

FROMAGES FERMIERS LACTIQUES

## Croûtage « blanc-ivoire » souhaité (*Geotrichum*)

**Apport du programme LACTAFF, d'après outil ORQUAL  
(Outil d'amélioration technologique et sensorielle des produits laitiers fermiers)**



Source : M. Teinturier, FRESYCA

Cette fiche a pour objectif de faire le point sur la maîtrise du croûtage « blanc-ivoire » des fromages à pâte molle lactique. Elle complète une fiche rédigée lors d'un précédent programme : « Couleur croûte des fromages lactiques – Fromages ivoires » présente dans l'outil ORQUAL\* (Collectif, 2012).

\* L'outil ORQUAL s'adresse aux techniciens accompagnant les producteurs laitiers fermiers. Il a pour but de donner les éléments nécessaires pour améliorer, sur une exploitation, la qualité et la régularité technologique, sensorielle des principaux produits laitiers fermiers. Une partie de cet outil est consacrée aux fromages lactiques avec des fiches spécifiques sur le croûtage.

Les données présentées dans cette fiche sont issues du programme de recherche LACTAFF, où des enquêtes et suivi d'affinage ont été conduits dans 49 fermes dans les 6 grandes régions françaises produisant des fromages fermiers lactiques au lait de chèvre. Ces enquêtes étaient ciblées sur des fromages de type palet de taille intermédiaire (de 0,5 à 1,2 litres de lait par fromage). Des expérimentations au laboratoire et en ferme expérimentale ont permis de compléter les données issues des enquêtes.

La présente fiche contient des conseils généraux qui sont à adapter en fonction des objectifs de chaque producteur et en fonction de chaque situation. En complément de cette fiche, il est nécessaire de se référer aux fiches « Les micro-organismes intervenant dans l'affinage des fromages à pâte lactique », « L'affinage : généralités » et « Les équipements de climatisation des locaux d'affinage ».

 Le terme « blanc-ivoire » est employé dans cette fiche pour désigner des fromages dont la flore de surface recherchée est du *Geotrichum*. La caractéristique « blanc-ivoire » ne fait pas référence au *Penicillium camemberti* !

## Contexte, objectifs et organisation de la fiche

L'aspect de la croûte, en particulier sa couleur liée à l'implantation de flores de surface spécifiques, revêt un caractère très important pour le consommateur. Dans la famille des fromages lactiques à croûte fleurie, schématiquement, on recherche soit une couleur « bleue » due à l'implantation de certains *Penicillium* en surface, soit une couverture « blanche-ivoire » liée aux *Geotrichum* présents.

La présente fiche traite de la couverture « blanche-ivoire » souhaitée. Elle se focalise sur les leviers de maîtrise de ce type de croûtage uniquement au niveau des étapes d'affinage. Dans cette fiche, sont décrits les leviers possibles à la fois pour la gestion du croûtage « blanc-ivoire », mais également certains éléments pour la gestion de la texture des fromages souhaitée. Une distinction sera faite entre les textures « moelleuse » et « sèche ». Cette fiche est organisée par étape d'affinage. Elle fait un point sur le rôle de chaque étape, détaille par étape d'affinage les leviers d'action possibles pour obtenir des fromages « blancs-ivoires » moelleux ou secs et fait un point sur les moyens de maîtrise de ces leviers. Cette fiche s'appuie sur les observations et les données du programme LACTAFF qui ont été recueillies sur ces types de fromages. À noter que les fromages « blancs-ivoires » suivis étaient très diverses (photos 1 et 2).



**Photos 1 et 2** : Blancs moelleux (avec protéolyse sous croûte) à gauche et blanc sec (ferme) à droite  
Sources: J. Barral, CA 34 et A. Chabanon, FRESYCA

Les étapes qui précèdent l'affinage sont également importantes pour la maîtrise de l'ensemencement et de la multiplication du *Geotrichum*, mais aussi pour la maîtrise générale du produit souhaité. Pour plus de détails sur ces étapes dans l'objectif d'un croûtage « blanc-ivoire », se référer aux étapes amont décrites dans la fiche ORQUAL « Couleur croûte des fromages lactiques – Fromages ivoires » (Collectif, 2012).

