Article de recherche

Etude d'un lot de ferments lactiques mésophiles. Equilibre des flores au cours de la première étape de la fabrication du levain

S. Lucas et J. Reyrolle

IRBA, Institut de recherche en biologie appliquée, Equipe de génétique microbienne, université de Caen, 14032 Caen Cedex, France

(reçu le 17-3-1988, accepté le 19-10-1988)

Résumé — Grâce à une méthodologie simple : choix de quelques caractères d'identification et utilisation d'un ensemencement multipoint, nous avons, d'une part contrôlé la flore d'un lot de ferments lactiques mésophiles, d'autre part vérifié la reproductibilité du premier repiquage de la fabrication d'un levain, telle qu'elle est pratiquée dans l'industrie laitière. Nous avons également fait varier la température d'incubation (24 ou 28 °C au lieu de 26 °C) et nous avons arrêté les cultures à des acidités plus fortes (75 °D au lieu de 65 °D).

Nous constatons qu'il n'y a pas de variations quantitatives ou qualitatives des flores à l'intérieur du même lot de ferments. La première étape est reproductible en ce qui concerne les différentes espèces détectées si les conditions d'incubation sont identiques. En revanche, des variations de température et/ou d'acidité finale entraînent des modifications importantes des flores, spécialement pour les espèces : *Streptococcus lactis* ssp. *diacetylactis* et *Streptococcus cremoris*.

ferment – levain – *Streptococcus lactis* – *Streptococcus cremoris* – *Streptococcus lactis* ssp. *diacetylactis* – acidification – température d'incubation

Summary — Study of a mesophilic lactic acid bacteria starter batch. Evolution of flora balance during the first stage of starter propagation. A simple methodology : the utilization of a multipoint inoculator and the selection of some characteristics of identification have permitted to control a mesophilic lactic acid bacteria starter batch. The reproducibility of the first step of starter propagation has been verified. In a second way, we changed the incubation temperature of this first stage and the culture was stopped for another final acidity : 75 °Dornic instead of 65 °D (the acidity is measured by neutralization of 10 ml of milk, which contains phenolphthalein, by NaOH N/9 : 10 °Dornic = 1 g/l lactic acid).

We note that the flora are constant in the same batch of starter. Only the three species of mesophilic lactic acid streptococci are identified, *Streptococcus lactis* and *Streptococcus cremoris* represent 77% of the population. The first stage can be reproduced. The flora are increased 72-fold in comparison with the inoculum. The proportions of each species were modified : *Streptococcus diacetylactis* became the most important flora (55.6%). When the incubation temperature and the final acidity change, we note that the equilibrium between the different species are modified. The flora of *Streptococcus lactis* ssp. *diacetylactis* and *Streptococcus cremoris* are subjected to variations : the

population of *Streptococcus cremoris* is 4.8 fold more important to an incubation temperature of 26 °C in comparison with 28 °C and the final population of *Streptococcus diacetylactis* is higher to 65 °Dornic than 75 °Dornic.

starter – *Streptococcus lactis* – *Streptococcus cremoris* – *Streptococcus lactis* ssp. *diacetylactis* – acidification – incubation – temperature

Introduction

Les bactéries lactiques, largement étudiées de par le monde, sont utilisées dans l'industrie laitière sous différentes formes et dans des conditions très variées. Nous savons aujourd'hui que le choix d'un ferment et le judicieux équilibre des souches qui le composent sont responsables pour une bonne part de la qualité et de la régularité du produit fini.

