



Études et recherches d'intérêt général

Compte rendu des activités 2006

Éditorial

Les études dites d'intérêt général menées par l'ITPLC, dont les résultats pour l'année 2006 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 par 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, texture des fromages frais),
- des caractéristiques des produits obtenus, que ce soit leurs qualités sensorielles ou nutritionnelles (relation alimentation – profils d'acides gras des laits, caractérisation de la saveur des fromages, composition nutritionnelle des fromages), ou leur qualité sanitaire (*Staphylococcus aureus*, bactériocines anti-listeria).

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 est réalisé notamment par l'intermédiaire du site web de l'ITPLC : www.itplc.asso.fr et de la base de données en accès libre sur internet : www.goat-lib.com. Le CRDC a de plus étendu son champ d'activités en prenant en compte plus pleinement tout le domaine de l'élevage caprin et en ouvrant une antenne à Melle.

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'Office de l'Élevage, des Ministères de l'Agriculture et de la Recherche (au travers de l'ACTIA et de la DRAF Poitou-Charentes) et de l'Union Européenne (FEOGA, FSE).

Elles ont été réalisées dans le cadre de collaboration notamment avec l'Institut de l'Élevage, le Centre Fromager de Carmejane, l'INRA, les organismes professionnels caprins et les entreprises adhérentes à l'ITPLC. 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**
Texture des fromages de chèvre frais lactiques
- **Page 4**
Alimentation des chèvres et profils d'acides gras du lait
- **Page 5**
Saveur des fromages de chèvre affinés : développement d'un test rapide
- **Page 6**
Maîtrise de la contamination par *Staphylococcus aureus*
- **Page 7**
Bactéries lactiques antagonistes de *Listeria monocytogenes*
- **Page 8**
Valorisation des propriétés nutritionnelles des fromages de chèvre
- **Page 9**
Le Centre de Ressources et Documentation Caprine
- **Page 10**
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
site web : www.itplc.asso.fr

Protéines sériques : incidence des variations quantitatives

■ 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.

Le premier objectif (2004) de cette étude était de mieux connaître l'évolution du taux de protéines sériques des laits de troupeaux dans l'année, en relation avec le taux protéique total, ce dernier étant pris en compte dans le système de paiement du lait.

Dans un deuxième temps l'incidence technologique de différents teneurs en protéines sériques sur le rendement fromager a été étudiée lors d'essais en laboratoire (2005) puis en fabrications fromagères (2006).

■ Résumé

Les résultats obtenus lors de la première phase avaient montré que le pourcentage de protéines sériques des laits variait en fonction de la période de prélèvement et surtout en fonction du TP. Un lait à fort TP était associé à un pourcentage élevé en protéines sériques.

Les tests technologiques réalisés en laboratoire lors de la deuxième phase avaient montré un comportement différent des laits suivant leur composition (3 niveaux de TP * 3 niveaux de PS/TP) et leur traitement thermique. Les différences observées concernaient l'aptitude à l'égouttage et les taux de récupération en matières protéiques et en matières grasses.

Lors des fabrications fromagères de la troisième phase, les différences observées entre les laits à TP et PS/TP variables (Tableau 1) ne sont pas les mêmes que lors des tests en laboratoire. En effet, l'égouttage est plus important pour les laits à fort pourcentage de protéines sériques et parallèlement les taux de récupération en caséines et en matières grasses augmentent. Ces deux phénomènes inattendus expliqueraient l'absence de variation significative du rendement lorsque, pour un même taux protéique, le pourcentage de protéines sériques varie de 21 à 24% (Figures 1 et 2). Les divergences de conclusions avec la phase laboratoire peuvent s'expliquer par des modalités d'égouttage différentes (sous vide pour les caillés lactiques et forcée par centrifugation pour les caillés de type présure).

Tableau 1 : Compositions des laits obtenus par standardisation : objectifs vs valeurs réellement obtenues compte-tenu des impératifs technologiques

	niveau -1			niveau +1		
	Valeur cible	Valeurs obtenues		Valeur cible	Valeurs obtenues	
		Moyenne	Plage		Moyenne	Plage
TP (g/L)	30	30	29,5 à 30,5	35	34,9	32 à 35,7
PS/TP (en %)	21	21,3	19,6 à 22	24	24,5	23 à 26,7

Figure 1 : Rendement fromager corrigé en fonction des taux protéiques (TP) des laits et des % de protéines sériques (PS/TP). Exemple en fabrication **lactique** avec des **laits d'une seule traite**.

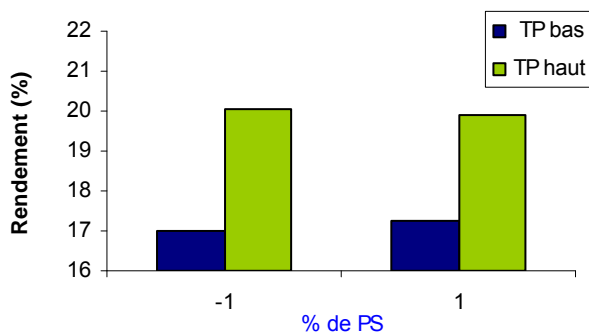
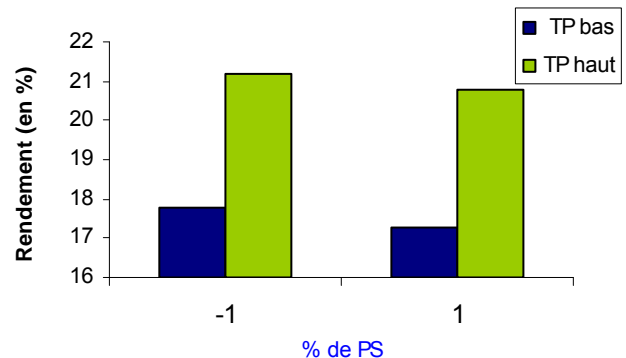


Figure 2 : Rendement fromager corrigé en fonction des taux protéiques (TP) des laits et des % de protéines sériques (PS/TP). Exemple en fabrication **présure** avec des **laits d'une seule traite**.



