



Institut Technique des Produits Laitiers Caprins

# Études et recherches d'intérêt général

## Synthèse des activités 2005

### Éditorial

Les études, dites d'intérêt général, menées par l'ITPLC et dont les résultats pour l'année 2005 sont présentés de façon synthétique dans ce document, correspondent à des travaux de recherche-développement dont la finalité est de permettre l'amélioration de la valorisation du lait et des produits laitiers caprins.

Le programme, défini par les entreprises adhérentes à l'ITPLC, qui collectent plus de 90% du lait de chèvre produit en France, et l'ensemble des partenaires professionnels et scientifiques de la filière caprine, s'articule autour :

- d'une meilleure connaissance du lait de chèvre comme matière première,
- du comportement du lait durant ses transformations, l'application et la mise au point de technologies (études protéines sériques du lait),
- des caractéristiques des produits obtenus, que ce soit leur composition fine et leurs qualités sensorielles ou nutritionnelles (études relation alimentation – qualité du lait et des fromages, caractérisation de la saveur des fromages, composition nutritionnelle des fromages), ou leur qualité sanitaire (études *Staphylococcus aureus*, Bactériocines).

Le Centre de Ressources et de Documentation Caprine participe quant à lui, à la diffusion de l'information scientifique et technique relative au domaine caprin et à celle des résultats produits par l'ITPLC. Ceci notamment par l'intermédiaire du site web de l'ITPLC : [www.itplc.asso.fr](http://www.itplc.asso.fr) et de la base de données en accès libre sur internet : [www.goat-lib.com](http://www.goat-lib.com).

Les études et recherches d'intérêt général ont pu être menées grâce au financement des entreprises adhérentes à l'ITPLC, de l'ANICAP, du Conseil Régional de Poitou-Charentes, de l'ONILAIT, des Ministères de l'Agriculture et de la Recherche (au travers de l'ACTIA) et de l'Union Européenne (FEOGA, FEDER).

Elles ont été réalisées dans le cadre de collaboration avec l'INRA, l'Université de Poitiers, l'AFSSA, l'Institut de l'Élevage, les organismes professionnels caprins de la région Poitou-Charentes et d'autres régions, et les entreprises adhérentes. Que tous les partenaires, financiers et techniques, reçoivent nos remerciements.

Alexandre LAURET  
Directeur de l'ITPLC

### Sommaire

- Page 2  
Protéines sériques : incidences des variations quantitatives en fromagerie
- Page 3  
Dosage des acides gras totaux et libres  
Alimentation des chèvres et qualité des fromages
- Page 4  
Saveur des fromages de chèvre affinés : Développement d'un test rapide
- Page 5  
Maîtrise de la contamination par *Staphylococcus aureus*
- Page 6  
Bactéries lactiques antagonistes de *Listeria monocytogenes* pour des fabrications au lait de chèvre
- Page 7  
Valorisation des propriétés nutritionnelles des produits laitiers caprins
- Page 8  
Les activités du Centre de Ressources et de Documentation Caprine
- Page 9  
Publications

ITPLC

Avenue F. Mitterrand—BP 49  
F-17700 SURGÈRES

Tél : 33/(0)5 46 27 69 80  
Fax : 33/(0)5 46 27 69 89

Courriel :  
[itplc.accueil@itplc.asso.fr](mailto:itplc.accueil@itplc.asso.fr)

## Protéines sériques : Incidence des variations quantitatives en fromagerie

### ■ Objectifs

L'évolution du taux de protéines sériques (PS) en fonction du taux protéique (TP) pris en compte dans le paiement du lait de chèvre et ses conséquences sur le rendement fromager étaient jusqu'à présent mal connues. En 2003-2004, des laits de troupeaux et de tournées ont donc été analysés afin de déterminer l'évolution de la quantité de protéines sériques par rapport au taux protéique total par mois sur une année de lactation. Par la suite, l'incidence des variations du rapport PS/TP sur les paramètres fromagers a été étudiée et quantifiée en laboratoire (2005).

### ■ Résumé

La première phase de cette étude a permis de constater d'une part que le pourcentage de protéines sériques dans la matière protéique peut varier au cours d'une année entre 18 et 26% avec des

valeurs relativement faibles en été, et d'autre part que des laits à fort TP présentent généralement des pourcentages de PS plus élevés, notamment en première partie de lactation. Il semble donc que le gain en protéines fromageables (TP-PS) ne soit pas aussi important que l'augmentation du TP et qu'il varie en fonction du stade de lactation.

Les principaux facteurs technologiques étudiés en seconde partie de l'étude étaient :

- ✓ Proportion de PS : 3 niveaux de TP \* 3 niveaux de PS/TP
- ✓ Traitement thermique du lait : cru ou pasteurisé,

Les paramètres suivis étaient :

- Aptitude à l'acidification
- Aptitude à l'égouttage en technologie présure (test de centrifugation) et lactique (test sous vide).
- Évaluation des rendements avec l'analyse des composition des laits et des

sérums obtenus après les tests d'égouttage.

D'une manière générale, pour des laits ayant le même TP, lorsque le pourcentage de PS augmente (de 3 à 6%) et donc que le lait contient moins de caséines, le taux de récupération de la matière protéique est plus faible (de 1 à 5,5%). Les différences observées, significatives pour les essais sans traitement thermique (figure 1), sont réduites lorsque le lait est chauffé (rétention dans le caillé de protéines sériques dénaturées). Par ailleurs, le traitement thermique réduit de 10 à 15% les volumes de sérum exsudé par rapport aux laits crus en technologie lactique. La récupération des PS est plus importante lorsque le lait est chauffé et le pouvoir de rétention d'eau des PS perturbe l'égouttage (figure 2).

Des micro fabrications fromagères seront réalisées afin de valider ces résultats obtenus au niveau paillasse.