Si certains auteurs (Cogan, 1980; Stadhouders, 1986) énumèrent les différents facteurs intervenant sur l'activité d'un levain, principalement la qualité du lait, les phages et le choix du ferment, l'évolution même des différentes espèces composant le levain lors de sa fabrication est plus rarement évoquée. Il semble que l'intérêt se focalise autour des phénomènes technologiques comme l'acidification, les attaques phagiques (Leach et Sandine, 1975; Anonyme, 1979; Shaw, 1983), ainsi que sur les modes de propagation des levains (Huggins, 1984; Roy *et al.*, 1987). En fait, peu d'études ont été effectuées sur les ferments mêmes, et celles qui ont été réalisées sont limitées pour des raisons expérimentales à un couple de bactéries et à une description qualitative. C'est le cas de Martley (1975) qui suit le comportement d'une ou 2 souches dans une fabrication de camembert et d'Hugenholz et Veldkamp (1985) qui décrivent l'évolution des équilibres lors de cultures mixtes de *S. cremoris*.

Nous nous sommes donc attachés tout au long de ce travail à l'analyse qualitati-

ve et quantitative des populations d'un ferment multiple mésophile, dans le but de montrer, dans un premier temps, quelles étaient exactement les espèces présentes, et quelles en étaient les proportions afin de vérifier la régularité des équilibres des flores, dans un lot de ferment commercial de ce type. Dans un second temps, nous avons cherché à connaître les variations possibles de ces équilibres lors de la première étape de la fabrication d'un levain dans des conditions proches de celles de l'industrie laitière et finalement, nous avons testé l'influence des paramètres essentiels que sont la température d'incubation et l'acidité finale avant l'arrêt de l'incubation sur ces équilibres de la flore lactique.

Matériels et Méthodes

Souches

Ce travail est réalisé sur un ferment lactique mésophile multiple du commerce se présentant sous forme lyophilisée (fournisseur Wiesby, ferment référencé : Probat 404).

Milieux

Les bases gélosées, dépourvues de sucre des milieux M17 (Terzaghi et Sandine, 1975), MRS (De Man *et al.*, 1960), sont stérilisées par autoclavage à 120 °C, 15 min. Les solutions de sucres sont stérilisées par filtration (filtre Sartorius, type : Flow-pore 0,45 µm Ø), puis ajoutées à raison d'une concentration finale de 0,5% p/v

au milieu de base pour les milieux de dénombrements, et à raison de 1% p/v pour les milieux d'identification.

Tryptone-sel : milieu de dilution, composition : tryptone (Merck) 1 g, NaCl (Merck) 8 g, H₂O qsp 1 l, autoclavage à 120 °C, 15 min.

Dénombrement

Après remise en suspension 10 min dans 10 ml de milieu tryptone-sel, les échantillons sont dilués dans ce même milieu, et pour chaque dilution retenue, 3 boîtes de chacun des milieux suivants (M17 glucose, MRS lactose, MRS lactose additionné d'azote de sodium 100 µg/ml) sont ensemencées en surface puis incubées à 30 °C en aérobiose pendant 48 h.

La recherche systématique des lactobacilles est réalisée sur MRS glucose 0,5% (p/v), pH 5,5 à 37 °C en anaérobiose, ainsi que la recherche des streptocoques lactiques thermophiles et de streptocoques thermophiles autres que lactiques respectivement sur M17 lactose 0,5% (p/v) à 42 °C et sur M17 sans sucre à 42 °C.

Identification

Pour chaque milieu, après dénombrement, un nombre de colonies correspondant à la racine carrée du nombre moyen des colonies numérotées (Guiraud et Galzy, 1980) est prélevé sur une des 3 boîtes (la plus proche de la moyenne) et isolé sur les mêmes milieux, dans les mêmes conditions par la méthode des stries. Après incubation, un clone de chaque isolement est identifié. Ce travail nécessitant l'identification d'un grand nombre de bactéries, nous avons choisi une méthode rapide : l'étude de la croissance sur sucres en milieu gélosé.

L'ensemencement est réalisé grâce à un ensemencement automatique (Inoculator multi-point Denley) qui permet un travail simultané sur 25 souches, le contrôle de l'inoculum et l'ensemencement identique d'un grand nombre de boîtes (Fig. 1).

