Résultats de 10 années de recherche & développement

SUR LES PRODUITS LAITIERS FERMIERS

PROVENCE ALPES CÔTE D'AZUR
MAISON RÉGIONALE DE L'ÉLEVAGE

ACTALIA
PRODUITS LAITIERS

Édito

Brigitte CORDIER
Présidente de la section caprine et fromagère fermière
de la Maison Régionale de l'Elevage

Les Alpes du Sud demeurent une région traditionnelle de production de fromages fermiers. On dénombre environ 400 exploitations, toutes espèces laitières confondues. Il s'agit souvent d'élevages de taille modeste, de type familial et largement disséminées sur le territoire régional, contribuant ainsi au maintien d'un tissu rural dynamique. Ils évoluent dans un environnement à contraintes multiples, qu'elles soient liées à la problématique des zones de montagne ou des milieux méditerranéen. Pour surmonter les handicaps naturels inhérents à ces territoires, les éleveurs se sont orientés vers la production et la transformation du lait à la ferme en fromages fermiers au lait cru.

La plupart des fromagers fermiers assurent eux-mêmes la commercialisation de leurs fromages en circuits courts ou de proximité. En intégrant l'ensemble des maillons de la filière, de la production de lait jusqu'à la mise en marché des produits, les fromagers fermiers captent la plus-value apportée au produit.

Si les fromages fermiers bénéficient d'une image très positive auprès des consommateurs, il n'en demeure pas moins essentiel de garantir une bonne qualité de la production. Cela nécessite un travail d'expérimentation soutenu, touchant à la qualité du lait, à son aptitude à la transformation fromagère, à la typicité des produits, à la maîtrise de leur variabilité, à l'innovation et enfin, aux aspects nutritionnels et organoleptiques. Compte tenu de la taille des producteurs fermiers, ce travail de recherche et développement doit s'envisager à une échelle collective. Aussi la profession a créé en 1990 le Centre fromager de Carmejane, aujourd'hui Actalia pour traiter les questions liées aux technologies fromagères fermières.

Nous vous proposons ici, à travers ce recueil d'articles, un retour sur 10 années de travail d'expérimentation conduit en partenariat avec Actalia Carmejane.

Coline SABIK
Conseillère technologique en transformation fromagère
ACTALIA Carmejane

Henri TONGLET
Conseiller technologique en transformation fromagère
ACTALIA Carmejane

Les expérimentations menées à Carmejane se caractérisent par la diversité des thématiques abordées. Chaque année, un recensement des besoins en recherche et développement est effectué auprès des transformateurs fermiers et deux sujets prioritaires sont retenus par les représentants professionnels. Les technologues Actalia du centre fromager de Carmejane élaborent ensuite des projets en partenariat avec la Maison Régionale de l'Elevage afin d'apporter des réponses aux problématiques identifiées. L'influence des paramètres de fabrication sur la qualité des fromages, la préparation des ferments, la maitrise de la texture et la valorisation des coproduits ont ainsi été explorés au cours de ces dernières années. Les technologies étudiées incluent à la fois la production de fromages lactiques, de fromages à pâte pressée mais aussi de yaourts et de glaces. A travers le soutien qu'ils apportent à la réalisation de ces expérimentations, nos partenaires financiers accompagnent les fromagers fermiers dans le développement et la diversification de leurs activités.

Pierre BARRUCAND
Directeur de l'Unité Produits Laitiers - ACTALIA

Sommaire

RÉSULTATS DE DIX ANNEES DE RECHERCHE ET DEVELOPPEMENT SUR LES PRODUITS LAITIERS FERMIERS

1/ LES FROMAGES A CAILLE DOUX

Les flores de surface du Banon à la loupe — p. 2
Emilien FATET (ACTALIA Carmejane) - Décembre 2011 -

Comment maîtriser les *Staphylococcus aureus* en fabrication de fromages à caillé doux ? — p. 4
Emilien FATET (ACTALIA Carmejane) - Mai 2012 -

Vitesse d'acidification et température d'égouttage :
points clés de la maîtrise des Staphylocoques en fabrication de fromages à caillé doux — p. 6
Emilien FATET (ACTALIA Carmejane) - Décembre 2013 -

Le cœur dur en technologie caillé doux : un éternel problème... — p. 8
Emilien FATET (ACTALIA Carmejane) - Mai 2015 -

Lactidoux 2 : test d'un ensemencement contrôlé en levures pour réguler la neutralisation du caillé doux — p. 10
Henri TONGLET (ACTALIA Carmejane) - Juin 2017 -

2/ LES FROMAGES A PATE LACTIQUE

Une expérimentation sur l'affinage des fromages fermiers lactiques : LACTAFF — p. 12
Catherine REYNAUD (ACTALIA Carmejane) - Vincent ENJALBERT (Maison Régionale de l'Elevage) - Sabrina RAYNAUD (Institut de l'élevage) - Décembre 2013 -

L'influence de la température de caillage sur l'acidification et la qualité des fromages lactiques — p. 14
Coline SABIK (ACTALIA Carmejane) - Juin 2021 -

L'influence du pré-égouttage sur la qualité des fromages lactiques fermiers au lait de petits ruminants — p. 16
Coline SABIK (ACTALIA Carmejane) - Décembre 2021 -

3/ LES FROMAGES A PÂTE PRÉSSÉE

Un ferment indigène pour les fromages à pâte pressée — p. 19
Emilien FATET (ACTALIA Carmejane) - Octobre 2011 -

Levain indigène fermier : un possible ferment naturel pour les pâtes pressées non cuites ? — p. 21
Henri TONGLET (ACTALIA Carmejane) - Novembre 2015 -

Comment améliorer la texture de pâte des tomes de chèvre ? — p. 23
Emilien FATET (ACTALIA Carmejane) - Novembre 2014 -

Comment maîtriser la texture des fromages de brebis à pâte souple ? — p. 25
Coline SABIK (ACTALIA Carmejane) - Décembre 2018 -

4/ LES PRODUITS DE DIVERSIFICATION

Les yaourts au lait de chèvre — p. 27
Antoine MICHEL (ACTALIA Carmejane) - Candice ROMEJON (Stagiaire ESA Angers) - Décembre 2016 -

Caractérisation des glaces fermières de la région PACA — p. 29
Henri TONGLET (ACTALIA Carmejane) - Juin 2018 -

Fabriquer de la glace dans sa fromagerie fermière — p. 31
Henri TONGLET (ACTALIA Carmejane) - Vincent ENJALBERT (Maison Régionale de l'Elevage) - Décembre 2020 -

Valoriser le lait écrémé de vache en transformation fromagère — p. 38
Coline SABIK (ACTALIA Carmejane) - Décembre 2019 -

Comment valoriser le lait écrémé ? — p. 40
Henri TONGLET (ACTALIA Carmejane) - Juin 2021 -

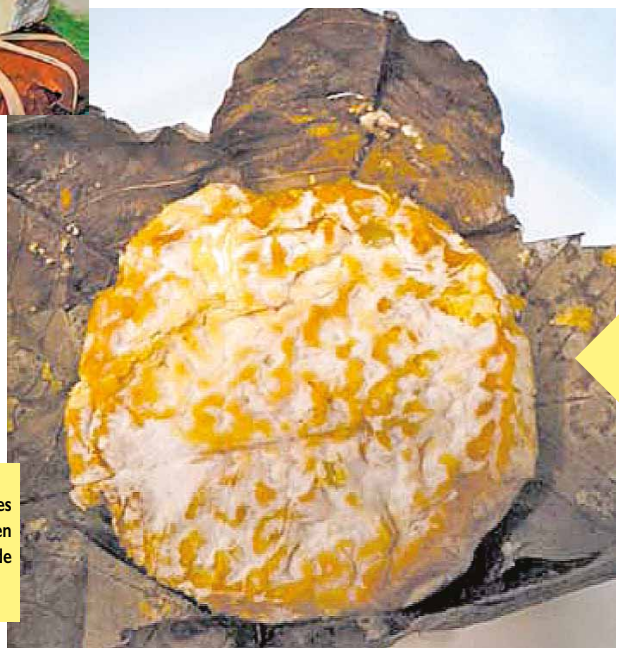
5/ LA MAITRISE TECHNIQUE

Le traitement de l'eau par lampe UV : efficace contre *Pseudomonas fluorescens*… à condition de respecter certaines règles — p. 44
Emilien FATET - (ACTALIA Carmejane) - Décembre 2012 -

Maîtrise des cirons au cours de l'affinage des fromages — p. 46
Henri TONGLET - (ACTALIA Carmejane) - Décembre 2017 -

Comment nettoyer et désinfecter efficacement sa fromagerie ? Test de produits et méthodes dits alternatifs — p. 48
Coline SABIK (ACTALIA Carmejane) - Juillet 2019 -

Les flores de surface du Banon à la loupe



Pendant deux ans, Actilait-Carmejane et la Maison Régionale de l'Élevage ont mené un projet de recherche sur la maîtrise des flores qui composent la croûte du Banon. Ces travaux mettent en lumière l'importance des paramètres physico-chimiques (niveau d'égouttage et acidification) sur la régularité des croûtages.

La flore de surface des Banon est constituée en très grande majorité de Geotrichum candidum.

Les producteurs et les consommateurs le savent bien : ouvrir un Banon réserve parfois quelques surprises. A partir du pliage et jusqu'à la fin de son affinage, les flores de surface de ce fromage évoluent en effet à l'abri des regards, cachées sous des feuilles de châtaignier. Difficile alors de savoir comment évoluent les flores et de prédire l'aspect final que prendra le fromage. Difficile également pour les producteurs d'orienter le développement des microorganismes dans le but d'obtenir le croûtage idéal !

C'est pour tenter de répondre à ces problématiques que la Maison Régionale de l'Élevage a confié à Actilait-Carmejane la réalisation d'un projet d'étude de deux ans sur le sujet, avec un double-objectif : d'abord comprendre la formation de la croûte du Banon et en particulier connaître l'origine des différentes flores de surface qui le composent ; ensuite proposer aux producteurs des outils de maîtrise de ces flores afin d'éviter que des accidents surviennent.

A partir des résultats des dégustations réalisées tout au long de la saison par la commission d'agrément de l'AOC Banon, des suivis de fabrication (paramètres technologiques et analyses) ont été réalisés en 2009 et 2010 dans les ateliers s'étant distingués soit par une très bonne présentation (qualité de croûtage) de leurs fromages, soit par la présence d'un défaut d'aspect préjudiciable à la qualité du produit.

Geotrichum candidum flore de surface dominante

La caractéristique des différentes flores présentes à la surface des Banon affinés montre en premier lieu la complémentarité de cette fabrication avec celle des fromages lactiques (fabriqués par tous les producteurs de Banon). Les résultats concluent en effet à une large domination de Geotrichum candidum, moisissure caractéristique des fromages de type lactique. D'autres microorganismes secondaires ont pu être identifiés à différents stades d'affinage : des moisissures (*genres Aspergillus, phoma, Cladosporium*), des levures (*genre Candida*) et des bactéries (*microcoques, Pseudomonas,..*)

Bien que la part de chacune n'ait pu être quantifiée, les origines de ces flores sont multiples. Le lait cru, bien évidemment constitue un réservoir fondamental de flores de surface, en particulier de bactéries d'affinage (microcoques staphylocoques à coagulasse négative,...). Les producteurs ayant recours à un ensemencement à partir de sérum acide (issu de la fabrication de fromages lactiques) apportent également par ce biais une quantité importante de flores de surface (levures, moisissures, bactéries). L'ambiance de l'atelier n'est pas non plus pour rien dans l'ensecemencement des fromages en moisissures et en levures. C'est d'ailleurs par la voie aéroportée que peuvent également avoir lieu les contaminations en moisissures d'altération (« bleu », « poil de chat »). Enfin la contribution des feuilles de châtaignier dans la formation du croûtage des

Banon n'est pas à négliger : des cultures de fragments de feuilles sur milieux nutritifs ont permis de mettre en évidence la présence de *Geotrichum candidum* et de microorganismes levuriformes à leur surface.

Régularité

Reste qu'entre différents ateliers et même entre les différentes fabrications d'un même atelier, les flores ne s'expriment pas de la même manière à la surface des Banon. Si l'on excepte les cas de contaminations accidentelles par des microorganismes d'altération (*moisissures, pseudomonas fluorescens*), les paramètres de fabrication apparaissent comme le principal facteur de maîtrise du développement des flores de surface et pas seulement l'hygrométrie et la température d'affinage ! Or, les différents suivis de fabrication réalisés en 2009 et 2010 montrent que la régularité qui s'impose dans ce domaine n'est pas toujours de mise...

Aller vers plus de maîtrise c'est tout d'abord apprendre à s'adapter à l'évolution de la composition physico-chimique de son lait. Contrairement aux idées reçues, il ne suffit pas d'appliquer toute l'année la même «recette» (temps, température, doses, nombre de brassages,...) pour assurer la régularité de ses fabrications. Au cours de la lactation, les taux de matière grasse et de matière protéique changent. La durée de prise, l'aptitude à l'égouttage du caillé évoluent. Le fromager doit rectifier ses pratiques en conséquence : réajuster sa dose de présure afin de retrouver une durée de prise de 15 minutes, respecter un rapport durée de prise/durée de durcissement fixe, ajouter un brassage en cuve supplémentaire lorsque l'égouttage du grain est insuffisant... Autant de reflexes simples qui permettent de garantir un niveau d'égouttage du caillé constant quelle que soit la période de l'année et d'offrir en toute saison un substrat optimal aux flores de surface.

Acidification

La maîtrise des flores de surface passe également par l'acidification. Et là encore, on ne saurait trop recommander la précision et la rigueur : l'évolution du pH à partir du moulage conditionne en grande partie la texture du fromage et l'aspect de la croûte. C'est par exemple souvent un problème d'acidification qui est à l'origine de croûtages trop humides, collants, associés à des défauts de textures de pâte (cœur lactique). D'ou l'importance d'assurer sa régularité d'une fabrication sur l'autre. Comment ? En maîtrisant d'une part le niveau de flores acidifiantes du lait à l'emprésurage (via les pratiques de report du lait, d'ensemencement,...) et d'autre part tous les paramètres permettant d'agir sur l'activité acidifiante de ces flores (température et niveau d'égouttage en particulier).

Enfin, un développement correct de la flore de surface ne pourra être atteint que dans des conditions d'ambiance optimales. Depuis le moulage jusqu'à la fin de l'affinage, la température et l'hygrométrie des différentes pièces de l'atelier doivent permettre un égouttage efficace du caillé, éviter une dessiccation excessive des fromages et favoriser la croissance des microorganismes d'intêret.

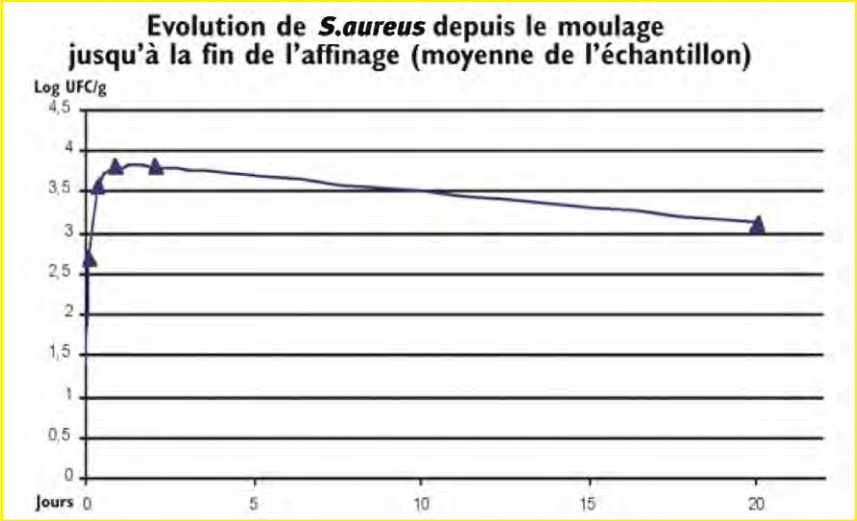
La maîtrise des flores de surface du Banon est donc plus qu'une simple affaire de microbiologiste et commence bien en amont de l'affinage. Elle fait appel au savoir-faire du fromager qui par ses pratiques de fabrication doit assurer un niveau d'égouttage et une acidification de ses fromages aussi réguliers que possible.

Une mauvaise maîtrise de l'égouttage et de l'acidification peut conduire à des défauts d'implantation de la flore et de texture de pâte.

Emilien FATET
ACTALIA Carmejane

Comment maîtriser les *Staphylococcus aureus* en fabrication de fromages à caillé doux ?

Travailler du lait frais et peu contaminé, assurer une acidification rapide et limiter le refroidissement des fromages après moulage : tels sont semble-t-il les principaux leviers pour limiter la contamination en *S. Aureus* des fromages à caillé doux.



Les fromages à caillé doux constituent probablement la famille de fromages la plus sensible aux contaminations en Staphylocoques dorés. Le Banon, la Tome d'Arles ou de Provence cumulent en effet deux «handicaps» : un taux d'humidité élevé et une acidification lente. Un terrain particulièrement favorable aux microorganismes en général et aux staphylocoques en particulier. C'est pour aider les producteurs à réduire le risque de dépasser les seuils de contamination fixés par la réglementation que la MRE et Actilait ont débuté en 2011 un projet de recherche, l'objectif étant d'identifier des leviers techniques permettant de limiter la contamination des fromages à caillé doux en fromagerie.

Dans une dizaine d'ateliers caprins et ovins fromagers de la région, l'évolution du nombre de Staphylocoques dorés a ainsi été observée à la loupe depuis l'arrivée du lait en fromagerie jusqu'à la fin de l'affinage. En comparant les résultats obtenus dans les différents ateliers et en les mettant en perspective des pratiques fromagères des producteurs, de premières hypothèses ont pu être échafaudées.

Pic de contamination 20 heures après le moulage

Ces travaux permettent tout d'abord de mieux comprendre le comportement de *S. aureus* dans la fabrication des fromages à caillé doux. On observe ainsi que la vitesse de multiplication du germe est maximale durant le travail en cuve et les 8 premières heures qui suivent le moulage, période pendant laquelle le milieu offre des conditions de vie quasi optimales. La multiplication ralentit ensuite jusqu'à ce que le pic de contamination soit atteint, en général 20 heures après le moulage. Durant l'affinage des fromages, le nombre de *S. aureus* décroît lentement (voir graphique).

Sans surprise, comme dans toute autre fabrication, la contamination initiale du lait reste le principal élément de maîtrise de la contamination des fromages à caillé doux. Mais en caillé doux, la marge de tolérance est faible ! En effet, un lait contenant plus de 100 *S. aureus*/ml donnera irrémédiablement des fromages à caillé doux dépassant au minimum le premier seuil d'alerte réglementaire « m » de 10 000 *S. aureus*/g au pic de contamination, voire le seuil « M » de 100 000 (voir graphique).

Le message est donc clair : seuls des laits contenant moins de 100 *S. aureus*/ml doivent entrer dans la fabrication des fromages à caillé doux ! cette condition n'est toutefois pas suffisante, des exemples de fromages fortement contaminés fabriqués à partir de lait contenant moins de 10 *S. aureus*/mL l'attestent. Certaines pratiques, semblent donc présenter un risque, même en cas de faible contamination. C'est le cas notamment du report du lait au froid qui est à proscrire lorsque l'on fabrique des fromages à caillé doux ; certes, les *S. aureus* ne se multiplient pas dans du lait à 4°C pendant la nuit, mais ils profitent de cette période pour se mettre en « ordre de bataille » et attendent sagement que la température redevienne favorable pour « lancer l'assaut » au pas de charge. Pour limiter ce risque, une règle d'or : ne fabriquer des fromages à caillé doux qu'avec du lait frais dans un délai de deux heures maximum après la traite.

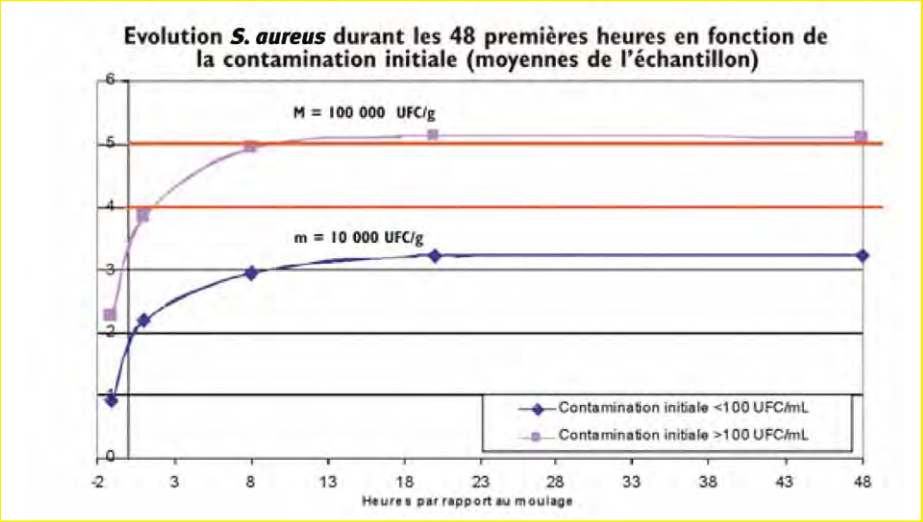
Acidification et refroidissement des fromages

Les résultats de l'étude montrent également que quelle que soit la contamination initiale du lait, les fromages de certains ateliers semblent plus propices à la multiplication des staphylocoques dorés que d'autres. Pour comprendre ces différences, il a fallu chercher du côté des paramètres de fabrication.

Il ressort clairement que plus l'acidification en moules des fromages est lente et plus la multiplication des *S. aureus* est rapide. Ceci n'est pas surprenant : les *S. aureus* supportent mal les milieux acides. En plus de permettre l'égouttage du caillé par les bactéries lactiques est donc un rempart efficace contre les staphylocoques. Ainsi, il est impératif que le pH des fromages soit inférieur à 6,45 huit heures après le moulage et qu'il soit au maximum égal à 5,45 vingt heures après moulage. Dans le cas contraire, un apport de ferment (sérum acide par exemple) est nécessaire.

La vitesse de refroidissement des fromages semble également avoir des conséquences sur la vitesse de multiplication des *S. aureus*. Il s'avère en effet que les fromages qui subissent un refroidissement rapide et intense durant l'égouttage en moules favorisent la multiplication du germe, probablement en raison d'une activité réduite des flores concurrentes (bactéries lactiques, levures...). L'objectif est donc que la température à cœur des fromages soit supérieure à 21°C huit heures après le moulage et supérieure à 20°C le lendemain. Attention donc à la température de la salle de fabrication !

A présent que des leviers sont identifiés, il reste aujourd'hui à les tester dans des fabrications expérimentales, afin d'une part de confirmer ou non leur pertinence et d'autre part de savoir dans quelle mesure ils permettent de réduire le développement des *S. aureus* dans les fromages. C'est l'objet de la suite des travaux qui se déroulerons cette année à Carmejane.



Un refroidissement modéré du caillé en moules et une acidification suffisament rapide permettraient de limiter la multiplication des *S. aureus* dans les fromages à caillé doux.

Emilien FATET
ACTALIAT Carmejane

Vitesse d'acidification et température d'égouttage : points clés de la maîtrise des Staph. en fabrication de fromages à caillé doux

Des essais réalisés à la demande de la MRE par Actalia-Carmejane (ex-Actilait) semblent indiquer que combiner une acidification rapide des fromages et une température d'égouttage plus faible que la normale permet de limiter la multiplication de *Staph. aureus*.

Depuis 2011, la MRE et ACTALIA mènent un projet de recherche sur la maîtrise des staphylocoques dorés (*Staphylococcus aureus*) en technologie caillé doux (Banon, Tome à l'ancienne, Tome d'Arles). La première phase de cette étude, conduite en 2011, a permis au travers de suivis de fabrication et d'analyses dans des ateliers de la région de mieux comprendre le comportement de la bactérie durant toute la vie des fromages depuis le lait cru jusqu'à la fin de l'affinage : vitesse de multiplication, pic de contamination, etc.

La variabilité des situations rencontrées sur le terrain a également permis d'identifier deux paramètres pouvant avoir un impact sur la vitesse de croissance de *S. aureus* durant l'égouttage, phase la plus critique de la vie du fromage :

- la vitesse d'acidification ;
- la vitesse de refroidissement des fromages en moules.

En 2012, ACTALIA et la MRE ont alors décidé de tester l'efficacité de ces leviers technologiques en procédant à des séries de fabrications en conditions contrôlées (fromagerie expérimentale).

Pour chaque fabrication, 2 modalités ont été testées pour chaque levier :

- Pour la vitesse d'acidification : acidification lente (obtenue avec une dose de ferment de 0,01 %) et acidification rapide (obtenue avec une dose de ferment de 0,1 %),
- Pour la vitesse de refroidissement : refroidissement lent (obtenu avec une température d'égouttage supérieure à 20°C) et refroidissement rapide (obtenu avec une température d'égouttage de 18°C).

Ces tests ont été répétés 3 fois sur le lait de 4 producteurs différents (2 en chèvre et 1 en brebis) et ont fait l'objet de nombreuses analyses, notamment le dénombrement des *Staph. aureus* à tous les stades de la fabrication.

Importance de la contamination initiale du lait

Ces essais ont tout d'abord permis de confirmer certaines grandes tendances qui avaient déjà été observées sur le terrain en 2011. En premier lieu, le pic de contamination en *S. aureus* intervient de manière générale entre 8 h et 24 h après le moulage. Les fromages à Acidification Lente/Refroidissement Rapide font toutefois exception puisque la population de *S. aureus* continue à augmenter entre 24 et 48 heures après le moulage (graphique 1).

Comme cela avait également déjà été observé en 2011, le niveau de contamination initiale du lait cru explique en grande partie le niveau de contamination des fromages en blanc. Ce résultat, matérialisé sur le graphique 2 souligne s'il en était besoin, l'importance à accorder à la qualité initiale du lait cru entrant dans la fabrication de fromages à caillé doux.

