

INFORMATION — SFRL

Septembre 1979/92
Publiée par la Station fédérale de recherches laitières
CH-3097 Liebefeld
Directeur: Prof. Dr B. Blanc

La fabrication du fromage et la recherche fromagère en Suisse

C. Steffen
Sous-directeur de la Station fédérale de recherches laitières, 3097 Liebefeld-Berne

Exposé présenté à Montreux, le 10 septembre 1979, lors de la cérémonie d'ouverture des 63es sessions annuelles de la Fédération Internationale de Laiterie.

1. Introduction

Le fromage de poids élevé et à gros trous est devenu, pour ainsi dire, un symbole de la Suisse. C'est surtout aux fromages d'Emmental, de Gruyère et de Sbrinz, connus sur le plan international, que nous devons notre réputation de «pays fromager».

On se demande pourquoi c'est précisément en Suisse, un si petit pays, que se sont développés ces fromages de grand format comme l'emmental. Au 18^e siècle, lorsqu'on pratiquait encore l'assolement triennal sur le Plateau suisse, la production laitière était pratiquement limitée aux régions montagnardes. En été, le bétail pâturait sur les alpages et son lait était utilisé sur place pour la fabrication de produits de longue conservation. A cette époque déjà, les paysans se groupaient pour estiver leurs vaches sur les alpages et pour fabriquer le fromage en commun. Ainsi se constitua très tôt la base des sociétés coopératives de fabrication fromagère.

Le caractère particulier de cette base de production obligeait les paysans à constituer en été sur les alpages un stock alimentaire pour subvenir aux besoins pendant les mois d'hiver. Il fallait que les fromages soient assez solides pour être transportés et présentent une conservabilité suffisante. A cet effet, on fabriquait des fromages à pâte dure dont la teneur en eau était basse, ce qui exigeait une fabrication très soignée.

Au début du 19^e siècle, l'assolement triennal fut remplacé par une culture fourragère rationnelle. Il en résulta une augmentation de la production laitière en plaine, et, par conséquent, la production fromagère fut déplacée dans les vallées. Là aussi, dans les villages, les paysans s'associèrent pour fabriquer le fromage en commun. C'est ainsi que se créèrent les fromageries de village. Le mode de fabrication adopté fut celui des fromageries d'alpage. Avec la quantité de lait produit augmenta aussi le poids des fromages, jusqu'à la limite qualitativement admissible de 100 kg environ.

Aujourd'hui encore, les structures créées à cette époque constituent le fondement de la fabrication fromagère en Suisse. La plus-grande partie de cette fabrication s'effectue de façon artisanale, dans quelque 1500 fromageries de village, transformant chacune entre 1000 et 10 000 litres de lait par jour. En plus des fromages d'Emmental, de Gruyère et de Sbrinz déjà mentionnés, d'autres variétés se sont développées, dont certaines sont également réputées. Citons comme exemples: l'appenzell, le tilsit suisse à base de lait cru, le fromage à raclette valaisan, la Tête de Moine, le Vacherin Mont d'Or, le Vacherin fribourgeois, différents fromages d'alpage et le fromage aux herbes de Glaris.

En 1977, 46 pour cent de la totalité du lait livré par les producteurs ont été utilisés pour fabriquer du froma-

ge. Dans cette même année, la fabrication fromagère s'est élevée à 115 000 tonnes. Elle se répartit comme suit sur les sortes les plus importantes:

— Emmental	50 %
— Gruyère	17 %
— Fromage à pâte mi-dure et à pâte molle	12,5%
— Tilsit	7 %
— Appenzell	6 %
— Sbrinz	4 %

La part de la Suisse dans la production fromagère mondiale, soit 1,5 pour cent, est relativement faible. De même, sa participation au commerce international, de 5,4 pour cent, vous semblera à juste titre insignifiante. Et pourtant la fabrication fromagère est très importante pour notre agriculture et pour notre économie nationale.

2. Principes de la fabrication fromagère

Au premier abord, la structure actuelle des fromageries suisses est souvent considérée comme dépassée; à mon avis, ce jugement n'est pas justifié, car cette structure offre à notre pays des avantages très concrets. Au pays d'origine de plusieurs sortes de fromages réputés, nous tenons à respecter certains principes traditionnels et éprouvés de la fabrication fromagère. Pour faire face à la forte concurrence sur le marché international, la Suisse, dont le prix

du lait est relativement élevé, doit offrir des spécialités reconnues par l'acheteur et chercher à maintenir ce niveau. Par «spécialité», nous comprenons un **produit naturel, bien mûri et qualitativement supérieur**. Le seul moyen d'atteindre ce but est, à nos yeux, que des hommes de métier très qualifiés puissent fabriquer leur fromage à partir de lait cru pauvre en germes. L'emploi d'additifs n'est pas admis, à l'exception des produits naturels que sont la présure, l'eau, les cultures et le sel.