Rendement fromager corrigé (R) est calculé à partir de l'équation suivante: $R = R_1 \times (ESF1 - ES \text{ sérum}) / (ESF2 - ES \text{ sérum})$

Avec R1 = rendement brut (poids de caillé humide pour 100 kg de lait) ; ESF1 = extrait sec du fromage obtenu ; ESF2 = extrait sec du fromage de référence (35% dans cette étude) ; ES sérum = extrait sec du sérum obtenu

Texture des fromages de chèvre frais lactiques

■ Objectifs

La maîtrise de la texture des fromages de chèvre est une problématique qui concerne à la fois la production fermière et industrielle au niveau de l'ensemble de la filière caprine. Les producteurs et les techniciens s'interrogent notamment sur la maîtrise de l'acidification et de l'égouttage qui ont une incidence sur l'humidité et la texture du fromage et peuvent engendrer des textures de pâte collantes et granuleuses. Face à cette problématique, même si les principaux facteurs d'influence sont connus pour la transformation du lait de vache, il semble que leurs effets ne soient pas directement transposables en transformation lactique au lait de chèvre.

Ce programme financé par l'Office de l'Élevage, est piloté par l'Institut de l'Élevage avec pour partenaires l'ITPLC, le PEP Caprins et les centres fromagers de Carmejeane, de Bourgogne et de la région Centre. Il a pour objectif dans un premier temps de mieux connaître la diversité qui existe dans la production de fromages de chèvre lactiques frais en France (modalités de fabrication, texture des fromages obtenus) et ce, grâce à deux phases d'enquêtes, à des prélèvements et analyses d'échantillons de laits et de fromages.

■ Résumé

La texture de fromages de chèvre frais, prélevés 24h après démoulage, a été évaluée en analyse sensorielle et par une méthode instrumentale : l'Analyse du Profil de Texture TPA (Figures 1 et 2). Cette méthode rhéologique est principalement utilisée pour les fromages à pâte pressée et parfois pour les fromages affinés à pâte molle. Elle a donc été adaptée à l'ITPLC aux conditions spécifiques de cette étude à savoir l'analyse de fromages lactiques frais.

Pour cela, un plan d'expérience a été appliqué en tenant compte de :

- La forme de l'échantillon,
- La vitesse de déplacement du mobile,
- Le pourcentage de compression de l'échantillon.

Le pouvoir discriminant et la répétabilité de la méthode ont été évalués en fonction des différentes valeurs testées pour ces 3 paramètres.

Les valeurs optimales retenues à la fin de ces essais sont : un taux de compression de 25%, une vitesse de 1 mm/s et un échantillon de 15 mm de haut sur une base carrée de 20 mm de côté.

Les résultats obtenus en rhéologie et en analyse sensorielle en terme de texture seront comparés à la fin de cette étude et permettront de vérifier la pertinence de cette méthode plus simple à mettre en œuvre qu'un profil sensoriel.

Afin de choisir les sites à enquêter sur le terrain (prélèvements de lait, des fromages frais et suivi de la fabrication), une pré-enquête téléphonique a été menée auprès de 200 sites de transformation (dont 7 laiteries), 25 enquêtes ayant été réalisées par l'ITPLC. 72 sites ont été retenus. 15 enquêtes ont été réalisées en 2006 dont 3 par l'ITPLC. Les travaux s'achèveront en octobre 2007.

L'objectif de ce programme est de rechercher, à travers une analyse globale des données obtenues, des relations entre les différents paramètres de fabrication et de composition et la texture des fromages jeunes. L'intérêt serait de mieux quantifier et hiérarchiser les facteurs intervenant pour permettre une meilleure maîtrise de la texture par les fromagers.

Figure 1 : Principe du TPA

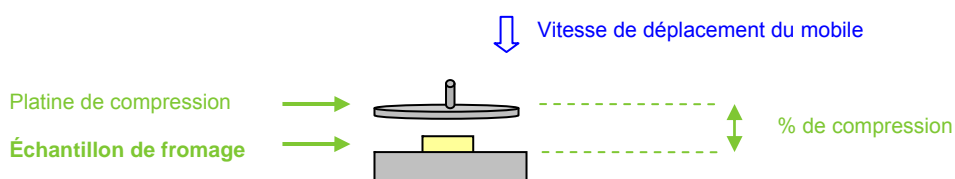
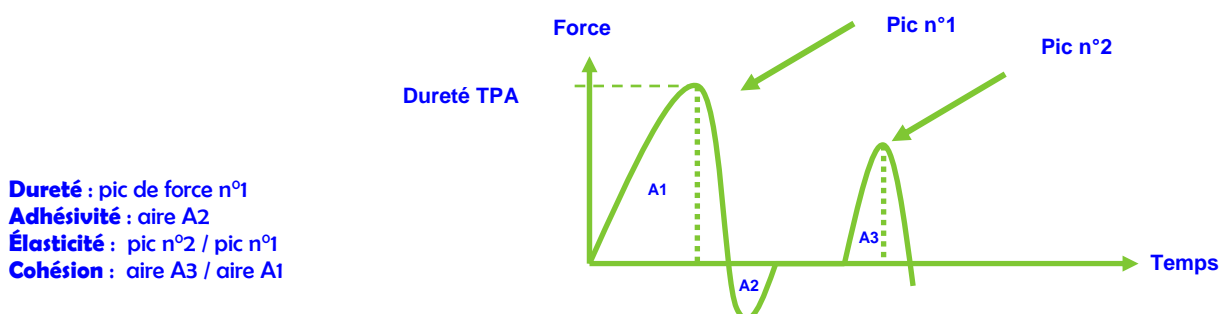


Figure 2 : Courbe obtenue et paramètres mesurés



Alimentation des chèvres et profils d'acides gras du lait

■ Objectifs

La matière grasse d'origine animale reste fortement décriée au profit de la matière grasse d'origine végétale. Ceci est dû notamment aux quantités importantes d'acides gras saturés à longue chaîne (C12 à C18). Par ailleurs, les acides gras *trans*, supposés nocifs (suite aux études concernant les matières grasses végétales hydrogénées...), sont également concernés et intégrés désormais dans les étiquetages. Ainsi, outre l'apport d'informations concernant la composition nutritionnelle globale, les données concernant la qualité de la matière grasse caprine sont primordiales notamment dans le but de mieux valoriser les produits laitiers caprins auprès des consommateurs. 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, réalisée en station sur des lots de 12 chèvres avec des laits prélevés à une seule période (après le pic de lactation), 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) apparaissaient faibles. Il était donc intéressant de prolonger l'étude sur le

terrain avec des laits de troupeaux et sur toute une lactation.