Dans les conditions des essais, il ressort qu'une contamination initiale du lait inférieure à 20 staph/ml est une condition sine qua none pour obtenir des fromages ne dépassant pas le seuil réglementaire « m » de 10 000 /g. Et pour ne pas dépasser le seuil « M » de 100 000 /g de fromage, une contamination initiale du lait inférieure à 100 staph/mL est indispensable !

Effet de l'acidification

Autre enseignement de l'étude : une accélération de l'acidification provoquée par une augmentation de la dose de ferment de

0,01 à 0,1% permettrait de limiter la vitesse de multiplication de *S. aureus* et ainsi de minimiser la contamination des fromages. Outre une baisse plus rapide du pH préjudiciable à la bactérie, l'augmentation de la dose de ferment permettrait d'accélérer la consommation du lactose et de rendre le milieu plus «sécurisant» vis-à-vis de *S. aureus*

Par contre, l'augmentation de la dose de ferment a pour conséquence d'obtenir un pH plus bas au démoulage et doit à ce titre rester mesurée afin de ne pas engendrer de défauts de texture.

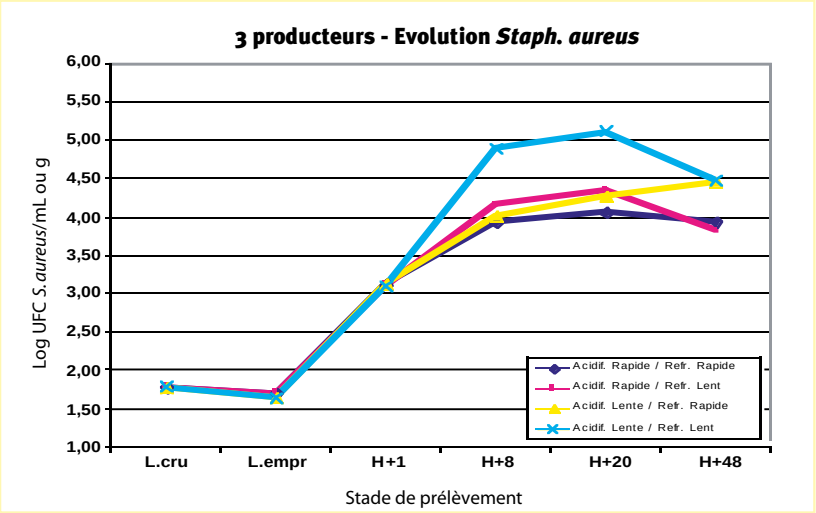
Effet du refroidissement

Bien qu'elle conduise à obtenir des fromages plus humides et plus riches en sucres, donc moins « sécurisants » vis-à-vis de *S. aureus*, une température d'égouttage de 18°C permet de freiner la multiplication de *S. aureus* et permet dans les conditions des essais de diviser par 10 environ le niveau de contamination des fromages au pic (à vitesse d'acidification égale).

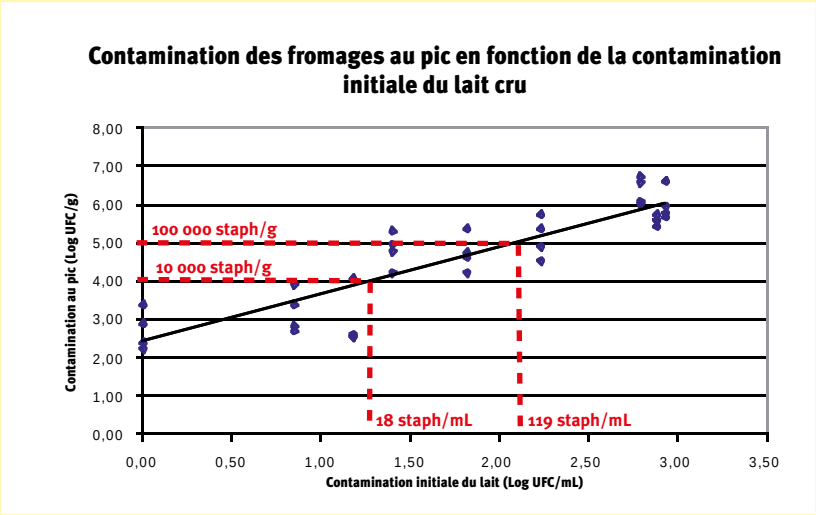
Résultats à confirmer sur le terrain

Au regard de ces résultats et des effets importants de chacun des 2 paramètres testés sur la composition physico-chimique des fromages, utiliser ces 2 leviers séparément ne semble pas très judicieux. Il serait préférable de les combiner afin d'obtenir des fromages non seulement peu contaminés en *Staph. aureus*, mais également de qualité organoleptique satisfaisante.

Pour atteindre ce double objectif, une acidification rapide associée à un refroidissement rapide des fromages serait a priori l'option la plus satisfaisante. Toutefois, il est encore trop tôt pour l'affirmer avec certitude ; en effet, il est indispensable de confirmer ces résultats (obtenus en conditions contrôlées) en conditions réelles, autrement dit, sur le terrain. C'est l'objet de la dernière phase de ce programme de recherche qui est en cours de réalisation.



Graphique 1 : *évolution de la contamination moyenne des fromages (en log UFC/ml ou g) en fonction de la modalité d'acidification/refroidissement (moyenne de toutes les fabrications essais)*



Graphique 2 : *Contamination des fromages au pic (en log UFC/g) en fonction de la contamination initiale du lait cru (en log UFC/ml)*

Emilien FATET
ACTALIA Carmejane

Le cœur dur en technologie caillé doux : un éternel problème...

Le défaut de texture de type cœur dur/cœur crayeux est lié à une anomalie dans le déroulement de l'acidification du caillé. La dynamique des flores lactiques semble être au cœur du problème. Bilan d'étape d'un programme d'étude mené sur ce sujet par Actalia-Carmejane et la MRE.

Le défaut de texture de type cœur dur est l'un des plus fréquents motifs de non-conformité des Banons AOP

Les résultats des dégustations effectuées dans le cadre de l'AOP Banon le montrent : le défaut de texture de type cœur dur/cœur crayeux est le plus fréquemment rencontré sur les fromages à caillé doux. L'origine de ce défaut est bien connue : le cœur crayeux apparaît lorsque le caillé est sujet à un phénomène de « post-acidification ». Autrement dit, le fromage continue à s'acidifier après le démoulage (alors que le pH devrait au contraire se stabiliser) ce qui provoque sa déminéralisation (perte de calcium), préjudiciable à la souplesse de pâte.

Des analyses réalisées sur des fromages avec et sans défaut ont permis de mettre en évidence le rôle fondamental de la dynamique et de l'équilibre des flores lactiques dans l'apparition de l'anomalie. Alors que dans d'autres types de fabrications, cet équilibre est assez facilement contrôlé par l'apport de ferments en quantités importantes, il en est tout autrement en technologie caillé doux : l'ensemencement en fabrication fermière n'est pas systématique, et lorsqu'il est pratiqué - sous la forme de sérum acide la plupart du temps - la dose est si faible que le rôle de la flore naturelle du lait cru dans le déroulement de l'acidification reste prépondérant.

Or, avec l'évolution des pratiques d'élevage, de traite et d'hygiène, la composition microbiologique des laits a connu de profondes évolutions au cours du temps. On a assisté en effet à un appauvrissement général des laits en germes et par conséquent à une diminution de leur aptitude naturelle à l'acidification. Et voilà donc que les vieilles « recettes » de fabrication qui fonctionnaient à l'époque ne donnent plus les mêmes résultats aujourd'hui.

Les producteurs doivent donc s'adapter à ces évolutions et réajuster en conséquence leurs pratiques, notamment en matière d'ensemencement. C'est pour les aider dans cette démarche qu'Actalia-Carmejane et la MRE mènent depuis 2014 un programme d'étude pluriannuel sur cette thématique.

Essais d'ensemencement

La première partie de l'étude visait à tester l'intérêt d'un apport de streptocoques thermophiles (l'une des deux bactéries entrant dans la fabrication des yaourts) sur la texture de Banons AOP. La principale caractéristique de cette espèce bactérienne thermophile est son aptitude à consommer les sucres et acidifier le caillé rapidement ; elle concurrence ainsi les flores lactiques mésophiles qui sont responsables de la post-acidification. Elle est très couramment employée en technologies pâte molle et pâte pressée pour apporter notamment de la souplesse de pâte.

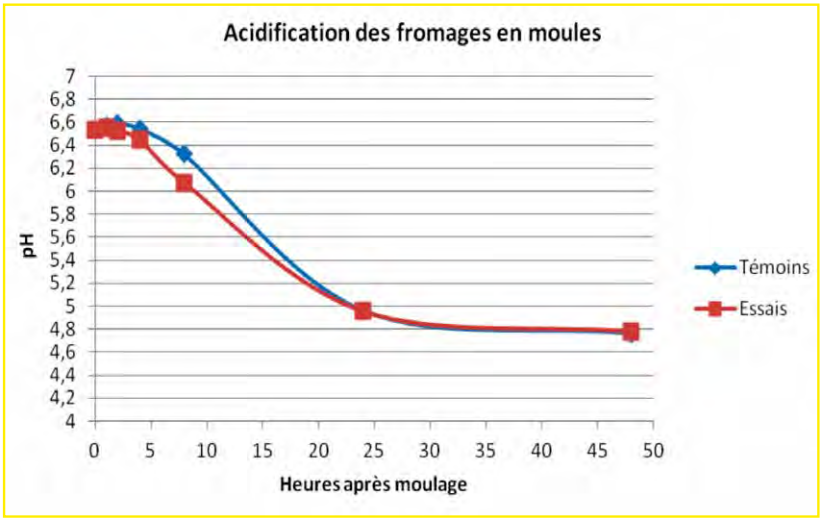
Des essais d'ensemencement en streptocoques thermophiles ont ainsi été conduits dans plusieurs ateliers fabriquant des Banons AOP régulièrement sujets à des défauts de texture de type cœur dur. Les streptocoques thermophiles ont été ajoutés aux ferments habituellement utilisés par le producteur (lactosérum ou ferments mésophiles du commerce). Les fromages issus de ces fabrications « essais » ont ensuite été comparés à des fromages « témoins » fabriqués selon les méthodes habituelles du fromager.

Comme attendu, l'ensemencement complémentaire en streptocoques thermophiles a bien permis un démarrage plus rapide de l'acidification en moules (voir graphique). En revanche, il n'a pas empêché la poursuite de l'acidification du caillé après le démoulage : l'évolution du pH a été strictement identique sur les fromages témoins et les fromages essais entre J+1 et J+2. Du point de vue physico-chimique, les fromages fabriqués avec des streptocoques thermophiles se sont avéré très semblables aux fromages témoins, s'agissant notamment de leur teneur en calcium.

Enfin, sur le plan organoleptique, les résultats n'ont pas permis de mettre en évidence un effet net de l'ensemencement en streptocoques thermophiles : bien que le cœur dur soit en moyenne légèrement moins marqué et que la texture en bouche soit significativement plus crémeuse sur les fromages fabriqués avec des streptocoques thermophiles, les écarts avec les fromages témoins sont relativement ténus.

D'après cette première partie d'étude, l'intérêt d'un ensemencement en streptocoques thermophiles semble donc à première vue limité. Toutefois, plusieurs éléments incitent les auteurs à ne pas abandonner trop vite cette piste de travail : dans cette série d'essais par exemple, les températures de travail en cuve et d'égouttage des fromages en moules ont dans certains ateliers été insuffisantes pour permettre une réelle « expression » de la bactérie.
Rappelons que le streptocoque thermophile se développe comme son nom l'indique à température élevée, idéalement supérieure à 30°C. De plus, une seule souche de streptocoque thermophile a pour l'heure été testée. Or, cette dernière a été choisie parmi celles présentant une vitesse de développement plutôt faible. Qu'en aurait-il été avec une souche plus active ?

Les essais méritent donc d'être poursuivis. C'est ce qui sera fait au cours des prochains mois au cours desquels d'autres leviers technologiques destinés à lutter également contre les défauts de texture seront testés.



Cinétiques d'acidification moyennes des fromages fabriqués avec un ensemencement complémentaire en streptocoques thermophiles (fromages essais) et des fromages fabriqués selon les méthodes habituelles des fromagers (fromages témoins)

Emilien FATET
ACTALIA Carmejane

LACTIDOUX 2 : Test d'un ensemencement contrôlé en levures pour réguler la neutralisation du caillé doux

Pendant plusieurs années, les principaux défauts relevés par la commission d'examen organoleptique de l'AOP Banon portaient le plus souvent sur la texture des fromages. La présence de « cœur dur » ou « cœur crayeux » était, en effet, le défaut le plus souvent observé sur les Banons AOP. Bien qu'il n'existe pas d'observatoire similaire pour les autres fromages régionaux à caillé doux (Tome d'Arles, Tome de Provence...), les techniciens de terrain ont également observé que ces fromages étaient, eux aussi, fréquemment sujets à ce type de défauts de texture.

Ce type de défaut est généralement le signe d'un manque de maîtrise de l'acidification des fromages provoquée par des anomalies dans la dynamique des flores au cours des différentes étapes de fabrication. L'évolution de la qualité bactériologique des laits au cours du temps (appauvrissement) n'est sans aucun doute pas étrangère à ces défauts. Elle nécessite donc une évolution des pratiques de transformation, notamment en matière d'ensemencement.
Le programme Lactidoux, financé à l'aide de France AgriMer et du Conseil Régional PACA (via la Maison Régionale de l'Elevage) visait à rechercher des solutions techniques permettant aux producteurs d'adapter leurs pratiques d'ensemencement à l'évolution de la composition du lait, de manière à recouvrer un profil fermentaire compatible avec une texture de produit satisfaisante.

En 2014, de premiers travaux ont été conduits par ACTALIA en partenariat avec la Maison Régionale de l'Elevage PACA sur l'intérêt d'un apport de streptocoques thermophiles en fabrication de type caillé doux (programme Lactidoux 1).
Ces derniers n'ont pas permis une résolution complète des défauts et méritaient d'être poursuivis, en testant notamment d'autres hypothèses.
Parmi les leviers technologiques pouvant avoir un impact positif sur la texture de pâte, et en particulier le défaut de cœur dur, il a été décidé, en concertation avec les professionnels de la région, de tester l'utilisation de levures, couramment employées en technologie pâte molle.

Au début de l'affinage des fromages à pâte molle, les levures telles que *Kluyveromyces lactis* et *Candida utilis*, contribuent fortement à la consommation des sucres résiduels. Elles limitent ainsi le phénomène de post-acidification, à l'origine des défauts de texture de type crayeux. Ces mêmes levures, ont également la capacité de consommer l'acide lactique et produire des substances basiques (ammoniac), ce qui a pour effet de faire remonter le pH (en surface et/ou à cœur des fromages selon les espèces de levures) et d'assouplir la pâte. Elles pourraient donc avoir un intérêt en technologie caillé doux, notamment dans les ateliers où le défaut de cœur dur est récurrent.
L'objectif de cette étude visait donc à tester l'effet d'un apport en levures de type *Kluyveromyces lactis* et *Candida utilis*, et voir leur influence sur la texture de pâte des fromages de type Banon AOP. L'idée était de d'utiliser la capacité de ces levures à consommer les lactates, freinant ainsi l'acidification, voire en permettant une remontée du pH, ce qui éviterait les défauts de cœur crayeux liés au phénomène de post-acidification des fromages. Il s'agissait également de déterminer dans quelle mesure l'ajout des levures pouvait avoir un impact sur la composition du caillé.

Des essais d'ensemencement avec un mélange *Kluyveromyces lactis* et *Candida utilis*, avec les souches sélectionnées dans les ferments Lev KL et Lev 1004 (LIP), ont ainsi été conduits dans plusieurs ateliers fabriquant des Banons AOP régulièrement sujets à des défauts de texture de type cœur dur. Les levures ont été ajoutées en suivant le procédé de fabrication habituel des producteurs.
Globalement, le manque de répétitions et les problèmes rencontrés sur certains lots de

fabrications n'ont pas aidé à faire ressortir nettement l'impact de cet ensemencement.

Cependant, et malgré cela, l'ensemencement complémentaire en levures a néanmoins permis d'identifier une désacidification légèrement plus poussée sur les fabrications essais.

D'autre part, si les résultats de l'analyse physico-chimique des fromages ne nous ont pas permis de dresser un réel profil distinguant les fromages témoins et essais, l'analyse sensorielle a tout de même permis de reconnaître une certaine action des levures sur la texture des fromages affinés. S'il n'est pas possible d'en attribuer le seul mérite, force est de constater que les levures ont eu un rôle notable sur l'amélioration (et non pas la résolution) du défaut de cœur dur/crayeux des fromages à caillé doux. En effet, sur le plan organoleptique, les fromages essais ont eu une présence de cœur dur en moyenne moins marqué, et avec un coulant sous croûte globalement plus important (cf. figure 2).

Ainsi donc, d'après cette première partie d'étude, l'intérêt d'un ensemencement en levures de type *Kluyveromyces lactis* et *Candida utilis* semble, à première vue, limité. De manière générale, l'expression des flores d'affinage observée lors des essais est insuffisante pour créer un écart franc de pH entre le stade démoulage et le stade de mise sous feuille, et a fortiori, sur la composition physico-chimique des fromages.

Plusieurs hypothèses sont envisageables. Il est possible que les conditions d'affinage des fromages n'aient pas été les optima pour l'expression de *Kluyveromyces lactis* et *Candida utilis*. L'autre hypothèse, la plus plausible, serait que l'ensemencement en levures seules ne soit pas suffisant pour avoir un impact notable sur la texture des fromages.

Face à ces résultats, de nombreuses pistes d'amélioration se profilent pour affiner l'observation de l'impact des flores du fromage pour améliorer sa texture.

D'abord rappelons que seulement deux souches de levures ont été testées. L'utilisation d'autres souches, en complément et/ou en remplacement, révèlerait certainement d'autres comportements (*Geotrichum candidum* par exemple).

De plus, il serait également pertinent de vérifier l'effet de la température et de l'humidité, en jouant sur leur maintien et/ou leur variation maîtrisée et contrôlée, au cours de l'affinage. Ou alors, il est possible de tester la concomitance de deux leviers différents, en faisant varier l'ensemencement en bactéries lactiques et le développement des levures d'affinage.

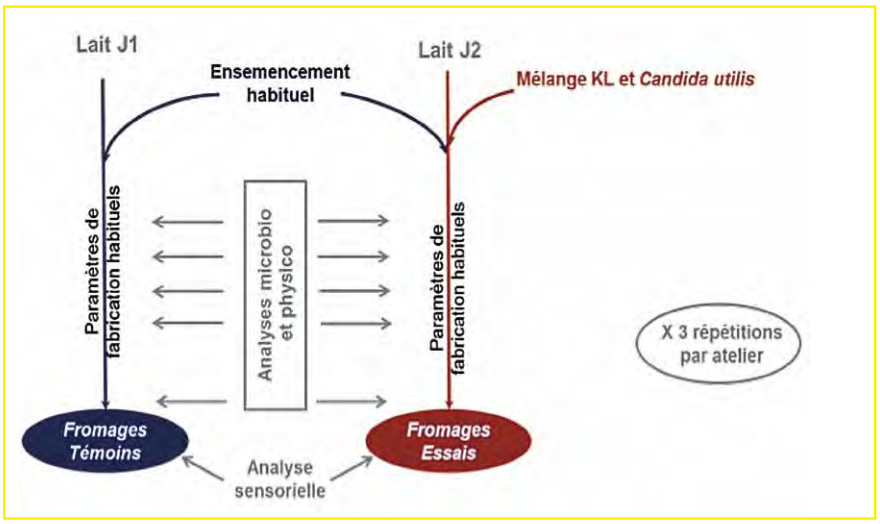


Figure 1 : Protocole expérimentale utilisé.

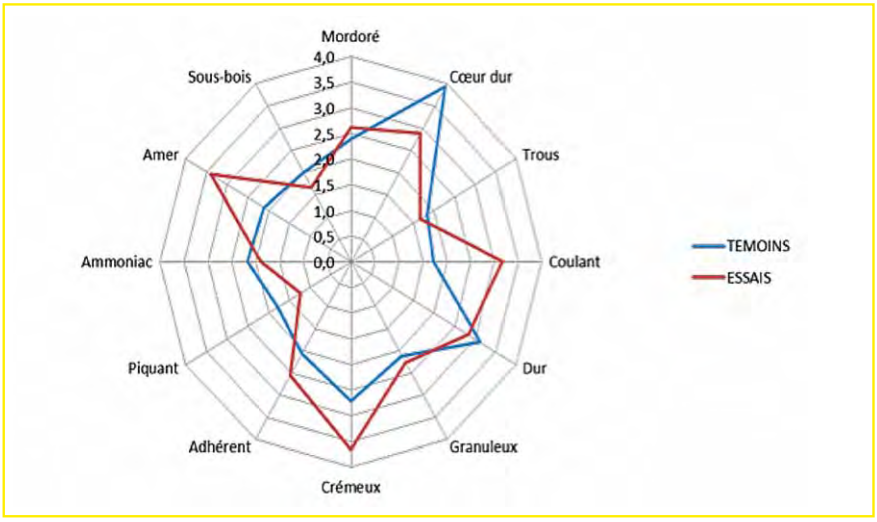
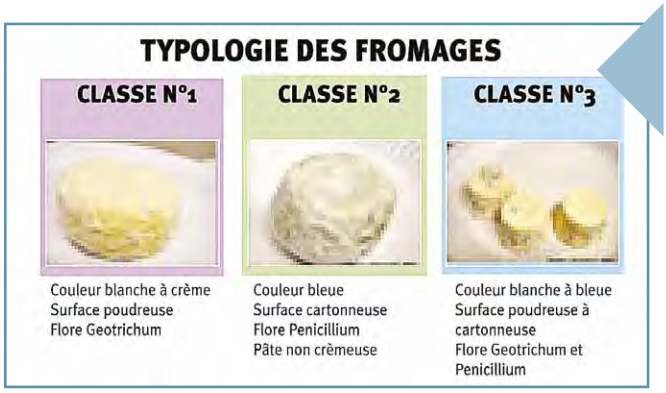


Figure 2 : résultats de l'analyse sensorielle.

Henri TONGLET
ACTALIA Carmejane

Une expérimentation sur l'affinage des fromages fermiers lactiques : LACTAFF

Dans notre région, nombreux sont les producteurs à fabriquer des fromages à caillé lactique. Alors que les autres étapes de la fabrication ont fait l'objet de recherches, l'affinage à la ferme reste peu étudié pour cette technologie.
Pourtant maîtriser l'étape clef qu'est l'affinage est une condition essentielle pour proposer aux consommateurs des fromages de qualité régulière et spécifique. C'est pour acquérir des références techniques, mutualiser les connaissances déjà existantes sur le sujet et transférer ces avancées vers les producteurs et techniciens que s'est engagé début 2013 le programme «Qualité des fromages fermiers lactiques : locaux et maîtrise de l'affinage» (LACTAFF). Pour cela, il s'agira de mieux connaître les conditions d'affinage à la ferme et de déterminer les différents paramètres (liés aux pratiques, technologies, bâtiments et matériels/équipements) influençant la qualité des fromages.



Ce programme de travail piloté par l'Institut de l'Elevage sous l'égide de la FNEC-FNPL associe de nombreux partenaires techniques ayant des compétences complémentaires relevant de :
- la technologie fromagère et de la connaissance des produits,
- la conception et de l'équipement des locaux,
- la mycologie et la microbiologie.

Dans notre région la MRE est partenaire du programme et a confié l'expertise technique à Actalia Carmejane, notre partenaire historique en matière d'expérimentation fromagère.
fermière.

Rappel de ce qu'est l'affinage

L'affinage est la période pendant laquelle les fromages subissent sous l'action des enzymes naturelles et microbiennes des transformations physicochimiques qui leur confèrent leurs caractéristiques organoleptiques (texture, goût, aspect). En technologie lactique, on peut considérer que l'affinage démarre dès le démoulage, c'est-à-dire après acidification et égouttage, au moment de l'implantation des microflores de surface sur les fromages.

Pour cette technologie, il comprend donc une phase de ressuyage, le plus souvent en salle de fabrication, une phase de séchage, le plus souvent dans une pièce dédiée (séchoir) et une phase d'affinage sensu stricto dans un hâloir.
Le dispositif expérimental se décompose en 3 actions complémentaires :

Action 1 : Caractérisation des conduites d'affinage à la ferme et étude des liens entre les paramètres d'ambiance des locaux et la qualité des fromages

Le but de cette première partie de l'étude est de mieux connaître, par des enquêtes chez les producteurs, la diversité des locaux d'affinage, leurs situations de fonctionnement et les pratiques associées. Dans notre région 19 producteurs ont été enquêtés, soit par téléphone, soit en face à face avec le technicien.

Un premier bilan des résultats de ces enquêtes montre que les types de fromages (cf. figure 1) sont pour 50 % des profils de type 1 et 50 % des profils de type 3. Les fromages de type 2, c'est-à-dire avec une présence de Pénicillium (fromage bleuté) ne sont pas ou très peu recherchés par les fromagers enquêtés, ils sont perçus comme des fromages à défauts par un grand nombre de producteurs.

En ce qui concerne les locaux utilisés par ces 19 producteurs pour l'affinage, deux ont deux hâloirs alors que la majorité n'en a qu'un seul. Neuf d'entre eux n'ont pas de séchoir, 2 ont des armoires d'affinage et 1 une armoire de séchage. Les séchoirs comportent tous un groupe froid mais trois hâloirs ne comportent pas de groupe froid.

Les pratiques sont très diverses en termes de durées, températures et hygrométries des différentes étapes composant l'affinage pour ce type de technologie fromagère (ressuyage, séchage, affinage au hâloir). Le ressuyage est absent dans une ferme seulement. Six des neuf producteurs n'ayant pas de séchoir ont mis en place des pratiques de séchage autres (en salle de fabrication, dans une partie du hâloir...).

