.A.) and SPECK (M.L.) (1965). — Ultra-low temperature storage of lactis streptococci. *J. Dairy Sci.*, 48, 1531-1532.
- [10] FOTER (M.J.) and RAHN (O.) (1936). — Growth and fermentation of bacteria near their minimum temperature. *Bacte. J.*, 32, 485-497.
- [11] GIBSON (C.A.), LANDERKIN (G.B.) and MORSE (P.M.) (1965). — Survival of strains of lactic streptococci during frozen storage. *J. Dairy Res.*, 32, 151-156.
- [12] GIBSON (C.A.), LANDERKIN (G.B.) and MORSE (P.M.) (1966). — Effects of additives on the survival of lactic streptococci in frozen storage. *J. Dairy Res.*, 14, 665-669.
- [13] JABARIT (A.) (1970). — Influence de la congélation et de la cryodessiccation qui s'ensuit sur le taux de survie et le pourcentage des deux ferments lactiques (culture mixte) : *Streptococcus thermophilus* - *Lactobacillus helveticus*. *Le Lait*, 50, 391-414.
- [14] LAME (H.) (1966). — Etude sur la production en masse de bactéries lactiques mésophiles en vue de leur utilisation pour accélérer la maturation des fromages. *Thèse Doc. Ing. Sci. Université de Poitiers*.
- [15] LAMPRECH (E.D.) and FOSTER (E.M.) (1963). — The survival of starter organisms in concentrated suspensions. *J. appl. Bact.*, 26, 359-369.
- [16] LATTEY (1968). — Studies on ultra deep frozen cheese starters. *N.Z. J. Dairy Technol.*, 3(r), 35-41.
- [17] MAZUR (P.) (1966). — Physical and chemical basis of injury in single-celled microorganisms subjected to freezing and thawing, « Cryobiology » (H.T. Meryman, ed.). *Academic Press, London and New-York*, 213-315.
- [18] MOSS (C.W.) and SPECK (M.L.) (1963). — Injury and death of *Streptococcus lactis* due to freezing and frozen storage. *Appl. Microbiol.*, 11, 326-329.
- [19] ROUSSEAU (P.), VASSAL (L.), VALLES (E.), AUCLAIR (J.) et MOCOQUOT (G.) (1968). — Utilisation en fromagerie de gruyère de suspensions concentrées et congelées de bactéries lactiques thermophiles. *Le Lait*, 48, 241-254.
- [20] VALLES (E.) et MOCOQUOT (G.) (1968). — Préparation de suspensions concentrées et congelées de bactéries lactiques thermophiles destinées à la fromagerie. *Le Lait*, 48, 631-643.
- [21] VASSAL (L.) et MOCOQUOT (G.) (1967). — Fermentation lactique accélérée en fromagerie grâce à l'emploi d'un nombre très élevé de bactéries. *La Technique laitière*, 541, 9-13.

Remerciements

Nous remercions M. S. Aube pour sa collaboration active à ces essais.