Cette étude a été élaborée en 2006, les dosages devant s'effectuer en 2007. Elle se fait en partenariat avec le CNRS de Chatenay-Malabry pour l'analyse des triglycérides.

■ Résumé

Dans la suite de l'étude Nutrition (ANICAP), il était nécessaire d'évaluer la variabilité dans l'année des profils d'acides gras des laits de chèvres. 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 est prévu pour évaluer l'impact des régimes de base les plus fréquemment rencontrés et du stade physiologique sur les profils d'acides gras, d'intérêt santé plus particulièrement.

Cette étude se déroule en 2 volets :

➤ Étude de l'évolution des profils d'acides gras totaux et notamment ceux d'intérêt nutritionnel (ex: omega 3 tel que le C18:3, CLA...) dans les laits en considérant 4 grands types d'alimentation caractérisés par la ration de base (Tableau 1) et représentatifs de ce qui existe en France (à l'exception du régime avec parcours, considéré comme trop variable). Les prélèvements se font sur une lactation à 8

périodes pour 4 troupeaux par régime choisis dans les départements 17, 79 et 85. Tous ces troupeaux ont des périodes de mise bas regroupées sur janvier-février et des laits à taux protéiques proches.

➤ Suivi des concentrations en acide 4-éthyl-octanoïque, marqueur de la saveur chèvre sur une période de lactation (4 stades de prélèvement) pour 4 troupeaux ayant une période de mise bas très dominante en janvier-février avec 2 types d'alimentation (2 «ration sèche déshydratée» et 2 «pâturage»).

Le suivi de 2 autres troupeaux désaisonnés ayant des mises bas en octobre-novembre et une même alimentation, «ration sèche déshydratée», permettra de dissocier l'effet saison de l'effet stade de lactation.

Analyses biochimiques

- Acides gras totaux par CPG (à l'ITPLC) selon :

- Chilliard (méthylestérification) pour le volet 1
- Delacroix-Buchet *et al*, 1996 (butylestérification) pour le volet 2
- Matière grasse, matière protéique, cellules, lipolyse.
- Analyse Calorimétrique Différentielle (point de fusion de la matière grasse) et analyse de la composition en triglycérides par le CNRS de Chatenay-Malabry sur 2 troupeaux saisonnés * 4 régimes * 2 prélèvements (avril et octobre).

Tableau 1 : Choix des régimes alimentaires et représentativité dans la région Centre Ouest

	Région Centre Ouest
Ration sèche « fourrages » : Foin + déshydratés < 150kg/an/chèvre (+ 450 kg/an/chèvre de concentrés environ)	28 %
Ration sèche « déshydratés » : Foin + déshydratés > 150Kg/an/chèvre (+ 450 kg/an/chèvre de concentrés environ)	37 %
Ensilage de maïs : L'ensilage représente au moins 20 % de la MS (moins de 150 kg/an/chèvre de déshydratés et 330 kg/an/chèvre de concentrés)	28 %
Pâturage (au moins 90 jours /an et 8h/jour)	3 %

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 ici d'évaluer de façon précise le potentiel aromatique des flores d'affinage disponibles pour la fabrication de fromages de chèvre lactiques affinés. Cette étude financée par le Ministère de l'Agriculture via la DRAF Poitou-Charentes et planifiée sur 30 mois (2005-2007) comporte 2 grandes étapes :

✓ Mise au point d'un milieu fromager modèle, spécifique des fromages de chèvre lactiques (matière grasse typique), en vue de réaliser des évaluations rapides simples et standardisées du potentiel aromatique des flores d'affinage (2005-2006). En effet, les modèles fromagers existants n'allient jamais praticité, comestibilité et représentativité.

✓ Étude du potentiel organoleptique de souches pures et cocktails de ferments d'affinage sur milieu modèle optimisé suivi d'une validation finale en fabrication lactique (2007).

■ Résumé

✓ La première étape du programme, à savoir la mise au point du caillé modèle, est en cours de finalisation.

Les principaux résultats sont :

- La **préservation des qualités** intrinsèques du caillé lactique lors des procédés de **congélation et lyophilisation** : aucune dégradation des matières grasses et de la fraction protéique.

- Une **bonne stabilité biochimique** des bases à -20°C sans évolution majeure des critères de dégradation des constituants biochimiques (lipolyse, oxydation, protéolyse) après 9 mois de conservation.

- Très bonne **stabilité** de la qualité **microbiologique sans** développement de flores de «contamination» pendant le stockage ou lors de la réutilisation.

- En revanche, une **décroissance** relativement importante des **flores lactiques** (de 2 à 4 log d'UFC) a été observée sur les bases stockées avec notamment des niveaux faibles de bactéries thermophiles après 9 mois de stockage (1000 UFC/g). Parallèlement, l'expression lipolytique de certaines souches de *Penicillium* semble être fortement influencée par la flore lactique présente. En effet, un accroissement de l'activité lipolytique a été observé sur les bases reconstituées à partir de 3 mois de stockage. Les interactions entre flores lactiques et flores de surface devraient faire l'objet d'une étude plus spécifique.

- Une reconstitution à 20°C (contrairement à 70°C) des bases permet d'obtenir un milieu fromager très comparable à un caillé frais.

- Des **implantations de flores de surface comparables** entre les bases lyophilisée, congelée et le caillé frais.

- Une **discrimination significative** non seulement **des genres** mais aussi **des souches** de microorganismes **d'affinage** par rapport à l'expression de leur potentiel enzymatique, **protéolyse** et **lipolyse** (Figures 1 A et B) mais aussi par rapport à leur « spécificité sensorielle » (Figure 2). Pour exemple, G2 est plus spécifique de l'acide gras 4-éthyl octanoïque (0,14‰ vs 0,03‰ pour G1) que G1 et inversement pour le C18:1 ; ceci peut être mis en relation avec le profil sensoriel obtenu.