Seize producteurs utilisent le lactosérum, dont 4 avec un apport ponctuel de ferments du commerce.
Suite à ces premières enquêtes, ce sont 60 fermes réparties dans 6 régions de France (dont 6 en PACA) qui ont été sélectionnées pour participer à l'étude. Nous recherchons à mettre en évidence les liens existants entre les paramètres clés de l'ambiance (températures, humidité, vitesse de l'air, gaz, écologie microbienne) et la qualité des fromages.

A ce jour, 3 fermes ont été suivies dans notre région dont deux ayant des fromages de type 1 et une des fromages de type 3. Pour chacune des fermes suivies, le protocole permet d'étudier, sur un lot de fromage cible, les paramètres d'ambiances du ressuyage, du séchage jusqu'à l'affinage. Ainsi les paramètres de température, d'hygrométrie, du taux d'oxygène et de dioxyde de carbone sont enregistrés en continu à l'aide d'un prototype mis au point par l'INRA. Des prélèvements d'ambiance sur boîtes de Pétri sont aussi réalisés pour identifier les flores dominantes présentes dans les fromageries.

Le protocole expérimental prévoit d'analyser la qualité des fromages par des analyses physico-chimiques, des mesures de perte de poids, des observations visuelles à différents stades d'affinages. Enfin, ces analyses seront complétées par une enquête qualitative sur la construction et l'aménagement de la fromagerie : type de matériaux de construction utilisés, dimensionnement des pièces, identification des groupes frigorifiques pour permettre de mettre en relation les conditions d'ambiance sur le développement de la flore de surface des fromages.

Par la suite des mesures d'ambiance plus poussées seront réalisées sur 5 à 6 fermes sur les régions partenaires du projet dont une ferme dans la région PACA.

Action 2 : Quantification des effets des paramètres d'ambiance sur l'évolution des caractéristiques physico-chimiques et sur la qualité des produits

Cette deuxième partie, réalisée en laboratoire (milieu contrôlé), permettra de mesurer les effets des paramètres d'ambiance indépendamment les uns des autres sur l'évolution de la qualité du produit au cours de l'affinage. Ces travaux, conduits dans des cellules de séchage et d'affinage de laboratoire (INRA de Versailles-Grignon et INRA de Clermont-Ferrand-Theix), se feront sur un fromage de type Picodon choisi comme modèle.

Afin de valider les conclusions issues des expérimentations et s'assurer que ce qui a été observé au laboratoire est reproductible à la ferme, des essais seront réalisés en caves expérimentales : ENILBIO Poligny et station caprine expérimentale du Pradel. Ces «locaux pilotes», comparables à des locaux fermiers permettent le contrôle des paramètres étudiés.

Action 3 : Transfert des connaissances

Cette dernière action a pour vocation de fournir aux producteurs fermiers et à leur accompagnement technique les éléments nécessaires à la maîtrise de l'affinage des fromages fermiers en accord avec les objectifs « produit » du producteur.
L'objectif est de formaliser des fiches techniques pour les producteurs fermiers, les techniciens fromagers et les frigoristes qui les accompagnent et les supports nécessaires pour une formation à destination des techniciens fromagers fermiers.

Nous remercions tous les producteurs qui ont pris le temps de répondre à l'enquête dans le cadre de cette étude.

Les lots de fromages en suivis sont systématiquement photographiés à chaque étape.

Enregistrement des paramètres d'ambiance au ressuyage avec le prototype de l'INRA

Catherine REYNAUD
ACTALIA Carmejane
Vincent ENJALBERT
MRE
Sabrina RAYNAUD
Institut de l'Élevage

L'influence de la température de caillage sur l'acidification et la qualité des fromages lactiques

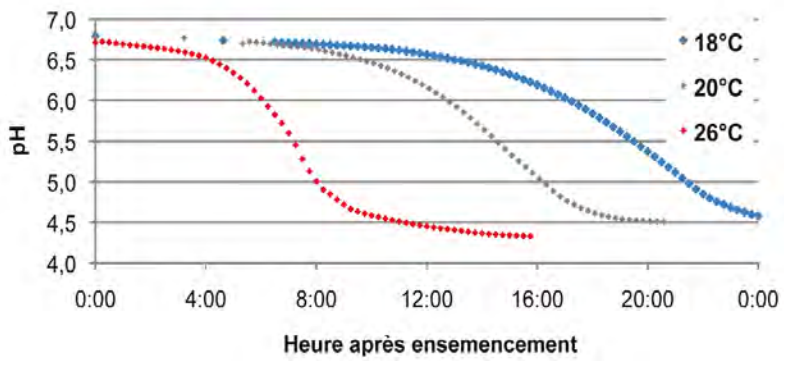
Vous connaissez certainement ce sentiment d'inquiétude en arrivant en fromagerie pour observer votre caillé lactique : est-il réussi ?

Un point critique de ce caillage est l'acidification du lait avec les bactéries lactiques. Pour cela, la température est l'un des principaux leviers. Malheureusement, elle est parfois mal maîtrisée faute d'équipements ou d'équipements mal adaptés : froid l'hiver, chaud l'été.

Afin de déterminer l'impact réel de la température sur l'acidification, l'égouttage et la qualité des fromages lactiques une étude a été réalisée par ACTALIA - Centre de Carmejane, en partenariat avec la Maison Régionale de l'Elevage, durant l'été 2019. Ce projet a bénéficié du soutien financier du Conseil Régional PACA et du Fond National d'Aménagement et de Développement du Territoire (FNADT/CIMA).

Trois températures de caillage ont été testées, afin de simuler les différentes fluctuations de la saison : 18, 20 et 26°C dans des conditions de fabrication identiques : même lait, opérateur, jour de fabrication. Au total, 4 répétitions sur du lait de chèvre ont été réalisées. Les impacts sont présentés dans ces tableaux de synthèse :

Acidification et viabilité du lactosérum = petit lait

Cinétique d'acidification	
	Fort impact de la température sur la vitesse maximale d'acidification. Plus la température de caillage est chaude, plus la vitesse maximale d'acidification est rapide. Fort impact sur la durée totale d'acidification. Plus la température est chaude plus l'acidification est courte. Fort impact sur le temps de démarrage = temps de latence, ce temps est réduit en augmentant la température de caillage. Pas d'impact sur le pH et l'acidité au moulage. Quelques fabrications (répétition 1 et 3) ont eu des caillés sur-acidifiés, car la modification du temps d'acidification a perturbé les horaires habituels de moulage. Aspect semblables des caillés au moulage lorsque le pH et l'acidité sont comparables à ce stade.
Pouvoir acidifiant du lactosérum	Une augmentation du pouvoir acidifiant du lactosérum est mesurée lorsque la température du caillage est augmentée.
Qualité microbiologique du sérum	Tous les résultats d'analyse n'ont pas pu être exploités car le lait de départ et les fromages étaient très chargés en flore indésirable.
	Les caillés les plus riches en flore indésirables sont issus des cuves caillées à basse température (18°C), ce sont également ces cuves qui ont un démarrage de l'acidification la plus lente. Pas d'écarts observés sur les cuves caillées à 20 et 26°C. Le démarrage de l'acidification est plus rapide à 26°C, mais les bactéries indésirables ont un développement rapide à cette température.

La température de caillage a un réel impact sur la cinétique d'acidification. L'augmentation de la température permet de réduire le temps de démarrage de l'acidification et permet d'obtenir une acidification plus rapide. Cette acidification plus rapide permet également d'obtenir un lactosérum plus riche en flore acidifiante avec un meilleur pouvoir d'acidification et une réduction de l'implantation de la flore indésirable.

Composition des fromages

Stade d'analyse	Démoulage	Fin d'affinage 14 jours
Extrait sec total	⇗ l'EST augmente lorsque la température de caillage est plus chaude	Très faible ⇗ L'EST augmente très légèrement lorsque la température de caillage est plus chaude, ces résultats sont beaucoup moins marqués qu'au démoulage
Rendement	⇘ Le rendement est inversement proportionnel à l'EST, plus un fromage est pauvre en eau plus le rendement diminue. Il est donc logique de le voir diminuer, lorsque l'EST augmente à cause de la température de caillage plus chaude	Très faible ⇘
Matière grasse	=	=
Humidité du fromage dégraissé	⇘ L'HDF est plus faible lorsque la température de caillage augmente	Très faible ⇘ Là encore les résultats sont moins marqués qu'au stade du démoulage
Protéolyse primaire, secondaire,	? Des variations sont observées en fonction de la température de caillage. Les résultats obtenus ne permettent pas de conclure sur l'impact de la température de caillage sur le niveau de protéolyse.	

Appréciation des fromages

	Fin du ressuyage	Fin d'affinage 14 jours
Visuel	=	=
Odeur	=	=
Texture	=	=
Flaveur	=	=

Au démoulage

18°C

20°C

26°C

Affiné 14 jours

18°C

20°C

26°C

L'acidification plus rapide s'accompagne également de fromages moins humides au stade du démoulage. Lors de l'affinage (fin ressuyage et fin d'affinage), les différences d'humidité des produits se réduisaient considérablement, conférant aux produits peu d'écart sur l'appréciation de leurs qualités organoleptiques.

La régulation de la température de caillage est donc fortement conseillée pour les producteurs ayant des difficultés pour maitriser leur vitesse d'acidification et la pratique du repiquage du lactosérum. En revanche, nous n'avons pas mis en évidence de gain qualitatif sur les fromages lactiques de chèvre et ce à deux stades d'affinage différents.

Si vos problèmes de caillage et d'acidification persistent, n'hésitez pas à contacter un technicien fromager du centre de Carmejane pour vous accompagner.

Coline SABIK
ACTALIA Carmejane

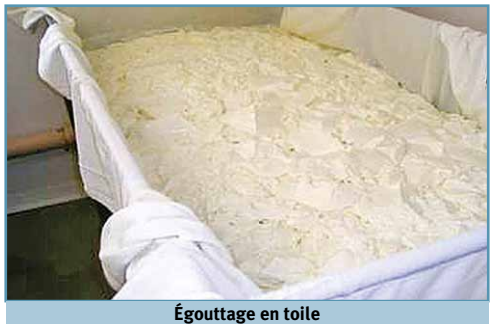
L'influence du pré-égouttage sur la qualité des fromages lactiques fermiers au lait de petits ruminants

La technique du pré-égouttage en technologie lactique est peu répandue en région PACA, pourtant elle permet dans certaines situations d'améliorer la régularité de sa fabrication et de réduire son temps de travail.

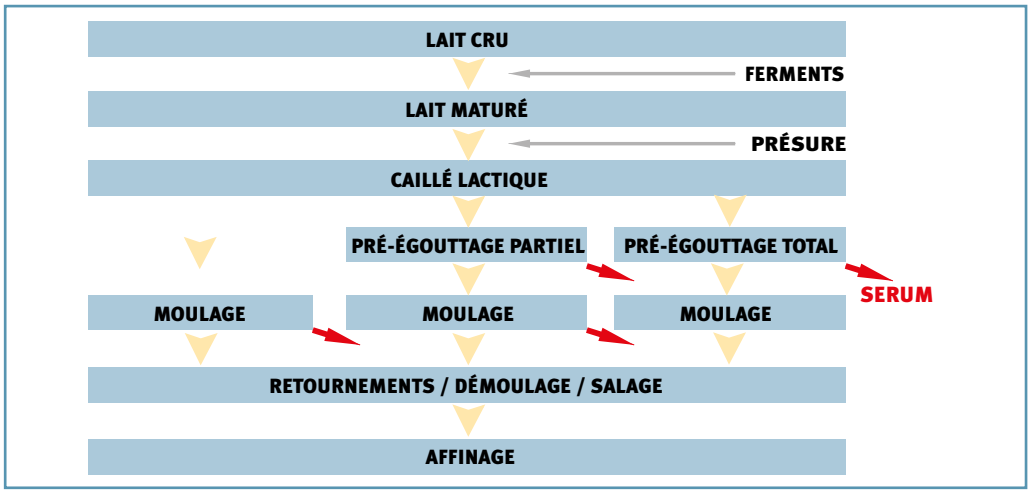
Le pré-égouttage s'effectue en toile ou sac avant le moulage. Il peut être total, l'intégralité du lactosérum sera évacuée avant moulage ; ou partiel, avec un égouttage se poursuivant en moule.

Afin de déterminer l'impact de ces pré-égouttages sur la qualité des fromages lactiques une étude a été réalisée par ACTALIA - Centre de Carmejane, en partenariat avec la Maison Régionale de l'Elevage, durant l'été 2020. Ce projet a bénéficié du soutien financier du Conseil Régional PACA et du Fond National d'Aménagement et de Développement du Territoire (FNADT/CIMA).

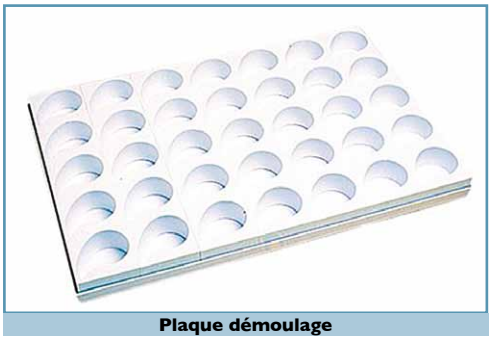
Des palets de 6cm et 60g au démoulage ont été réalisés, soit par moulage à la louche avec ou sans pré-égouttage partiel, soit avec une plaque de moulage pour l'égouttage total. Les fromages ont été réalisés avec du lait de chèvre et de brebis, au total 4 répétitions ont été effectuées. Les fromages ont été dégustés à deux stades d'affinage : ressuyés à l'entrée en cave et affinés 14 jours.


Égouttage en toile

Égouttage en sac



Fromage au démoulage


Plaque démoulage

Le pré-égouttage total

Plusieurs essais ont été nécessaires pour obtenir le bon niveau d'humidité des fromages pré-égouttés totalement. Avec le lait de chèvre de nos essais, il a fallu en moyenne extraire 77% de sérum (~4h d'égouttage / 10L mis en transformation) et 50% (~1h30 d'égouttage / 4 L mis en transformation) de sérum en lait de brebis. Une perte moyenne de 10% de matière grasse dans le sérum a été observée.

Dans nos essais, le pré-égouttage de chèvre s'est bien déroulé. La seule différence observée est une modification de la texture. En revanche, la recette au lait de brebis est encore à parfaire, avec un lissage mécanique ou manuel des caillots de caillé.

Le pré-égouttage partiel

2 modalités de pré-égouttage partiel ont été réalisées avec du lait de chèvre : faible (cible égouttage : 50 % du sérum ; soit 30 à 45 min d'égouttage) et intense (65 % de sérum ; soit 2 à 3h d'égouttage).

Le niveau d'humidité des fromages moulés à la louche et fortement pré-égouttés sont les mêmes, du démoulage à la fin de l'affinage. En revanche, les fromages du faible pré-égouttage ont conservés plus d'humidité (+7 %).

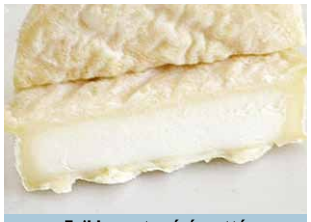
Comme pour le pré-égouttage total, une perte de matière grasse dans le sérum a également été retrouvée.
Visuellement, les fromages fortement pré-égouttés ne sont pas réguliers.

Lors de la dégustation, une dépréciation de texture et de goût est perçue sur les lactiques jeunes. Ces dépréciations ne sont pas ressenties une fois les fromages affinés, qui retrouvent pratiquement toutes les qualités d'un fromage lactique « normal ».

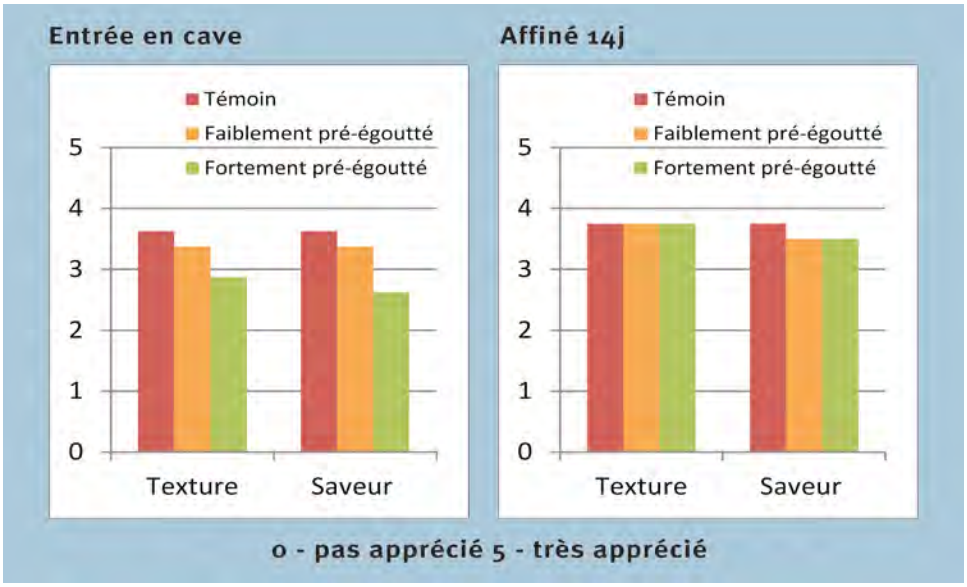
Le pré-égouttage partiel n'a pas été réalisé avec du lait de brebis car la pratique n'est pas retrouvée sur le terrain. En revanche, une partie des producteurs en région réalise un broyage avant moulage.

	Chèvre	Brebis
Aspect	Moulé à la louche Pré-égoutté totalement	Témoin (broyé avant moulage à la louche) Pré-égoutté totalement
Texture	Légère dépréciation. Texture des pré-égouttés jugée plus friable, granuleuse, collante	Dépréciation. Perception de caillots durs. Texture perçue plus friable, granuleuse, collante
Saveur	=	Légère dépréciation certainement due aux caillots

Moulée à la louche


Faiblement pré-égoutté

Fortement pré-égoutté



Le broyage (spécificité du lait de brebis)

Caillé moulée à la louche

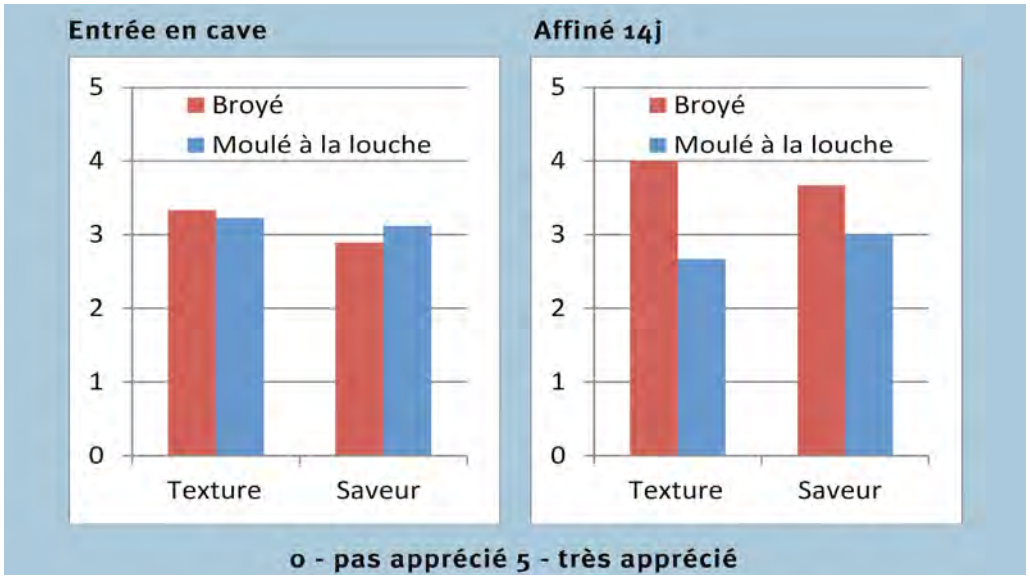
Caillé broyé à la main

Le broyage avant moulage permet de supprimer les strates de caillé et d'améliorer la régularité des fromages. Il entraine également un gain d'humidité dans le fromage : +3,3 % au démoulage, +8,6 % à l'entrée en cave et +7,1% après 14 jours d'affinage.

A l'entrée en cave, les fromages broyés ont des appréciations comparables, malgré une texture jugée plus granuleuse et moins fine que les fromages moulés à la louche. L'augmentation de l'humidité permet de compenser ces défauts.

Une fois affiné, les fromages broyés sont plus appréciés que ceux moulés à la louche : avec une amélioration de la texture et de la saveur. Cette amélioration est liée également a un surplus d'humidité.

Si vous souhaitez mettre en place un pré-égouttage dans votre atelier, n'hésitez pas à contacter un technicien fromager du centre de Carmejane pour vous accompagner.



Influence du pré-égouttage sur la qualité des fromages et sur l'organisation en fromagerie

	Pré-égouttage			Broyage avant moulage (brebis)
	Total	**Faible**	**Important**	
Qualité des fromages	- Texture moins lisse, moins fine et plus friable			
	+ Fromages plus réguliers		- Irrégularité des Fromages	+ Fromages plus réguliers + Fusion des couches de caillés + Fromages plus humides : Améliorations du goût et de la texture des fromages affinés
	- Légère dépréciation de la texture des lactiques de chèvre - Recette au lait de brebis à parfaire pour lisser les caillots	+/- Fromages plus humides (intéressant dans certains cas)		
	+ Permet de saler le caillé : réduction du temps de travail, régularité du salage, permet de se faire remplacer			
	- Nettoyage des toiles + Permet d'introduire du caillé congelé			
	+ Gain de temps : une plaque pour le moulage de tous les lactiques. Moins de vaisselle.			

Coline SABIK
ACTALIA Carmejane

Un ferment indigène pour les fromages à pâte préssée

En 2010, Actilait et la Maison Régionale de l'Elevage ont mené des travaux d'étude sur la mise au point, à partir de lait cru, d'un ferment sauvage adapté à la fabrication des fromages à pâte pressée non cuite. Les conclusions sont encourageantes et permettent d'envisager une application concrète en atelier.

On connaît l'importance des ferments indigènes dans la préservation de la diversité et de la typicité des fromages. Si leur utilisation est très répandue en fabrication de type lactique (repiquage du sérum, lactofermentation,…), elle reste assez confidentielle en fabrication de fromages à pâte pressée. Certes l'apport de ferments mésophiles est parfois réalisé par incorporation de sérum acide (issu d'une fabrication de fromages lactiques) dans le lait de cuve ; mais où trouver les fameux ferments thermophiles si utiles au bon déroulement de l'acidification des fromages à pâte pressée et au développement de leurs caractéristiques sensorielles (texture et flaveurs) ?

La réponse se trouve dans le lait cru ! Même si leur nombre est faible, les lactobacilles et streptocoques thermophiles sont présents dans le lait de chaque exploitation.
Tout l'enjeu est donc de parvenir à les sélectionner et les cultiver… Ce fut l'objet de travaux réalisés en 2010 par Actilait-Carmejane, dans le cadre d'un programme d'expérimentation porté par la MRE et soutenu financièrement par le Conseil Régional PACA et France Agrimer.

Objectif : tester la possibilité de fabriquer des ferments à dominante thermophile à partir de laits crus prélevés dans une quinzaine d'exploitations fromagères fermières de la région, toutes espèces confondues.

Chauffage à 64°C et incubation à 44°C

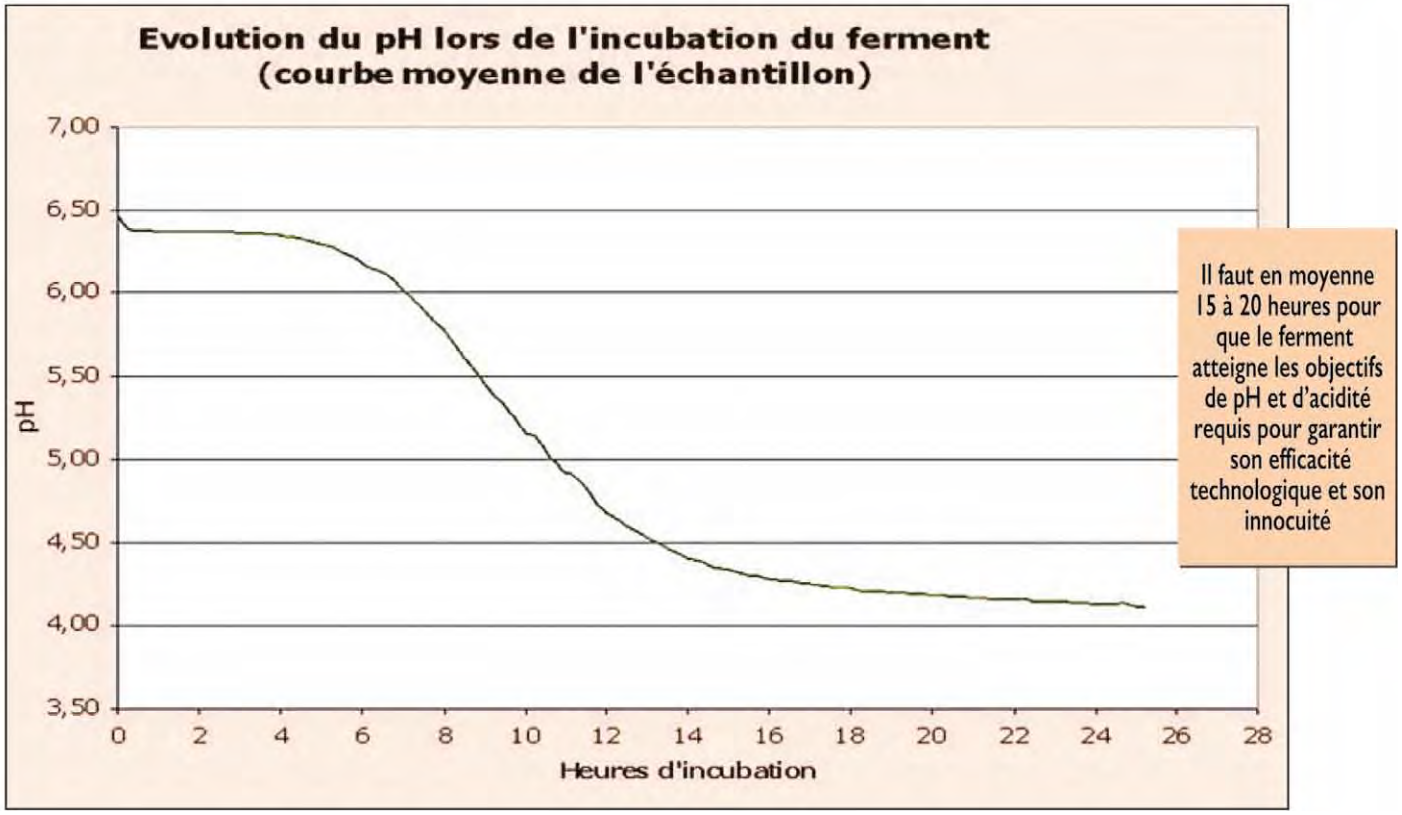
Le principe était simple : le lait cru de chaque exploitation était dans un premier temps chauffé à une température de 64°C puis ramené immédiatement à 44°C. Cette thermisation rapide avait pour but de le débarrasser d'un maximum de flores indésirables peu résistantes à la chaleur, telles que les staphylocoques dorés, les Pseudomonas, ou encore les coliformes, sans pour autant détruire les flores d'intérêt technologiques, plus résistantes aux hautes températures. Il s'agissait de l'étape de sélection.