## Préalable

Le *Geotrichum* est naturellement présent dans le lait cru. Le lactosérum ou des souches commerciales complètent également l'ensemencement du lait en *Geotrichum*. La première étape, avant de mettre en place des leviers d'action au niveau des étapes d'affinage, est d'assurer sa présence en fabrication. Il est possible d'agir au niveau de l'ensemencement du lait et/ou au niveau de l'ensemencement des surfaces des fromages au début de l'affinage, se référer à la fiche « Microbiologie ».

## Évaluer la contamination de l'ambiance

Si des problèmes de flore de surface sont observés (*Mucor*, bleu non voulu), il est possible de faire une évaluation de l'ambiance des salles de la fromagerie avec la méthode « Saint Moret® » (cf. fiche complémentaire du PEP Caprins Rhône-Alpes D110901 et photo 3). Demander plus d'information à votre technicien fromager sur ces méthodes.

À noter, *Geotrichum* est peu retrouvé dans l'ambiance de la fromagerie (enquêtes LACTAFF). Mais attention l'ambiance doit participer à l'« ensemencement » en *Geotrichum* à plus petite échelle bien sûr. De ce fait, une désinfection drastique des ambiances n'est pas à préconiser.

Le tableau 1 présente les conditions optimales et limites de développement du *Geotrichum*. Le *Penicillium* venant parfois concurrencer de façon non souhaitée le *Geotrichum*, ses conditions de développement sont rappelées aussi.



**Photo 3** : Evaluation de la mycologie de l'ambiance dans un hâloir par la méthode « Saint Moret® » : présence de *Geotrichum*, *Penicillium* et *Mucor* après incubation  
Source: G. Allut, CFB

**Tableau 1** : Conditions optimales de développement du *Penicillium* et du *Geotrichum* en milieu fromager

Paramètre	<i>Geotrichum candidum</i>	<i>Penicillium camemberti</i> (ce n'est pas celui qui est présent sur les fromages lactiques, mais c'est le plus proche parmi ceux qui ont été beaucoup étudiés au laboratoire)
Température	Optimum : 25-30°C Minimum 4 à 8°C selon souches et autres conditions du milieu	Optimum : 20-22°C Minimum : 6°C
pH	Tolérance jusqu'à 5,3 et forte inhibition à 4,6 Optimum : 5,5 à 7	Optimum : 5,1-7 Inhibé à 4,8
a <sub>w</sub>	Optimum : 0,95-1 Tolérance jusqu'à 0,90	Optimum 0,95-1 Tolérance jusqu'à 0,90
Oxygénation	Besoin d'oxygénation, aime peu le confinement	Besoin d'oxygénation, tolérance au confinement

Pour la maîtrise de la qualité de ses produits, il est indispensable, de façon générale, de faire des observations quotidiennes des fabrications. Il est important de garder une trace écrite des observations et mesures réalisées d'une fabrication de « référence » pour laquelle le producteur estime que la fabrication s'est bien déroulée et que le produit obtenu correspond à ses attentes. Si des modifications sont apportées à la fabrication, cela permettra d'avoir des éléments de comparaison et de mieux comprendre l'incidence de nouveaux paramètres. Garder une trace écrite permettra également de corriger plus facilement une dérive, de pouvoir anticiper une période critique et de mieux pouvoir dialoguer avec le technicien fromager ou un autre interlocuteur technique.



**Photos 4 à 7** : Fromage de type de Mothais sur feuille à différents stades d'implantation de la flore de surface  
Source : A. Chabanon et M. Teinturier, FRESYCA

## Salage

Sera abordé ici uniquement la technique de salage à sec en surface, technique la plus couramment utilisée en transformation lactique fermière.