Récupération de la MP(%)

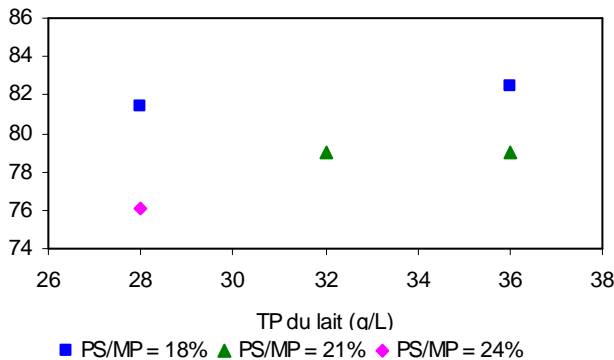
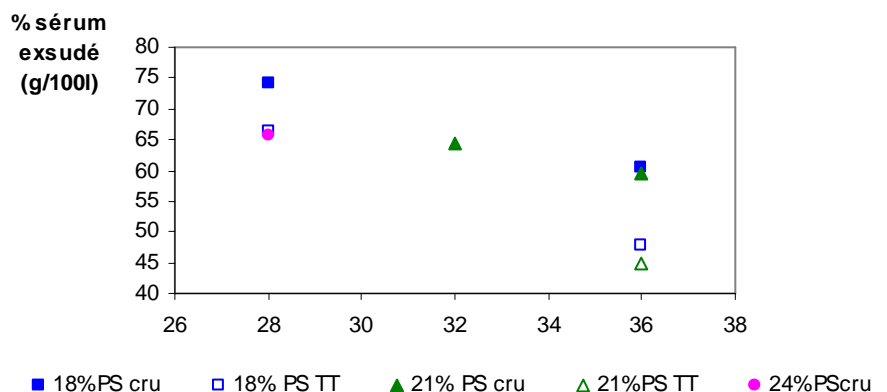


Figure 1 : Taux de récupération de la matière protéique en technologie présure selon le taux protéique et le % de protéines sériques

Figure 2 : Pourcentage de sérum exsudé (g/100l) en fabrication de type lactique selon le taux protéique et le % de protéines sériques



## Dosage des acides gras totaux et libres

### ■ Résumé

L'analyse de la matière grasse du lait et des produits laitiers caprins est d'un grand intérêt quant à la qualité des produits tant au niveau organoleptique que nutritionnel. Engagé dans de nombreuses études dans ces domaines, l'ITPLC s'est employé à acquérir de nouvelles compétences analytiques afin de pouvoir toujours mieux répondre aux besoins de la filière.

Ainsi, en partenariat avec les INRA de Theix et Jouy-en-Josas, plusieurs méthodes d'analyses des acides gras par Chromatographie en Phase Gazeuse ont été transférées à l'ITPLC. Après un important travail d'ajustement et de validation des résultats, l'ITPLC dispose désormais d'une méthode d'analyse des **acides gras libres** (intérêt pour la flaveur, figure 1) et des **acides gras totaux** avec identification de certains isomères du CLA et de l'acide oléique (intérêt nutritionnel, figure 2).

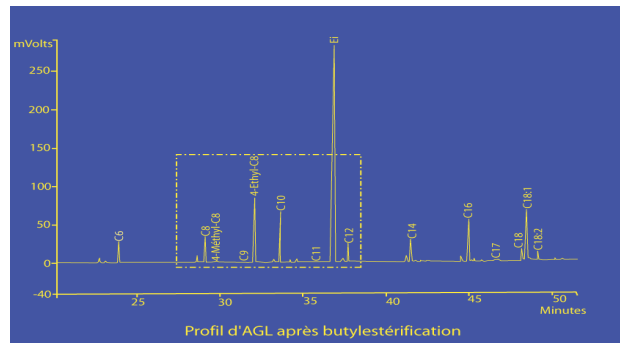


Figure 1 : Exemple de profils d'acides gras totaux obtenus après butylestérification pour une étude visant la flaveur des produits

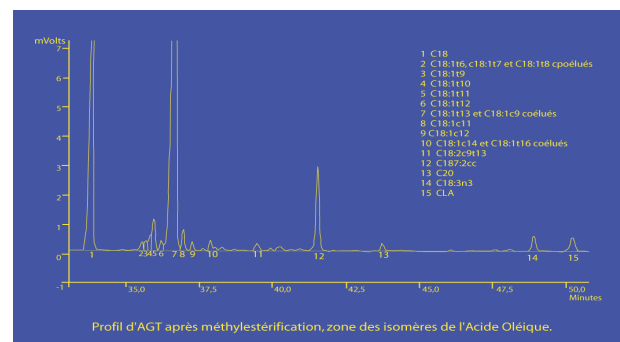


Figure 2 : Exemple de profils d'acides gras totaux obtenus après méthylestérification pour l'analyse de la composition nutritionnelle

## Alimentation des chèvres et qualité des fromages

### ■ Objectifs

Les études relatives à la relation entre l'alimentation animale et la qualité des fromages ont débuté à l'ITPLC avec le programme AQS réalisé avec l'INRA de Theix (2001 à 2003). Lors de cette étude, l'impact de la supplémentation lipidique était net, tant sur l'aspect nutritionnel (accroissement du CLA avec l'huile de lin) que sensoriel (quelques défauts de goût probablement liés aux forts niveaux de supplémentation). Les différences organoleptiques mais aussi nutritionnelles entre les 4 régimes de base (Ensilage de Maïs, Herbe verte, foin de luzerne et foin de Ray Grass) étaient faibles. Par ailleurs, les essais avaient été conduits sur des lots de 12 chèvres, il était donc intéressant de poursuivre l'étude sur le terrain avec des laits de troupeaux.