Le lait était ensuite incubé au bain-marie dans un récipient stérile à 44°C, température de prédilection des streptocoques et lactobacilles thermophiles. Commençait alors la phase de culture qui était suivie au moyen de mesures de pH et d'acidité Dornic en continu.

La multiplication des streptocoques et des lactobacilles s'accompagne en effet d'une libération importante d'acide lactique qui se manifeste par une augmentation de l'acidité Dornic et une diminution du pH.
L'acidification du milieu est primordiale lors de l'élaboration d'un ferment : elle contribue à la sélection des flores lactiques et constitue un moyen de protection efficace contre les flores indésirables. L'incubation était considérée comme terminée lorsque le pH passait sous la barre des 4,50 et que l'acidité Dornic dépassait 70°D.

Résultats encourageants

Ce mode opératoire a ainsi été appliqué à la quinzaine de laits cru prélevés dans la région, et des analyses ont été réalisées à différentes étapes de l'élaboration des ferments. Les résultats de ces analyses permettent de tirer d'ores et déjà de précieuses conclusions.
Il faut en moyenne 15 à 20 heures pour atteindre les objectifs d'acidité et de pH fixés, mais l'incubation peut dans certains cas être beaucoup plus courte. Par contre, inutile d'insister en cas d'acidification trop lente (objectifs non atteints après 24 heures d'incubation).
Le ferment présente trop de risques des points de vue sanitaire et technologique, il est préférable de le jeter ! Quoi que légèrement affectées par le chauffage à 64°C, les flores lactiques (streptocoques et lactobacilles thermophiles, mais également lactocoques) résistent mieux que les flores indésirables qui sont presque systématiquement détruites. Lors de l'incubation, les flores d'intérêt, et en particulier les streptocoques thermophiles prennent largement le dessus et se retrouvent au final à des niveaux de peuplement dignes de ceux que l'on trouve dans un ferment du commerce.
Les tests de base réalisés sur les ferments obtenus viennent confirmer leur potentiel technologique (capacité acidifiante) et même leur aptitude au repiquage, qui pourrait en



faciliter l'utilisation. Il est d'ailleurs intéressant de noter que le repiquage (incubation du ferment "mère" dans du lait UHT à 44°C jusqu'à obtenir les mêmes objectifs d'acidité Dornic et de pH) semble améliorer les capacités acidifiantes du ferment initial.

Application en ferme...

Ces conclusions, plutôt encourageantes laissent penser qu'un test en fabrication réelle est envisageable. Mais attention ! La fabrication d'un ferment ne doit pas être prise à la légère. Les risques technologiques, voire sanitaires existent. Deux conditions sont donc indispensables au succès de l'opération : le lait cru ne doit pas présenter de contaminations importantes en germes indésirables et l'hygiène lors de la préparation du ferment doit être irréprochable. Le moindre écart ne pardonne pas !

Actilait et la MRE envisagent aujourd'hui de donner suite à ces travaux, probablement en 2012. Il s'agira de reproduire en atelier les différentes étapes de l'élaboration du ferment, et surtout de tester le ferment sauvage ainsi obtenu dans une fabrication de fromages à pâte pressée non cuite.

Émilien FATET
ACTALIA Carmejane

Le levain indigène fermier : un possible ferment naturel pour les pâtes pressées non cuites ?

Dans une agriculture où les techniques traditionnelles ont tendance à se perdre, de nombreux fromagers fermiers se posent la question de comment revenir à une production plus autonome et garantissant la typicité de leurs fromages.

Alors que la technique est très répandue pour certaines technologies fromagères (lactiques ou pâtes pressées cuites, par exemple), l'utilisation de levains indigènes est, à ce jour, très rare en technologie pâte pressée non cuite ; et ce en raison d'obstacles techniques et sanitaires.

Face à ces questionnements ACTALIA, en collaboration avec la MRE PACA, l'AET3V, l'AFFAP, l'IDELE, LRE, le PEP Caprin RA et l'UPF64 ; ont recherché une méthode fiable qui leur permettrait de fabriquer un levain composé principalement des flores indigènes du lait. Ce « ferment fermier » devrait donc être doté d'une aptitude technologique satisfaisante (population suffisante des bactéries d'intérêt technologique, bonne capacité acidifiante) et ne pas présenter de risque de contamination du lait de cuve en flores indésirables (pathogènes ou d'altération).

Ceci s'est concrétisé par la mise en place d'un projet (avec le soutien financier de FranceAgriMer) qui s'est articulé en trois temps, entre fin 2013 et fin 2014. Au cours de cette étude nous avons cherché à mettre au point une méthode de fabrication d'un levain indigène fermier adapté à la fabrication des fromages à pâte pressée non cuite. La méthode consiste à soumettre un lait cru de tank (une ou deux traites) à un traitement thermique inférieur à la pasteurisation suivi d'une phase de culture.

Une fois les modalités fixées, la méthode de préparation du levain a été testée sur plusieurs séries de fabrications expérimentales en tomes de chèvres, en comparant fabrications «essais» (avec le levain indigène) et «témoins» (même technologie, mais avec des ferments du commerce).

Enfin, la troisième phase de l'étude s'est concentrée sur l'application « terrain » de la méthode ; en réalisant des essais de fabrications en fermes, dans les régions partenaires.

PHASE 1 : la préparation du levain

La méthode de préparation du levain employée a consisté à utiliser le lait cru de ferme, à la fois comme réserve de flores et comme milieu de culture. Après avoir été soumis à un traitement thermique sélectif, inférieur à la pasteurisation, le lait a ensuite été incubé jusqu'à atteindre une acidité supérieure à 70°D et un pH inférieur à 4,50. Les résultats de la première phase ont permis d'établir les paramètres optimums représentant le meilleur compromis entre aptitude technologique, composition microbiologique et facilité de mise en œuvre de la méthode :

- Chauffage rapide du lait cru à 60 ou 65°C
- Refroidissement immédiat à 44°C
- Incubation dans un récipient isotherme de type thermos, pendant environ 20h.

Avec un taux de réussite de 70%, le levain ainsi obtenu, est quasi-purement thermophile, avec une population largement majoritaire en streptocoques thermophiles. Malheureusement, et contrairement aux attentes initiales, les flores lactiques mésophiles n'ont pas pu être significativement captées. Cependant, et de manière générale, le nombre de bactéries indésirables présentes dans le levain est suffisamment faible pour ne pas représenter un risque de contamination, en transformation fromagère.

Après cette première phase de mise au point de la méthode, les fabrications en fromagerie expérimentale ont été réalisées à partir de lait de chèvre uniquement. Dans les ateliers fermiers, les tests ont été effectués sur des laits des 3 espèces laitières (vache, chèvre et brebis).

PHASE 2 : essais de fabrications

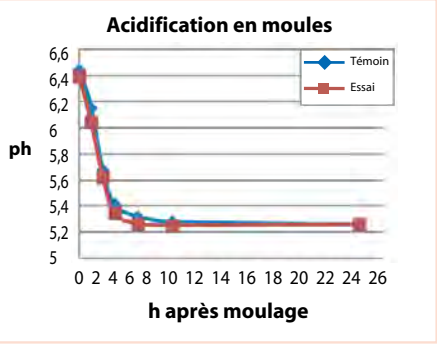
Une fois la méthode de préparation du levain mise au point, des levains ont été fabriqués puis testés dans des fabrications de fromages à PPNC, en fromagerie expérimentale d'une part, et dans des ateliers fermiers d'autre part, afin d'en évaluer ses capacités technologiques.

De manière générale le levain indigène est particulièrement véloce : il provoque un démarrage d'acidification rapide et un égouttage intense du caillé en moules. Dans la perspective d'un transfert de la méthode en fermes et d'une substitution totale ou partielle des ferments habituels des producteurs par ce levain, des ajustements technologiques seront donc probablement à prévoir au niveau de l'égouttage.

Sur les huit essais menés en fromagerie expérimentale, quasiment aucune différence n'a pu être démontrée entre les fabrications réalisées avec le levain indigène et les fabrications « Témoins », réalisées avec des ferments du

commerce (streptocoques thermophiles purs). Que ce soit en termes d'acidification, de composition physico-chimique ou de d'évolution des populations microbiennes, le déroulement des fabrications est quasi-identique. Il s'avère donc que le levain indigène est technologiquement compatible avec la fabrication des pâtes pressées non cuites. De plus, les fromages présentent des caractéristiques sensorielles satisfaisantes dans les deux cas.

Mais la méthode, qui a fait ses preuves en conditions expérimentales, peut-elle être transférée en atelier fromager fermier ? Quelle sera la qualité des fromages par rapport à ceux fabriqués habituellement par les producteurs ?



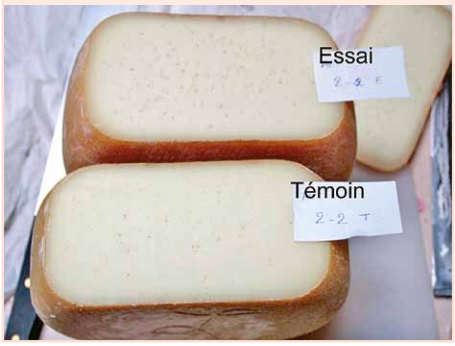
Fromages fabriqués en fromagerie expérimentale

PHASE 3 : tests du levain indigènes en ateliers fermiers

Les résultats obtenus sur le terrain sont mitigés. Concernant tout d'abord la fabrication des levains indigènes dans les ateliers : leur qualité bactériologique s'est avérée moins satisfaisante que celle des levains fabriqués en conditions contrôlées : des contaminations importantes en coliformes ont en effet été observées sur un nombre important d'entre eux (la moitié environ).

Les fromages fabriqués avec ces levains indigènes (fromages essais) ont été comparés aux fromages témoins fabriqués dans les mêmes conditions mais avec les ferments habituels des producteurs, constitués dans la quasi-totalité des cas d'un mélange de ferments mésophiles et thermophiles (fromages témoins). Le fait que les laits des fabrications témoins et essais n'aient pas été ensemencés avec les mêmes genres de bactéries lactiques limite les possibilités de comparaisons. En effet, cette différence d'ensemencement est à l'origine de différences d'acidification, d'égouttage et de protéolyse des fromages qui n'ont rien à voir avec le caractère indigène ou non des ferments. Elles sont tout simplement liées aux caractéristiques fermentaires et enzymatiques

Fromages fabriqués en fromagerie fermière



propres à chaque genre de bactéries lactiques.

Dans ces conditions, il est impossible d'évaluer l'effet exclusif du levain indigène sur la qualité des fromages.

Du point de vue microbiologique, les fromages essais se sont avérés d'avantage contaminés en E. coli que les fromages habituellement fabriqués par les producteurs. L'explication de ce résultat est double :

- une contamination possible des laits de fabrication par les levains
- des conditions favorables à la multiplication d'E. coli dans le caillé des fromages essais au cours de l'égouttage du fait d'une acidification moins poussée (écart de 0,2 unité de pH à J+1 entre témoins et essais).

La qualité organoleptique des fromages fabriqués avec les levains indigènes a été jugée également inférieure à celle des fromages témoins, du fait de défauts de présentation (détalonnage, excès d'ouvertures) et d'un manque de saveurs et arômes.

Encore une fois, ce résultat n'est pas la traduction d'un effet négatif du levain sur la qualité organoleptique des fromages mais le résultat de l'absence d'ensemencement en bactéries lactiques mésophiles et de ses conséquences sur l'évolution du pH, l'égouttage et la protéolyse des fromages essais.

Pour conclure, la méthode mise au point dans cette étude fonctionne et permet de fabriquer un levain indigène purement thermophile. Dans la perspective de son utilisation en technologie PPNC classique, il semblerait donc préférable de l'associer à un ferment mésophile afin d'obtenir une qualité de fromages satisfaisante. Toutefois, en l'état actuel des connaissances, le transfert de la méthode dans des ateliers fermiers semble prématuré.

La qualité bactériologique des levains fabriqués en fermes est en effet encore trop aléatoire et trop éloignée de celle des levains obtenus en conditions contrôlées. Il semble donc utile de travailler à l'optimisation du process de fabrication du levain en fermes.

Plusieurs pistes sont encore à approfondir :

- lien entre qualité du lait et qualité du levain
- impact de la cinétique de température sur la qualité du levain
- préparation du matériel

De nouveaux essais de fabrication en ateliers pourraient être menés en modifiant les pratiques de manière à mieux maîtriser ces trois points critiques.

Henri TONGLET
ACTALIA Carmejane

Les Fromages à pâte pressée

Comment améliorer la texture de pâte des tomes de chèvre ?

Agir sur l'égouttage, l'acidification et la nature des ferments permet de limiter la fermeté, le manque de fondant et le granuleux en bouche que l'on observe fréquemment sur les fromages à pâte pressée non cuite de chèvre.

Pas si facile de fabriquer une tome de chèvre à pâte souple et fondante ! La composition particulière du lait de chèvre, combinée au manque de connaissances et de références techniques sur le sujet font que trop souvent, la texture des tomes de chèvre fermières n'est pas à la hauteur des attentes des consommateurs : ferme, cassante, friable, granuleuse... Soit l'extrême opposé des qualités généralement recherchées pour ce type de fromage.

Afin de donner les clés aux producteurs pour améliorer la texture de leurs produits, la MRE Paca et ACTALIA ont conduit en 2013 un programme de recherche dans 3 ateliers fromagers caprins de la région dont les fromages présentaient des défauts de texture (pâte ferme, friable, manquant de souplesse et de crémeux). Dans chacun, il s'agissait de modifier certains paramètres de fabrication pouvant avoir un impact sur la texture de pâte et de comparer les fromages ainsi obtenus aux fromages témoins, habituellement fabriqués par le producteur.

Les résultats de cette étude montrent qu'avant même de modifier un quelconque paramètre de fabrication, il est indispensable de vérifier et travailler sur la composition initiale du lait. En effet dans l'un des 3 ateliers, le lait mis en fabrication présentait une teneur en matière protéique inférieure à 30g/Kg ainsi qu'un rapport Taux butyreux/Taux Protéique inférieur à 1 (inversion de taux). Dans ces conditions, difficile, voire impossible en technologie pâte pressée d'obtenir un bon égouttage du caillé et une texture de pâte satisfaisante. Rappelons que le rapport TB/TP optimum se situe à 1,10-1,15

La cinétique d'acidification au cœur des problèmes de texture

Dans les 3 ateliers étudiés, des anomalies d'acidification ont été observées qui ne sont certainement pas sans lien avec les défauts de texture constatés sur les fromages. En effet, une acidification trop lente ou insuffisante témoigne d'une consommation incomplète des sucres et peut être à l'origine d'une reprise d'acidification après le démoulage, avec des conséquences négatives sur la texture de pâte : pâte friable, crayeuse,...

Dans ces conditions, le choix et l'utilisation des ferments lactiques est un facteur fondamental de maîtrise. C'est principalement sur ce choix des ferments que se sont concentrés les essais réalisés dans les 3 ateliers.

L'action bénéfique des ferments thermophiles (yaourts fermiers, yaourts du commerce ou ferments du commerce) a été confirmé. Ils permettent d'obtenir une acidification rapide et contribuent à améliorer la souplesse de pâte... à condition qu'ils soient bien choisis et bien utilisés. Tout d'abord, il est indispensable que le ferment présente une bonne aptitude acidifiante. Car attention : tous les yaourts et ferments ne se valent pas, les résultats le montrent (voir exemple ci-dessous) !

Un contrôle du pouvoir acidifiant de votre yaourt et un enregistrement de la cinétique d'acidification des fromages par un technicien vous permettront de vous situer par rapport à des valeurs de référence.

Deuxième condition : les paramètres de fabrication doivent permettre aux ferments thermophiles de se multiplier et s'exprimer pleinement. La température joue à ce titre un rôle primordial.

Il est communément admis que 2 heures après le moulage, la température à cœur des fromages doit encore être supérieure à 30°C pour permettre une activité satisfaisante des bactéries thermophiles. Sans cela, l'acidification peut être bloquée et les risques de post-acidification sont accrus.

Pas si facile de fabriquer une tome de chèvre L'effet des ferments mésophiles (ex : lactosérum issu d'une fabrication de fromages lactiques ou ferments du commerce) sur la texture de pâte est quant à lui plus nuancé : effet bénéfique sur la texture démontré dans un atelier (cf. exemple ci-dessous) mais pas dans un autre. En revanche, les résultats montrent que ces ferments ont un effet positif sur les saveurs et arômes des fromages.

Témoin : fabrication habituelle du producteur : ensemencement avec un yaourt du commerce présentant un pouvoir acidifiant non satisfaisant

- ▼ Défauts de texture de pâte : ferme, friable, granuleuse

Essai 1 : remplacement du yaourt par un ferment du commerce thermophile lyophilisé.

- ▼ Amélioration de la cinétique d'acidification
- ▼ Effet bénéfique sur la texture (moins granuleux)

Essai 2 : ajout de ferments mésophiles sous la forme de lactosérum issu d'une fabrication de fromages lactiques en plus du ferment thermophile

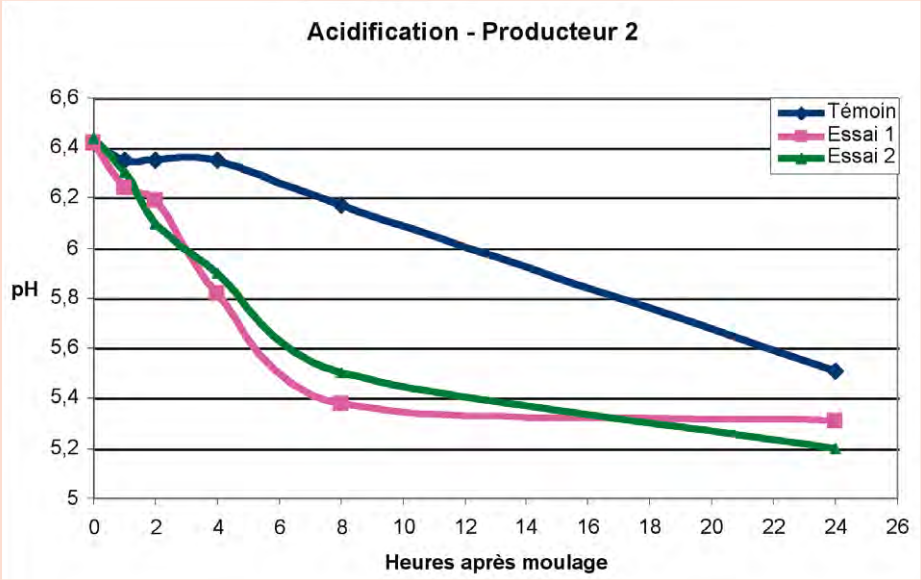
- ▼ Amélioration de la cinétique d'acidification
- ▼ Effet bénéfique sur la texture (moins ferme, moins collante)

Egouttage et conditions d'affinage

Une fois l'acidification vérifiée, il est possible d'agir sur d'autres paramètres pour améliorer la texture des fromages, notamment l'égouttage, en gardant à l'esprit qu'en technologie pâte pressée, la majorité de l'égouttage se fait en cuve !

La durée de coagulation, et plus particulièrement le rapport entre durée de prise et durée de durcissement doit être défini de manière raisonnée afin de conférer au caillé une aptitude à l'égouttage optimale (objectif : durée de durcissement / durée de prise = 1,0 à 1,2). La modification de ce paramètre dans l'un des 3 ateliers, où le rapport durée de durcissement /durée de prise était trop élevé, a permis d'obtenir des effets bénéfiques sur la texture.

Impact d'une modification des pratiques d'ensemencement sur la cinétique d'acidification et la texture de pâte d'une tome de chèvre



Bien qu'ils n'aient pas pu être testés en 2013, on sait par expérience que la taille du grain, la durée de brassage, la température de réchauffage sont autant de paramètres qui permettent également d'agir sur l'égouttage et donc sur la texture de pâte.

Reste l'ultime étape de fabrication, et non des moindres : l'affinage. Trop souvent négligé, il peut réduire à néant tous les efforts entrepris pour optimiser la texture des fromages. Les techniciens le constatent tous les jours et l'ont une nouvelle fois constaté en réalisant cette étude : les caves d'affinage des producteurs de la région PACA sont généralement trop sèches !

Or, il ne faut pas oublier que le premier élément qui contribue à donner de la souplesse de pâte à un fromage, c'est l'eau. Il est donc impératif de maintenir une hygrométrie suffisante en cave pour limiter l'évaporation de l'eau contenue dans les fromages. L'objectif étant de se situer entre 95 à 98% d'humidité relative.

De nombreux leviers existent donc pour améliorer la texture des fromages à pâte pressée de chèvre, mais nous vous conseillons de ne pas vous lancer à l'aveugle dans des essais tous azimuts ! Dans un premier temps, il est indispensable de réaliser un diagnostic complet de la fabrication, depuis le lait cru jusqu'à la fin de l'affinage afin d'identifier les points critiques et les hiérarchiser, avant de mettre en place des mesures correctives adaptées.

Un technicien fromager d'ACTALIA peut bien entendu vous accompagner dans cette démarche.

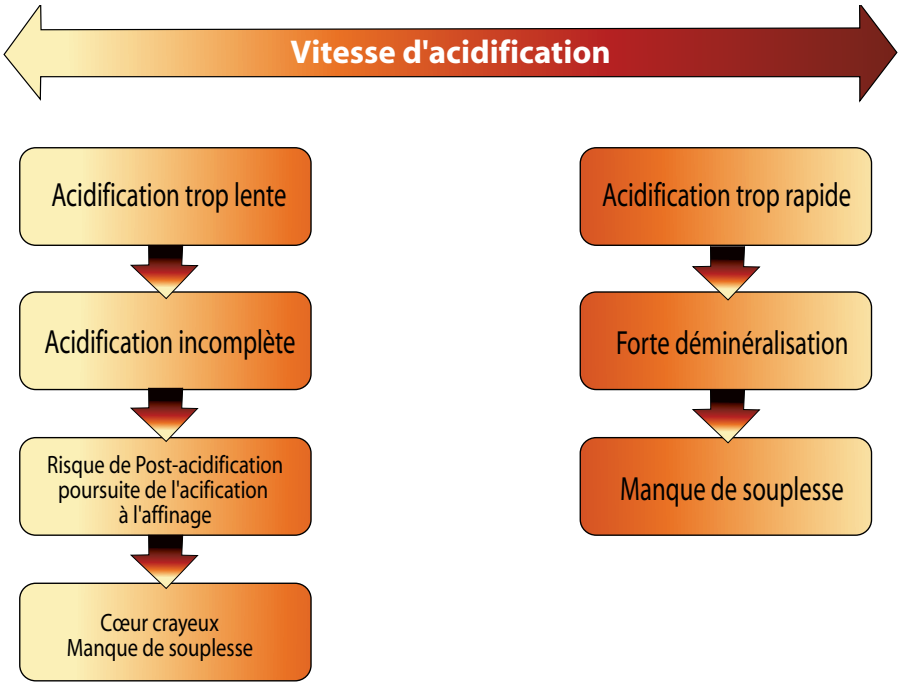
En 2014, la même étude est conduite sur la texture des fromages à pâte pressée non cuite au lait de brebis. Les résultats seront présentés dans un prochain numéro de Résonances.

Émilien FATET
ACTALIA Carmejane

Comment maîtriser la texture des fromages de brebis à pâte souple ?

Avec les fromages à pâte souple de brebis, famille des pâtes pressées non cuite (PPNC), consommateurs et producteurs ne sont jamais déçus par le goût ! Mais certains aimeraient améliorer la souplesse et le fondant de leurs produits.