### Rôle du salage

Le salage permet :

- de compléter et de relancer l'égouttage et de former la croûte,
- de gérer et d'orienter les flores de surface,
- de jouer sur le goût des fromages.



**Photo 8** : Salière en train de sécher après nettoyage  
Source S. Morge, PEP caprins  
Rhône-Alpes

## Leviers de maîtrise possibles au salage pour favoriser un croûtage « blanc-ivoire »

### Dose de sel

Le premier levier pour jouer sur l'implantation des flores de surface est la quantité de sel. La dose de sel est, en effet, un levier décisif pour sélectionner la flore de surface recherchée et sera le levier le plus « efficace ». Le sel va modifier l'activité de l'eau ( $a_w$ ), paramètre influençant la croissance microbienne. Lors du salage, l' $a_w$  de surface des fromages va diminuer, ce qui va limiter le développement des flores de surface de façon sélective. Le *Penicillium* tolérant des doses de sel supérieures au *Geotrichum*, des doses de sel « élevées » seront donc défavorables au *Geotrichum*, très sensible au sel. Dans le cas qui

nous intéresse, où il s'agit de favoriser le *Geotrichum* plutôt que le *Penicillium*, il faudra donc bien veiller à modérer la dose de sel.

Pour gérer la dose de sel, il faut tenir compte de l'extrait sec des fromages. Dans les enquêtes LACTAFF menées en fermes, les extraits secs totaux des fromages au démoulage étaient en moyenne de 31,3%. Pour cet extrait sec, les experts recommandent une dose de sel comprise entre 1 et 1,5 g de sel pour 100 g de fromage pour des fromages à couverture *Geotrichum*.

 Ces valeurs repères sont à ajuster pour chaque cas particulier et selon le format du fromage.

Lors des suivis en ferme du programme LACTAFF, force est de constater que peu de producteurs connaissent et gèrent leur dose de sel : peu d'entre eux pouvaient donner leur dose de sel et tous géraient de manière empirique le salage. Pour une bonne gestion de la dose de sel, il est recommandé de faire des pesées régulières du sel et des fromages pour connaître sa dose de sel (cf. encadré plus bas) et pouvoir l'adapter si besoin.

Des échantillons ont été prélevés pour faire des analyses du taux de sel au démoulage (après salage) lors des suivis LACTAFF. La dose de sel était en moyenne de 1,2 g de sel pour 100 g de fromage au démoulage, pour un extrait sec moyen de 31,3%, tous types de fromages confondus (analyses réalisées sur un broyage de 5 fromages entiers). Ces analyses ont montré des doses de sel peu différentes d'un type de fromage à l'autre, il semble donc que la dose de sel n'est pas le levier fréquemment employée pour l'orientation de la flore de surface, pour des raisons organoleptiques, dans un contexte de limitation des quantités de sel à la demande des consommateurs. La dose de sel moyenne constatée dans le programme LACTAFF est, en effet, à la limite basse des doses recommandées pour favoriser le développement du *Geotrichum* tout en conservant son rôle d'inhibition des flores d'altération.

## Moment du salage

De façon générale, un salage plus tardif permet de favoriser le *Geotrichum*. Le *Geotrichum* est, en effet, freiné par des salages précoces et/ou trop importants. Le salage peut donc à l'extrême être effectué au démoulage pour les deux faces, ou même au ressuyage : un léger développement de *Geotrichum* doit être alors visible.

 Attention à ne pas trop retarder le salage non plus : le sel doit pouvoir encore pénétrer à la surface du fromage (saler au maximum 24 h après démoulage). De plus, si le salage est retardé, il faut veiller à ajuster la dose de sel : l'extrait sec (ES) sera plus élevé, il faudra donc diminuer la dose de sel pour garder constante la quantité de sel sur la fraction humide du fromage.