Les streptocoques lactiques sont identifiés grâce aux milieux suivants : M17 lactose, M17 glucose, M17 ribose, M17 maltose, M17 fructose; de plus, nous utilisons la capacité à produire du diacétyle sur lait pour différencier *S. lactis* ssp. *diacetylactis* de *S. lactis* et le test de Turner (Turner *et al.*, 1963) adapté en milieu liquide pour mettre en évidence la présence

d'une arginine désaminase chez *S. lactis* et *S. lactis* ssp. *diacetylactis*.

Les leuconostocs sont identifiés grâce aux milieux suivants (Garvie, 1960) : MRS lactose, MRS glucose, MRS arabinose, MRS tréhalose, MRS saccharose ainsi que par la capacité pour certaines espèces à produire des dextranes sur MRS glucose additionné de saccharose (10% p/v).

Contrôle d'un lot de ferment

De 0,100 à 0,150 g de ferment lyophilisé sont prélevés dans 5 sachets issus d'un même lot. Ils sont remis en suspension pendant 10 min dans 10 ml de milieu tryptone-sel puis agités au vortex pendant 4 min avant numération.

Le lait

C'est un lait écrémé (poudre Elle et Vire) reconstitué à raison de 100 g/l puis chauffé à vapeurs fluentes pendant 60 min.

Protocole expérimental du premier repiquage

Sept flacons de 250 ml contenant respectivement 100 ml de lait écrémé reconstitué sont ensemencés à raison de 0,5% p/v à partir d'un même sachet de ferment. Trois d'entre eux sont destinés au contrôle de l'acidification (des mesures sont effectuées toutes les 2 h pendant les 6 premières heures puis environ toutes les demi-heures jusqu'à l'obtention de l'acidité souhaitée), les 4 autres servent à l'expérience proprement dite. L'incubation au bain-marie est réalisée à $26 \pm 0,3$ °C et poursuivie jusqu'à l'obtention d'une acidité Dornic de 65°. L'acidification est alors bloquée en plaçant les flacons dans de l'eau glacée à + 4 °C jusqu'au moment de l'analyse (le lendemain), soit entre 22 et 24 h après l'ensemencement. Pendant cette conservation à 4 °C, aucune variation de l'acidité n'a été notée.

Etude de l'influence des paramètres technologiques : température, acidité

Du lait reconstitué ensemencé à 0,5% p/v à partir d'un même sachet est réparti dans 2 séries de 18 tubes, à raison de 10 ml par tube. Une série de tubes est incubée au bain-marie à

Fig. 1. Protocole de dénombrement et d'identification.

$28 \pm 0,3$ °C, une autre à $24 \pm 0,3$ °C. Pour chaque série, 2 tubes sont bloqués dans de l'eau glacée (+ 4 °C) pendant une nuit avant analyse des populations dès que l'acidité atteint 65 °D; il en est de même pour 2 autres tubes de chaque série pour une acidité de 75 °D. Les 28 autres tubes servent au contrôle et au suivi de l'acidification. Les échantillons conservés une nuit sont ensuite analysés dans un laps de temps inférieur à 2 h (entre 22 et 24 h après l'ensemencement).

Mesure de l'acidification

Elle est suivie soit par mesure de l'acidité Dornic, soit par pH-métrie.

L'acidité Dornic. C'est une expression de l'acidité développée dans un lait par transformation du lactose en acide lactique. La mesure de l'acidité Dornic est réalisée par neutralisation, par de la soude N/9, de 10 ml de lait auquel est ajouté un indicateur de pH (la phénolphthaléine); 10 °D = 1 g/l d'acide lactique.