Plusieurs éléments sont indispensables pour réaliser ces principes:

- un lait de bonne qualité
- un fromager possédant des aptitudes et connaissances professionnelles hors pair
- une surveillance efficace de la qualité.

En fixant les normes de production d'un lait de haute qualité, il y a 70 ans déjà, on a jeté les bases de la fabrication fromagère à partir de lait cru. Aujourd'hui, certaines prescriptions sur l'affouragement du bétail laitier, la production et le traitement du lait sont ancrées légalement dans le Règlement suisse de livraison du lait. Un service efficace d'inspection et de consultation en matière d'économie laitière, avec ses inspecteurs et ses consultants spécialement formés, surveille l'observation de ces prescriptions et conseille les agriculteurs.

Un nouveau mode uniforme de paiement individuel du lait commercial à la qualité est entré en vigueur en 1973. Les critères d'appréciation sont le nombre total de germes, la teneur en substances inhibitrices, la teneur en cellules ainsi que l'odeur, le goût et l'aspect. Pour des raisons d'économie, le contrôle est limité à un échantillon par mois. Le lait fourni par les producteurs aux centres collecteurs ne doit pas avoir une teneur en germes supérieure à 80 000 par ml, exigence effectivement respectée en permanence par plus de 90 pour cent des producteurs.

D'autres contrôles encore sont régulièrement effectués par le fromager. La livraison bi-journalière du lait assure le contact direct entre producteur et utilisateur et, de ce fait, contribue beaucoup, semble-t-il, à la réussite de la fabrication fromagère à base de lait cru. Le lait est livré immédiatement après la traite à des fromageries de village très proches, pour la plupart, de l'exploitation pro-

ductrice, ce qui permet au fromager de préparer systématiquement et à temps la matière première pour la fabrication de son fromage.

Le fromager doit posséder de **bonnes aptitudes et connaissances professionnelles**. Nos fromagers suivent une période de formation d'au moins huit ans, pendant laquelle ils acquièrent les bases pratiques et théoriques de leur profession. Cette période de formation comprend un apprentissage de trois ans, un stage en fromagerie de quatre ans et un cours d'une année dans l'une des quatre écoles de fromagerie de notre pays. Même après avoir obtenu le diplôme de fromager, il doit continuer à se former, en adaptant ses connaissances continuellement au niveau actuel. A cet effet, les fromagers se réunissent à peu près tous les deux mois dans des groupes de discussion. En collaboration avec les inspecteurs de fromagerie, c'est l'occasion d'échanger des expériences pratiques, des observations et des connaissances professionnelles. Notre station de recherches profite de cette occasion pour vulgariser, par l'intermédiaire de nos consultants, les résultats les plus récents de la recherche et de la consultation fromagères.

Le **contrôle de la qualité** des fromages parvenus au stade de la commercialisation constitue un autre facteur important. Une première sélection a lieu dans les fromageries même, lors de la prise en charge des fromages par les marchands. C'est là que se décide le classement des fromages selon la qualité. Par la suite, une commission de taxation neutre taxe la totalité des fromages classés en premier choix de chaque fromagerie, d'après un système par points éprouvé, développé par l'Union suisse du commerce de fromage SA. L'appréciation porte sur les caractéristiques suivantes: ouverture, pâte et couleur, goût et arôme

ainsi qu'aspect extérieur et conservabilité. En même temps, on prélève des échantillons pour contrôler la teneur en matière grasse et en eau. Tous ces facteurs sont pris en considération lors de la fixation du prix que le fromager recevra pour son produit.

3. La recherche fromagère

En Suisse, on a reconnu de bonne heure que, malgré une longue tradition dans la fabrication fromagère, une recherche à but pratique est indispensable pour maintenir et améliorer la qualité. La recherche fromagère constitue une partie très importante de la recherche laitière. Elle est réalisée en premier lieu par la Station fédérale de recherches laitières à Liebefeld et le Laboratoire de science laitière de l'Ecole polytechnique fédérale, instituts appartenant à la Confédération. La recherche fromagère assume, entre autres, les tâches suivantes:

- études bactériologiques, chimiques, hygiéniques, portant sur les propriétés du lait cru destiné à la fabrication fromagère
- étude approfondie des processus de fermentation du fromage
- examen et choix des cultures fromagères
- essais de fabrication et de maturation à l'aide de technologies adaptées aux différentes sortes de fromages
- adaptation de tous les facteurs importants lors de l'introduction d'équipements modernes, tels que: cuve multiple, moules sans toile, traitement mécanisé des fromages pendant la maturation
- étude de défauts spécifiques du fromage

Je vais maintenant vous présenter quelques problèmes ayant trait au défaut de la fermentation secondai-



Figure 1:
Fromage d'Emmental à fermentation secondaire

re, espérant par là vous donner une idée de notre activité de ces dernières années.