### ■ Résumé

En première approche, 2 types de régimes de base ont été étudiés quant à l'impact sur les qualités organoleptiques des fromages : rations sèches (ration «foin» et ration «déshydratés») et pâturage. Des différences de composition des laits, taux de matière grasse notamment, ont été constatées, avec des laits plus riches pour les rations sèches, rendant les comparaisons difficiles.

Pour les essais qui concernaient la comparaison «ration foin - pâturage», les écarts de composition des fromages n'étaient pas élevés, et des différences de goût ont été perçues lors des dégustations en interne au démouillage. Les fromages correspondant au régime pâturage ressortaient comme neutres et frais tandis que ceux issus de la ration foin avaient des goûts plus «caprin» et «fermenté». Ces différences n'étaient plus détectées au stade affiné. Lors de la comparaison «ration déshydratés - pâturage», les

fromages obtenus présentaient des écarts de composition importants en extrait sec et en matière grasse qui induisaient certainement des différences de texture et de goût, perçues lors des dégustations. Bien qu'intéressantes, ces nouvelles données, issues d'essais avec un seul élevage par régime, sont dépendantes d'un effet troupeau très probable.

Étant donné que la valorisation des produits pourrait davantage s'orienter vers l'aspect nutritionnel et que dans la poursuite de l'étude *Nutrition* (ANICAP), il était nécessaire d'évaluer la variabilité dans l'année des profils d'acides gras des produits laitiers caprins, une étude plus conséquente a été lancée sur le lait. En effet, puisque les profils d'acides gras des laits ne sont pas modifiés lors de la transformation fromagère (cf programme AQS), un suivi mensuel de laits de troupeaux a débuté en 2006 pour 4 régimes alimentaires avec 4 troupeaux par type de régime.

# Flaveur des fromages de chèvre affinés

## Développement d'un test rapide

### ■ Objectifs

Ce programme a pour objectif de fournir aux entreprises des outils de maîtrise et de contrôle des caractéristiques sensorielles de leurs fromages au lait de chèvre. Il s'agit donc d'évaluer de façon précise le potentiel aromatique des flores d'affinage disponibles pour la fabrication de fromages de chèvre affinés. Cette étude planifiée sur 24 mois (2005-2007) comporte 2 étapes principales :

- ✓ Mise au point d'un milieu fromager modèle, spécifique des fromages lactiques, en vue de réaliser des évaluations rapides simples et standardisées du potentiel aromatique des flores d'affinage.
- ✓ Test d'environ 60 souches et cocktails de ferments d'affinage à l'aide du modèle précédemment optimisé suivi d'une validation finale en fabrication lactique.

### ■ Résumé

Les modèles fromagers existants (littérature ou commerce) n'allient jamais praticité, comestibilité et représentativité. Par ailleurs, ils ne sont pas spécifiques de fromages de chèvre lactiques. La première étape du programme a débuté, à savoir la mise au point du caillé modèle :

#### ✓ Fabrication—Conservation

Après avoir défini les critères de choix de la matière première à mettre en œuvre (lait de tournée à faible niveau de lipolyse, TB moyen de 36-37g/l, TP de 32-33 g/l...), le coagulum lactique a été obtenu à partir de lait pasteurisé. La première modalité

d'obtention du caillé était un égouttage en filtre berge pour obtenir 42% d'extrait sec. Le caillé a été conditionné sous vide puis conservé à -20°C.

Les préessais de deshydratation par lyophilisation (lyophilisateur de paillasse à l'ITPLC), 48h pour une épaisseur maximale de caillé de 3,5 cm, ont été concluants. Ainsi, 50kg de caillé congelé ont été lyophilisés (prestataire privé) conduisant à une poudre d'extrait sec supérieur à 97% qui a ensuite été conditionnée sous vide et stockée à -20°C. Une partie du caillé resté à l'état congelé sert de témoin lors des essais d'implantation de flores.

Après 4 mois de stockage sous forme congelée ou lyophilisée, aucune évolution notable n'a été observée quant aux critères d'altération biochimiques (protéolyse, lipolyse, oxydation) et microbiologique (levures/moisissures, sporulés, coliformes totaux). Cependant, certaines flores lactiques sont affectées avec notamment une baisse sensible des leuconotocs et des streptocoques thermophiles.

#### ✓ Reconstitution— Implantation

Les caillés ont été reconstitués à partir de la base lyophilisée additionnée d'eau stérile à 20 ou à 70°C puis placés en boîte de Petri de 140 mm de diamètre avec couvercle. Après pulvérisation d'un cocktail de souches de *Penicillium* et *Geotrichum* connues, les milieux reconstitués ont été incubés selon les paramètres classiques d'affinage et ont

fait l'objet d'une caractérisation visuelle (implantation des flores), biochimique, microbiologique, rhéologique et sensorielle.

Le mode de reconstitution à 20°C aboutit à une structure de produit très proche de celle d'un caillé frais et permet de préserver la flore encore présente dans la base, contrairement au mode de reconstitution à 70°C (perte de 2 à 3 log en flore lactique totale). Après 1 mois de conservation des bases (lyophilisée et congelée), la croissance des flores de surface ainsi que l'évolution des paramètres biochimiques (figure 1) et sensoriels sont deux fois plus rapides sur ce milieu modèle qu'en fabrication classique (J+12 du modèle correspondant à des caractéristiques de fromages à 1/2 DLUO). Après 3 mois de conservation, les évolutions des caractéristiques (notamment la lipolyse) du caillé affiné avec *Penicillium* (figure 2) tendent à différer par rapport à un essai caillé frais réalisé en parallèle.

Néanmoins, quel que soit le temps de conservation des bases, le caillé affiné à J+12 et J+26 réalisé avec la base lyophilisée reconstituée à 20°C a toujours été représentatif d'un fromage pour ce qui est de la flaveur et de la texture avec 80% de réponses positives (figure 3).