Résultats

Contrôle d'un lot de ferment

Lors de cette première étude, nous avons cherché à vérifier que les sachets de fer-

ments issus d'un même lot avaient une composition similaire. Cela afin de s'assurer que le stockage de ces ferments n'intervient pas significativement sur les équilibres bactériens, en vue d'éliminer lors de nos expériences les éventuelles interférences provoquées par des variations de population dans un même lot. Les résultats concernant 5 sachets testés issus d'un même lot sont consignés dans le Tableau I, les valeurs et moyennes sont exprimées en logarithmes décimaux compte tenu du type d'échantillons analysés et donc des variances importantes qu'ils entraînent.

Au cours du travail d'identification, il est apparu que toutes les souches n'avaient pas les caractéristiques typiques des différentes espèces de streptocoques lactiques mésophiles (Deibel et Seiley, 1974; Jones, 1978; Garvie et Farrow, 1982). Il existe ce que nous pourrions appeler des variants biochimiques qui ne diffèrent des souches-types que par un, voire deux, caractères. Nous avons donc retenu les critères biochimiques d'identification résumés dans le Tableau II.

Les flores totales (nombre de bactéries/g ferment) sont identiques, la valeur

Tableau I. Répartition des espèces dans un ferment multiple (expérience réalisée pour 5 sachets d'un même lot).

	S. diacetylactis	S. lactis	S. cremoris	Flore totale
Lot A [⊗]	8,84	8,30	8,90	9,23
Lot B [⊗]	8,95	8,88	8,92	9,40
Lot C [⊗]	8,72	8,42	9,04	9,28
Lot D [⊗]	9,03	8,70	9,11	9,46
Lot E [⊗]	8,92	8,18	9,08	9,34
Moyenne [⊗]	$8,90 \pm 0,10$	$8,50 \pm 0,26$	$9 \pm 0,08$	$9,34 \pm 0,08$
Population réelle*	$7,8.10^8$	$3,1.10^8$	$10,3.10^8$	$21,1.10^8$
% population totale	36,8	14,6	48,6	100

moyenne étant de $2,1 \cdot 10^9$ bactéries/g. A l'exception des streptocoques lactiques mésophiles, aucune autre flore recherchée n'a été détectée : streptocoques thermophiles, streptocoques autres que lactiques, lactobacilles et leuconostocs (< 10 bactéries/g). En ce qui concerne les streptocoques lactiques mésophiles, la répartition des espèces identifiées selon les critères précédents montre une flore acidifiante majoritaire (63% environ de la flore totale dont 77% de *S. cremoris*, et une flore aromatique composée de *S. lactis* ssp. *diacetylactis*. L'importance de la population de chaque espèce est identique, quel que soit le sachet considéré.

Evolution des populations au cours du premier repiquage

Les résultats concernant les populations dénombrées à l'issue de la période d'incubation de ce premier repiquage sont consignés dans le Tableau III. Les critères d'identification restent les mêmes que ceux utilisés dans la première partie de ce travail. Les flores totales des 4 essais, obtenus à partir d'inoculum provenant de 4 échantillons différents, ne diffèrent pas

significativement. La valeur moyenne de cette population est de $7,5 \cdot 10^8$ bactéries/ml, soit une augmentation de 72 fois par rapport à l'inoculum (Tableau IV).

Cette homogénéité se retrouve lorsque l'on examine les résultats concernant les populations finales atteintes par chaque espèce pour les 4 fermentations (Tableau III). En revanche, si nous comparons les proportions relatives de ces espèces entre le début (pourcentage de chaque espèce dans l'inoculum) et la fin des fermentations, nous observons des variations dans les proportions respectives des différentes espèces. En particulier, la population de *S. lactis* ssp. *diacetylactis* qui représente 36,8% de la population totale de l'inoculum devient majoritaire, avec un pourcentage de 55,6% (Tableau IV).

Influence des paramètres : température, acidité

Influence de la température d'incubation

Dans cette expérience, nous comparons l'effet de la température d'incubation sur l'évolution des flores pour une même acidité finale de 65 °D. Les concentrations finales en cellules viables des populations

Tableau II. Critères d'identification des streptocoques lactiques mésophiles.