Qu'est-ce que la fermentation secondaire?

Alors que la maturation du fromage semble terminée, la production de CO₂ continue pendant le stockage à une température de 10 à 13 °C et la meule gonfle. La coupe d'un fromage atteint de fermentation secondai-

re (figure 1) présente de grands trous étirés et des lainures dans la pâte.

La figure 2 schématise l'explication de la fermentation secondaire, telle qu'elle a été adoptée pendant de longues années.

On supposait qu'après la formation des trous dans la cave de maturation, le métabolisme des bactéries propioniques et, de ce fait, la pro-

duction de CO₂, s'arrêtaient dans les fromages à maturation normale. Quant aux fromages défectueux, atteints de fermentation secondaire, on croyait que la formation de CO₂ se poursuivait pour des raisons encore inconnues.

De récents résultats de nos recherches infirment cette ancienne théorie. Des méthodes biochimiques et enzymatiques ont permis de déterminer de façon exacte le processus de fermentation du fromage d'Emmental en cours de maturation normale, ce qui constituait un travail préliminaire important.

La figure 3 montre la modification du lactose due aux bactéries lactiques ainsi que l'évolution de la dégradation du lactate par les bactéries propioniques dans l'emmental.

Ces études démontrent que la production de CO₂ se poursuit, à un rythme plus lent mais de façon continue, dans le fromage en cours de maturation normale, même dans la cave de stockage à une température de 10 à 13 °C. Cette découverte est de première importance.

Ces nouveaux résultats d'importance fondamentale nous ont permis d'établir un nouveau programme d'essai. 120 emmentals, répartis en deux groupes, l'un comprenant des fromages de bonne qualité, l'autre des

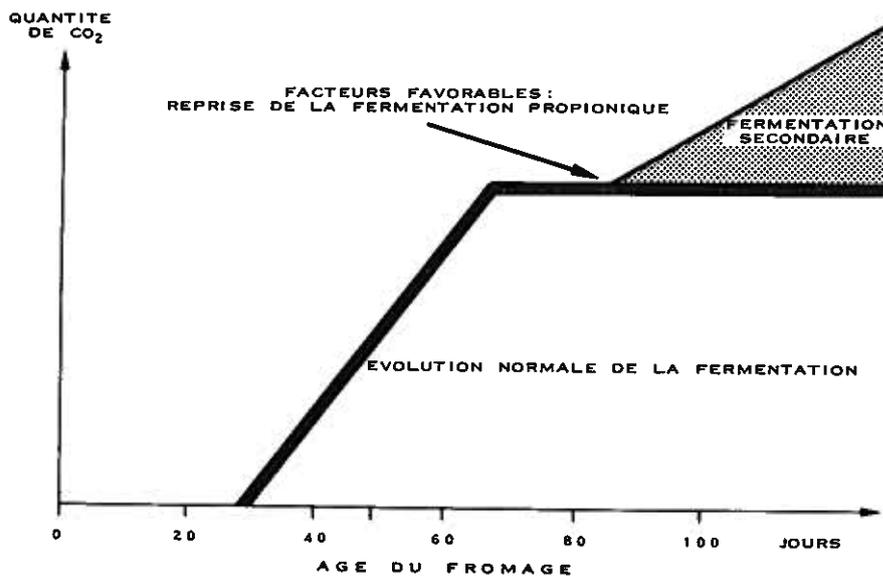


Figure 2: Schéma de l'explication traditionnelle des causes de la fermentation secondaire