Ainsi, la mise au point d'un milieu modèle fromager caprin, dans l'objectif d'étudier plus finement et plus rapidement le potentiel aromatique de flores d'affinage, apparaît réalisable au vu de ces premiers résultats.

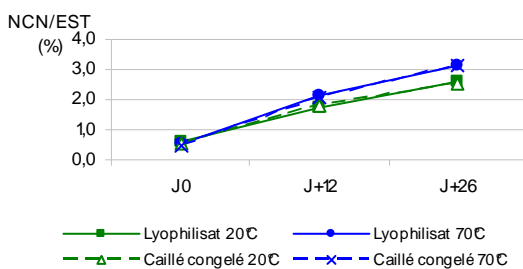


Figure 1 : Évolution de la protéolyse au cours de l'affinage après 1 mois de stockage des bases

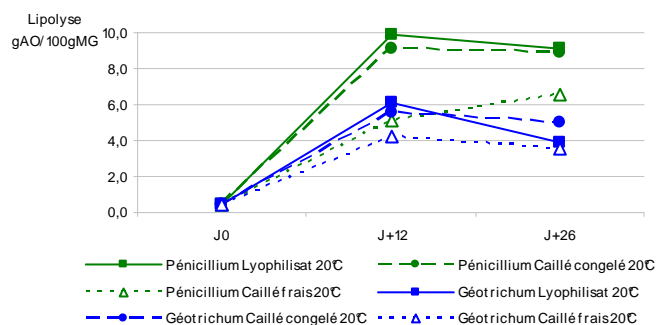


Figure 2 : Évolution de la lipolyse au cours de l'affinage avec *Geotrichum* ou *Penicillium* après 3 mois de stockage des bases

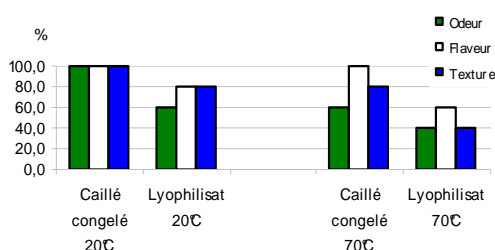


Figure 3 : Similarité des bases par rapport à un caillé lactique affiné à J+12

## Maîtrise de la contamination par *S. aureus*

### Objectifs

La maîtrise de la contamination des produits laitiers par *Staphylococcus aureus* est un enjeu économique et sanitaire pour l'ensemble des filières au lait cru, notamment caprine. D'après des observations scientifiques antérieures, l'existence d'écosystèmes limitant naturellement la croissance de *S. aureus* (laits dits «inhibiteurs») semble possible. Aussi cette hypothèse a-t-elle été testée lors d'un programme plus global concernant la maîtrise de la contamination par ce pathogène en filière caprine, piloté par l'Institut de l'Élevage avec pour partenaires l'ITPLC, le Centre Fromager de Carmejane, les centres INRA de Nouzilly, Aurillac et Poligny, la station du Pradel et le contrôle laitier d'Indre et Loire.

### Résumé

La recherche de laits de troupeaux susceptibles de présenter un potentiel inhibiteur avait reposé en 2004 sur l'exploitation préalable des données fournies par les entreprises laitières et le LILCO de Surgères. Les laits retenus avaient été testés en lactofermentation. Deux types de suivi avaient été réalisés en parallèle, l'un après inoculation des laits de troupeau par une souche de *S. aureus* porteuse d'un marqueur de résistance à la rifamycine (préparée par l'INRA de

Nouzilly) et l'autre en l'absence d'inoculation. Au total, 55 laits des régions Poitou Charentes, Centre et PACA avaient été testés. Certains s'étaient avérés fortement inhibiteurs (aucune croissance de *S. aureus*), d'autres n'avaient permis qu'une croissance de 2 log maximum comparés à des laits jugés non inhibiteurs présentant une augmentation de la population en *S. aureus* de plus de 3 log après 24h à 27°C. L'étude parallèle de l'évolution du pH a montré qu'aucun profil type d'acidification n'était systématiquement associé à l'expression de ce potentiel inhibiteur.

Les laits de tank les plus inhibiteurs de 2004, soit une dizaine, ont été retenus et de nouveau prélevés dans les exploitations en 2005 afin d'être retestés selon le même protocole de lactofermentation. Seuls 5 laits sont restés inhibiteurs et 2 laits non inhibiteurs sont devenus inhibiteurs. Les évolutions des courbes d'acidification n'étaient pas corrélées avec les modifications de potentiel inhibiteur.

Il apparaît donc que le potentiel inhibiteur des laits mis en évidence au cours de cette étude est d'expression variable d'une exploitation à l'autre, sur le plan quantitatif (amplitude de «l'inhibition») et qualitatif (nature des souches inhibées, précocité de l'inhibition). Ce potentiel inhibiteur, pour une exploitation donnée,

évolue également au cours du temps, vraisemblablement suite aux variations de l'écosystème microbien (la présence d'inhibiteurs naturels sera testée ultérieurement) d'une année à l'autre en relation avec le renouvellement du troupeau, le changement d'alimentation, le climat...

Suite à la seconde série de lactofermentations, des fabrications de type de présure et lactique ont été réalisées afin de valider le potentiel inhibiteur des laits, avec la même souche de *S. aureus* mais non porteuse du marqueur de résistance. Globalement, les laits inhibiteurs permettent de réduire d'1 log la population maximale de *S. aureus*, observée à J+1 pour les fromages de type présure (figure 1) et lactique (figure 2). Les laits 35, 38 et 49 semblent particulièrement intéressants.

Les résultats obtenus en fabrications sont par ailleurs corrélés à ceux obtenus en lactofermentations (figure 3), ce qui valide le choix de ce test dans le screening de laits inhibiteurs.

Cette étude se poursuit en 2006 avec l'évaluation du potentiel inhibiteur des laits vis-à-vis de la même souche testée (type C) ainsi que d'une autre souche plus entérotoxigène (type A) à différents niveaux d'inoculation (de 100 à 5000 UFC/ml).