Croissance sur	<i>S. lactis</i> ssp. <i>diacetylactis</i>	<i>S. lactis</i>	<i>S. cremoris</i>
Lactose	+	+	+
Glucose	+	+	+
Ribose	+	+	-
Maltose	+	+	±
Fructose	+	+	+
Tréhalose	±	±	±
Hydrolyse de l'arginine	+	+	-
Utilisation du citrate	+	-	-

+ : utilisation du sucre ou présence d'une arginine désaminase ; - : pas d'utilisation du sucre ou absence d'une arginine désaminase ; ± : utilisation variable selon les souches.

Tableau III. Répartition des espèces après un premier repiquage du ferment (4 essais indépendants).

	<i>S. diacetylactis</i>	<i>S. lactis</i>	<i>S. cremoris</i>	<i>Flore totale</i>
Essai n° 1 [⊗]	8,69	7,85	8,40	8,91
Essai n° 2 [⊗]	8,56	7,90	8,45	8,85
Essai n° 3 [⊗]	8,59	7,90	8,28	8,82
Essai n° 4 [⊗]	8,64	8,23	8,40	8,93
Moyenne [⊗]	8,62 ± 0,05	7,97 ± 0,15	8,38 ± 0,06	8,88 ± 0,04
Population réelle*	4,17.10 ⁸	0,93.10 ⁸	2,40.10 ⁸	7,54.10 ⁸
% population totale	54,95	12,25	31,50	100

* : moyenne exprimée en bactéries par ml. [⊗] Log (population bactéries/ml).

obtenues à 24 et 26 °C sont semblables, une légère baisse est enregistrée à 28 °C (Tableau V).

Cette homogénéité relative des flores totales masque des variations des populations de 2 espèces : il y a 1,7 fois plus de *S. lactis* après incubation à 28 °C comparativement à 26 °C, et 4,8 fois plus de *S. cremoris* à 26 °C par rapport à une température de 28 °C. Ces variations sont à corrélérer avec la diminution de la flore globale à 28 °C. Cela peut s'expliquer en fonction des courbes d'acidification (Fig. 2), par le fait que les cellules cultivées à 28 °C atteignent plus rapidement

65 °D, et séjournent donc plus longtemps dans cet environnement acide, entraînant une diminution de leur viabilité. Les souches de *S. cremoris* sont les plus sévèrement touchées. Une autre hypothèse serait que les taux de croissance des souches de chacune des 3 espèces dans le lait sont suffisamment différents selon la température d'incubation (Lee et Collins, 1976) pour entraîner de telles variations.

Influence de l'acidité finale

Le fait de prolonger l'incubation de 65 à 75 °D implique 2 remarques (Tableau VI).

Tableau IV. Comparaison des flores de l'inoculum et de celles de fin du premier repiquage.

	Population de l'inoculum*	% flore totale	Population en fin d'incubation*	% flore totale	Nbre de générations
Population totale	1,05.10 ⁷	100	7,54.10 ⁸	100	
<i>S. lactis</i>	1,53.10 ⁶	14,6	0,93.10 ⁸	12,4	5,9
<i>S. lactis</i> ssp.					
<i>diacetylactis</i>	3,86.10 ⁶	36,8	4,17.10 ⁸	55,6	6,7
<i>S. cremoris</i>	5,10.10 ⁶	48,6	2,39.10 ⁸	32	5,5

* : bactéries/ml.

Tableau V. Influence de la température d'incubation sur les équilibres bactériens.

		Température d'incubation du ferment		
		24 °C	26 °C	28 °C
Population de chaque espèce détectée	<i>S. lactis</i> ssp. <i>diacetylactis</i> *	8,59	8,62	8,56
	<i>S. lactis</i> *	8,57	7,97	8,21
	<i>S. cremoris</i> *	8,12	8,38	7,70
	Population totale *	8,89	8,88	8,74

* : Log (bactéries/ml).