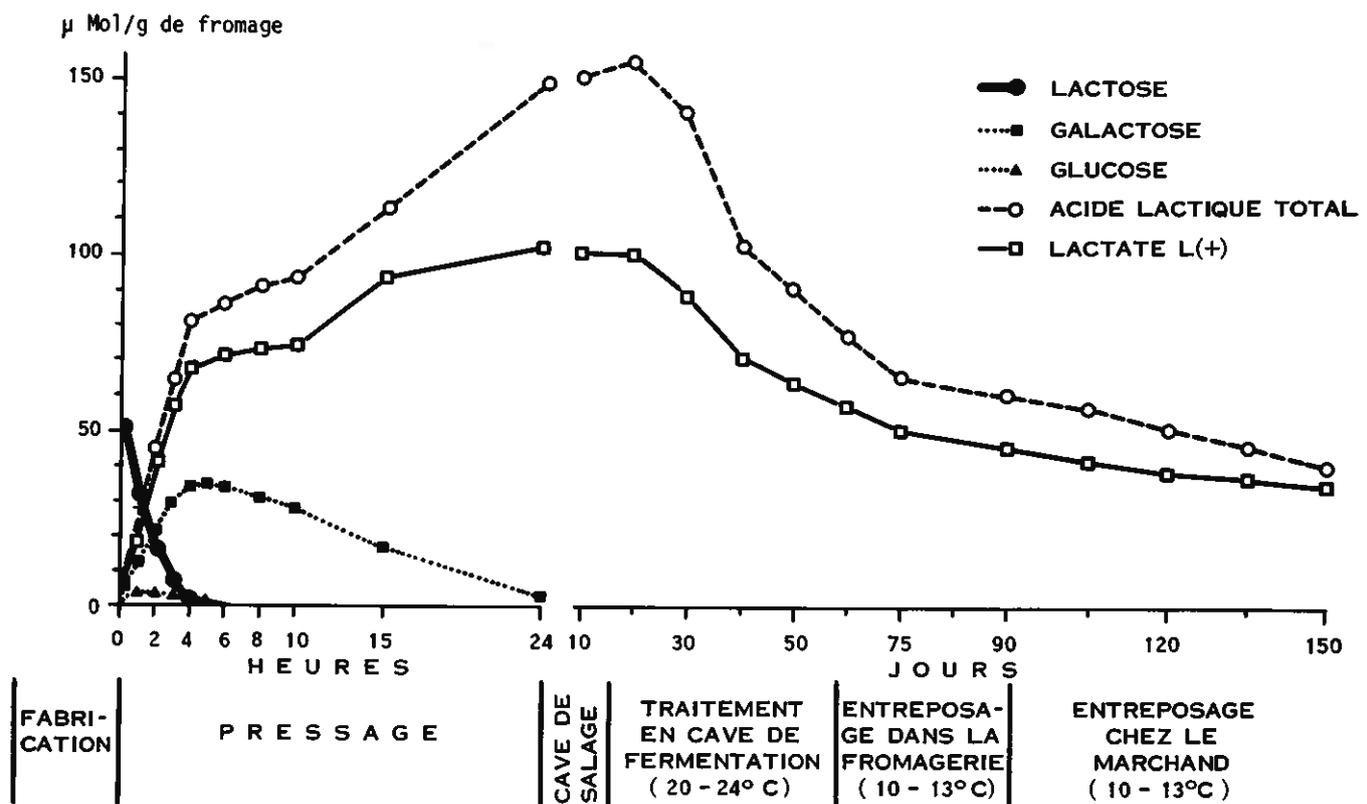


Figure 3: Dégradation du lactose, formation et dégradation du lactate dans l'emmental en cours de maturation (5)

fromages atteints de fermentation secondaire, ont été analysés pendant une année selon plus de 80 critères. L'interprétation des quelque 60 000 résultats d'analyse s'est faite à l'aide d'ordinateurs modernes. Les différences les plus importantes entre les deux groupes de fromage sont les suivantes:

- Comparés aux fromages normaux, les fromages atteints de fermentation secondaire présentent une protéolyse plus forte, aboutissant à des produits de dégradation de faible poids moléculaire, tels que peptides et acides aminés. L'électrophorèse sur gel de polyacrylamide, la chromatographie sur gel, la microscopie électronique, la détection de fractions azotées, d'acides aminés libres, la mesure des variations du pH, la détermination de l'activité des enzymes protéolytiques et de la sorption d'eau (1, 3, 7, 9, 10) furent les méthodes utilisées.
- La fermentation propionique est plus intense dans les fromages à

fermentation secondaire. Cela ressort de l'analyse des acides gras libres, du succinate, de l'acétate et de l'acide lactique résiduel (9, 10).

- L'activité métabolique de la flore bactérienne des deux groupes de fromages est différente; elle varie en fonction des cultures de bactéries lactiques utilisées et de la qualité bactériologique du lait cru de fabrication. Cette constatation se base sur les résultats de la détermination de l'activité de divers groupes d'enzymes ainsi que sur la distribution des deux isomères de l'acide lactique dans le fromage (3, 9).
- Les fromages atteints de fermentation secondaire présentent une structure de pâte plus ferme. Cela ressort des mesures rhéologiques (10).
- D'autres causes éventuelles du défaut de la fermentation secondaire sont imputables à certaines phases de la fabrication. Ceci ressort du recensement des données de fabrication, de la déter-

mination de la teneur en eau et de l'activité de l'eau (1 à 10).

Le schéma suivant (figure 4) résume les connaissances acquises sur les relations entre les divers phénomènes de la fermentation secondaire.