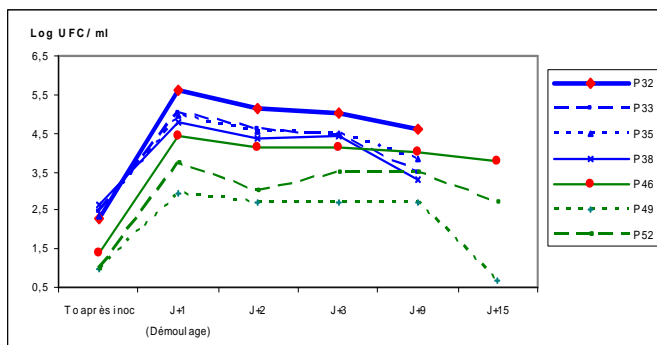


Figure 1 : Évolution des *S. aureus* selon les laits (bleu : ITPLC; vert : Carmejane) en fabrication de type présure. Symboles en rouge : témoins non inhibiteurs.

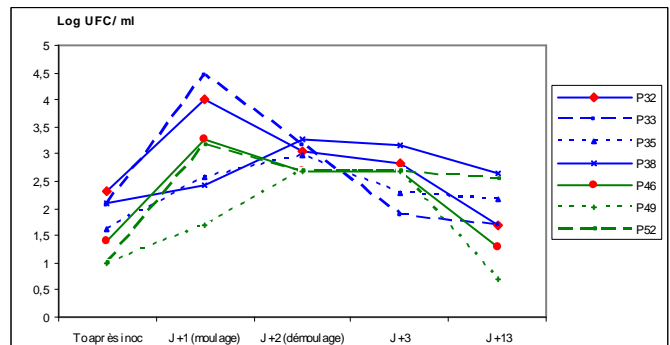


Figure 2 : Évolution des *S. aureus* selon les laits (bleu : ITPLC; vert : Carmejane) en fabrication de type lactique. Symboles en rouge : témoins non inhibiteurs.

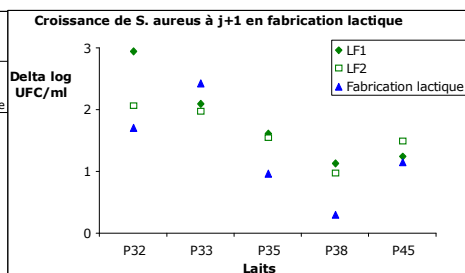
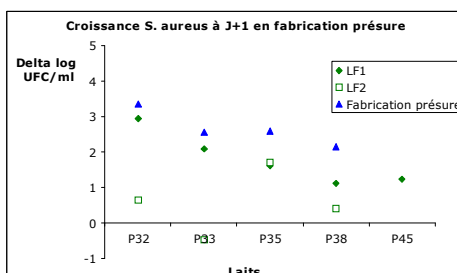


Figure 3 : Comparaison des résultats obtenus en fabrications à J+1 et en lactofermentations à l'ITPLC

LF1 : lactofermentations réalisées une semaine avant les fabrications  
LF2 : lactofermentations réalisées en parallèle des fabrications

## Bactéries lactiques antagonistes de *Listeria monocytogenes* pour des fabrications au lait de chèvre

### ■ Objectifs

Dans le secteur fromager, le recours aux bactéries lactiques bactériocinogènes a déjà été préconisé (ex : contre *Clostridium sporogenes* dans les fromages à pâte pressée cuite). Néanmoins, l'efficacité de telles souches testées en laboratoire ne se retrouve pas toujours en fabrication fromagère. Ainsi, cette étude a pour objectif de tester l'efficacité de souches productrices de bactériocines anti-*Listeria* dans des fabrications au lait de chèvre. Les travaux se divisent donc en deux phases :

- ✓ Sélection de 2 à 4 souches de bactéries lactiques connues pour leur pouvoir inhibiteur de *Listeria in vitro* et tester leur efficacité dans du lait de chèvre en présence de ferments d'acidification.
- ✓ Étude de l'activité antagoniste dans des conditions proches de la fabrication fromagère de type lactique en fonction des paramètres optimaux d'utilisation des souches bactériocinogènes étudiées en phase 1. Étendre le screening à d'autres souches.

### Résumé

Lors des premiers essais, deux souches de bactéries bactériocinogènes, *Leuconotoc mesenteroïdes* Y105 et *Lactobacillus plantarum* commercial HB, avaient été sélectionnées et testées afin d'observer le développement des souches inhibitrices, leur action sur la croissance de *Listeria innocua* et les éventuelles interactions avec l'acidification engendrée par l'ajout de

ferment (simulation d'une fabrication lactique). Les premiers résultats montraient un pouvoir inhibiteur vis-à-vis de *L. innocua* essentiellement dû à l'acidification, que ce soit avec la Glucono Delta Lactone (GDL) ou les ferments (CHN14). Les essais avec Y105 et HB sans ferment ne montraient aucune inhibition de *L. innocua*. Cependant, les niveaux d'inoculation en HB et Y105 étaient faibles ( $5 \cdot 10^4$  et  $8 \cdot 10^2$  UFC/ml respectivement). Ainsi, lors de la seconde série d'essais en laboratoire, les conditions d'utilisation de ces souches ont été optimisées de manière à favoriser la production de bactériocines :

- Double repiquage pour Y105 ce qui a permis d'avoir un ensemencement à  $10^5$  UFC/ml de lait
- Ensemencement direct pour HB (à 10 IP /100I) ce qui a conduit à une dose de  $3,6 \cdot 10^7$  UFC/ml de lait
- Dose de ferment d'acidification CHN14 de  $10^5$  UFC/ml
- Inoculation de *L. innocua* à  $10^3$  UFC/ml de lait
- Suivi de croissance et d'acidification à 22°C sur 48h au lieu de 24 h (afin de favoriser la production de bactériocines).