D'une part, nous constatons une légère diminution de la flore totale quelle que soit la température d'incubation et d'autre part, cette incubation prolongée a des conséquences différentes selon l'espèce considérée : les souches de *S. lactis* semblent peu atteintes, alors que *S. lactis* ssp. *diacetylactis* et surtout *S. cremoris* sont sensibles à ce maintien à des acidités élevées, et leur viabilité diminue, de façon drastique pour *S. cremoris*.

Fig. 2. Evolution de l'acidité en fonction de la température d'incubation.

Discussion et Conclusion

Nous avons, au cours de ce travail, suivi l'évolution d'un mélange complexe de souches au cours de cultures sur lait. Cela a pu être fait sur un plan quantitatif grâce à une méthodologie relativement précise et peu coûteuse. L'identification biochimique des souches, étape nécessaire tant que des techniques plus rapides ne peuvent s'appliquer qu'à certaines souches choisies (Hugenholtz *et al.*, 1987; Boquien *et al.*, 1988), est ici simplifiée et accélérée par l'emploi de l'inoculation multiple sur milieux gélosés renfermant différents substrats carbonés.

Cette technique, appliquée à l'étude d'un lot de ferment commercial lyophilisé de bactéries lactiques mésophiles, a permis de mettre en évidence l'homogénéité du produit proposé tant sur le plan qualitatif que quantitatif. Cette première vérification faite, nous avons reproduit au laboratoire la première étape de fabrication d'un levain en nous plaçant dans des conditions de température et d'acidité finale identiques à celles utilisées dans une unité industrielle : température d'incubation 26 °C, arrêt de la culture à 65 °D par immersion dans l'eau glacée et analyse de la population 22 h après l'ensemencement.

Tableau VI. Influence de l'acidité finale sur les équilibres bactériens.

	Température d'incubation du ferment			
	24 °C		28 °C	
	Acidité finale de la culture			
	65 °D	75 °D	65 °D	75 °D
<i>S. lactis</i> ssp. <i>diacetylactis</i> *	8,59	8,39	8,56	8,34
<i>S. lactis</i> *	8,57	8,47	8,21	8,21
<i>S. cremoris</i> *	8,12	7,38	7,7	a
Population totale*	8,89	8,76	8,74	8,59

* : Log (bactéries/ml); a : population < 10⁷ bactéries/ml.

Les résultats obtenus mettent en évidence que, bien que les proportions relatives des différentes souches de *S. lactis*, *S. lactis* ssp. *diacetylactis* et *S. cremoris* soient différentes entre l'inoculum (ferment lyophilisé) et la culture finale, ces proportions sont remarquablement constantes en fin d'incubation entre les différents essais réalisés dans les mêmes conditions expérimentales. En revanche, une modification de la température d'incubation entraîne des variations notables dans la répartition des différentes flores et le maintien de la viabilité de ces souches en présence d'une acidité élevée (Ross, 1980). En effet, plus la température d'incubation est élevée, plus l'acidité finale fixée est atteinte rapidement, et par conséquent les souches sont exposées plus longtemps à cet environnement hostile avant leur analyse ou leur utilisation en fromagerie 22 h après l'inoculation. Il en ressort qu'afin d'assurer un équilibre constant entre les différentes espèces d'un levain multiple, le fromager devra veiller particulièrement au respect des conditions qu'il s'est imposé à chacune des étapes de la fabrication de ce levain.

Il est vraisemblable que les effets mis en évidence lors de la première étape de la fabrication d'un levain se retrouvent au cours des étapes suivantes de sa propagation, et conduisent à des modifications des flores qu'il convient de contrôler le plus possible.

Remerciements

Nous remercions le service R & D de l'Union Laitière Normande qui nous a permis de réaliser ce travail et A. Birette (IUT de Caen, option IAB), pour sa participation technique dans le cadre de son stage de fin d'étude.