Il montre que la qualité du lait de fabrication, la composition des cultures de bactéries lactiques utilisées et certaines opérations de la fabrication sont responsables de la multiplication de la flore bactérienne du fromage. La multiplication plus intense de bactéries lactiques indésirables et de bactéries étrangères ainsi que la croissance ralentie des souches thermophiles désirées de bactéries lactiques peuvent influencer l'évolution de la fermentation lactique. Cela peut entraîner une protéolyse plus intense et une fermentation propionique plus forte. Il en résulte une structure modifiée de la pâte, une production plus élevée de CO₂ et, partant, le défaut de la fermentation secondaire.

L'examen de certaines phases de la fabrication ainsi que l'étude pendant

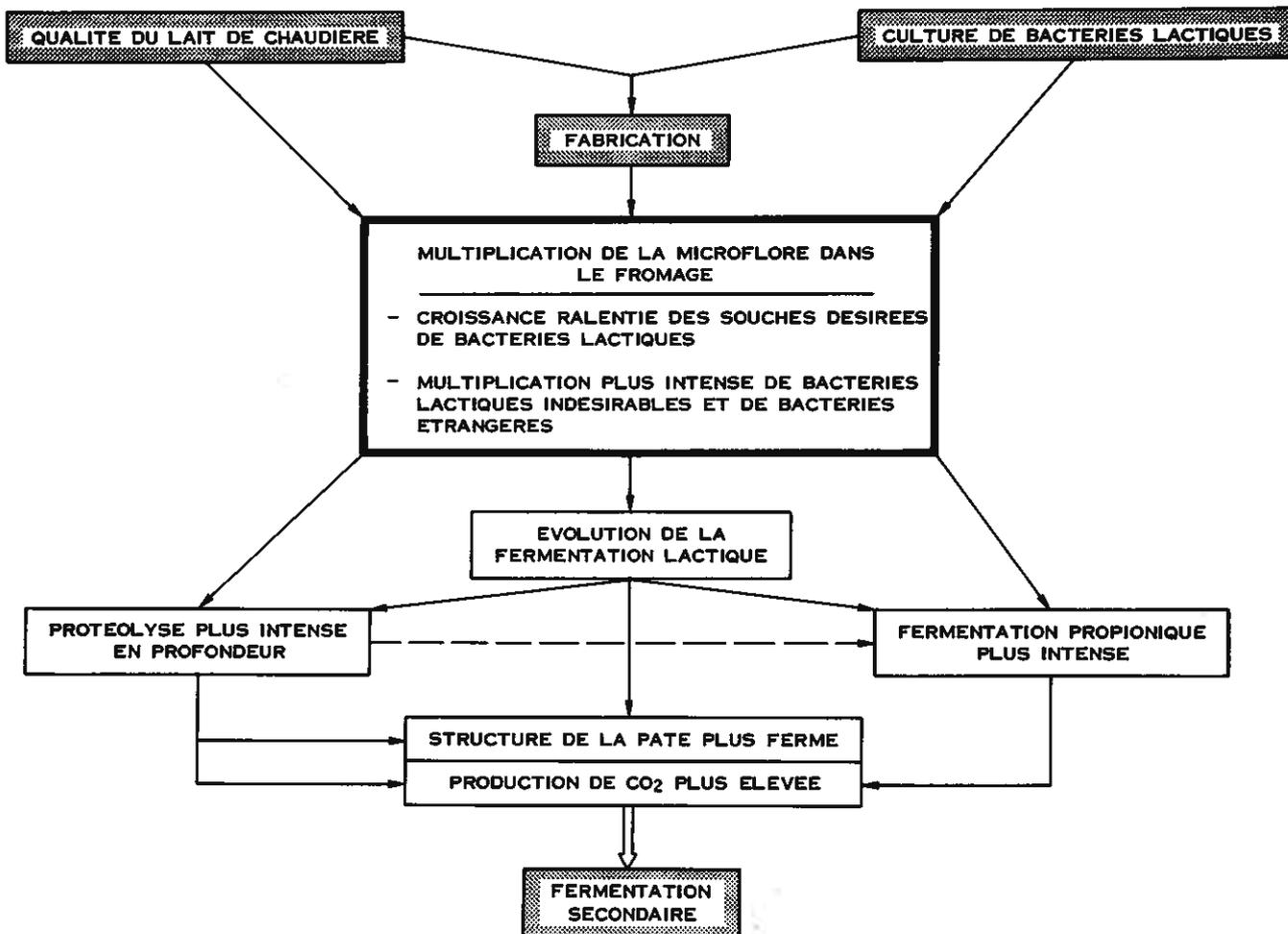


Figure 4: Schéma des causes et de l'évolution de la fermentation secondaire

la maturation de quelques phénomènes caractéristiques nous fournissent encore d'autres renseignements

sur la fermentation secondaire. Les cultures fromagères et la formation de CO₂ serviront d'exemples pour il-

lustrer brièvement cela. Plus de 800 fromages ont été fabriqués l'année dernière dans notre fromagerie expérimentale d'emmental afin de caractériser différentes cultures de bactéries lactiques. L'influence des cultures utilisées est bien visible dans la coupe des fromages mûrs (figure 5) fabriqués dans des essais parallèles où le genre de culture de bactéries lactiques était la seule variable.