Il faut également noter l'essor de ces produits en région PACA, en effet, le nombre de producteurs/transformateurs est en constante augmentation. La transformation en fromage lactique reste la valeur sûre, mais les PPNC sont une source de diversification très intéressante.
C'est dans ce contexte qu'une étude, menée en partenariat entre ACTALIA – centre de Carmejane et la Maison Régionale de l'Elevage, a cherché à réduire l'apparition des défauts de texture : « trop ferme » et « manque de souplesse » sur les fromages à pâte souple de brebis en faisant varier deux paramètres technologiques. Ce projet de recherche a bénéficié du soutien financier du Conseil Régional PACA et du Fond National d'Aménagement et de Développement du Territoire (FNADT/CIMA).
L'un des facteurs clé, l'affinage, n'est pas présenté dans cette étude, pourtant il est bien connu que les producteurs en région PACA luttent contre la sécheresse de leurs caves. Or il est impossible d'obtenir des fromages souples et fondants avec une cave asséchante. Il faut avant tout, s'assurer de la bonne humidité de la cave avec un objectif d'humidité relative compris entre 95 et 98%.
Une fois les conditions de la cave bien maitrisées, on peut s'atteler à la fabrication ! A ce stade l'objectif est double : gestion du niveau d'égouttage et de la minéralisation du fromage au démoulage. En effet, le fondant est assuré, entre autre, par la forte teneur en eau et la souplesse par une forte minéralisation. Il faut donc veiller



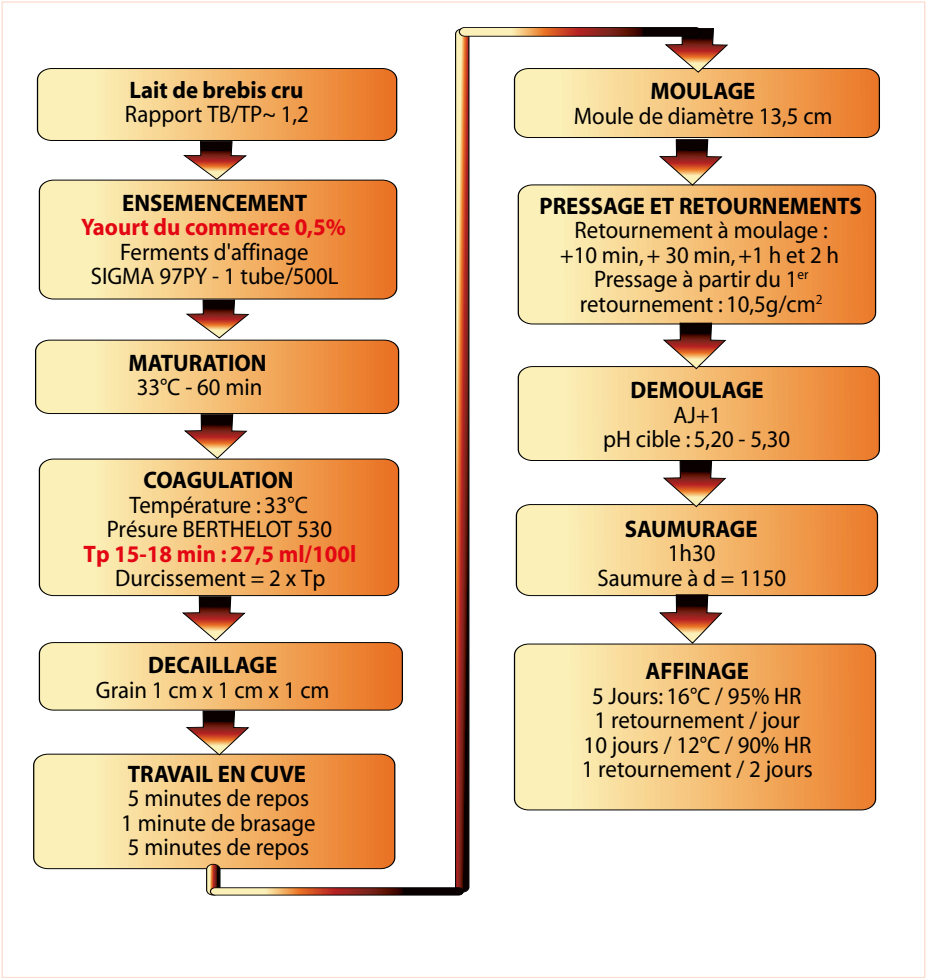
à la maîtrise de la cinétique d'acidification et d'égouttage.

L'acidification a un effet direct sur la minéralisation des fromages. L'acidification va entrainer une solubilisation des minéraux du caillé vers le sérum, ce qui a pour effet de déminéraliser le fromage. Un fromage peu acidifié sera donc plus souple qu'un fromage fortement acidifié.

La vitesse maintenant : une acidification rapide a pour conséquence de solubiliser rapidement les minéraux dans le sérum, il faut donc contenir cette vitesse d'acidification pour les garder dans la pâte, car c'est le calcium qui est responsable de la souplesse. Attention également, si l'acidification n'est pas complète, des sucres seront encore présents à l'affinage. Ils pourront être consommés à ce stade entraînant une acidification tardive: la post-acidification et l'apparition d'un cœur crayeux.
Le niveau d'ensemencement en ferment lactique est l'un des leviers qui permet de réguler la vitesse d'acidification, il a été retenu dans cette étude.

La vitesse d'acidification, en résumé :
Concernant, la gestion de l'humidité dans le fromage, un des leviers qui a été retenu est le temps de prise. En effet, le temps de prise a un réel effet sur la cinétique d'égouttage : un lait qui coagule rapidement (temps de prise court) va s'organiser rapidement et ainsi avoir de meilleures capacités d'égouttage.

Ce sont donc ces deux leviers qui ont été retenus pour l'étude : le temps de prise, en jouant sur la quantité de présure, et la vitesse d'acidification, via la dose de ferment.
Les résultats de la dégustation des 27 fromages réalisés pour cette étude, ont été mis en relation avec leurs compositions physico-chimiques et leurs paramètres de fabrication. La texture des fromages la plus appréciée a été fabriquée avec les paramètres suivants : ensemencement à 0,5% et temps de prise compris entre 15 et 18min en suivant le schéma de fabrication suivant :



Cette recette permet d'obtenir un fromage de brebis souple et fondant, mais elle peut être adaptée en fonction des caractéristiques de votre lait : quantité de matière sèche disponible, flore indigène du lait cru... N'hésitez pas à contacter un technicien fromager du centre de Carmejane pour vous accompagner dans la mise en place et l'appropriation de cette recette.

Coline SABIK
ACTALIA Carmejane

Les yaourts au lait de chèvre

Manquent-ils de fermeté ? Quels sont les paramètres de fabrication permettant d'améliorer la texture ?

Avec 21kg dégustés par an et par habitant, le yaourt est un produit laitier qui connait une croissance de 20% depuis ces dix dernières années ; et que les Français mangent quotidiennement. La forte tendance à consommer des produits sains et nutritionnellement bons pour la santé, détournent de plus en plus les consommateurs français du lait de vache, au profit du lait de chèvre. Ce dernier, riche en protéines, en minéraux (calcium) et en vitamines, possède une faible teneur en cholestérol, contrairement au lait de vache.

Cependant, le lait de chèvre étant moins riche en matières sèches, les transformateurs se retrouvent face à un problème technologique concernant la fermeté du yaourt, qui est loin de la texture ferme du yaourt de vache. La proportion d'eau étant plus importante, les yaourts ont tendance à être plus liquide.

Quels sont les paramètres de fabrication permettant d'améliorer la fermeté des yaourts au lait de chèvre ?

1/ La composition du lait de base

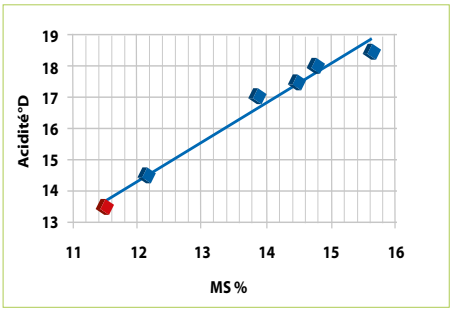
A teneur en MS égale, un lait possédant un ratio TB/TP faible, c'est-à-dire avec un taux protéiques (TP) élevé ou un taux butyreux (TB) faible, le yaourt fabriqué a tendance à être plus ferme. En effet, lors de l'acidification du lait par les ferments lactiques, le lait forme un réseau protéique compact. De par son plus fort TP, le lait aura un réseau plus complexe et donc plus solide. Le yaourt qui en découle sera donc plus ferme.

2/ La pasteurisation

Un lait ayant subi une « pasteurisation courte » (≈ 85°C /15min), amenant le lait à un taux de MS final d'environ 12%, a tendance à favoriser la fermeté du yaourt alors qu'un lait ayant connu une « pasteurisation longue » (≈95°C /180min), environ 15% de MS finale, favorise l'onctuosité. Un lait très concentré en MS (≈15% MS) ne permet pas nécessairement d'obtenir un yaourt plus ferme ; tout dépend de la qualité de la MS.

De plus, le yaourt issu de la « pasteurisation longue » a une acidité plus élevée que le yaourt issu de la « pasteurisation courte ».

L'acidité du lait et sa teneur en MS sont corrélées de manière linéaire comme le montre la courbe ci-dessous. Un lait plus concentré en protéines rend le milieu plus acide.



Attention !
On relève un goût particulier de cuit pour les yaourts issus de la « pasteurisation longue », ainsi qu'une couleur plus blanc-cassé du fait de la cuisson importante

3/ Les ferments

Les yaourts fabriqués avec un ferment composé à 50% de Lb1 et à 50% de St2, ont une durée d'incubation plus courte que les yaourts étuvés avec un ferment composé à 80% de St et à 20% de Lb. En effet, le yaourt s'acidifie plus rapidement et coagule plus vite. Il y a une légère augmentation de la fermeté avec l'utilisation du ferment équilibré en bactéries lactiques. D'autre part, le ferment riche en St a la capacité de produire des ExoPoly-Saccharides responsables du caractère filant et onctueux du yaourt et permet d'avoir des résultats homogènes et répétables d'un yaourt à l'autre. Les yaourts fabriqués avec le ferment équilibré en bactéries lactiques, quant à eux, ont tendance à être relativement hétérogènes d'une répétition à l'autre avec de temps en temps des exsudations de lactosérum lors de l'incubation ou du stockage.

4/ La température d'incubation

La température d'incubation n'a pas d'effet direct sur la fermeté des yaourts, ni sur l'onctuosité, ni sur l'acidité. Néanmoins, il y a une très faible augmentation de la fermeté pour la température à 47°C d'incubation. En effet, cette température favorisant les Lb, le ferment équilibré en bactéries est un peu plus avantagé.

On remarque donc une corrélation entre la température d'étuvage de 47°C et le ferment. Il en va de même pour la température d'étuvage à 42°C qui est la température optimale de croissance des St. Il s'agit dans ce cas d'une incubation beaucoup plus longue avec un yaourt moins ferme mais plus onctueux.

Attention !
Les températures à 47°C ont tendance à rendre les yaourts plus granuleux que les étuvages à 42°C.

5/ Le pH de sortie d'étuvage

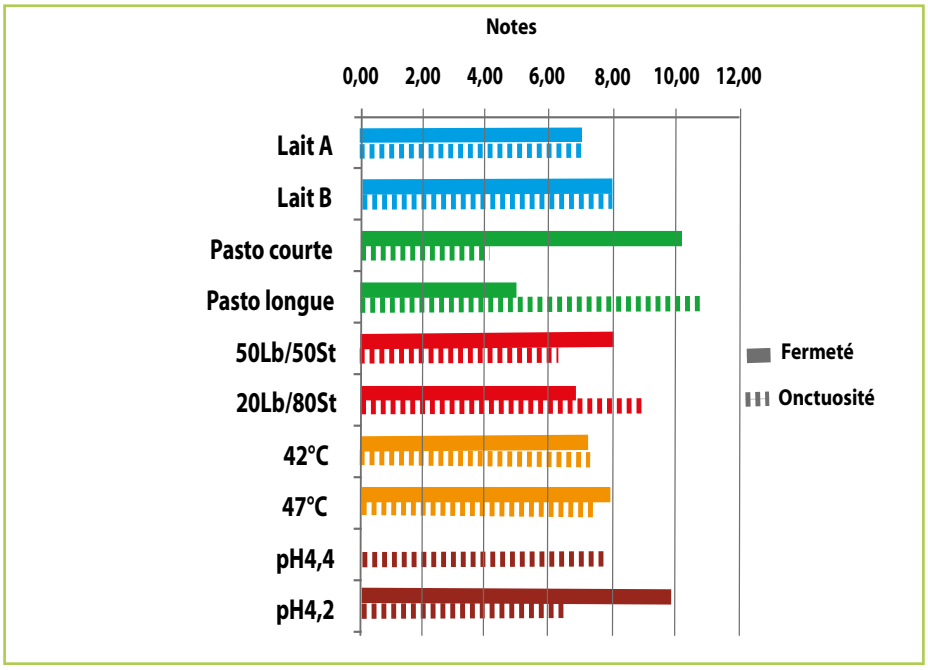
Il y a une corrélation entre la fermeté du yaourt et le pH de sortie d'étuvage. A pH 4.2, les yaourts sont légèrement plus fermes que ceux sortis à pH 4.4, notamment pour les yaourts fabriqués avec le ferment équilibré en Lb et St, où les Lb supportent très bien des acidités élevées. Les yaourts fabriqués avec le ferment riche en St, quant à eux, n'atteignent pas toujours ce pH car les St sont inhibés à un niveau d'acidité de plus de 90°D.

EN CONCLUSION

Les résultats obtenus ne donnent pas de réponse catégorique pour la fabrication d'un yaourt ferme au lait de chèvre. Néanmoins, on en retire quelques conclusions frappantes. Un taux protéique élevé (autrement dit, un TB/TP faible) a tendance à favoriser la fermeté, contrairement à un fort TB, qui lui, a tendance à rendre le yaourt moins ferme, mais plus onctueux.

De plus, le ferment équilibré en St et Lb avec une température d'incubation optimale de 47°C et un pH de sortie d'étuvage à 4.2, permettent l'obtention d'un yaourt plus ferme. Cependant, ces résultats sont à relativiser puisqu'en réunissant ces paramètres de fermeté, on obtient un yaourt au goût acide et à la texture en bouche aqueuse et gélifiée. Le manque d'onctuosité dans un yaourt le rend désagréable lors de la dégustation.

A l'inverse, un yaourt fabriqué avec des ferments riches en St, responsables de l'onctuosité, à 42°C d'étuvage et à un pH de sortie de 4.4 est plus onctueux.



Les yaourts à la fois relativement fermes et onctueux obtenus lors des fabrications, sont ceux ayant subis une pasteurisation courte, c'est-à-dire ayant une teneur de 12% de MS, incubés à 42°C avec un ferment riche en St et un pH de sortie d'étuve de 4.2.

Pour finir, malgré le fait que ces paramètres apportent une certaine amélioration à la texture du yaourt, ils ne permettent pas d'obtenir un yaourt aussi ferme que ceux au lait de vache ou de brebis. L'opportunité de fabriquer des yaourts brassés et onctueux pourrait être une possibilité pour les producteurs.

1 Lactobacillus bulgaricus
2 Streptococcus thermophilus

Candice ROMEJON / Stagiaire ESA Angers
Antoine MICHEL / ACTALIA Carmejane

Caractérisation des glaces fermières de la région PACA

Ah la crème glacée ! Quoi de plus agréable que de manger une bonne glace sous la chaleur de l'été provençal ? Ou bien quoi de plus gourmand que de clôturer un bon repas avec une boule (ou deux, ou trois...) qui accompagne notre dessert ?

Très consommée en France, la glace est un produit très saisonnier, mais qui peut représenter une opportunité de diversification à forte valeur ajoutée pour un producteur laitier.

Face aux glaces industrielles et artisanales, on constate qu'en France, et notamment en région PACA, le nombre d'éleveurs laitiers qui développent une gamme glacée augmente petit à petit chaque année.

Cependant, comme toute transformation laitière, il n'est pas si facile de proposer un produit régulier. Mais à l'inverse des fromages où la qualité du produit est directement liée à la qualité du lait (tant physico-chimique que microbiologique), la qualité d'une glace repose sur l'élaboration de sa recette, et la qualité des ingrédients mis en œuvre, et ce, qu'elle soit fabriquée à partir du lait de vache, de chèvre ou de brebis.

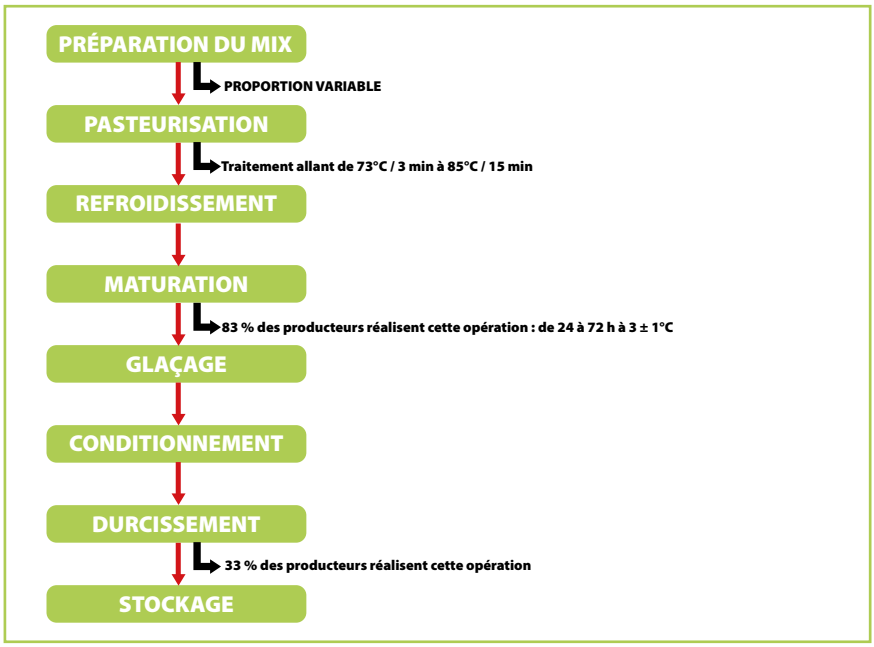
Une étude menée en partenariat entre ACTALIA – Centre de Carmejane et la Maison Régionale de l'Elevage a permis de dresser une carte d'identité de la glace fermière régionale, en prenant comme « référence » la reine des crèmes glacées : la glace à la vanille. Ce projet de recherche a bénéficié du soutien financier du Conseil Régional PACA et du Fond National d'Aménagement et de Développement du Territoire (FNADT).

Mais comment les glaces fabriquées par des fromagers fermiers se distinguent-elles des glaces industrielles ?

On peut d'ores et déjà affirmer qu'en région PACA il n'y a pas un unique type de glace, mais bien différents produits ayant chacun une identité, un caractère propre. Cependant, au sein de la multiplicité, les crèmes glacées fabriquées par des fromagers fermiers présentent des tendances communes, tant au niveau de leur composition, leur fabrication que leurs qualités organoleptiques.

A la base d'une glace fermière, on retrouve bien évidemment le lait produit sur l'exploitation. Ensuite, les autres ingrédients utilisés sont les suivants : de la crème ou du beurre, pour la texture et l'onctuosité ; le goût sucré est apporté par du saccharose, du sirop de glucose et/ou du miel, et quelques stabilisants viennent généralement garantir une bonne conservation de la glace : du jaune d'œuf, et/ou de la graine/gomme/farine de caroube, et/ou de l'agar-agar. Ces ingrédients mis ensemble forment le «mix», qui deviendra une glace une fois passé (et refroidi) dans la turbine à glace.

Figure 1 : Les grandes étapes de la fabrication d'une glace



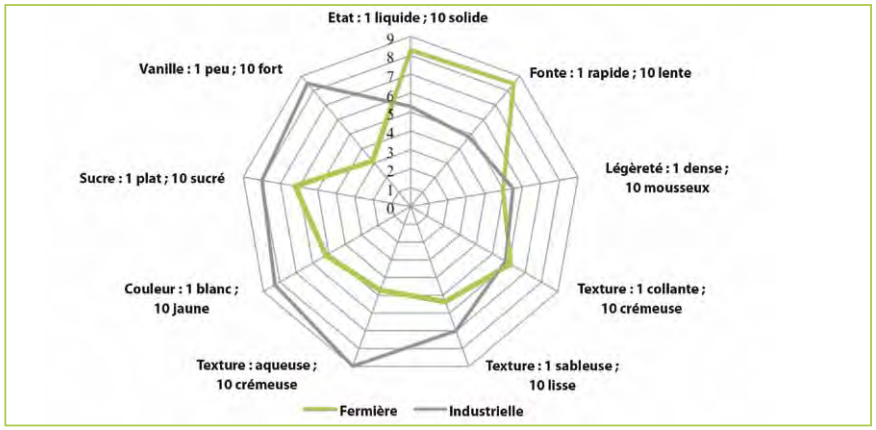
Si les recettes diffèrent, garantissant ainsi son identité au produit, les caractéristiques physico-chimiques des glaces fermières analysées sont assez proches et se distinguent grandement des glaces industrielles (à noter qu'aucune variation n'a été constatée entre les différentes espèces laitières) :

Paramètres	Glaces fermières	Glaces industrielles
Extrait Sec Total	33 %	39,6 %
Matière Grasse	8 %	8 %
Pouvoir Sucrant	15 %	22,7 %
Foisonnement	36 %	60 %

Deux éléments sautent directement aux yeux, un pouvoir sucrant (intensité du goût sucré) et un taux de foisonnement (taux d'air incorporé) supérieurs dans les glaces industrielles.
Ces caractéristiques ont un impact direct sur les qualités organoleptiques des glaces et le ressenti des consommateurs :

Globalement, les glaces fermières ont un aspect général solide avec un bon équilibre de légèreté (sensation mousseuse). Elles ont également une vitesse de fonte lente, par rapport aux glaces industrielles qui sont très rapidement faciles à servir à la sortie du congélateur. Il faut donc attendre 15 petites minutes avant de pouvoir déguster la glace d'un producteur fermier.
Une fois en bouche, ces dernières peuvent parfois présenter une texture légèrement sableuse, mais également une sensation aqueuse au palais.

Figure 2 : Résultats comparés de l'analyse sensorielle des glaces fermières et industrielles



Malgré cela, les notes moyennes des critères de texture restent très satisfaisantes.
Ces différences de texture en bouche s'expliquent d'abord par les différences de composition des mélanges avant passage en turbine, mais également par le gros écart entre les taux de foisonnement de produits. En effet, l'air est l'un des constituants essentiels d'une bonne glace car c'est lui qui va donner de la légèreté et participer à l'onctuosité du produit. Plus il y a d'air, plus la sensation de légèreté sera forte.

Autre point sur lequel la glace industrielle l'emporte : la puissance du goût vanille. Là où les producteurs fermiers travaillent sur une aromatisation subtile, à la gousse de vanille (qui nécessite un long travail de dosage et de contrôle du processus de fabrication), le fabricant industriel ajoute des arômes puissants ainsi que d'autres arômes exhausteurs de vanille.

L'autre distinction qui peut se faire entre les différentes productions porte sur la couleur jaune de la glace vanille, très marquée pour la glace industrielle. En effet, pour un producteur fermier, la coloration jaune est une « conséquence » de l'ajout (pas systématique) de jaune d'œuf, nécessaire à la qualité de son produit.
A contrario, l'industrie a recours à des colorants supplémentaires pour répondre aux attentes des consommateurs. Donc une glace à la vanille de couleur blanche n'est en aucun cas synonyme de manque de goût.

Cette étude a mis en évidence que glaces fermières et glaces industrielles ne présentent que peu de points communs. Au-delà de cette vérification, elle a permis de découvrir les pratiques pour la fabrication de glaces fermières et de monter la diversité des produits retrouvés. La liste des ingrédients observés est également non exhaustive, avec comme ingrédients laitiers : du lait, du beurre, de la crème ; comme ingrédients sucrants : saccharose, sirop de glucose, miel et comme stabilisant : du jaune d'œuf, graine/gomme/farine de caroube et de l'agar-agar.

Cette étude était le préalable à un second projet actuellement en cours et qui vise deux objectifs :

- Mesurer et quantifier l'impact de la formulation du mix sur les qualités organoleptiques de la glace,
- La création d'une gamme de glaces fermières provençales au lait de petits ruminants.

A l'issue du programme nous serons en mesure de proposer à des producteurs fermiers des « recettes clés en main », de qualité et à base de produits locaux.

Henri TONGLET
ACTALIA Carmejane

Fabriquer de la glace dans sa fromagerie fermière

Depuis des années, la Maison Régionale de l'Elevage PACA porte des projets qui visent à trouver des voies de diversification de production pour les fromagers fermiers de la Région. En 2016, elle a amorcé, avec son partenaire technique ACTALIA – Centre de Carmejane des réflexions sur la fabrication de la glace.

En effet, si traditionnellement la transformation laitière fermière s'oriente en majorité vers la production de fromages, les producteurs fermiers s'intéressent aussi au marché des produits laitiers frais, et plus récemment à celui de la crème glacée. Quelques éleveurs ont ainsi déjà trouvé un moyen de valoriser leur lait, via cette production particulière et complémentaire. Il s'agit là d'un produit de diversification qui participe à conforter les circuits commerciaux des fromagers fermiers.
Toutefois comme pour tout produit laitier il convient de maîtriser les techniques de fabrication. La glace est un produit nouveau, qui se développe, un besoin de meilleure connaissance sur ce produit spécifique a été identifié.

Contrairement à la production de fromage, fabriquer de la glace ne demande pas trop de technicité. La difficulté réside dans la mise au point d'une bonne recette, garantissant une glace de qualité. Les études menées depuis 2016 ont eu pour but d'amorcer ce travail pour les producteurs, avec les soutiens financiers de la Région Sud PACA, du Fond National d'Aménagement Du Territoire (FNADT – CIMA), puis du Fonds Européen Agricole pour le Développement Rural (FEADER).

Mais faire une bonne glace, ce n'est pas uniquement suivre un process de fabrication, c'est avant tout maîtriser ses différents paramètres-clés :

- Le taux de matière grasse (MG) : il apporte toute son onctuosité et son crémeux à la glace, mais il joue également sur la fixation des arômes.
- L'extrait sec total (EST) : il a un rôle très important sur la fixation de l'eau du lait qui cristalliserait naturellement lors de la congélation. Avoir un bon extrait sec total permet ainsi d'avoir une texture homogène, pas trop dure, ni trop molle, et d'avoir une glace qui ait une bonne tenue lors du service.
- L'extrait sec dégraissé du lait (ESDL) : il s'agit de l'extrait sec moins la matière grasse, c'est-à-dire les protéines, les minéraux, le lactose…, uniquement amené par les ingrédients laitiers (lait, crème, poudre de lait). Bien équilibré, il permet d'avoir une bonne structuration du produit, facilite le foisonnement (l'incorporation de l'air) et abaisse un peu le point de congélation (température à partir de laquelle la glace va geler).
- Le pouvoir sucrant (PS) : il impacte le goût sucré de la glace mais il régule aussi sa dureté et abaisse son point de congélation.