Références

- Anonyme (1979) Une table ronde de la technique laitière. *Tech. Lait.* 939, 13-27
- Boquien C.Y., Desmazeaud M.J. & Corrieu G. (1988) Suivi des populations mixtes de bactéries lactiques mésophiles utilisées en industrie laitière. *Colloque Alimentation Transformation des Produits agricoles et Nutrition*. APRIA, Paris

- Cogan T.M. (1980) Les levains lactiques méso-philés. Une revue. *Lait* 60, 397-425
- Deibel R.H. & Seiley H.W. (1974) Family II *Streptococaceae*. In: *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*, 8th ed. (Buchanan R.E. & Gibbons N.E., eds), The Williams and Wilkins Co, Baltimore
- De Man J.C., Rogosa R. & Sharpe M.E. (1960) A medium for the cultivation of *Lactobacilli*. *J. Appl. Bacteriol.* 23, 130-135
- Garvie E.I. (1960) The genus *Leuconostoc* and its nomenclature. *J. Dairy Res.* 27, 283-292
- Garvie E.I. & Farrow A.E. (1982) *Streptococcus lactis* subsp. *cremoris* (Orla Jensen) comb. nov. and *Streptococcus lactis* subsp. *diacetylactis* (Matuszewski et al.) nom. rev., comb. nov. *Int. J. Syst. Bacteriol.* 32, 453-455
- Guiraud J. & Galzy P. (1980) *L'Analyse Microbiologique dans les Industries Alimentaires*. Editions de l'Usine Nouvelle, p. 104
- Jones D. (1978) Composition and differentiation of the genus *Streptococcus*. In: *Streptococci* (Skinner F.H. & Quesnel L.B., eds) Academic Press, London, pp. 1-49
- Hughenoltz J., Veldkamp H. & Konings W.N. (1987) Detection of specific strains and variants of *Streptococcus cremoris* in mixed cultures by immunofluorescence. *Appl. Environ. Microbiol.* 53, 149-155
- Hughenoltz J. & Veldkamp H. (1985) Competition between different strains of *Streptococcus cremoris*. *FEMS Microbiol. Ecol.* 31, 57-62
- Huggins A.R. (1984) Progress in dairy starter culture technology. *Food Technol.* 38, 41-45
- Leach R.D. & Sandine W.E. (1975) Numerical relationship between strains in frozen concentrates of streptococcal starter cultures. *J. Dairy Sci.* 59, 1392-1397
- Lee D.A. & Collins E.B. (1976) Influences of temperature on growth of *Streptococcus cremoris* and *Streptococcus lactis*. *J. Dairy Sci.* 59, 405-409
- Martley F.G. (1975) Comportement et rôle des streptocoques lactiques du levain en fabrication de camembert. *Lait* 55, 310-323
- Ross G.D. (1980) Observations on the effect of inoculum pH on the growth and acid production of lactic streptococci in milk. *Aust. J. Dairy Technol.* 35, 147-149
- Roy R., Goulet J. & Provencher P. (1987) Influence de 4 milieux de propagation sur le comportement de 6 levains lactiques méso-philés du commerce. *Lait* 67, 41-50
- Shaw M. (1983) La lutte contre les bactériophages dans les fromageries. *Tech. Lait* 976, 51-59
- Stadhouders J. (1986) The control of cheese activity. *Neth. Milk Dairy J.* 40, 155-176
- Terzaghi B.E. & Sandine S.E. (1975) Improved medium for lactic streptococci and their bacteriophages. *Appl. Microbiol.* 29, 807-813
- Turner N., Sandine W.E., Elliker P.R. & Day E.A. (1963) Use of tetrazolium dyes in an agar medium for differentiation of *Streptococcus lactis* and *Streptococcus cremoris*. *J. Dairy Sci.* 46, 380-385