La production de CO₂ ainsi que sa solubilité et sa diffusion dans la pâte du fromage occupent une place centrale dans l'étude de la fermentation secondaire.

L'allure de la courbe du CO₂ diffusant hors du fromage en cours de maturation (figure 6) révèle, d'une part, une formation prématurée de CO₂ et, d'autre part, une production considérable de gaz pendant le stockage à basse température. La

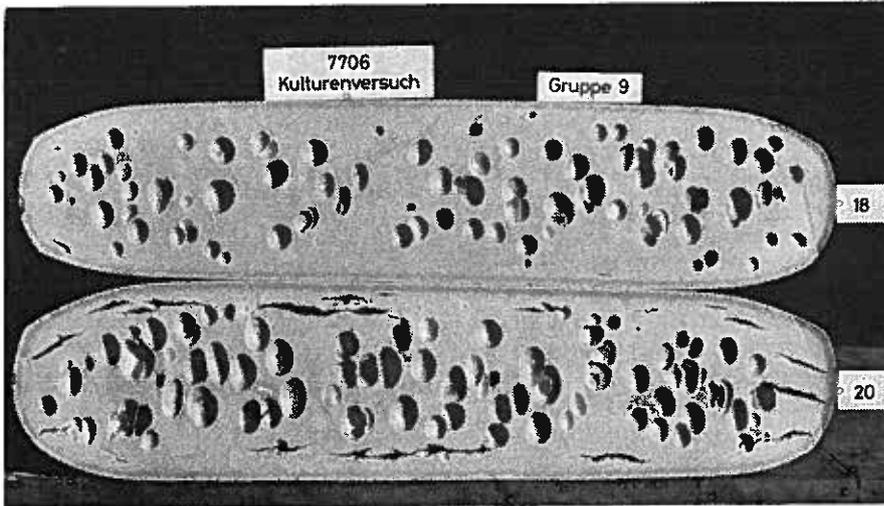


Figure 5: Coupe de fromages fabriqués dans des essais parallèles avec des cultures de bactéries lactiques différentes