Cette seconde série d'essais, réalisés sur du lait entier de chèvre en poudre reconstitué et stérilisé, confirme l'absence d'effet inhibiteur de la souche de *Leuconotoc mesenteroïdes* Y105 dans ces conditions expérimentales, avec une perturbation de

l'acidification (Figure 2). En revanche, la souche de *Lactobacillus plantarum* HB a exprimé un pouvoir inhibiteur supérieur à celui engendré par l'acidification, à savoir une réduction supplémentaire d'au moins un log (Figure 1). On vérifie par ailleurs que l'ajout de HB au mélange LI+SA ne provoque pas d'acidification plus marquée (Figure 2).

Ce pouvoir inhibiteur, observé dès 10h, est donc lié à l'ensemencement direct de la souche et une dose initiale importante. Il serait donc opportun de vérifier que ces conditions d'utilisation de la souche HB n'entraînent pas d'effets indésirables sur le produit fini (au niveau technologique et sensoriel) ni un surcoût trop important.

Il serait intéressant de confirmer le pouvoir inhibiteur de la souche HB en micro-fabrications fromagères (présence de présure, égouttage, affinage...) vis-à-vis de *Listeria monocytogenes*.

De plus, d'autres souches de bactéries lactiques reconnues comme ayant un pouvoir inhibiteur vis-à-vis de *Listeria monocytogenes* pourront également être testées et comparées à la souche de *Lactobacillus plantarum* HB.

Ces expérimentations constituent des essais préliminaires à un travail plus conséquent intégré dans la thématique d'étude des écosystèmes microbiens comme moyen de lutte contre les pathogènes et les flores d'altération.

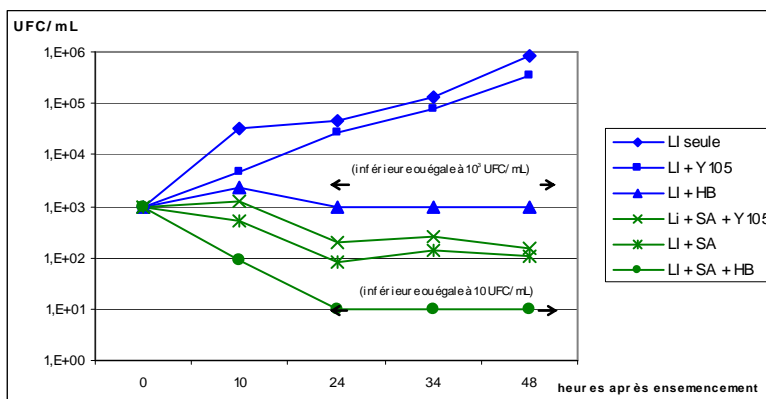


Figure 1 : Evaluation du potentiel inhibiteur de *Leuconotoc mesenteroïdes* (Y105) et de *Lactobacillus plantarum* (HB) vis-à-vis de *Listeria innocua* (LI) en présence ou absence de ferment (SA)

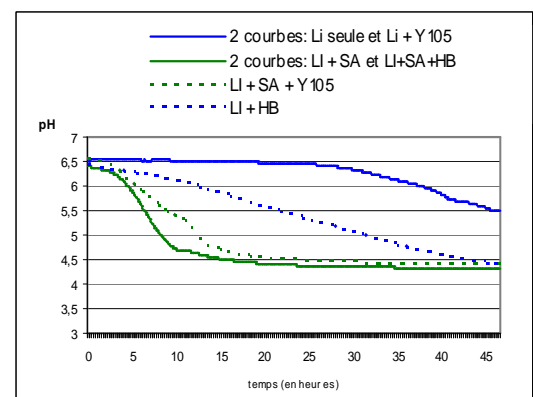


Figure 2 : Evolution du pH selon les souches bactériennes en présence pendant les suivis de croissance de *L. innocua*

## Valorisation des propriétés nutritionnelles des produits laitiers caprins

### ■ Objectifs

Actuellement, peu d'éléments objectifs permettent de justifier l'image de produit sain et naturel dont bénéficient pourtant les fromages au lait de chèvre. L'objectif de cette étude, pilotée par l'ANICAP et animée par l'ITPLC, est donc de fournir des arguments fiables concernant l'intérêt nutritionnel des fromages de chèvre.

### ■ Résumé

Les tables de composition existantes étaient anciennes avec certaines lacunes (ex : absence d'acides gras jugés actuellement d'intérêt nutritionnel tels que le CLA C18:2c9t11). Le nombre de références pour certains nutriments était insuffisant. Par ailleurs, peu de données concernant la composition des fromages de chèvre français sont disponibles dans la littérature, notamment en terme de composés d'intérêt santé. Il est donc apparu nécessaire :

✓ de poursuivre l'étude bibliographique débutée en 2001.

✓ d'acquérir de nouvelles données de composition des fromages de chèvre.

**Ainsi, un groupe de travail a été créé,** constitué de représentants de la filière caprine, producteurs et transformateurs, de nutritionnistes, de l'AFSSA ainsi que d'acteurs de la filière lait en général, notamment ARILAIT. Ce groupe, animé par l'ITPLC, a pour missions principales d'arrêter la liste des composés les plus pertinents à analyser, d'optimiser le plan d'échantillonnage, les méthodes d'analyses, de définir une voie de valorisation des résultats et de réfléchir aux éventuelles allégations.

### Plan d'échantillonnage réalisé :

\* **6 types de fromages de chèvre** représentatifs de la consommation française, des technologies les plus employées, du type de production (laitière ou fermière) et des origines géographiques (Poitou-Charentes, Centre, PACA, Aquitaine, Rhône Alpes) ont été caractérisés : 6 lactiques cru frais, 11 lactiques crus affinés, 6 lactiques pasteurisés frais, 6 lactiques pasteurisés affinés, 6 types présure affinés (type Chèvre-Boîte/Brique) et 4 pâtes à tartiner (Spreads). 4 laits crus de grand mélange ont également analysés.