A l'issue du premier projet, intitulé «Caractérisation physico-chimique des glaces fermières », nous avons acquis des connaissances plus précises sur les principaux critères physico-chimiques des glaces fermières déjà fabriquées dans la région PACA. Nous avons également eu accès aux paramètres technologiques ainsi qu'au dosage de chaque ingrédient mis en œuvre. Il s'agit donc d'une sorte «d'inventaire» des caractéristiques des glaces fabriquées en ferme, déjà produites à ce jour par les quelques producteurs pionniers sur ce produit.
Il a été identifié qu'il n'y a pas un unique type de glace mais différents produits (tendances crémeuses, sucrées) en fonction des producteurs. Néanmoins, l'analyse de ces glaces a permis de mettre en exergue des similitudes dans leurs compositions, leurs fabrications et leurs qualités organoleptiques. Nous avons donc réalisé une sorte de carte d'identité de la glace fabriquée à la ferme, en Région PACA (aucune variation n'ayant été constatée entre les différentes espèces laitières).

Tableau 1 : Paramètres physico-chimiques moyens d'une glace fabriquée à la ferme en PACA.

Paramètre	Moyenne des glaces fermières régionales	Recommandations techniques
Taux d'Extrait sec total (EST)	33 %	37 - 42 %
Taux de Matière grasse (MG)	8 %	5 - 12 %
Taux de Pouvoir sucrant (PS)	15 %	16 - 23 %
Taux de Foisennement	36 %	

Avec ces caractéristiques physico-chimiques, les glaces fabriquées en fermes ont un aspect général solide avec un bon équilibre de légèreté (sensation mousseuse), elles ont une vitesse de fonte lente. La texture de ces produits est parfois jugée granuleuse et aqueuse, sans présenter de défaut rédhibitoire.

Tous ces résultats ont servi de rebond pour la mise en place du second projet visant à améliorer encore la production de glaces à la ferme.

Le projet « GLAFER gamme » a donc eu pour vocation finale de proposer un nouveau mode de valorisation du lait des petits ruminants, par la création d'une gamme de glaces fabriquées à la ferme. Pour cela nous avons confronté les résultats de la première étude aux recommandations techniques proposées par les techniciens. Cela permet donc de réduire l'investissement en recherche et développement des producteurs cherchant à se lancer dans ce type de production.

Ce projet s'est articulé autour de deux grandes phases de travail. La première a permis de déterminer les caractéristiques physico-chimiques de la glace qui permettent d'obtenir les meilleures qualités de texture et de goût que l'on recherchera à la dégustation. La deuxième, basée sur les résultats de la première, a porté sur l'élaboration des recettes de glaces aux parfums provençaux avec une gamme de produits identitaires de la Région : lavande, herbes de Provence, huile d'olives, melon de Cavaillon, figue de Solliès.

Plus précisément cette étude avait deux objectifs principaux étudiés en deux phases de travail :

Phase 1 :

Identifier les valeurs optimales des différents critères physico-chimiques d'une glace, avec pour objectif annexe de vérifier s'il peut y avoir une relation de compensation entre les différents critères (comment la maîtrise d'un paramètre peut compenser le déficit d'un autre).

Ainsi, il est donc désormais possible de mesurer et quantifier l'impact des variations de la composition du mix sur les caractéristiques de la glace. Par exemple, quel effet a la proportion d'extrait sec total sur la texture et l'homogénéité du produit ? La matière grasse apporte-t-elle un réel supplément d'onctuosité au produit fini ? Etc.
Définir la composition du mix était donc l'étape la plus complexe dans la fabrication des glaces.

En se basant sur des études précédentes, les recommandations des professionnels de la glace et l'expérience du terrain nous avons pu recenser les points clés sur lesquels il est possible d'intervenir pour maîtriser la qualité d'une glace : le taux de matière grasse, l'extrait sec total, l'extrait sec dégraissé du lait, le pouvoir sucrant.

La première phase a permis, en les faisant varier, de vérifier l'impact de chacun d'eux et d'identifier les fourchettes de valeurs qui garantiront une production de glaces de qualité mais aussi les valeurs au-delà ou en-deçà desquelles les glaces présenteront des défauts.

Suite à ce projet, nous sommes désormais en capacité de fournir aux producteurs les clés pour la fabrication de glaces sans défaut, et qui allieront toutes les qualités sensorielles d'une bonne glace, tant sur la texture que sur le goût. Bien sûr, toutes les glaces qui ne seraient pas dans ces fourchettes mais s'en approchant, ne sont pas dépourvues d'intérêt. Elles ne présentent pas de défauts majeurs mais l'appréciation sur un ou plusieurs critères est moins importante que sur les glaces retenues. La satisfaction de dégustation n'ayant pas été unanime.

Ces valeurs cibles pourront être atteintes, à condition de bien maîtriser l'équilibre des recettes de glaces, dont voici un exemple :

Tableau 2 : Synthèse des recommandations des caratéristiques d'une bonne glace

Caractéristiques	Valeurs cibles
Matière grasse	8,0 - 9,0%
Pouvoir sucrant	18,0 - 19,5 %
Extrait sec total	39,0 - 41,5 %
Extrait sec dégraissé du lait	≤ 10 %
Jaunes d'œufs	0 - 6 %

Tableau 3 : Recettes types de glace équilibrées

Ingrédients	Glace au lait de chèvre	Glace au lait de brebis
Lait	5 521 g	6 739 g
Crème (30 % MG)	2 140 g	933 g
Poudre de lait (0 % MG)	207 g	156 g
Sucre	1 511,5 g	1 555 g
Glucose	586,5 g	573 g
Stabilisants	34,5 g	44 g

Attention, ces recettes ont été élaborées à partir de laits qui ne correspondent pas forcément aux laits de chaque élevage !

Tableau 4 : Caractéristiques des laits correspondant aux recettes-types

	Critères	Valeurs
Lait de chèvre	Taux butyreux	32,7 g/L
	Taux protéique	32,0 g/L
	EST	12,17 %
Lait de brebis	Taux butyreux	78,7 g/L
	Taux protéique	52,5 g/L
	EST	18,62 %

Mais à quoi servent ces ingrédients ?

➢ Le lait

Quel que soit le lait utilisé, il est primordial de connaître sa composition en matières grasses et en extrait sec total. Il s'agit de l'ingrédient de base à toutes fabrications de glaces et c'est en fonction de sa qualité que la recette sera adaptée.

➢ La crème

Pour faciliter les essais, nous avons choisi une crème issue du commerce, complètement standardisée avec un taux de matière grasse connu (30 %). Il est, là aussi, important de bien connaître cet ingrédient puisque c'est lui qui aura l'impact principal sur l'une des caractéristiques fondamentales de la glace : la matière grasse. Cependant, il est tout à fait possible d'utiliser un autre ingrédient apportant de la matière grasse : une crème plus riche, fabriquée au sein de l'atelier, du beurre… mais il sera nécessaire de faire une analyse de son taux de matière grasse afin de bien rééquilibrer la recette. Il faudra aussi faire attention à ce qu'un ingrédient plus gras, apportera aussi un taux d'extrait sec un peu plus important.
La quantité de crème ajoutée au mix sera directement dépendante de la richesse du lait en matière grasse. Il faudra également tenir compte de la matière grasse apportée par d'autres ingrédients, comme une poudre de lait qui ne serait pas à 0 % de matière grasse.

➢ Poudre de lait

Le rôle principal de la poudre de lait est d'amener l'extrait sec nécessaire à un bon équilibre de la glace sans que celui-ci ne soit apporté que par les sucres, risquant de donner un trop fort pouvoir sucrant. Cependant, l'extrait sec total ne doit pas être amené uniquement par cet ingrédient, au risque d'avoir un extrait sec dégraissé du lait supérieur aux objectifs, ce qui entraînerait des défauts de texture et de goût. La régulation de l'extrait sec se fera donc par le juste équilibre entre la poudre de lait et les différents sucres.

➢ Saccharose

Il s'agit du sucre de base (exemple : sucre blanc de cuisine) qui apporte 100 % d'extrait sec et 100 % de pouvoir sucrant. Il est à faire varier toujours en parallèle de la poudre de lait pour réguler l'extrait sec (plus de sucre amène plus d'EST, qui permet de réduire la quantité de poudre de lait en cas d'ESDL trop élevé). Il doit lui-même être régulé par les deux autres sucres : glucose et dextrose, sans quoi le pouvoir sucrant risque d'être trop élevé.

➢ Glucose et Dextrose

Ces deux sucres viennent compenser les effets (EST et PS) du saccharose. Du fait de leurs caractéristiques (glucose : EST 95 % et PS : 50 % ; dextrose EST 92 % et PS 75 %), ils permettent de réduire la dose de saccharose qui pourrait être élevée pour avoir le bon extrait sec dans la glace, mais rendrait par la même occasion le pouvoir sucrant beaucoup trop élevé. Remplacer une part de saccharose par l'un de ces sucres permet d'ajuster le pouvoir sucrant de la glace sans faire diminuer l'extrait sec.

➢ Miel

Le miel est un sucre à fort pouvoir sucrant (130) mais il amène peu d'EST (environ 83 %). Il peut donc être un ingrédient à utiliser pour compenser une glace ayant un extrait sec trop élevé, mais avec un taux de sucre un peu faible. Le choix du miel est important car certains sont très aromatiques et risquent de « gâcher » le goût initialement recherché dans la glace.

➢ Stabilisants

La présence ou non de stabilisant n'a pas nécessairement mis en évidence une amélioration de la qualité d'une recette. Cependant l'impact de la conservation longue durée des glaces n'a pas été étudié dans ce projet.

➢ Œufs

Les glaces aux œufs ont montré l'intérêt de cet ingrédient sur la texture finale de la glace. En excès ils apportent un goût trop marqué qui peut être rédhibitoire. A utiliser avec parcimonie. De plus, l'œuf étant un ingrédient allergène, une glace aux œufs ne pourra pas être consommée par tout le monde.

Phase 2 :

Une fois les effets de la composition du mix parfaitement connus, l'étude est passée à une seconde phase : la mise au point de glaces fermières aromatisées avec des produits régionaux. La région Provence Alpes Côte d'Azur jouit d'une renommée, internationale qui attire chaque année de très nombreux touristes qui cherchent notamment à découvrir le patrimoine culturel et gastronomique de la région.

Proposer des produits emblématiques de notre région est donc incontournable pour les producteurs locaux. En proposant des parfums de glaces représentatifs des saveurs de Provence, les fromagers fermiers s'ancrent que plus dans une identité provençale.

Ainsi, le deuxième objectif de cette étude a été de fournir aux producteurs des recettes clé en main de glaces aux parfums du terroir local, en utilisant les recettes élaborées plus tôt, servant de base blanche pour toute la gamme de glaces désirées.

Tableau 5 : Récapitulatif des recettes testées durant la phase 2

Lait	Aromatisation	Dosage	Remarques
CHEVRE	Lavande sèche	4,1 %	Infusion à chaud 40 minutes
		2 %	
		1 %	
		2 %	Macération 4°C, 24 heures
	Huile essentielle de lavande	2 gouttes / litre	-
	Herbes de Provence sèches	4,15 %	Infusion à chaud 40 minutes
		1,3 %	
		0,65 %	
		2,6 %	
	Huile d'olives	9,3 %	-
		7,5 %	
		12 %	
		5,2 %	
	Purée de melon de Cavaillon	31 %	Melon : 12,7 % Brix
		43 %	
		43 %	Purée de Melon reconcentrée : 16,6 % Brix
BREBIS	Lavande sèche	1 %	Infusion à chaud 40 minutes
		1 %	Macération 4°C, 24 heures
	Herbes de Provence Sèches	0,65 %	Infusion à chaud 40 minutes
		1,3 %	
	Huile d'olive	5,5 %	-
	Purée de figues de Solliès fraîches	27,65 %	Figues : 14,1 % Brix
	Confitures de figues de Solliès	10,31 %	Confiture : 59,3 % Brix

Les essais réalisés se sont avérés assez concluants, avec six recettes garanties, proposées clé-en-main :

Tableau 6 : Recettes de glace à la lavande

Glace à la lavande (Pour 10 kg)	Lait de chèvre	Lait de brebis
Lait	5 255 g	6 404 g
Crème 30 % MG	2 397 g	1 207 g
PDL 0 % MG	230 g	197 g
Sucre	1 494 g	1 552 g
Glucose	591 g	596 g
Stabilisants	33 g	44 g
Lavande sèche	153 g (2 %)	76 g (1 %)

Pour ces recettes, l'aromatisation a été faite par macération de lavandes séchées dans le mix, 24 heures à 4°C, avec un apport de lavande à hauteur de 2 % du mélange lait/crème.

Les commentaires exprimés parlent d'une glace « parfaite » avec un « goût doux, bien équilibré, sans amertume ». Pour les autres recettes de glace à la lavande, non retenues, outre les notes ne les rendant pas acceptables, les critiques principales faîtes relevaient des goûts de lavande trop puissants et trop persistants en bouche et dans la gorge, avec une amertume assez prononcée. Les essais réalisés avec l'huile essentielle n'ont pas satisfait le jury de dégustation car le goût moins naturel, plus chimique était moins apprécié.

Tableau 7 : Recettes de glaces aux herbes de Provence

Glace aux herbes de Provence (pour 10 kg)	Lait de chèvre	Lait de Brebis
Lait	5 255 g	6 404 g
Crème 30 % MG	2 397 g	1 207 g
PDL 0 % MG	230 g	197 g
Sucre	1 494 g	1 552 g
Glucose	591 g	596 g
Stabilisants	33 g	44 g
Herbes de Provence sèches	199 g (2,6 %)	99 g (1,3 %)

Pour ces recettes, l'aromatisation a été faite par infusion d'herbes de Provence, à 85°C, pendant 40 minutes, avant de refroidir le mix et le passer dans la turbine.
Les commentaires exprimés pendant la dégustation présentaient une « bonne glace », ayant un « goût prononcé, intense, mais assez doux, sans amertume ». « Le parfum reste particulier pour une glace estivale, il s'accordera mieux en cuisine. »
Les autres recettes de glace aux herbes de Provence, sans être complètement irrecevables, dénotaient par la puissance du goût recherché, soit trop puissant avec une amertume forte, soit trop peu perceptible.

Tableau 8 : Recette de glace à l'huile d'olive

Glace à l 'huile d'olive (pour 10 kg)	Lait de chèvre
Lait	5 986 g
Crème 30 % MG	0 g
PDL 0 % MG	669 g
Sucre	1 514 g
Glucose	599 g
Stabilisants	35 g
Huile d'olive	1 197 g (environ 12 % du mix)

L'aromatisation a été faite par ajout d'huile d'olives dans le mélange lait/crème, avant la phase de pasteurisation du mix. Comme pour la glace aux herbes de Provence, ce parfum a surpris le jury, mais après une dégustation prolongée a recueilli quelques faveurs, malgré une « texture un peu grasse et une fonte assez rapide » : « goût présent agréable, bien pour la cuisine ». Les autres recettes testées, bien que sans réels défauts apparents, n'ont pas exprimé un caractère gustatif suffisamment marquant pour être retenues.

De par sa richesse naturelle en matière grasse, le lait de brebis ne se prête pas à un mélange avec de l'huile d'olives. Cet ingrédient n'étant pas très parfumé, il est nécessaire d'en mélanger une quantité importante pour avoir un peu de goût dans la glace. Mais cela apporte en même temps une grande quantité de matière grasse ayant un impact très fort sur la texture finale (texture grasse en bouche et fonte très rapide).

Attention, de manière générale, quel que soit le lait et quelle que soit la qualité de l'huile d'olives mélangée, ces glaces ont tendances à évoluer assez rapidement dans la durée. Sur des dégustations décalées dans le temps, il a été constaté une baisse de la puissance aromatique (disparition du goût « huile d'olives »), voire le développement d'un goût de rance dans la glace. Il s'agit donc là d'une glace qui ne peut pas se conserver longtemps, et qui doit être pensée pour un service rapide, voire instantané.

Tableau 9 : Recette de glace à la confiture de figues de Solliès

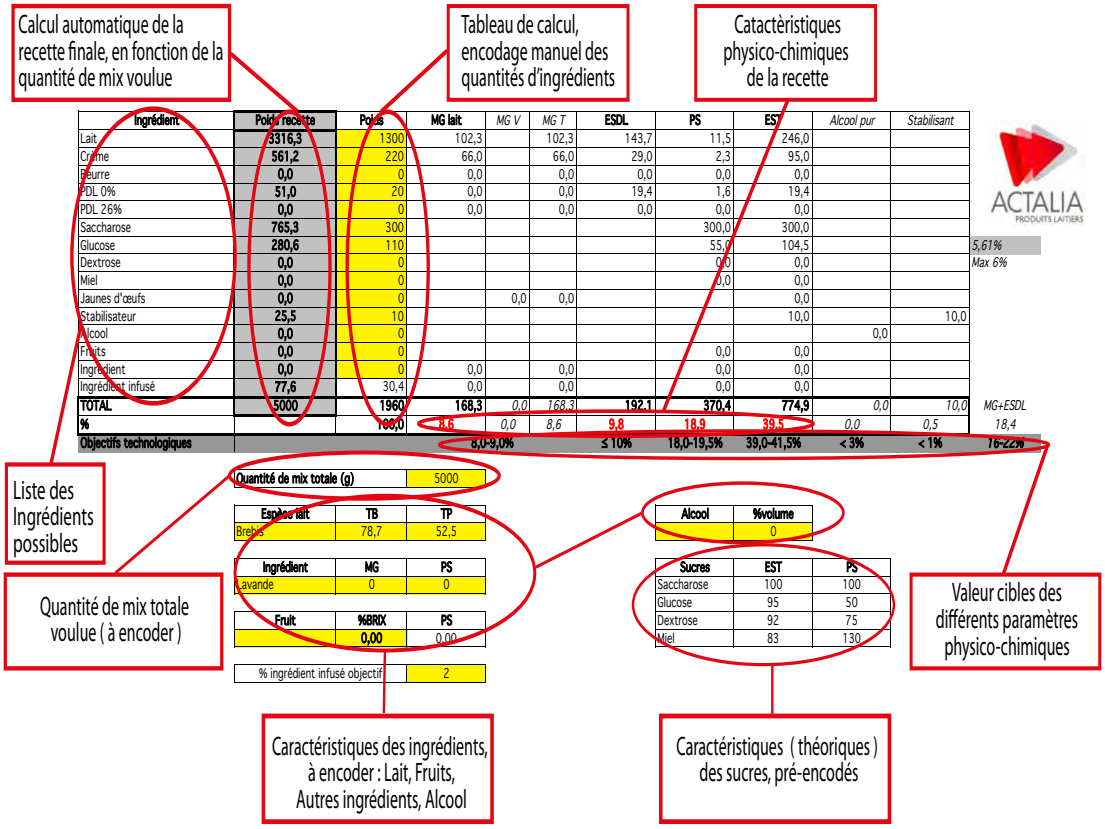
Glace à la confiture de figues de Solliès (pour 10 kg)	Lait de brebis
Lait	5 893 g
Crème 30 % MG	1 385 g
PDL 0 % MG	265 g
Sucre	810 g
Glucose	589 g
Stabilisants	27 g
Confiture de figues	1 031 g (environ 10 % du mix)

La difficulté des glaces au lait, aromatisées aux fruits, réside d'abord et avant tout dans la qualité des fruits mélangés (habituellement réservés aux sorbets). Il y a d'abord la qualité gustative, liée à la maturité des fruits, qui apportera la puissance aromatique ; mais il y a aussi la qualité physico-chimique du fruit. En effet, ceux-ci, en plus de donner le goût, apportent de l'eau, du sucre, des fibres… En somme, les fruits amènent leurs propre extrait sec et pouvoir sucrant. Hors ceux-ci doivent vraiment être pris en compte lors de la formulation de la glace, sans cela elle sera déséquilibrée et ne donnera pas les résultats attendus.

Ainsi une glace à la figue fraîche n'a pas pu exprimer tout son potentiel, tout comme la glace au melon de Cavaillon (dont aucune recette n'a été retenue), mais avec une confiture, plus riche en extrait sec et pouvoir sucrant, les résultats se sont avérés beaucoup plus intéressants.
Pour ces étapes d'aromatisation, le travail primordial est d'intégrer les caractéristiques physico-chimiques des ingrédients parfumant afin de rééquilibrer la recette de base. Mais ce travail d'équilibrage peut être long et fastidieux.

Ce qui amène au troisième objectif sous-jacent du projet : le développement d'un outil de calcul ergonomique qui permette aux producteurs d'adapter eux-mêmes leurs recettes en fonction de la qualité de leurs matières premières.

FIGURE 2 : Aperçu des applications du logiciel



Sur ce tableau, l'équilibrage des recettes se formule en faisant varier progressivement le poids des différents ingrédients sélectionnés, dans le premier tableau (cases jaunes). Les caractéristiques (EST, MG, PS…) étant préalablement enregistrées, les valeurs de chaque critère s'affiche ensuite au fur et à mesure des apports d'ingrédients ; les cibles figurant en bas du tableau.

Pour conclure...

En définitive, il est vrai que les parfums Provençaux peuvent surprendre. Mais c'est aussi ça la créativité d'un producteur qui va chercher l'innovation. Certes ce ne sont pas toujours des glaces que l'on servira à la boule, sur un cornet, en bord de plage mais cela peut permettre de développer une gamme de produits innovante à destination d'un public plus professionnel ou pour le consommateur lambda, avide de sensations nouvelles.

Si d'aventure les producteurs se lançaient dans la production de glace aux laits de chèvre ou de brebis, voici quelques recommandations techniques pour être le plus performant possible :

- Afin de bien équilibrer la recette, il est important de connaître la qualité (MG et EST) du lait mis en fabrication ; une estimation peut être faite sur le logiciel, grâce aux analyses du TB et du TP.
- Il est aussi important de connaître les caractéristiques physico-chimiques de tous ses ingrédients notamment des ingrédients aromatiques, l'étiquetage nutritionnel ou les tables Ciqual peuvent aider.
- Sur les glaces aux fruits, toujours bien faire attention à leur maturité.
- Une aromatisation par macération de plantes (24 heures à 4°C) donne souvent des résultats plus intéressants, plus fins, par rapport à l'infusion (40 minutes à 85°C), plus rapide mais plus « brutale », qui libère des flaveurs plus marquées, plus amères.

Outre les aspects très techniques, il est primordial de goûter. Bien que ce projet apporte les éléments garantissant des résultats optimums pour la fabrication de glaces aromatisées, le goût et le plaisir de dégustation sont des notions malgré tout très subjectives. Il est donc important que chacun fasse sa propre expérience afin de déterminer les caractéristiques qui correspondent le mieux à ses attentes personnelles.
Il est aussi nécessaire de continuer à créer. Les recettes proposées doivent servir d'inspiration pour élaborer de nouvelles recettes, de nouveaux parfums. Le processus d'amélioration continue, de création, doit perdurer dans les ateliers.

Un besoin d'approfondir cette thématique ? ACTALIA – Centre de Carmejane propose chaque année deux formations Glaces dans ses locaux, et peut intervenir sur place pour des formations sur mesure ou pour de l'appui technique.

Le lait est une page blanche sur laquelle la glace devient un poème.

Avec le soutien financier

UNION EUROPÉENNE
Fonds Européen Agricole pour le Développement Rural
L'EUROPE INVESTIT DANS LES ZONES RURALES

RÉGION SUD PROVENCE ALPES CÔTE D'AZUR

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Opération soutenue par l'État
FONDS NATIONAL D'AMÉNAGEMENT ET DE DÉVELOPPEMENT DU TERRITOIRE

Henri TONGLET
ACTALIA Carmejane
Vincent ENJALBERT
Maison Régionale de l'Élevage

Valoriser le lait écrémé de vache en transformation fromagère

Nombreux sont les producteurs fermiers qui souhaitent élargir leur gamme en proposant de la crème et du beurre. Le principal frein à ce développement est la difficulté de valorisation du lait écrémé qui en découle. Pour rappel, la fabrication d'1 L de crème nécessite environ 10 L de lait entier et génère 9 L de lait écrémé ; et celle du beurre demande environ 20 L de lait entier.
C'est dans ce contexte que la Maison Régionale de l'Elevage et ACTALIA centre de Carmejane ont mené une expérimentation afin de tester comment valoriser le lait écrémé de vache en transformation fromagère.

Lors de cette étude plusieurs paramètres de fabrication de crème ont été testés afin d'établir une fiche technique type, garantissant un résultat optimum : Teneur en matière grasse ; Type de ferments lactiques mésophiles ; Température d'incubation ; pH final.

Fabrication de crème épaisse

	Fabrication crème épaisse		
Etapes	Description de la mesure		Valeur
Ecrémage	Taux de matière grasse souhaitée		30 - 40 %
	Température écrémage		30 - 35°C
Maturation	Ferments lactiques	2/3 de mésophiles homofermentaires : Lactococcus lactis et Lactococcus cremoris 1/3 hétérofermentaires : Lactococcus diacetilactis et Leuconostocs cremoris	
	Type et dose	Lyophilisé : recommandations fournisseur	
	Température		14-18°C
	pH final		4,6
Refroidis-sement / Stockage	T° C :		4°C
			Le plus rapidement possible

Plus une crème est riche en matière grasse, plus elle est épaisse. Aucune différence significative sur le goût n'a été constatée. Minimum réglementaire : 30% Recommandation beurre : 35 à 45%

2/3 et 1/3 g Impact positif sur le développement aromatique.

Permet de respecter la cinétique d'acidification de la crème.

Une sur acidification (pH < 4,6) entraine un excès d'acidité en bouche.