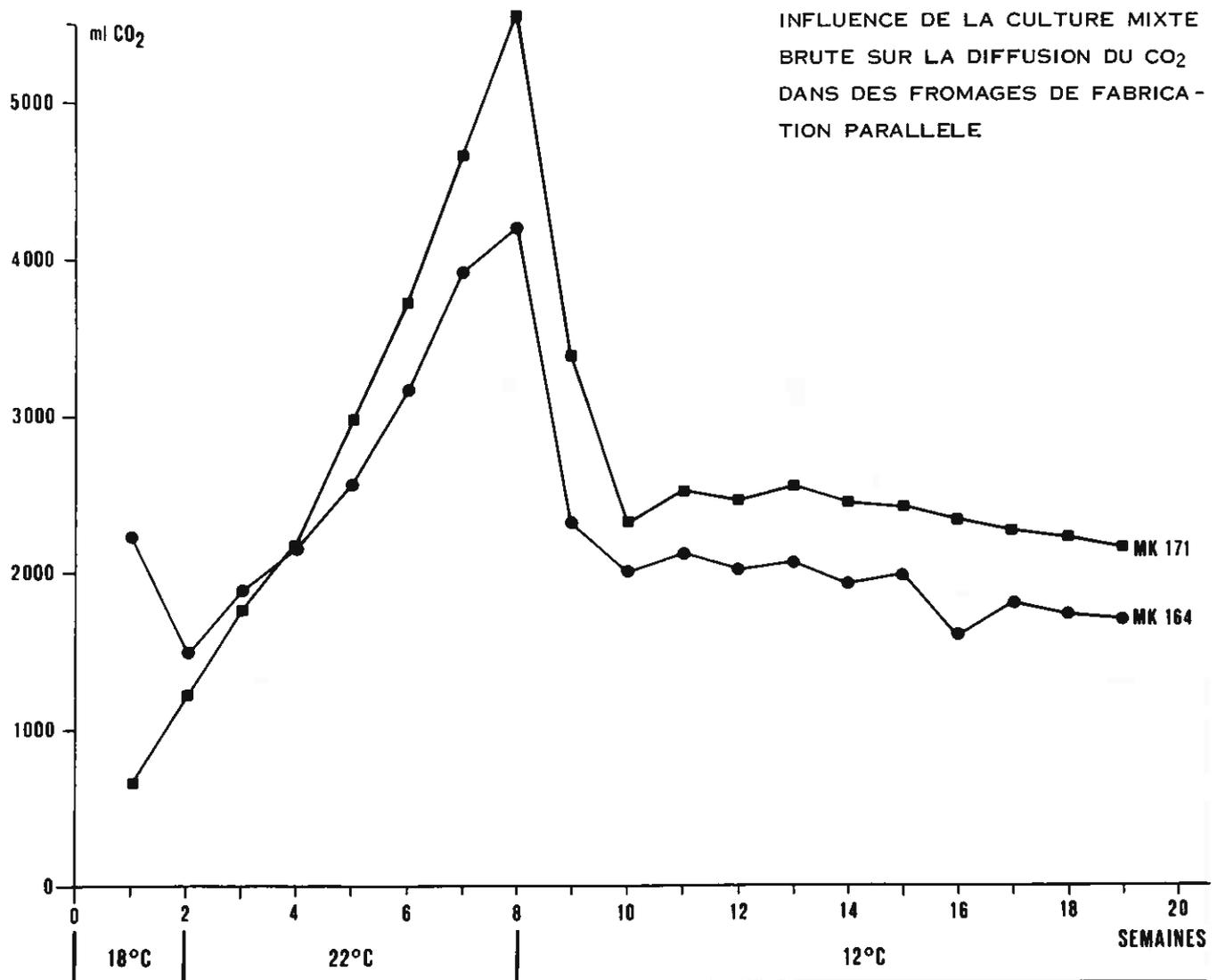


Figure 6: Diffusion du CO₂ dans des fromages de fabrication parallèle faits avec des cultures de bactéries lactiques différentes (2)

détermination du CO₂ diffusé, du CO₂ dissous et du CO₂ présent dans les trous permet de calculer la quantité totale de gaz produit dans le fromage (2).

C'est ainsi que, pierre par pierre, nous cherchons à compléter la vaste mosaïque que représente le phénomène de la fermentation secondaire, afin d'en obtenir une image toujours plus nette.

La recherche fromagère suisse s'oriente selon les exigences de la pratique. La figure 6 schématise les rapports entre la recherche fromagère, la consultation en fromagerie et les fromagers.

Les 1500 fromageries suisses sont conseillées en permanence par les inspecteurs de fromagerie des différents services régionaux de consultation en matière d'économie laitière. Lors de réunions régulières, les inspecteurs sont informés des derniers résultats de la recherche fromagère. A cette occasion, les consultants et les inspecteurs de fromagerie discutent ensemble des cas spéciaux de la consultation froma-

gère. En outre, il existe des groupes de discussion entre fromagers qui leur permettent de maintenir des rapports réguliers avec la recherche et les inspecteurs. Les résultats de la recherche fromagère ainsi que les observations, expériences et problèmes des fromagers et des inspecteurs de fromagerie font l'objet des discussions. Ceci garanti à la recherche fromagère de garder un contact étroit avec la pratique. Une vulgarisation rapide et efficace des résultats de la recherche fromagère est assurée par l'intermédiaire des inspecteurs fromagers. Nous sommes persuadés que le choix de cette formule, avec toutes les retombées qu'elle a déjà provoquées, a beaucoup contribué à réduire, par une application judicieuse des nouveaux résultats dans la pratique, la part de fromages atteints du défaut de la fermentation secondaire.

Nous espérons que la continuité de nos efforts et l'étroite collaboration avec les gens du métier et tous ceux qui s'intéressent directement ou indirectement aux problèmes de qualité, nous aideront à maintenir la

bonne réputation du fromage suisse, ce produit naturel de haute valeur.