\* **Les fromages et des laits ont été prélevés à deux reprises,** de début août à mi octobre, soit 86 échantillons au total.

\* **Les principaux composés analysés** par les laboratoires retenus après un appel d'offre étaient :

- Extrait sec, matière azotée totale, matière azotée non protéique, matière grasse, cendres, énergie (ITPLC)
- Glucides par HPLC (ITERG)
- Profil d'acides gras totaux (ITERG+ITPLC)
- Acides gras libres sur une partie des échantillons (ITPLC)
- Cholestérol (ITERG)
- Phospholipides (ITERG)
- Vitamines A, D, E, B1, B2, B3, B5, B6, B9, (+ vitamine C pour le lait) (ITERG)
- Profil d'acides aminés totaux (ITERG)
- Minéraux : Na, Cl, Ca, P, Mg (ITERG)
- Oligominéraux : Fe, Zn, Cu, I, Se (ITERG)
- Lactoferrine (INAPG/ INRA)
- Acides aminés libres (dont taurine) sur 6 échantillons (NUTRINOV)

### Résultats :

Il ressort que le lait et les fromages de chèvre sont «source d'iode» mais aussi , sauf pour les spreads, «source de phosphore» avec un plus pour les fromages de type chèvre boîte qui sont «riches en phosphore» (Tableau 1). Ces derniers sont également les seuls à être « riches en calcium » avec 67% des AJR et «source de zinc». Par ailleurs, les fromages de chèvre, aux pâtes à tartiner près, peuvent être considérés comme « source de vitamines B2 et B9 » voire « source de vitamine A » si on exclut aussi les fromages lactiques frais au lait cru (Tableau 2). Enfin le lait et les fromages de chèvre présentent des profils d'acide gras très similaires (Figure 1) avec une forte teneur en acides gras à courte et moyenne chaîne, un bon rapport w6/w3 et une quantité d'acides gras trans assez faible (3% des acides gras totaux).

Les résultats seront valorisés sous forme de publication avant d'être diffusés plus largement auprès des consommateurs. Les tables de composition CIQUAL seront mises en forme avec ces données pour l'ensemble des fromages de chèvre, et/ou par classes, avec des intitulés de catégorie compréhensibles par tous. Parallèlement, la signification nutritionnelle des valeurs observées sera valorisée *via* l'utilisation d'allégations basées sur les Apports Journaliers Recommandés et sur les Apports Nutritionnels Conseillés (selon les classes de population) et ce, en collaboration avec les nutritionnistes du CERIN et du comité de pilotage, élargi en la matière, selon les besoins.

Tableau 1 : Couverture minérale des Apports Journaliers Recommandés

	AJR mg/100g	Laits	Fromages	LCF	LCA	LPF	LPA	CB	S
Calcium	800	13	21	11	15	12	13	67	10
Phosphore	800	10	24	19	26	20	23	41	13
Magnésium	300	4	5	4	5	4	4	11	3
Fer	14	1	2	2	2	2	2	2	1
Iode	0,15	17	20	19	21	19	20	18	22
Zinc	15	2	6	2	4	5	4	16	3

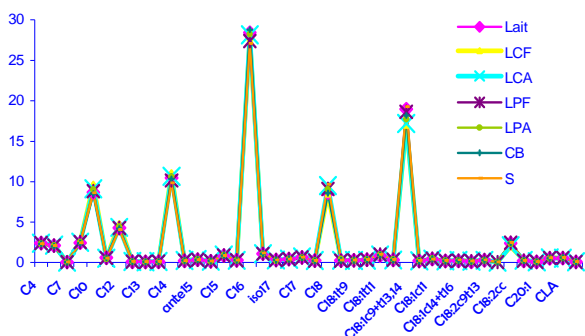


Figure 1 : Profils d'acides gras totaux des produits laitiers caprins

LCF : lactique cru frais, LCA, lactique cru affiné, LPF, Lactique pasteurisé frais, LPA : lactique pasteurisé affiné, CB : Chèvre Boîte—Brique, S : pâte à tartiner

Tableau 2 : Couverture vitaminique des Apports Journaliers Recommandés

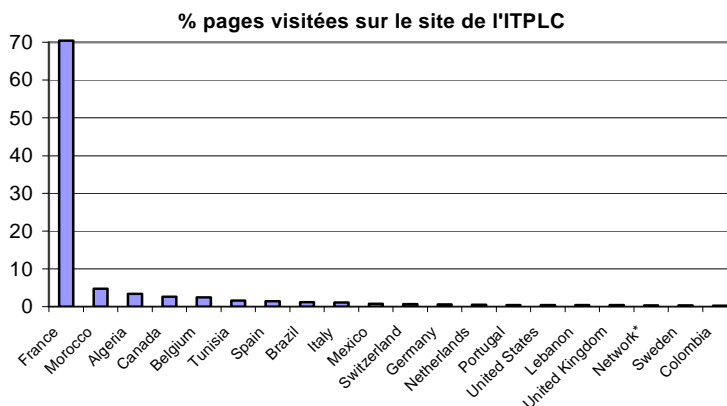
	AJR /100g	Laits	Fromages	LCF	LCA	LPF	LPA	CB	S
Vitamine A	800 µg	3	18	14	22	18	19	22	11
Vitamine B2	1,6 mg	7	32	27	54	21	31	25	13
Vitamine B5	6 mg	4	10	5	22	3	9	6	2
Vitamine B6	2 mg	1	7	2	12	2	8	10	2
Vitamine B9	200 µg	3	31	22	42	25	38	30	12
Vitamine E	10 mg	1	4	4	5	3	3	4	2
Vitamine PP	18 mg	1	5	3	8	3	6	4	2



## Communication

### Les activités du Centre de Ressources et de Documentation Caprine

- Actualisation du site web ITPLC : [www.itplc.asso.fr](http://www.itplc.asso.fr), à consulter pour plus d'informations. Le site est fréquenté essentiellement par des francophones (France, Canada, Belgique et Pays du Maghreb).