- **Représentativité et fiabilité** du caillé modèle non seulement au niveau potentiel enzymatique mais aussi sensoriel par rapport à un process classique (Figure 3). La qualité de la réponse sensorielle semble être optimale après 14 à 15 jours d'affinage. Au-delà, le développement de défauts de flaveur limite une appréciation objective des produits.

✓ Dans la seconde partie de l'étude, il est prévu de :

- screener 60 souches sur milieu modèle,
- sélectionner 10 souches intéressantes pour tester leur potentiel aromatique dans différentes conditions environnementales (HFD, pH et $T^{\circ}\text{C}$) sur ce milieu,
- confirmer en fabrications fromagères.

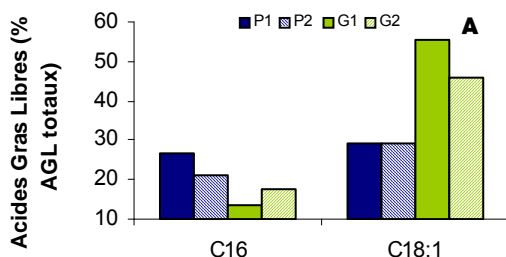


Figure 1 : Spécificité lipolytique (Acides gras libérés) des flores d'affinage, *P. camemberti* (P1 et P2) et *G. candidum* (G1 et G2).

Figure 2 : Profils sensoriels de 4 cocktails de souches à flore dominante *P. camemberti* (P1 et P2) ou *G. candidum* (G1 et G2) sur caillé modèle

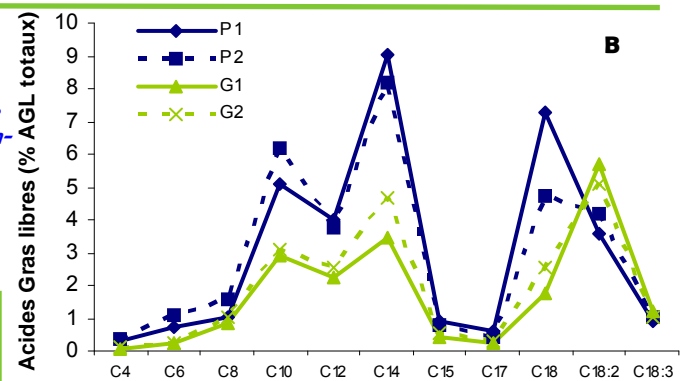
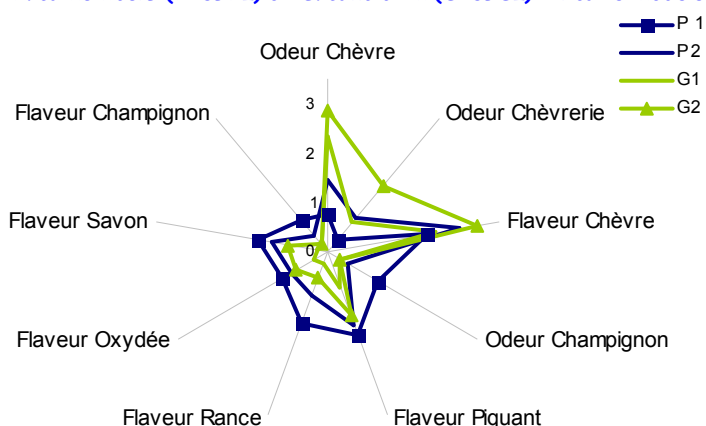
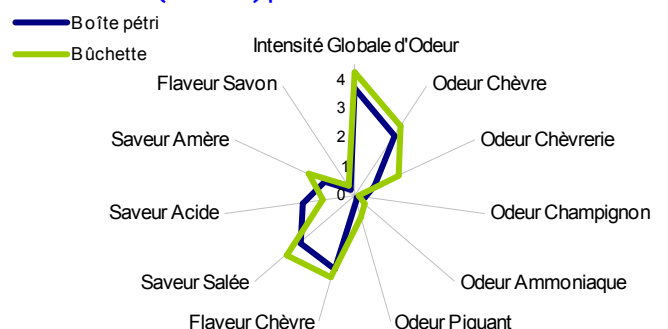


Figure 3 : Profils sensoriels obtenus sur caillé modèle (boîte de Petri) et en fabrication (bûchette) pour le cocktail *Geotrichum* + levure



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 ») semblait possible. Aussi cette hypothèse a-t-elle été testée lors d'un programme plus global qui vient de s'achever, concernant la maîtrise de la contamination par ce pathogène en filière caprine. Il a été piloté par l'Institut de l'Élevage avec pour partenaires l'ITPLC, le Centre Fromager de Carmejeane, les centres INRA de Nouzilly, Aurillac et Poligny, la station du Pradel et le contrôle laitier d'Indre et Loire. Il a été financé pour la partie transformation par l'ACTIA et l'Office de l'Élevage. 4 axes de recherche ont été examinés en parallèle : l'appréciation des risques de contamination par *S. aureus* du lait et des fromages, la mise au point d'un test ELISA, l'étude de l'évolution en station expérimentale des écosystèmes microbiens des laits et des fromages et la recherche et la caractérisation d'écosystèmes microbiens laitiers inhibiteurs de *S. aureus*.

Résumé

Dans le cadre de ce 4^{ème} volet, dans lequel était impliqué l'ITPLC, un traitement de données de laiteries et de producteurs fermiers concernant la contamination des laits par *S. aureus* a permis de sélectionner 55 laits en 2004-2005. Un test de lactofermentation spécifique a été mis au point (incubation des laits de troupeaux à 27°C/24h inoculés à 100 UFC/ml avec une souche de *S. aureus* porteuse d'un gène de résistance à la rifamycine) et a permis d'identifier une dizaine de laits ayant un potentiel inhibiteur naturel de la croissance de *S. aureus*.

Le caractère inhibiteur des laits s'est également manifesté en fabrications de type présure et lactique. Les lactofermentations et les fabrications donnent des résultats cohérents à conditions d'être réalisées sur un laps de temps très restreint. En effet, un enseignement important tiré de cette étude est la variabilité du potentiel inhibiteur des laits d'une campagne de lactation à une autre voire au sein d'une même lactation.