Fabrication fromagère

Nous avons testé 3 niveaux d'écrémage sur deux technologies : tomme ferme et souple.

	% de lait écrémé	% de lait entier
Témoin	0	100
Niveau 1	17	83
Niveau 2	33	67
Niveau 3	50	50

Aucune fabrication avec du lait totalement écrémé n'a été réalisée, en effet, de précédentes études ont démontré que la qualité des fromages est trop impactée.

Pâte ferme

Pâte souple

Aucun **impact technologique** n'a été observé :

	Pâte ferme	Pâte souple
Acidification	=	
Temps de coagulation	=	

Une diminution linéaire **des rendements** a été logiquement constatée : plus le lait est pauvre en matière grasse, plus le rendement est faible aussi bien au démoulage qu'en fin d'affinage

	Pâte ferme	Pâte souple
Rendement au démoulage	Lait entier : 12,9 % Lait ½ écrémé : 11 %	Lait entier : 13,1% Lait ½ écrémé : 10,5%
Rendement fin affinage	Lait entier : 9,9 % Lait ½ écrémé : 8,2 %	Lait entier : 10,9% Lait ½ écrémé : 8,5%

L'impact sur la **qualité des fromages** est variable, les fromages à pâte ferme ont maintenu leurs qualités organoleptiques. Les tommes souples ont, elles, perdu de leurs qualités avec un lait partiellement écrémé. De plus, les impacts observés sont proportionnels au niveau d'écrémage ; les écarts les plus marqués ont été observés sur le lait écrémé à 50%.

	Pâte ferme	Pâte souple
Texture Appréciation générale	= Un fromage pauvre en matière grasse : - ↘ de son humidité - ↗ de sa fermeté - ↗ de l'aspect granuleux - = crémeux - = collant	↘ Un fromage pauvre en matière grasse : -↘ de son humidité - ↗ de sa fermeté - ↗ de l'aspect granuleux - ↘ crémeux - ↘ collant
Arômes Appréciation générale	=	↘ Un fromage pauvre en matière grasse : - ↗ piquant - ↘ fruité
Appréciation générale	=	↘

Quelques recommandations si vous souhaitez vous lancer dans la fabrication de crème et beurre :

- Ne transformez que des pâtes pressées non cuite fermes avec du lait partiellement écrémé, c'est avec cette technologie que les baisses de qualité sont les plus légères. Les écarts sont comparables entre les différents taux d'écrémage : 17 %, 33 % et 50%.
- Nous vous recommandons de faire le test dans votre atelier, avec votre lait et votre recette pour vérifier cette perte mineure de qualité.
- Définir le prix de revient de la crème et du beurre : En prenant en compte que la transformation fromagère au lait partiellement écrémé s'accompagne d'une baisse de rendement. La réalisation de crème et beurre augmente le temps de travail en fromagerie, et du matériel supplémentaire sera nécessaire (écrémeuse, baratte, moules, pots…).
- Réfléchir à son troupeau, en favorisant des races produisant un lait gras. Le lait de la race Jersiaise a un TB moyen de 55 g/L et un TP de 38 g/L, alors que celui de la race Montbéliarde a un TB de 39 g/L et un TP de 33g/L (contrôle laitier 2015).

N'hésitez pas à contacter un technicien fromager du centre de Carmejane pour vous accompagner dans la mise en place de ces nouveaux produits. Des formations sur la fabrication de beurre et de crème sont également proposées en région.

Coline SABIK
ACTALIA Carmejane

Comment valoriser le lait écrémé ?

Les consommateurs recherchent de plus en plus de la crème et du beurre fermiers. Bien que ce soit des produits très identifiés à base de lait de vache, il existe une petite demande pour des variantes à base de lait de chèvre ou de brebis. Or ces produits sont très difficiles à trouver. Alors, pourquoi ne pas diversifier sa gamme ?
Cela peut être intéressant, mais il existe un frein, non négligeable, au développement de ces produits : la valorisation du lait écrémé qui en découle.

En effet, en moyenne avec du lait de vache, il faut environ 10 litres de lait entier pour obtenir 1 litre de crème (générant 9 litres de lait écrémé), et environ 20 à 22 litres de lait pour obtenir 1 kg de beurre. Alors quid du lait écrémé ?
Il est donc indispensable de mettre en place une réflexion pour un circuit de valorisation de ce coproduit pour obtenir un coût de fabrication cohérent.

Bien sûr, il est tout à fait possible de donner de la valeur au lait écrémé directement en le transformant peu, voire pas du tout, en proposant une gamme de produits frais : lait écrémé de consommation, lait fermentés et yaourts au lait écrémé, brousse de lait écrémé… mais il s'agit d'autres produits de niche. Pourquoi ne pas essayer d'en faire quand même du fromage ?

C'est dans cette réflexion qu'ACTALIA Produits laitiers – Centre de Carmejane a donc, à la demande de la section caprine et de la MRE PACA, avec le soutien financier du FNADT/CIMA et du Conseil Régional PACA, mené un projet d'expérimentation pour explorer les différentes voies de valorisation du lait écrémé.

Celui-ci s'est découpé en 2 études distinctes :

- Jusqu'à quel rapport TB/TP (taux butyreux sur taux protéique) peut-on descendre en diluant du lait entier avec du lait écrémé, en conservant une fabrication fromagère de qualité (l'optimum étant un rapport TB/TP égal à 1,15) ?

Ces essais ont été réalisés sur deux technologies principales : les fromages **à pâte pressée non cuite** (ferme et souple), à partir du lait de **vache** et les **fromages lactiques**, à partir du lait de **chèvre.**
Parallèlement, différents paramètres de fabrication de crème épaisse ont été testées, afin de produire une crème de qualité optimale : taux de matière grasse, choix des ferments lactiques, couple temps/température de maturation, acidité de la crème finale.

Le troisième volet de l'étude s'est plutôt appuyé sur une pratique courante en Savoie : extraire la crème du lactosérum issu de la fabrication des fromages à pâte pressée non cuite. Cela pouvant avoir un double avantage : diversifier sa gamme tout en valorisant un co-produit. Et comme dans le massif des Alpes, les éleveurs de brebis transforment une bonne partie de leur lait en fromage à pâte pressée non cuite, **générant beaucoup de lactosérum,** il était intéressant d'étudier ce volet sur cette espèce laitière.

- Quel est le potentiel de récupération de crème dans le lactosérum issu de fabrication de fromages à pâte pressé non cuite de brebis, en vue d'une fabrication de beurre ?

Fabrication de crème de vache ou de chèvre

Après écrémage du lait, la crème obtenue doit être ensemencée en ferments lactiques pour ensuite s'acidifier et donner une crème maturée, soit consommable comme « crème épaisse », soit utilisable pour la fabrication de beurre.

Quelques caractéristiques de fabrication :

- Taux de matière grasse : plus la teneur en matière grasse est élevée, plus la crème sera épaisse et les notes aromatiques et animales seront adoucies

- La réglementation impose une teneur minimale de 30 % de matière grasse
- La teneur optimale de matière grasse pour la fabrication du beurre est comprise entre 35 et 45 %
- Il sera économiquement plus rentable de vendre une crème la moins riche possible

- Ensemencement : un mélange de ferments mésophiles 2/3 homofermentaires (*lactococcus lactis, lactococcus cremoris*) et 1/3 hétérofermentaires (*lactococcus diacétylactis, leuconostocs cremoris*) favorise bien le développement aromatique de la crème.

- Maturation : entre 14 et 18°C, pendant 20 à 22h, avec un pH final de 4,6, ce qui favorise mieux le développement d'arômes sans exprimer de notes d'acidité excessives.

Fabrication de fromages à partir d'un mélange de lait entier et de lait écrémé

Vache : Technologie PPNC

Pour les essais menés sur les fromages à pâte pressée de vache, plusieurs proportions de mélange lait entier / lait écrémé ont été testées :

	Témoin	Essai 1	Essai 2	Essai 3
Lait entier	100%	83 %	67 %	50 %
Lait écrémé (LEC)	0%	17 %	33 %	50 %
Rapport TB/TP	1,14	0,94	0,77	0,58

Ce changement de composition n'a eu aucune incidence sur les paramètres technologiques des fabrications (temps de coagulation et cinétiques d'acidification), en revanche il a eu un impact important sur la qualité de la production :

- Le rendement technologique baisse avec un taux de matière grasse plus faible, avec une diminution plus significative en technologie PPNC souple :

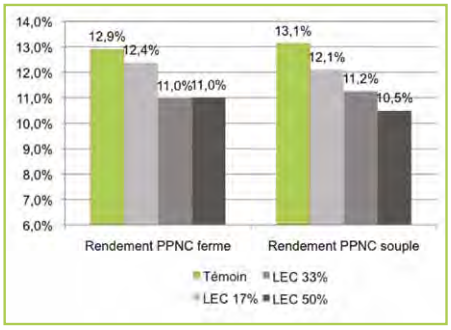


Figure 1 : Comparaison des rendements en technologies PPNC ferme et souple, de vache

Comme la matière grasse participe à la rétention de l'eau dans les fromages, réduire le taux de MG revient en conséquence à permettre une diminution plus importante de l'humidité des fromages, ce qui a des conséquences importantes sur le produit fini.

- Sur des fromages secs (PPNC fermes) la variable d'humidité ne se distingue pas trop, par contre sur des fromages dans lesquels on souhaite conserver de l'eau (PPNC souple) les caractéristiques organoleptiques sont directement impactées :

- Texture : baisse de la souplesse de pâte et du fondant
- Goût : arômes moins complexes et diversifiés

Chèvre : Technologie lactique

Pour les essais menés sur les fromages lactiques de chèvre, plusieurs proportions de mélange lait entier / lait écrémé ont été testées :

	Témoin	Essai 1	Essai 2	Essai 3
Lait entier	100%	75 %	50 %	25 %
Lait écrémé (LEC)	0 %	25 %	50 %	75 %
TB / TP	0,99*	0,75	0,52	0,28

* Cette étude ayant été menée durant le mois de juillet, la moyenne des taux des 3 exploitations, dont étaient issus les laits, était assez basse.

Là aussi, la baisse du taux de matière grasse n'aura que peu impacté les paramètres technologiques (cinétique d'acidification et temps de caillage), avec une observation tout de même : les caillés les moins gras ont une meilleure fermeté et un lactosérum plus limpide.

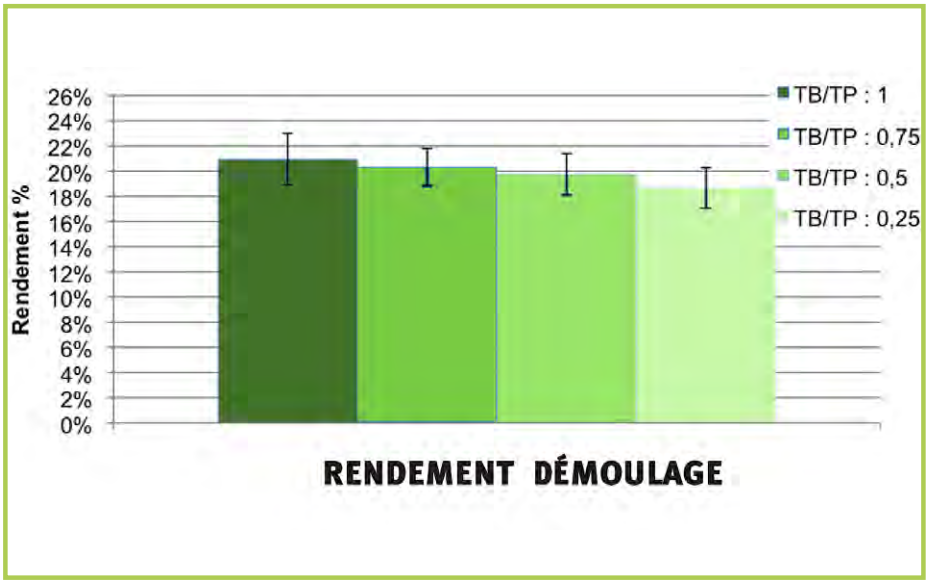


Figure 2 : Comparaison des rendements au démoulage, en technologie lactique de chèvre

En revanche, il y a bien eu une légère incidence sur le rendement technologique.
En moyenne sur ces manipulations, pour fabriquer un fromage de 150 g il faut 0,70 litres de lait entier, contre 0,80 litres avec un lait partiellement écrémé à 75%.

De plus, l'utilisation de lait écrémé entraîne une diminution de l'extrait sec et de la teneur en matière grasse, cependant, cela ne modifie pas la teneur en eau disponible. Or c'est cette eau disponible qui est liée à l'intensité de l'affinage. Ainsi l'intensité de l'affinage a pu être la même pour tous les fromages quelle que soit leur richesse en matière grasse.

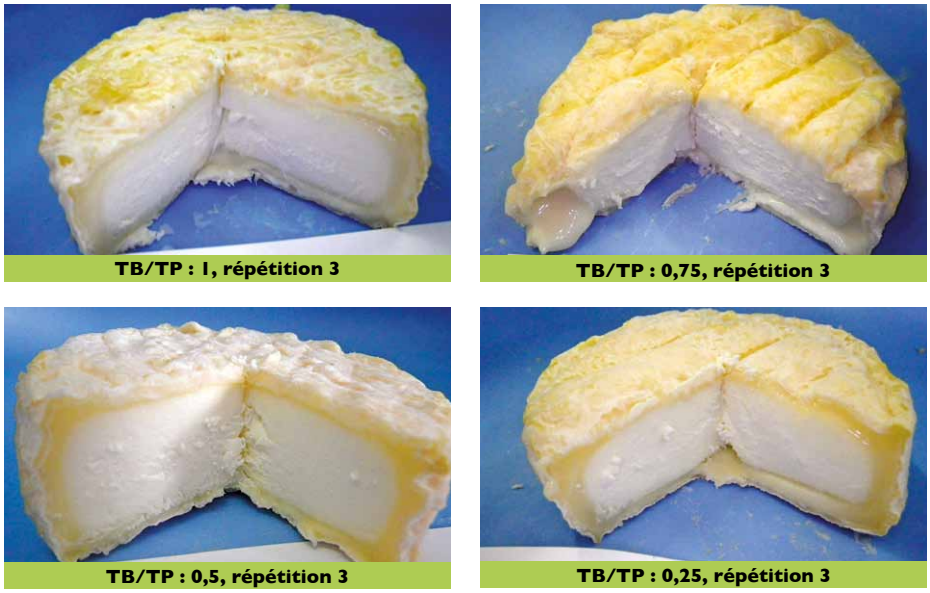
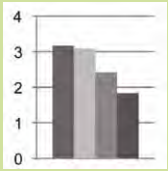
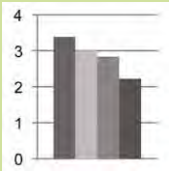
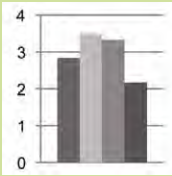
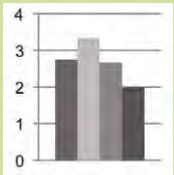
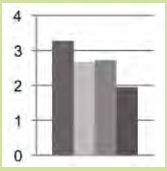
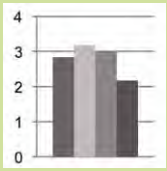


Figure 3 : Photographies des fromages affinés 14 j

Si au niveau analytique peu de différences ont pu être constatées sur les différents niveaux d'écrémage du lait, l'analyse sensorielle a quand même permis de distinguer des différences notables :

Tableau 1: Synthèse des différences observées sur la qualité organoleptique

	Affinage 1 jour Frais	Affinage 14 jours Mœlleux	Affinage 31 jours Sec
Visuel	=	=	Les fromages les moins gras paraissent plus secs
TEXTURE			
FLAVEUR			
0 - pas apprécié	**4 - trés apprécié**		
TB/TP : 1	**TB /TP : 0,75**	**TB/TP : 0,5**	**TB/TP : 0,25**

La richesse du lait en matière grasse a bien eu un impact sur la qualité organoleptique des fromages. Visuellement et olfactivement, les produits sont proches et ce pour tous les stades d'affinage. Les fromages moelleux, avec un affinage de 14 j, sont les plus impactés par la baisse de matière grasse, avec une perte de qualité proportionnelle sur la texture et la saveur. Les fromages au lait entier avec un stade d'affinage frais ou sec ne sont pas systématiquement les plus appréciés. En revanche, ceux avec les moins de matière grasse sont toujours perçus comme moins qualitatifs.

En définitive, pour obtenir des fromages moins marqués par le mélange lait entier / lait écrémé la technologie PPNC à pâte ferme s'avère plus adaptée. Elle permet d'aller jusqu'à utiliser un lait considéré comme « demi-écrémé », car son faible taux humidité masque le manque de matière grasse, donnant une dégustation sans réelle baisse de qualité.

Par contre, la technologie PPNC souple (vache) montre une baisse des qualités organoleptiques (texture et goût) rapidement ressentie dès un faible taux d'écrémage. La technologie lactique (chèvre), quant à elle ne donne vraiment des différences marquées qu'avec un très faible taux de matière grasse, ou alors surtout au stade crémeux (14 jours d'affinage), mais ces différences se lissent aux stades frais et sec.

En se lançant dans le développement et la fabrication de crème et de beurre, et en valorisant le lait écrémé par la voie fromagère, il faut donc s'attendre à une baisse du rendement fromager et une baisse de la qualité des fromages lactiques et/ou PPNC souple.

Attention : En transformant des produits à partir de lait écrémé, l'affichage sur les produits va changer. Nous ne serons plus sur des produits au «lait entier», mais bien sur des produits au «lait partiellement écrémé», ou «écrémé» s'il n'y a pas de mélange lait entier/lait écrémé.

Si la valorisation du lait écrémé paraît si difficile, pourquoi ne pas chercher la matière grasse ailleurs que dans le lait ? Pourquoi pas dans le lactosérum ?

Récupération de la crème dans le lactosérum de PPNC de brebis

Afin d'explorer cette voie, l'exemple pris dans cette étude est celui des PPNC de brebis. Pour cela des relevés terrain ont été effectués auprès de 20 fromageries du massif alpin (10 en région PACA et 10 dans la région des Savoies), sur des fabrications de fromages à pâte pressée non cuite, de types tome et raclette.

Les profils de ces exploitations étaient très variés, les fabrications allant de 30 à 410 litres. Sur chacune de ces exploitations, la quantité de lactosérum récupérée, sa richesse en matière grasse, et sa qualité microbiologique ont pu être analysés.

En moyenne, il a été récupéré sous forme de lactosérum, 73% du volume initial de lait mis en fabrication. Toutefois, de fortes disparités sont constatées entre les ateliers, en tenant compte des écarts-type, on peut envisager récupérer entre 66% et 80% du volume initial.

Ces variations sont essentiellement dues :

- Au niveau d'humidité du fromage fabriqué, et donc à la quantité d'eau conservée au niveau du fromage,
- Au mode de moulage et à la praticité de récupération du lactosérum associée,

- Au volume de lait initialement mis en fabrication : plus le volume de lait est important, meilleure est la récupération du lactosérum. Attention, cela est en partie lié au type de matériel utilisé par les producteurs ayant de grandes quantités de lait à transformer (mécanisation, automatisation des équipements).

Un effet « massif » est à noter sur les volumes de lait mis en fabrication, avec des volumes nettement plus élevés pour les producteurs des Alpes du Nord par rapport aux producteurs des Alpes du Sud.

	pH sérum	MG Sérum (g/L)	Ratio MG sérum/MG lait	Taux récup MG dans le sérum suite à la transformation	Mat. Protéique Lait (g/L)	MG Lait (g/L)
Moyenne	6,50	12,9	16,0%	11,4%	63,9	79,7
Minimum	6,30	6,5	8,5%	7,1%	57,0	69,5
Maximum	6,63	30,3	34,3%	24,0%	71,3	95,5
Moy. Alpes du Sud	6,49	16,5	20,4%	14,1%	62,8	79,5
Moy. Alpes du Nord	6,50	9,2	11,6%	8,7%	65,0	79,9

Tableau 2 : Qualité des lactosérums issus des fabrications PPNC de brebis

En moyenne le niveau de matière grasse constaté dans les sérums se situe à quasiment 13 g/L, mais on constate de gros écarts entre les ateliers, avec des sérums très maigres (6,5g/L) et d'autres très gras (30g/L). Cela reflète une grande hétérogénéité de maîtrise des pertes en matière grasse au niveau de la fabrication (type de décaillage, fermeté du gel à la découpe, matériel…).

Sur la zone Alpes du Sud, le niveau de matière grasse moyen se situe à 16.5g/L dans les lactosérums, alors qu'il est de 9,2g/L sur la zone Alpes du Nord.

Cela affecte donc naturellement les taux de récupération de matière grasse dans le sérum, suite à la fabrication PPNC :

- Sur la zone Alpes du Sud : 14,1% de la matière grasse présente initialement en cuve se retrouve dans le lactosérum

- Sur la zone Alpes du Nord : seulement 8,7%.

De manière générale, les lactosérums collectés présentaient une bonne qualité microbiologique (notamment en coliformes et *Staphylococcus aureus*) permettant une utilisation pour la transformation sans risque.

Fabrication de beurre

Mais une crème de lactosérum vaut-elle une crème de lait ? Pour répondre à cette question, 6 fabrications expérimentales de beurre ont été réalisées à partir de 6 lactosérums distincts.

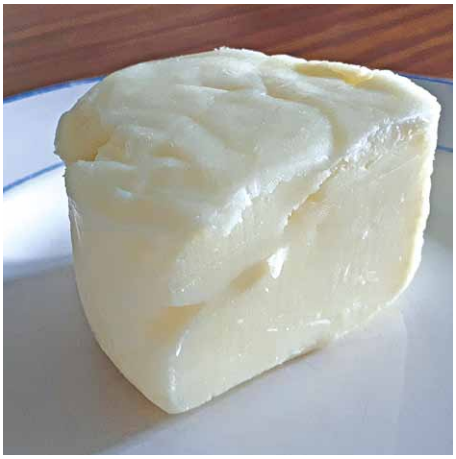


Diagramme de fabrication : Beurre issu de crème de lactosérum de PPNC de brebis avec ensemencement complémentaire en bactéries lactiques acidifiantes et aromatiques

Ecrémage*
T°C : 30 à 35°C
immédiatement après la fabrication de PPNC

Refroidissement
4-8°C – Maturation physique 12h

Maturation
14-18°C – Mésophiles homo et hétérofermentaires (2/3 – 1/3)
Exemple : MH8 (Danisco) à 0,3g/L de crème
Objectif pH : 4,70 [+/-0.10] ou A°D >30°D (environ 24h)

Barattage
10-12°C – Jusqu'à observation des grains de beurre
30 à 35 tours/minute
Remplissage maximum à 50%
Dégazage toutes les 5 minutes si nécessaire

Evacuation du babeurre

Lavage
Volume d'eau ajoutée = volume de babeurre soutiré
T° de l'eau : 5-8°C
2 à 3 lavages

Malaxage
10 à 15 tours/minute
3 x 30 secondes

Conditionnement
Moulage en moule ou en mottes
Emballage sous papier sulfurisé ou aluminium-sulfurisé

Stockage
< 6°C
DDM 21 jours
(à valider pour chaque atelier en fonction de la qualité de la matière première)

** Après écrémage du lactosérum (écrémeuse ELECREM 125L/h), les niveaux de récupération de la matière grasse sont très satisfaisants : on ne retrouve que 0,05% (maximum) de matière grasse résiduelle dans les sérums écrémés.*

Quantité de sérum (L)	MG sérum	Quantité crème (environ 40% MG)	Quantité de beurre fabriqué
330 L	9,4 g/L	8,4 L	2,77 kg

Tableau 3 : Rendements moyens crème et beurre issus des sérums de PPNC de brebis

Ainsi, pour obtenir 1 kg de beurre, il est donc nécessaire d'utiliser 3,03 litres de crème (à 40% de matière grasse) que l'on aura récolté à partir de 119 litres de lactosérum. Bien entendu, ce rendement s'améliorera avec des sérums plus riches en matière grasse.

Si les beurres issus de ces fabrications présentent une coloration très claire et assez peu de puissance aromatique, ils sont néanmoins de bonne qualité, sans défaut et avec une bonne texture.

Cependant, l'ajout d'une petite quantité de sel au beurre de brebis permettra d'allonger la conservation du beurre et de renforcer la richesse aromatique du produit.

En conclusion, fabriquer de la crème et du beurre peut être intéressant, mais il est important de bien réfléchir avant de se lancer dans cette production, et d'anticiper les voies de valorisation du lait écrémé, pas toujours facile, si l'on souhaite rester sur des technologies fromagères. Sinon, il est possible d'exploiter le coproduit de la fabrication des PPNC, mais en gardant à l'esprit l'investissement matériel et de temps que cela impliquera.

Henri TONGLET
ACTALIA Carmejane

Le traitement de l'eau par lampe UV : efficace contre Pseudomonas fluorescens… à condition de respecter certaines règles

D'après les résultats d'une étude réalisée par la MRE et Actilait, l'efficacité des systèmes de traitement UV est bien réelle en cas de contamination de l'eau par des Pseudomonas. Cependant, des erreurs de conception et des défauts d'entretien de l'installation peuvent largement compromettre cette efficacité

Pseudomonas fluorescens est à l'origine entre autres de défauts de coloration sur les fromages

Nombreux sont les fromagers qui ont déjà été confrontés à une contamination en *Pseudomonas fluorescens*. Coloration anormale (jaune fluo, rose, marron,…), pellicule visqueuse, amertume… Tels sont les défauts les plus fréquemment associés à la présence de cette bactérie sur les fromages.
Dans la plupart des cas, l'eau de nettoyage de la machine à traire et de la fromagerie constitue le vecteur de la contamination.