- La bibliothèque a été enrichie de 1306 documents en 2005 ce qui porte à 15 000 le nombre de références bibliographiques dans la base de données, dont 50 % portent sur des thèmes purement caprins.
- Cette base interne est en accès libre sur internet, bilingue français/ anglais : [www.goat-lib.com](http://www.goat-lib.com), actualisée chaque trimestre. Elle est interrogée plus de 150 fois par mois.
- Le portail web : [www.ladocumentationcaprine.net](http://www.ladocumentationcaprine.net) (créé en collaboration avec le CIRVAL, l'Institut de l'Élevage, l'UMR 791 de l'INRA/INA-PG et le CRDC) a été réactualisé : une trentaine de références ont été rajoutées aux 300 publications scientifiques et/ou techniques considérées comme "indispensables" dans le domaine caprin.
- Le CRDC a répondu à plus de 100 demandes de renseignements ou bibliographies en 2005.
- L'égide : participation aux comités de rédaction et réalisation de notes de lecture, fiches techniques ou d'actualité. 4 numéros sont parus en 2005. 164 abonnements sont enregistrés.
- Préparation de la 3<sup>ème</sup> rencontre européenne des organismes de recherche-développement sur les produits laitiers caprins prévue en 2006. Ce réseau rassemble actuellement la France, l'Italie, l'Espagne, la Grèce, les Pays Bas, la Pologne et la Norvège.
- Un ouvrage de synthèse technique a été réalisé : « Les procédés à membrane et leurs applications dans l'industrie laitière et fromagère caprine ». Il est destiné aux industriels, techniciens, ingénieurs mais aussi aux étudiants. Publié fin 2005, sa diffusion se fera en 2006.





## Publications

### Publications

BOUHALLAB S, RAYNAL-LJUTOVAC K (2005). Heat stability of goat milks. *Bulletin de la FIL*, n° special 0501, part 4, p 216-225.

CHILLIARD Y, ROUEL J, FERLAY A, BERNARD L, GABORIT P, RAYNAL LJUTOVAC K, LAURET A (2005). Effect of type of forage and lipid supplementation on goat milk fatty acids and sensory characteristics. *Bulletin de la FIL*, n° special 0501 part 5, p 297-304.

CHILLIARD Y, ROUEL J, GUILLOUET P, RAYNAL-LJUTOVAC K, LELOUTRE L, FERLAY A (2005). Kinetics of responses of goat milk fatty acids to dietary forage: concentrate ratio and/or high doses of sunflower or linseed oil, or extruded mixture of seeds. In: *56 Annual Meeting of EAAP*, Uppsala (Sweden), 5-8 June 2005, Book of Abstracts, Wageningen Acad Publ (NL), p 268.

CHILLIARD Y, ROUEL J, GUILLOUET P, RAYNAL-LJUTOVAC K, LELOUTRE L, FERLAY A (2005) Kinetics of responses of goat milk fatty acids to dietary forage/concentrate ratio and /or high doses of sunflower or linseed oil, or extruded mixture of seeds. Poster at the EU Cost 20 Action on mammary gland development, function and cancer. *III International Workshop on Mammary Gland Biotechnology : Nutrition, Genomics and Breast Cancer*, Barcelona (SPA), 2005. (Poster on the Cost website).

DE CRÉMOUX R, LAURET A, BARRAL J, POUTREL B, GILBERT F, MONTEL MC, BEUVIER E, LICTEVOUT V, LEFRILEUX Y, ROUSSEL PH, HEUCHEL V (2005) Control of the contamination by *Staphylococcus aureus* of goat raw milk and cheese. *4<sup>ème</sup> Conférence internationale sur les mammites FIL –IDF*, 12-15 Juin, Maastricht, Pays Bas.

FERLAY A, GABORIT P, RAYNAL-LJUTOVAC K, ROUEL J, LAURET A, CHILLIARD Y (2005). Effets de différentes technologies de fabrication sur la composition en acides gras d'intérêt nutritionnel de fromages caprins. *Rencontres Recherches Ruminants*, 12, p 415.

FREUND G, LECONTE N (2005). Les procédés à membranes et leurs applications dans l'industrie laitière et fromagère caprine. *Ed: ITPLC Éditions*. ISBN: 2-9514868-2-0, 80 p.

LAMAIX B, FREUND G (2005). Devenir bouc améliorateur. *L'église*, 39, 2 p.

RAYNAL-LJUTOVAC K, GABORIT P, LAURET A (2005). The relationship between quality criteria of goat milk, its technological properties and the quality of the final products. *Small Ruminants Research*, 60 (1-2), p 167-177.

ROUEL J, BRUNETEAU E, GUILLOUET P, FERLAY A, GABORIT P, LELOUTRE L, CHILLIARD Y (2005). Goat dairy performances according to dietary forage: concentrate ratio and/or high doses of sunflower or linseed oil, or extruded mixture of seeds. In: *56 Annual Meeting of EAAP*, Uppsala (Sweden), 5-8 June 2005, Book of Abstracts, Wageningen Acad Publ (NL), p 280.

Retrouvez toutes ces informations, et d'autres, sur le site [www.itplc.asso.fr](http://www.itplc.asso.fr)



Les études et recherches d'intérêt général de l'ITPLC sont co-financées par l'Union Européenne, FEDER.

Les activités du CRDC sont co-financées par l'Union Européenne, FEOGA-G.