Par ailleurs, la croissance observée et le potentiel inhibiteur semblent dépendre du type de souche (pouvant synthétiser les entérotoxines A ou C) et du niveau d'inoculation (100, 500, 1000 ou 5000

UFC/ml). Si un lait est inhibiteur pour une charge initiale de 100 UFC/ml, il ne montre plus d'avantage particulier avec 1000 UFC/ml (Figures 1 et 2) d'où l'importance de la maîtrise sanitaire en élevage.

Dans le cas de contaminations modérées, les laits inhibiteurs peuvent permettre de maintenir un niveau de population en *S. aureus* inférieur à 10⁴ UFC/ml en fabrication lactique. Par ailleurs, le potentiel inhibiteur des laits s'avère également intéressant en technologie présure et notamment dans le cas d'utilisation de faibles doses de ferments (Figure 3).

Le dosage des inhibiteurs naturels (lactoferrine et système lactopéroxydase – thiocyanate) n'a pas permis de discriminer les laits inhibiteurs des laits non inhibiteurs. Quelques pistes d'explication et d'études complémentaires se dégagent en ce qui concerne certains types de flores inhibitrices (lactocoques), probablement en lien avec leur aptitude à synthétiser de l'H₂O₂ activant par ce fait le système lactopéroxydase... Par ailleurs, un projet visant à réutiliser les gels de laits inhibiteurs en transformation fromagère sera élaboré par l'ITPLC.

Un travail de valorisation de l'ensemble des résultats a débuté.

Figure 1 : Croissance de *S. aureus* de type C en fabrication lactique

Bleu : témoin non inhibiteur ; Vert : laits inhibiteurs

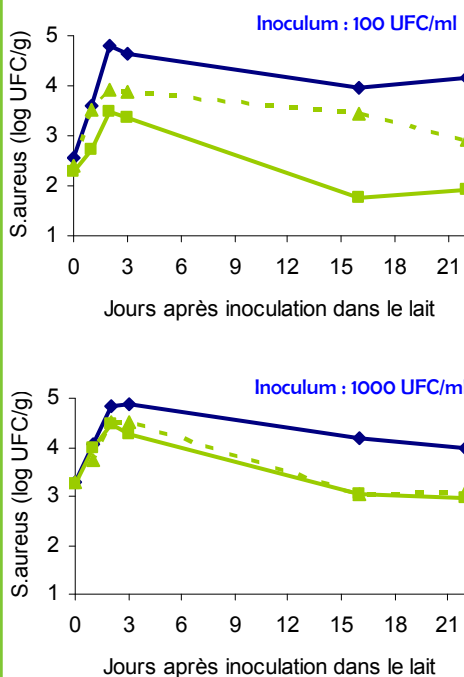


Figure 2 : Croissance de *S. aureus* de type A en fabrication présure (32°C–1% CHN14)

Bleu : témoin non inhibiteur ; Vert : laits inhibiteurs

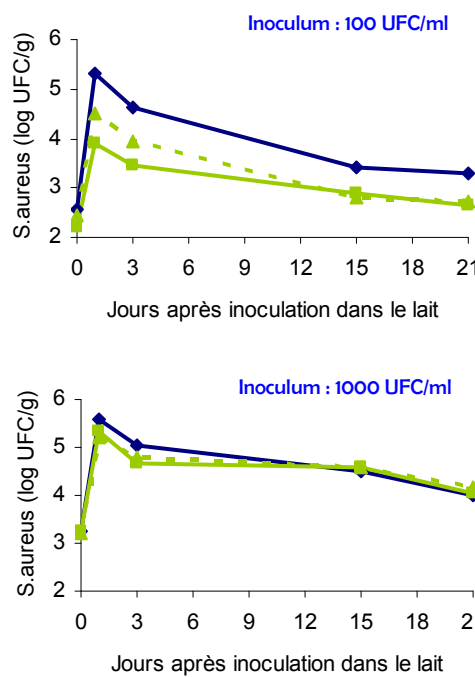
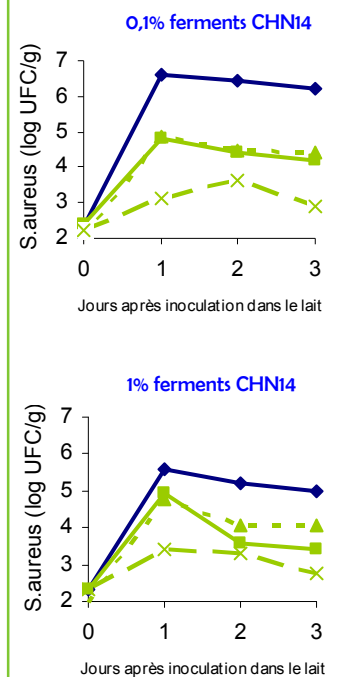


Figure 3 : Croissance de *S. aureus* de type C en fabrication présure (36°C/1 et 0,1% CHN14)

Bleu : témoin non inhibiteur ; Vert : laits inhibiteurs



Bactéries lactiques antagonistes de *Listeria monocytogenes*

■ Objectifs

Dans le secteur fromager, le recours aux bactéries lactiques bactériocinogènes a déjà été préconisé (ex : contre *Clostridium sporogenes* dans les fromages de vache 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 en deux phases :

✓ Sélection de 2 à 4 souches de bactéries lactiques connues pour leur pouvoir inhibiteur de *Listeria in vitro* et évaluation de leur efficacité dans du lait de chèvre en présence de ferments d'acidification (2005).

✓ Étude de l'activité antagoniste en fabrications fromagères de type lactique et présure en tenant compte des paramètres optimaux d'utilisation des souches bactériocinogènes étudiées en phase 1 (2006). Étendre le screening à d'autres souches.

Résumé

Lors des premiers essais en laboratoire, deux souches de bactéries bactériocinogènes vis-à-vis de *Listeria*,

Leuconotoc mesenteroides Y105 et *Lactobacillus plantarum* commercial HB, avaient été sélectionnées et testées. La souche de *Leuconotoc mesenteroides* Y105 n'exprimait pas de potentiel inhibiteur dans ces conditions expérimentales et perturbait la cinétique d'acidification. En revanche, la souche de *Lactobacillus plantarum* HB exprimait un pouvoir inhibiteur supérieur à celui engendré par l'acidification (et sans modification du profil d'acidification du ferment lactique), à savoir une réduction supplémentaire de *Listeria* d'au moins 1 log.