Bibliographie

- 1 BLANC B., RÜEGG M., BAER A., CASEY M. und LUKESCH A., Schweiz. Milch. Forsch., 8, 27—36 (1979)
- 2 FLÜCKIGER E., WALSER F. und STEFFEN C., Schweiz. Milchzeitung, 104, (80) 592—593 (1978)
- 3 LAVANCHY P., BÜHLMANN C. und BLANC B., Schweiz. Milch. Forsch., 8, 9—14 (1979)
- 4 MILCHSTATISTIK DER SCHWEIZ, Sonderdruck aus Landwirtschaftlichem Jahrbuch der Schweiz, 92, (1978)
- 5 STEFFEN C., Lebensm. -Wiss. und -Technologie, 8, 1—6 (1975)
- 6 STEFFEN C., Schweiz. Milch. Forsch., 5, 43—50 (1976)
- 7 STEFFEN C., Schweiz. Milch. Forsch., 8, (1979)
- 8 STEFFEN C., BÜHLMANN C., SCHNIDER J., SCHÄR H. und RENTSCH F., Schweiz. Milch. Forsch., 8, 3—8 (1979)
- 9 STEFFEN C., GLÄTTLI H. und NICK B., Schweiz. Milch. Forsch., 8, 19—26 (1979)
- 10 STEIGER G. und FLÜCKIGER E., Schweiz. Milch. Forsch., 8, (1979)

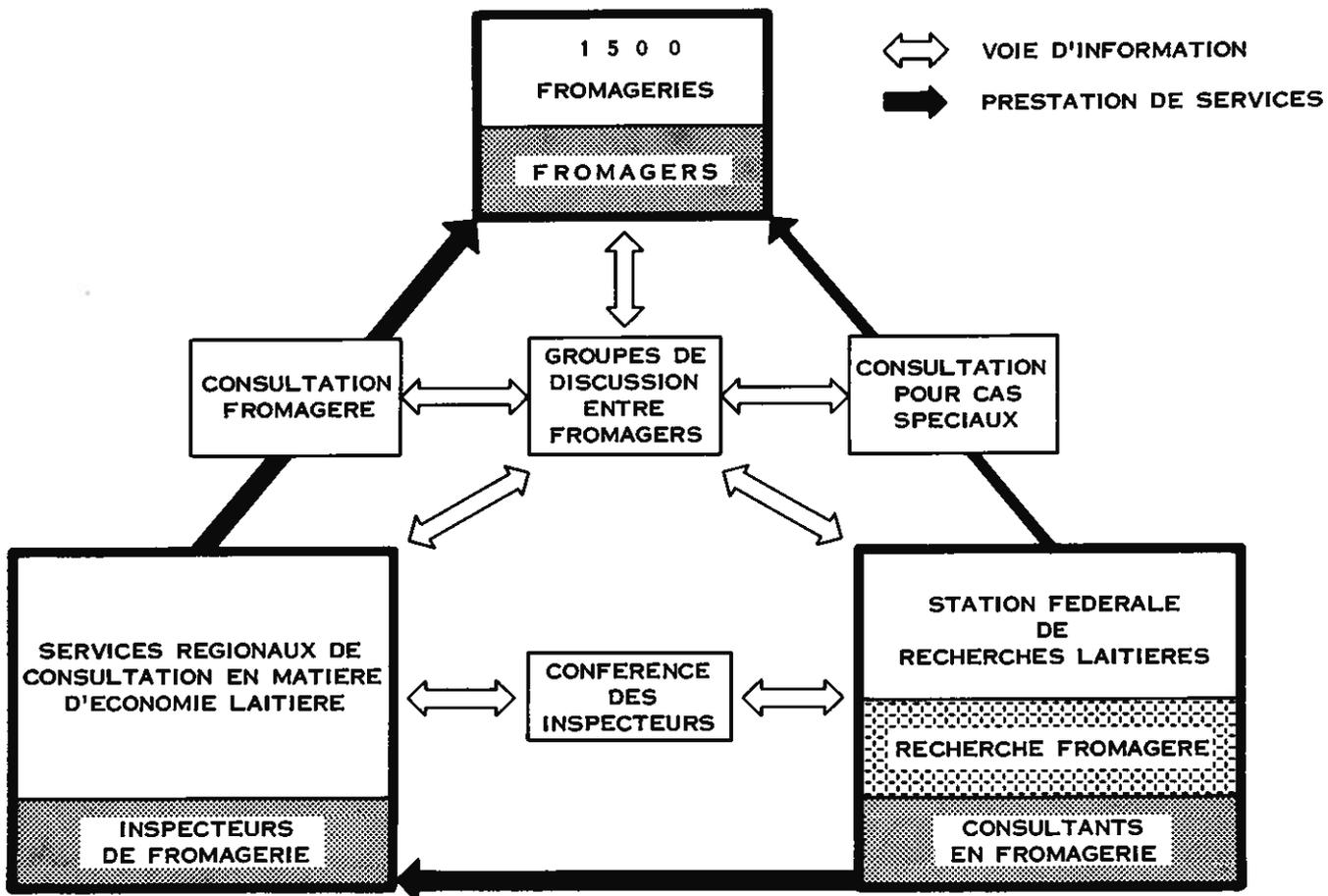


Figure 7: Rapports entre recherche fromagère, consultation en fromagerie et fromagers