Le traitement de l'eau, solution la plus efficace

Quelle qu'en soit l'origine (réseau collectif, source, forage), une eau potable peut contenir des *Pseudomonas fluorescens*, microorganismes ne présentant aucun danger pour la santé humaine et par conséquent non recherchés dans le cadre des analyses de contrôle de la qualité de l'eau.
Particulièrement apte à former des biofilms, la bactérie contenue dans l'eau se répand dans l'atelier au moment du nettoyage et prolifère ensuite à la surface des tuyaux (lactoducs), du tank à lait, des sols, des moules et plus généralement de tout le petit matériel de fromagerie.
La contamination des produits a lieu lorsque le lait, le caillé ou les fromages entrent en contact avec les surfaces contaminées.

Face à un tel scénario de contamination, la mise en place d'un système de traitement de l'eau à l'entrée de l'atelier apparaît comme la solution la plus efficace. Parmi les différents systèmes proposés sur le marché, le traitement par rayons UV est considéré comme le plus adapté aux attentes des fromagers fermiers : facilité d'installation, coût raisonnable, absence de substances biocides pouvant être à l'origine de résidus,… Autant d'avantages qui expliquent pourquoi l'UV est de loin le système de traitement le plus fréquemment installé pour lutter contre une contamination de l'eau en *Pseudomonas fluorescens*.

Pourtant, il n'est pas rare que malgré l'installation d'un système de traitement UV, les problèmes de contamination en *Pseudomonas fluorescens* perdurent dans l'atelier. Les lampes UV seraient-elles inefficaces contre ce germe ? C'est à cette question que la MRE a souhaité apporter des éléments de réponse en confiant à Actilait-Carmejane la réalisation d'une campagne de prélèvements d'eau dans des ateliers fromagers équipés de dispositifs de traitement UV et confrontés plus ou moins régulièrement à des accidents du "fluo" Objectif : mesurer la contamination de l'eau en différents points du réseau de chaque atelier et déterminer les raisons d'éventuels dysfonctionnements.

Une efficacité réelle

En 2011, Actilait a ainsi réalisé plusieurs séries de prélèvements d'eau, de lait et de fromages dans 5 ateliers de la région à deux périodes de l'année réputées "sensibles" du point de vue des contaminations en Pseudomonas : le printemps

et l'automne. On sait en effet par expérience que les périodes humides sont particulièrement propices à la contamination des eaux par *Pseudomonas fluorescens*, dont l'habitat naturel est la terre. Mais en 2011, à l'inverse des années précédentes, les intersaisons ont été si sèches que la plupart des producteurs (dont ceux retenus pour les prélèvements) n'ont rencontré aucun problème de fluo, ce qui limite la portée des résultats de l'étude. Malgré tout, plusieurs enseignements ont pu être tirés.

Pour commencer, les résultats des analyses d'eau montrent dans leur globalité que le traitement UV a une réelle efficacité contre *Pseudomonas fluorescens*. En effet, on dénombre en moyenne plus de *Pseudomonas fluorescens* dans l'eau avant son passage dans la lampe UV qu'en sortie de traitement. Deux bémols viennent toutefois ternir cette conclusion encourageante : d'une part, l'efficacité du traitement n'est pas de 100%

puisque le nombre de *Pseudomonas fluorescens* vivants à la sortie de la lampe n'est pas systématiquement nul. D'autre part, les résultats montrent que sur l'un des ateliers, le dispositif de traitement UV est totalement inefficace.

L'analyse des résultats des ateliers au cas par cas a permis de comprendre les points faibles de chacun et de dresser ainsi une liste de règles de base à suivre pour maximiser l'efficacité du système de traitement UV.

Choix et installation du système de traitement

• Positionnement du système de traitement
Le dispositif doit impérativement assurer le traitement de l'eau de nettoyage de la machine à traire et de l'eau utilisée en fromagerie. De plus, en raison de l'absence d'effet rémanent du traitement UV, on le placera le plus près possible des points d'utilisation de l'eau. En cas d'éloignement important du bâtiment d'élevage et de la fromagerie, deux systèmes distincts devront être installés.

• Installation d'un système depré-traitement
L'installation de filtres à particules en amont de la lampe UV est obligatoire pour garantir l'efficacité du traitement. Pour une eau "standard" de qualité réseau, l'installation de 3 filtres successifs est recommandée, avec les diamètres de pores décroissants suivants : 25, 10 et 5 µm. L'installation d'un adoucisseur peut également s'avérer utile dans les régions calcaires.

• Choix de la lampe
Les caractéristiques de la lampe, et notamment sa puissance seront déterminées par le fournisseur principalement à partir du débit d'eau à traiter.
Pour les débits couramment rencontrés dans les ateliers fermiers (3 m3/h maximum), une puissance de 55W minimum est nécessaire.

• Désinfection des canalisations au moment de l'installation
Avant la mise en fonctionnement du dispositif de traitement, toutes les canalisations en aval de la lampe UV doivent être nettoyées et désinfectées.
La procédure de nettoyage/désinfection devra être raisonnée en fonction des caractéristiques

Entretien

Une fois le système de traitement installé, une surveillance régulière et un entretien adapté garantissent son efficacité dans la durée.

• Surveillance et remplacement des filtres à particules
L'état des filtres doit être surveillé régulièrement (une fois par mois) et la fréquence de remplacement adaptée en conséquence. En général, chaque filtre doit être remplacé 2 à 3 fois par an.

• Remplacement de la lampe
La plupart des lampes sont conçues pour une durée de vie de 8000 h. Elles doivent donc être remplacées au moins une fois par an.

• Surveillance et nettoyage de la gaine de quartz entourant la lampe La propreté de la gaine de quartz conditionne en grande partie l'efficacité du traitement. Elle est particulièrement sujette à l'encrassement et à l'entartrement et doit être surveillée régulièrement (une fois par mois la première année). Elle doit faire l'objet d'un nettoyage dès qu'un signe d'encrassement est détecté. Le choix de la procédure de nettoyage dépendra du type de salissure (ex : acide si présence de calcaire).

• Nettoyage et désinfection des canalisations en aval du système de traitement
Un nettoyage et une désinfection réguliers des canalisations permettent de limiter la re-contamination de l'eau dans les canalisations après traitement. Ils doivent être réalisés au moins une fois par an au moment du remplacement de la lampe, mais plus fréquemment si nécessaire.

Une application stricte de ces recommandations techniques est indispensable pour garantir l'efficacité du système de traitement.

Le traitement de l'eau par rayons UV permet de réduire significativement la contamination de l'eau, sauf en cas de défaut d'installation ou d'entretien

Emilien FATET
ACTALIA Carmejane

Maîtrise des cirons au cours de l'affinage des fromages

Les cirons, quelques fois amis du fromager, mais plus souvent fléaux ravageurs des pâtes pressées, les cirons sont des acariens que l'on retrouve à la surface de certains fromages. Dans le milieu fromager ils sont connus sous le nom d'artisons, artisous ou artisans. Lors de fortes infestations les fromages peuvent être complètements colonisés par les cirons qui se présentent alors sous la forme d'une poudre grise à la surface des fromages. Cette poussière est constituée de cirons aux différents stades de leur développement et également des produits de leur métabolisme.

Fromage à pâte pressée non cuite « cironné »

Souvent vu comme un défaut en fromagerie, certaines technologies recherchent la présence de cirons, et en inoculent volontiers. C'est le cas de la mimolette vieille, du Milbenkäse, de tommes de montagne, etc. Les cirons ont alors une action sur les qualités organoleptiques des fromages colonisés

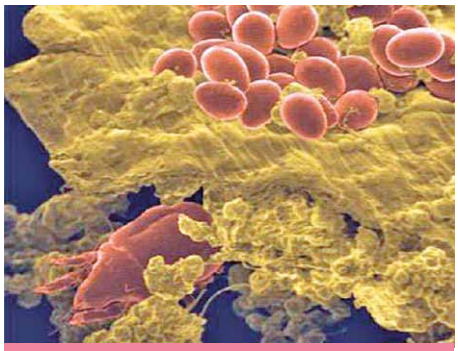
S'ils peuvent participer à l'affinage de certains fromages, les cirons n'ont pas qu'une action positive sur les produits. En effet, outre le caractère «repoussant» vis-à-vis du consommateur, le ciron, comme de nombreux acariens, peut occasionner des réactions allergiques se traduisant par des rougeurs et/ou des irritations des voies respiratoires. Ces phénomènes allergiques peuvent se manifester au niveau des consommateurs mais aussi au niveau des personnels travaillant dans les caves d'affinage.

Mais les cirons peuvent également avoir un impact économique sur la production. En effet, en se nourrissant de la croûte du fromage, ils peuvent occasionner des pertes de matière allant jusqu'à 20% sur des fromages fortement infestés.

Mais qui sont-ils ? En fromagerie, on rencontre principalement deux espèces de cirons : *Acarus siro* et *Tyrophagus putrescentiae*.

Acarus siro

Acarus siro est connu aussi sous les noms communs de ciron, aleurobiote ou tyroglyphe de la farine.



Adulte et œufs d'*Acarus siro*

Il est l'acarien le plus fréquemment rencontré. Il est suspecté d'introduction de spores fongiques et de microorganismes pathogènes au niveau des denrées alimentaires, notamment via leurs déjections qui, en se dégradant, se combinent aux particules de poussières pour former des composés allergéniques. Ainsi, il est aussi responsable d'un nombre important d'allergies de contact chez les transformateurs fromagers et les fermiers.

Tyrophagus putrescentiae

Tyrophagus putrescentiae **au stade adulte**

Tyrophagus putrescentiae peut infester une large gamme de produits alimentaires lorsque les conditions lui sont favorables, principalement les denrées riches en protéines et matière grasse (ce qui est le cas des fromages). En plus d'entraîner une dégradation de la qualité des produits, il produit également des allergènes responsables chez l'homme d'asthme bronchique, de rhinites chroniques, de conjonctivites, d'allergie gastro-intestinale et d'allergies cutanées (eczémas).

Conditions de survie

Acarus siro est retrouvé communément dans les nids d'oiseaux, notamment dans ceux présents au niveau des habitations et des constructions, faisant des oiseaux des auxiliaires de dispersion des acariens. Les moisissures des bleus et des pâtes molles produisent des phéromones qui attirent *Acarus siro*.

Les acariens supportent des températures très basses jusqu'à 5°C ; dans des conditions optimales (25°C, 90% d'humidité) leur développement prend 9 à 11 jours, ou jusqu'à 28 jours, à 10-15°C.

Lorsque les conditions sont défavorables à son développement le ciron, peut entrer dans un état de résistance où il peut rester des mois sans s'alimenter. Quand les conditions redeviennent favorables à leur croissance ils muent à nouveau et redeviennent actifs. Cette adaptation les rend difficiles à éradiquer.

Acarus siro est capable de se développer sur des fromages jeunes ou vieux. La protéolyse durant l'affinage fait des vieux fromages la meilleure source d'aliments pour les cirons.

Les conditions optimales de développement de *Tyrophagus putrescentiae* sont de 30°C et 90 % d'humidité. C'est un mycophage, il se nourrit de champignons et de moisissures tels que *Penicillium, Geotrichum, Mucor.*

Moyens de lutte

La maîtrise de de la contamination des fromages et des caves d'affinage par les cirons est un véritable défi pour les fromagers. Généralement, les conditions d'affinage avec des températures comprises entre 10 et 15 °C et des humidités relatives de près de 90 % conviennent parfaitement aux populations de cirons.

Mais il existe différents moyens de luttes pour endiguer la contamination, voire éliminer une partie des cirons :

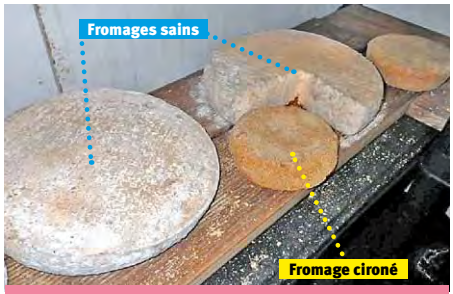
Modification de la température

En passant la température d'affinage de 14°C à 11°C (à 90% d'humidité), l'action des cirons peut être complètement ralentie sur les fromages déjà contaminés, ils n'évoluent plus. Les fromages « sains », quant à eux, ne présentent pas d'infestation poussée.
Cependant, une remontée en température de la cave peut déclencher une recrudescence du développement des cirons, entraînant une infestation des fromages qui ne l'étaient pas jusqu'alors.

Conclusion : Un affinage à froid (10°C) contient le développement des cirons, mais ne les détruit pas. Si cette ambiance n'est pas maîtrisée, l'infestation aura bien lieu.

Maîtrise de l'humidité

En raison de leur cuticule souple et de l'absence d'organes respiratoires spécialisés, les acariens sont sensibles aux variations d'humidité, la cuticule étant la principale surface respiratoire.



Après 2 mois d'exposition, pas de contamination des fromages «sains»

La diminution de l'humidité relative des caves d'affinage permet donc de réduire la densité des acariens. Des études ont montré qu'en dessous de 70% d'humidité, 100% de mortalité est observé sur les larves de l'acarien.

Des essais ont été menés en conditions expérimentales et avec une température maintenue à 14°C, mais une humidité abaissée à 75 %, une contamination forcée de cirons sur fromages sains n'a pas donné lieu au développement des acariens sur les fromages.

La diminution de l'humidité relative des caves d'affinage permet donc de réduire la densité des acariens. Des études ont montré qu'en dessous de 70% d'humidité, 100% de mortalité est observé sur les larves de l'acarien.
Des essais ont été menés en conditions expérimentales et avec une température maintenue à 14°C, mais une humidité abaissée à 75 %, une contamination forcée de cirons sur fromages sains n'a pas donné lieu au développement des acariens sur les fromages
Le plus simple serait de combiner les changements de température et d'humidité. En effet, les basses températures permettent de réduire la vitesse de développement des acariens et d'améliorer l'efficacité de la réduction d'humidité.
Attention cependant : si cela permet de bloquer l'infestation des cirons, cela bloque également l'affinage des fromages.

Soins des fromages

Pour juguler l'infestation des cirons, des soins particuliers peuvent aussi être prodigués sur les fromages contaminés. Dès l'apparition des cirons, les croûtes doivent être lavées à l'eau froide, salée (3%) et vinaigrée (1%). L'infestation sera ainsi fortement ralentie, et le changement de cave des fromages ainsi soignés permettra un arrêt de son évolution.
Après un changement de croûtage marquant, la croûte peut ainsi se redévelopper en surface au bout de quelques jours, et après une pulvérisation répétée de flores.

La mise sous vide des fromages contaminés permet également de stopper la prolifération des cirons. Malheureusement cela stoppe, dans le même temps, leur affinage.
D'un autre côté, le paraffinage et l'enrobage des fromages permettent de prévenir l'infestation des cirons.

Désinfestation de la cave d'affinage

Une simple fumigation détruit les formes mobiles, mais pour contrôler le développement de ces acariens une seconde fumigation est souvent nécessaire. Le délai entre deux fumigation, afin d'éviter que les œufs «survivants» n'atteignent le stade adulte, est de de 7 semaines à 10°C, de 3 semaines à 15°C et de 2 semaines 20°C.

Il n'est possible d'appliquer le traitement complet qu'une fois les fromages cironés évacués de la cave d'affinage.
En complément, les planches sont brossées à l'eau chaude et à l'alcalin, rincées, puis trempées dans une solution d'acide péracétique (désinfectant à action acaricide). Elles sont ensuite séchées au soleil.
Pendant ce temps, la cave peut être entièrement traitée à l'aide d'un fumigène soufré, en deux fois. Après avoir renouvelé l'air de la cave, par aération, les planches peuvent être réinstallées et les fromages non contaminés remis en affinage.

En conclusion

Il est possible de ralentir le développement des cirons, mais leur élimination d'un fromage déjà contaminé est très difficile. Il est donc impossible de retrouver des fromages à la forme recherchée, si les cirons ont déjà fait leur office. Par contre, il est possible de réduire leur action, et de les éliminer avec un traitement drastique.

Les outils les plus simples et efficaces pour limiter le développement des cirons restent la régulation de l'hygrométrie et de la température. Des humidités inférieures à 61 % limitent la survie des cirons sur les surfaces telles que le bois ou la cires appliquée sur certains fromages. Les meilleurs résultats pour maîtriser les infestations de cirons sur les fromages sont obtenus par affinage à basse température.

Ces outils complètent les opérations de nettoyage scrupuleuses des caves d'affinage sols, murs, plafonds, supports et planches d'affinage. Ce nettoyage doit être complété par un lavage, à une température supérieure à 70 °C. En cas d'infestation régulière, un renouvellement semestriel de ces opérations est préconisé.
L'usage de pesticides reste délicat en raison de l'impact de ces substances sur la santé humaine et reste donc un moyen à réserver à des installations vidées de denrées alimentaires.

Henri TONGLET
ACTALIA Carmejane

Levier	Paramètres	Résultats
Température	< 12°C	Blocage de la croissance Pas de retour à la normale Pas de contamination sur fromages sains
Hygrométrie	< 75%	
Soins	Lavage à l'eau froide (5-10°C) + 3% sel + 1% vinaigre 2 à 3 fois / semaine	Sur fromage jeune, à peine touché Elimination de la population, avant son pic Besoin de relancer l'affinage pour une croûte sèche
Ambiance cave	Nettoyage/désinfection complet des planches et de la cave + Fumigation des locaux	Destruction des cirons dans la cave

Comment nettoyer et désinfecter efficacement sa fromagerie ? Test de produits et méthodes dits alternatifs

Les produits détergents couramment employés en fromagerie sont souvent considérés comme agressifs pour les utilisateurs, notamment sur la peau, les bronches... voire aussi pour quelques matériels fragiles. Il existe des solutions alternatives au « tout chimique », qui permettraient de remplacer le traditionnel couple alcalin/acide, pour le nettoyage des matériels, voire de la fromagerie. Mais pour quelle efficacité ?

C'est dans ce contexte qu'une étude, menée en partenariat entre ACTALIA – centre de Carmejane et la Maison Régionale de l'Elevage, et avec le soutien financier de la Région Sud Provence Alpes Côte d'Azur, a cherché à tester l'efficacité de différents produits de nettoyage et de désinfection.

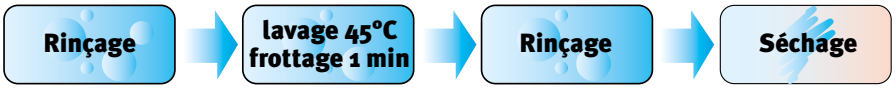
Plusieurs produits alternatifs ont été testés : savon noir, détergent « maison », vinaigre blanc, eau chaude… sur différentes surfaces : PVC, inox, verre, carrelage pour des souillures organiques et minérales. L'action désinfectante a également été évaluée.

La réglementation impose une obligation de résultats aux producteurs transformateurs, ce qui sous-entend de travailler dans un local propre avec du matériel lui aussi propre. Aucun produit/méthode de nettoyage n'est strictement imposé.

• Les souillures organiques

Les souillures organiques sont provoquées par le dépôt de matière grasse, matière protéique et de lactose. Pour les éliminer plusieurs types de détergents peuvent être utilisés : détergents alcalins, détergents neutres (savons). Dans cette étude les produits de référence sont un alcalin chloré [1%] et un liquide vaisselle concentré [1%], leurs efficacités a été comparées à de l'eau chaude, du savon noir [6mL/L] et un détergent maison [3%] (pour 1L : 0,8 L eau bouillante, 50 g de savon de Marseille, 15 g de cristaux de soude, 15 g de bicarbonate de soude, 35 mL de vinaigre blanc).

PROTOCOLE DE NETTOYAGE



EFFICACITÉ

	Alcalin chloré	Liquide vaisselle concentré	Eau chaude	Savon noir	Détergent maison
Efficacité	Bonne	Bonne	Médiocre	Passable	Passable
Prix (TTC)	1,23 €/L	2,75€/L		3,33€/L	0,52 €/L
Prix €/100 L de bain nettoyant A la concentration protocole	1,23	2,75		2	1,56
Points négatifs	- Port des EPI (équipements de protection individuelle) gants, lunettes		- Peu efficace contre la matière grasse	- Pas moussant - Dépôts sur la surface nettoyée	- Etape supplémentaire pour réaliser le mélange - Pas moussant - Quelques dépôts sur la surface nettoyée

L'utilisation d'eau chaude est donc inappropriée. L'utilisation de savon noir et de détergent maison reste possible, le principal défaut, outre l'efficacité passable, est la présence possible de dépôts (voiles) sur les surfaces. Le liquide vaisselle concentré présente de bons résultats et il est peu contraignant car il n'est pas nécessaire de porter des EPI (équipements de protection individuelle), son utilisation est donc la plus adaptée au nettoyage manuel des surfaces retrouvées en fromagerie : table inox, moules et caisses PVC, verre. De plus, il existe dans le commerce des liquides vaisselles certifiés (ecodétergent, ecolabel) permettant de réduire l'impact sur l'environnement.

• Les souillures minérales

Le tartre et la pierre de lait (mélange de matière grasse laitière, de protéines, de lactose et de tartre) sont eux responsables des souillures minérales. Seuls les produits acides vont permettre d'éliminer ce type de souillure. Le produit de référence est le baso septacide® qui contient un acide minéral : l'acide phosphorique [1%] il sert de référence et permet de tester l'efficacité : l'acide citrique en poudre [12,5 g/L], un vinaigre en gel [pur] et un vinaigre blanc [25%].

PROTOCOLE DE NETTOYAGE

Rinçage → lavage 45°C trempage 15 min +léger frottage → Rinçage → Séchage

EFFICACITÉ

	Baso septacide®	Acide citrique	Vinaigre en gel	Vinaigre blanc
Efficacité	Très bonne	Très bonne	Mauvaise	Bonne
Prix (TTC)	3,9 €/L	12,5 €/kg	4,7 €/L	0,33 €/L
Prix €/100 L de bain nettoyant A la concentration protocole	3,9	1,56	-	8,25
Points négatifs	- Port des EPI	- Port des EPI	- Odeur - Application difficile	- Odeur - Quantité de vinaigre nécessaire pour un bain

L'acide citrique est donc une bonne alternative au détergent détartrant acide Baso septacid®. En effet, il présente la même efficacité que ce dernier. Il est cependant nécessaire, comme pour le produit de référence, de porter des EPI.

Le vinaigre blanc est également efficace contre les souillures minérales, son utilisation à la dilution de 1/4 nécessite de grande quantité de vinaigre, dans le cas, par exemple d'un bain de trempage des claies, le coût d'utilisation sera plus élevé (8,25€1/bain) que l'acide citrique (1,56). De plus à la dilution 1/4, l'odeur du vinaigre est très présente. Des essais avec une concentration inférieure ont été faits, sans résultats probants. Le vinaigre ménager en gel n'a pas fait ces preuves, sur cette expérimentation. Son efficacité est nulle. Le produit s'avère difficile à manipuler et notamment à répartir et il présente une forte odeur, jugée agressive.

• La désinfection

La désinfection permet d'éliminer les microorganismes ou de les réduire à un niveau acceptable. La désinfection n'est pas obligatoire, mais elle peut être utile en cas de problème technologique ou sanitaire dû aux développements de microorganismes.

Il existe différents types de désinfectant, ils présentent un spectre d'efficacité variable selon le type de microorganismes (bactéries, levures, moisissures, virus, spore bactérienne). La solution de référence a une action démontrée sur tous les microorganismes spray bactopin extra [pur], l'efficacité désinfectant de l'eau bouillante et du vinaigre blanc [pur] a été recherchée sur les bactéries et les levures et moisissures.

PROTOCOLE DE NETTOYAGE

Rinçage → Lavage → Rinçage → Désinfection → Rinçage → Séchage →

EFFICACITÉ

	Solution désinfectante	Eau chaude	Vinaigre blanc
Efficacité	Très bonne	Mauvaise	Mauvaise
Prix (TTC)	9,28 €/L	-	0,33 €/L
Points négatifs	- Temps de contact long - Port des EPI	- Temps de contact long (eau refroidit, ex de 88°C à 48°C) - Pas d'adhérence du produit sur la surface - Port de gants, risque de brûlures -Temps et énergie nécessaire pour chauffer l'eau	- Temps de contact long - Odeur - Pas d'adhérence du produit sur la surface

Pour la désinfection des locaux et matériels de fromagerie, l'eau chaude et le vinaigre blanc ne sont pas efficaces à 100%, une simple baisse de la population est observée. Il est donc nécessaire d'utiliser des produits : solution désinfectante, eau de javel, acide péracétique… dont l'action désinfectante est reconnue et garantie par le fournisseur.

	Nos recommandations suite aux produits testés
Souillures organiques	Liquide vaisselle concentré, détergent alcalin
Souillures minérales	Acide citrique (organique), acide phosphorique (minéral)
Désinfection	Produit acheté dans le commerce dont l'efficacité est garantie

Cette étude fait également ressortir l'importance de l'état de la surface à nettoyer. Pour un nettoyage et une désinfection efficace il faut donc régulièrement entretenir et changer les matériels et les revêtements des locaux qui présentent des signes de fatigue. Il est également important de respecter les consignes du fournisseur : (TACT : Temps, Action, Concentration et Température) et le rinçage des produits d'entretien.

Un doute sur l'efficacité de votre protocole de nettoyage ? N'hésitez pas à contacter un technicien fromager du centre de Carmejane pour vous accompagner dans la vérification de vos protocoles de nettoyage et de désinfection.

Coline SABIK
ACTALIA Carmejane

PROVENCE ALPES CÔTE D'AZUR

MAISON RÉGIONALE DE L'ÉLEVAGE

ACTALIA
PRODUITS LAITIERS

Ce programme d'expérimentation fromagère est possible grâce au soutien de nos partenaires financiers

UNION EUROPÉENNE
Fonds Européen Agricole pour le Développement Rural
L'EUROPE INVESTIT DANS LES ZONES RURALES

RÉGION SUD
PROVENCE ALPES CÔTE D'AZUR

Avec le soutien de

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

FONDS NATIONAL D'AMENAGEMENT ET DE DEVELOPPEMENT DU TERRITOIRE
Massif des Alpes

Avec la contribution financière du compte d'affectation spéciale « Développement agricole et rural »

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE L'ALIMENTATION
Liberté
Égalité
Fraternité

FranceAgriMer