Afin de valider ces observations, *Lactobacillus plantarum* HB a été utilisé en fabrications fromagères de type lactique au lait cru et de type chèvre boîte (mixte) au lait pasteurisé. 6 modalités ont été réalisées par type de transformation :

- 3 lots avec 0 (témoin), 5 (dose 1) et 10 (dose 2) IP /100 l de HB avec inoculation de *Listeria inocua* 10³ UFC/ml ou sans inoculation (pour les dégustation sensorielles et analyses biochimiques).

Les résultats montrent en fabrication lactique une inhibition importante du développement de *L. inocua* avec 5 IP/100l (2 log d'écart avec le témoin sans HB) voire une réduction de la charge en *L. inocua* avec la dose la plus élevée (Figure 1). En revanche, l'ajout de HB à 10 IP/100l

engendre une dégradation de la valeur sensorielle des fromages (Figure 2) contrairement aux fromages obtenus avec les essais 5 IP/100l présentant des meilleures notes que le témoin sans HB.

Pour ce qui est des fromages de type présure (mixte), aucun effet inhibiteur de *Lactobacillus plantarum* HB n'a été observé quelle que soit la dose utilisée.

Les essais réalisés dans cette étude ont montré que la souche de *Lactobacillus plantarum* possède une efficacité anti-*Listeria* importante lorsqu'elle est utilisée en fabrication lactique (95% des fromages de chèvre) avec une inoculation dans le lait (contrairement à l'usage habituel en pulvérisation). Par ailleurs, elle ne dégradait pas voire améliorait la qualité sensorielle des fromages à dose modérée. Il serait intéressant de vérifier que le pouvoir anti-*Listeria* observé en technologie lactique se retrouve lorsque d'autres souches acidifiantes sont utilisées. De même, il serait utile de rechercher et de tester d'autres souches potentiellement bactériocinogènes en fabrication de type présure. Enfin, les divergences de comportement d'une technologie à l'autre permettent d'envisager un effet pH, un effet de la présure sur le composé actif ou encore des interactions entre *Lb plantarum* et flores de surface...

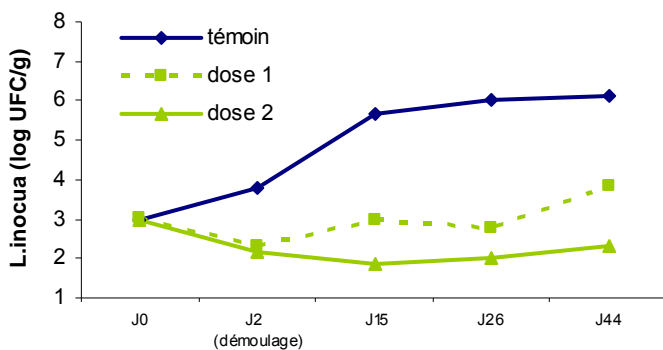


Figure 1 : Croissance de *Listeria inocua* en transformation lactique en fonction de la dose de *Lactobacillus plantarum* (HB) (témoin : sans HB ; dose 1 : 5IP HB /100l ; dose 2 : 10 IP HB/100l)

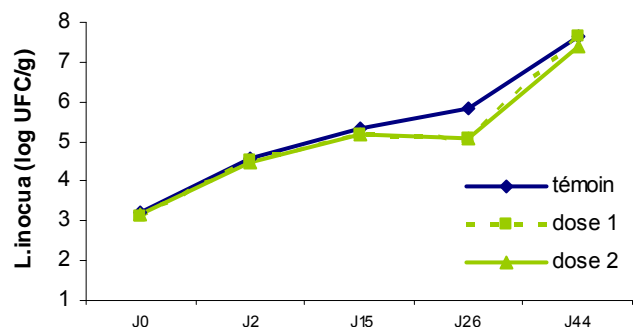


Figure 3 : Croissance de *Listeria inocua* en fonction de la dose de *Lactobacillus plantarum* (HB) en transformation présure (témoin : sans HB ; dose 1 : 5IP HB /100l ; dose 2 : 10 IP HB/100l)

Figure 2 : Qualité sensorielle (note/20) des fromages lactiques fabriqués avec *Lactobacillus plantarum* (HB) (témoin : sans HB ; dose 1 : 5IP HB /100l ; dose 2 : 10 IP HB/100l)





Valorisation des propriétés nutritionnelles des produits laitiers caprins

■ Objectifs

Les produits laitiers caprins présentent un intérêt nutritionnel intrinsèque comme l'ensemble des produits laitiers. Contrairement au lait de chèvre, pour lequel la connaissance se développe, les fromages de chèvre français n'étaient pas bien caractérisés d'un point de vue composition nutritionnelle. Ce manque de connaissances rendait difficile toute valorisation de la dimension nutritionnelle des fromages de chèvre.

L'objectif de l'étude pilotée par l'ANICAP et réalisée techniquement par l'ITPLC (échantillonnage, prélèvements et analyses effectuées en 2005), était donc de fournir des données fiables et complètes concernant l'intérêt nutritionnel des fromages de chèvre afin de :

- réactualiser les tables de composition françaises (CIQUAL/AFSSA), base de travail des nutritionnistes et diététiciens,
- fournir aux partenaires de la filière caprine des données objectives et indispensables pour une communication sur la composition nutritionnelle des fromages de chèvre.

L'année 2006 a été essentiellement consacrée à la poursuite de l'analyse des résultats obtenus en 2005 et à leur valorisation.

■ Résumé

Un comité de pilotage a été créé, constitué de représentants de la filière caprine, producteurs et transformateurs, de nutritionnistes, de représentants de l'AFSSA ainsi que d'acteurs de la filière lait en général, le CNIEL notamment.

Les fromages de chèvre analysés ont été choisis selon leur représentativité de la production et donc de la consommation française. Il a été tenu compte des technologies les plus employées, du type de production (laitière ou fermière) et des origines géographiques (Poitou-Charentes, Centre, PACA, Aquitaine, Rhône-Alpes). Ainsi, 6 types de fromages ont été caractérisés : lactiques crus frais (6 fromages), lactiques crus affinés (11), lactiques pasteurisés frais (6), lactiques pasteurisés affinés (6), fromages mixtes/présure de type chèvre-boîte / brique (6) et pâtes à tartiner (4). De plus, 4 laits crus de grand mélange ont été analysés afin de disposer de données sur la matière première. Les fromages et les laits ont été prélevés à deux reprises, de début août à mi octobre, soit 86 échantillons au total.

Les principales analyses réalisées étaient : extrait sec, matière azotée (totale et non protéique), matière grasse, cendres, énergie, glucides, profil d'acides gras totaux, cholestérol, teneur et profils des phospholipides, vitamines (A, D, E, B1, B2, B3, B5, B6, B9), profil d'acides aminés, minéraux (Na, Cl, Ca, P, Mg, Fe, Zn, Cu, I, Se), lactoferrine et acides aminés libres. Les fromages ont été analysés à l'âge moyen de consommation à savoir J+26 pour l'ensemble des fromages affinés (= 1/2 DLUO) et les pâtes à tartiner et J+10 pour les fromages frais (J: jour d'emprésurage).

Les résultats ont été restitués à l'ensemble des participants (10 entreprises (27 fromages) et 10 fermiers et artisans (12 fromages) répartis sur 25 sites de transformation) avec leurs propres données comparées à la valeur moyenne de la catégorie de produits correspondant.

La lecture nutritionnelle (en terme d'Apports Nutritionnels Conseillés et d'Apports Journaliers Recommandés) a été approfondie avec les nutritionnistes du CERIN pour l'ANICAP. Ce travail permet d'avoir une photographie claire de la composition des fromages de chèvre français.

L'apport énergétique des fromages de chèvre est dans la moyenne des fromages et varie en fonction de l'extrait sec et donc de l'affinage.

Le profil d'acides aminés est proche de celui de la protéine de référence FAO, ce qui fait des protéines de fromages au lait de chèvre une très bonne source d'acides aminés essentiels.

Quant à la quantité de matière grasse, qui fait toute la typicité organoleptique des produits laitiers caprins, elle oscille selon le stade d'affinage et se situe dans la moyenne des apports lipidiques des fromages. La teneur importante en acides gras à moyenne chaîne (C6, C8, C10) constitue une spécificité des fromages de chèvre et pourrait constituer une piste d'étude intéressante étant donné leur métabolisme particulier.

Les fromages de chèvre apportent des minéraux, du phosphore, de l'iode et notamment du calcium, dans des proportions variables selon les schémas technologiques (ex : 5 fois plus de calcium dans les chèvre-boîte que dans les fromages lactiques).

Cette étude fait aussi ressortir la richesse en vitamines du groupe B des fromages de chèvre, notamment les vitamines B2 et B9 mais aussi B5 et B6 dans le cas des fromages lactiques affinés au lait cru. Les fromages de chèvre constituent également

une source intéressante de vitamine A. Ces teneurs sont à mettre en relation avec les types de flores microbiennes utilisées.

Ces qualités nutritionnelles viennent renforcer les atouts majeurs des fromages de chèvre que sont leurs qualités sensorielles (diversité de goûts et de textures), et font des produits laitiers caprins des aliments de choix qui contribuent à un bon équilibre alimentaire.

Par ailleurs, un travail d'homogénéisation des données en terme d'unités, d'expression des résultats a été réalisé afin de finaliser les nouvelles tables de composition Ciqual /AFSSA qui sont sur le point d'être mises en ligne.

Une valorisation « grand public » de ces données par l'ANICAP est en cours, sous forme de :

- fiches (par type de fromage),
- argumentaire général (pour l'ensemble des fromages de chèvre) plus ou moins détaillé selon le public cible, reprenant les principales conclusions précédemment exposées.

La valorisation de ce travail se poursuit également sous forme de communications (ex: congrès FIL Petits Ruminants d'Alghero en Avril 2007) et d'articles scientifiques.

Dans ce cadre, la composition des fromages de chèvre sera également reliée aux étapes technologiques, depuis la collecte du lait jusqu'au consommateur.

Afin de poursuivre le travail d'investigation concernant l'intérêt nutritionnel de la matière grasse caprine, une bibliographie concernant les acides gras à moyenne chaîne a été réalisée par l'ITPLC. En effet, ils sont rapidement absorbés, transportés principalement *via* la veine porte (vs circulation générale pour les autres acides gras) vers le foie et oxydés. C'est une source d'énergie rapidement disponible (applications notamment dans le cas du syndrome de malabsorption des graisses). Par ailleurs, ils induiraient, par libération d'énergie, une élévation de température après le repas et seraient peu stockés dans les tissus adipeux. Ils ne provoqueraient pas d'augmentation du cholestérol circulant (LDL et VLDL). Ces observations ont été réalisées sur l'animal et sur l'homme.

Le comité de pilotage pourrait donc réfléchir prochainement à des volets plus cliniques concernant notamment cet aspect et devra continuer à s'intéresser plus généralement à tous les thèmes relatifs à la nutrition et la santé.



Centre de Ressources et de Documentation Caprine

↳ **Veille scientifique et technique**

La bibliothèque est constituée d'environ 16 000 références dont plus de la moitié spécifiquement relatives au secteur caprin, ce qui en fait un outil riche, unique en Europe. Sous forme d'articles, de rapports, de livres, de CD ROM..., l'information est qualifiée et cataloguée. Les références de ces documents sont intégrées dans une base de données accessible à tous : www.goat-lib.com.

En 2006, 1000 nouveaux documents ont été référencés, dont 600 caprins. Les documents archivés par le CRDC concernent maintenant, depuis 2006, tout le domaine caprin : le lait de chèvre et les technologies de transformation du lait, ainsi que la qualité sanitaire, nutritionnelle et organoleptique des produits laitiers caprins, et aussi tout ce qui porte sur l'élevage, la zootechnie et l'économie de l'élevage et de la filière.

Concernant les sujets relatifs à l'amont de la filière, et étant donné la forte demande émanant des professionnels, le CRDC a installé, en partenariat avec l'EPL de Melle et la FRESYCA, une « antenne » dans un bureau du nouvel Espace Ressources du lycée. Cette « antenne » est principalement consacrée aux informations techniques touchant l'élevage, l'alimentation, la reproduction de la chèvre (la partie laitière restant à Surgères, et une partie plus spécifiquement pathologie étant à l'AFSSA à Niort).

Un certain nombre d'étudiants (CS Caprin, BTS Productions Animales, BP REA, etc.), de formateurs-enseignants mais aussi d'éleveurs, viennent dorénavant régulièrement consulter le fonds documentaire du CRDC à Melle. Le CRDC a également été invité en 2006 à présenter ses activités et à diffuser des films (portraits d'éleveurs) à l'occasion de la venue de groupes d'éleveurs caprins, animés par des techniciens des Chambres d'Agriculture voisines. Le bureau de Melle est ouvert 2 jours par semaine.

Enfin, le CRDC a commencé, grâce à des dons, à créer un fonds patrimonial d'ouvrages techniques anciens.

↳ **Bibliographies**

Plus d'une centaine de demandes d'informations ou de documents, émanant de toute la France et aussi de l'étranger (Maghreb, Amérique du Sud) arrivent au CRDC. Toute personne peut faire une recherche sur la base de données en ligne et demander ensuite au CRDC une recherche plus approfondie si les résultats obtenus dans « goat-lib » ne sont pas suffisants.

Les personnes faisant appel au CRDC sont des ingénieurs et techniciens des industries laitières, de l'alimentation animale, des sociétés pharmaceutiques et vétérinaires ; des techniciens et ingénieurs des Chambres d'Agriculture et des organismes de recherche et développement. Beaucoup d'étudiants de diverses écoles d'ingénieurs mais aussi d'IUT ou de BTS font aussi appel au CRDC. Depuis 2 ans maintenant le CRDC est régulièrement sollicité par des éleveurs de chèvres. Dans ce cas, à chaque fois, en même temps que la fourniture de documents, le CRDC renvoie l'éleveur vers le technicien caprin le plus proche de son exploitation.

↳ **Diffusion de l'information : L'égide**

Destiné principalement à un public de techniciens, au sens large, les articles, écrits par des techniciens, des ingénieurs, des chercheurs..., relatent de façon synthétique les résultats des travaux, en cours ou achevés, des organismes de recherche & développement caprins (ITPLC, Centre fromager de Carmejane, AFSSA LERC, BTPL, le Pradel, Contrôle Laitier, Caprigène, INRA, LEGTA de Melle...). Dans chaque numéro figurent également 2 fiches faisant le point sur une problématique donnée. Certains articles de L'égide sont disponibles en ligne sur le site de l'Institut Technique des Produits Laitiers Caprins (www.itplc.asso.fr), conçu et mis à jour par le CRDC.

↳ **Diffusion de l'information : www.itplc.asso.fr**

Comme chaque année, le compte rendu des activités est mis à jour sur le site de l'ITPLC. De plus, des articles parus dans L'égide sont régulièrement ajoutés. Le site de l'ITPLC est consulté environ 16000 fois par an, pour pratiquement 50000 pages lues (Statistiques Etat entre le 1er mai 2006 et le 31 avril 2007).

↳ **Communication**

Le CRDC était présent pour présenter ses activités et coanimer le stand du BRILAC à l'occasion du salon Capr'Inov à Niort les 29 et 30 novembre.

Il a également participé à l'écriture du numéro 14 de « L'éleveur de chèvres », présentant les différents organismes de recherche et développement de Charentes-Poitou.

Le CRDC participe, et ce depuis 1999, à l'animation du stand « Fromages de chèvre » géré par l'ANICAP au Salon international de l'agriculture à Paris.

Communication, Publications

Publications

CHILLIARD Y, ROUEL J, FERLAY A, BERNARD L, GABORIT P, RAYNAL-LJUTOVAC K, LAURET A, LEROUX C (2006). Optimising goat's milk and cheese fatty acid composition. *In: Improving the fat content of Foods*. Wooghead Publishing Ltd (Cambridge, UK), 2006., 32 p.

CHILLIARD Y, ROUEL J, LELOUTRE L, GUILLOUET P, RAYNAL-LJUTOVAC K, FERLAY A (2006). Comparaison des effets d'un mélange de graines de lin et de tournesol extrudées et des huiles de lin et de tournesol sur la composition en acides gras du lait de chèvre. Programme européen BIOCLA-QLK1 2002-02362; *In: Journée Recherche Valorex "Nutrition des Ruminants"*, 31 janvier 2006, p 27.

DE CREMOUX R, GABORIT P, BARRAL J, LAUTIER G, LAURET A (2006). Évaluation de la contamination par *Staphylococcus aureus* des laits de tank et de citerne en filière caprine. *Renc Rech Rumin*, 13, p 420.

FREUND G (2006). Les lettres d'information de la filière caprine en France. *L'égide*, 42, p 4.

MATHE KIS M, FREUND G (2006). La filière caprine roumaine. *L'égide*, 44, 2 p.

RAYNAL-LJUTOVAC K, BARRAL J, POUTREL B, GUILLET I, BOVIN J, GABORIT P, DIRBERG R, DE CREMOUX R (2006). Recherche d'écosystèmes microbiens inhibiteurs de la croissance de *S. aureus* dans le lait de chèvre. *Renc Rech Rumin*, 13, p 415-418.

RAYNAL-LJUTOVAC K, DE CRÉMOUX R (2006). Travaux de l'ITPLC : Recherche de laits de chèvre naturellement inhibiteurs de *S. aureus*. *L'égide*, 45, p 2.

RAYNAL-LJUTOVAC K, BARRUCAND P (2006). Travaux de l'ITPLC : Protéines sériques et rendements fromagers. *L'égide*, 43, p 3.

Retrouvez toutes ces informations, et d'autres, sur le site www.itplc.asso.fr



Les études et recherches d'intérêt général de l'ITPLC et les activités du CRDC sont en partie financées par l'Union Européenne (FSE et FEOGA-G) et le Conseil Régional de Poitou-Charentes.