**Photo 9** : Fromage au démoulage sans pousse du *Geotrichum*  
Source : A. Chabanon, FRESYCA

## Comment maîtriser cette étape ?

### Sel utilisé et technique de salage

Les bonnes pratiques pour l'étape de salage :

- utiliser du sel fin de fromagerie, sec et sain,
- stocker le sel dans un récipient fermé et dans un endroit propre et sec,
- réaliser le salage avec des mains et du matériel (salière, sucrière ou autres ustensiles) propres et secs,
- répartir de manière homogène le sel à la surface des fromages,
- saler les 2 faces de façon homogène,

- éviter de saler au moulage, du sel peut être perdu dans le lactosérum et s'accumuler sous le fromage dans le moule,
-  il faut attendre après salage avant de réaliser un retournement pour que le sel ait le temps de pénétrer,
- pour la maîtrise de la régularité du salage, l'idéal est que ce soit toujours la même personne qui réalise cette tâche.

 Il faut faire attention à ne pas créer d'amas de sel qui donneront des zones où le *Geotrichum* ne poussera pas (concentration en sel trop importante sur ces zones).

### Sel utilisé

Le sel à utiliser doit être du sel fin de fromagerie (avec une granulométrie régulière entre 400 et 630 µm), sec et sain. Les recommandations sont les suivantes :

- **Ne pas utiliser de sel de cuisine**, car celui-ci peut être iodé ou fluoré, ce qui peut perturber le développement des flores de surface ou donner des mauvais goûts (goût de médicament).
- **Ne pas utiliser de sel contenant comme additif de l'oxyde de magnésium (E 530)**, car il peut reminéraliser la croûte et conduire à un aspect cartonneux.
- Une attention particulière doit être portée pour certains **sels : la fleur de sel ou le sel de Guérande** vont donner une répartition irrégulière du sel à la surface des fromages (granulométrie des grains de sel hétérogène) et peuvent contenir des flores d'altération.
- Attention aux changements de type de sel : la granulométrie peut être différente et entraîner des différences de salage sur les fromages.

Si nécessaire, le sel peut-être décontaminé par passage au four (120°C, 30 min) ou au micro-ondes (1 à 2 min) (à éviter pour le sel cendré).

### Méthodes de contrôle du salage

Exemple de vérification de la dose de sel employée et confrontation de cette dose de sel aux recommandations des experts dans le cas de l'utilisation de ce levier pour favoriser un croûtage « blanc-ivoire » souhaité :

- Si vous avez utilisé 100 g de sel pour 50 fromages sur les 2 **faces**. Vous avez apporté 2 g de sel/fromage.
- Si vos fromages pèsent en moyenne 100 g au démoulage, la dose de sel est de 2 g de sel/100 g de fromage : cette dose est trop élevée.
- Si vos fromages pèsent en moyenne 150 g au démoulage, la dose de sel est de 1,3 g de sel/100 g de fromage : cette dose est correcte.

Il est également possible de réaliser des analyses en laboratoire pour vérifier la dose de sel sur fromage au démoulage (pas plus tard).

# Ressuyage

## Rôle du ressuyage

Le ressuyage doit surtout permettre de favoriser le développement des levures qui vont remonter le pH de surface et ainsi favoriser la bonne implantation des flores de surface. Il complète aussi l'égouttage des fromages. Cette étape est le plus couramment réalisée en salle de fabrication (dans certains cas dans une pièce dédiée). À noter, le *Geotrichum* ne se développe pas à des pH < 4,6 et a du mal à se développer en dessous d'un pH de 5,3. Ce sont donc les levures qui vont se multiplier en premier lieu au démoulage sur des fromages acides, et ainsi permettre la désacidification et le développement du *Geotrichum*. Dans le cas de fromages très acides (soit restés longtemps sous acide, soit avec des pH bas), il faudra particulièrement faire attention à favoriser la phase levurienne.



**Photo 10** : Fromages en fin de ressuyage  
Source : A. Chabanon, FRESYCA

## Leviers de maîtrise possibles au ressuyage pour favoriser un croûtage « blanc-ivoire »

### Initier la phase levurienne

Pour le développement des levures puis du *Geotrichum*, une ambiance chaude, humide et oxygénée doit être favorisée.

Dans le cas d'une couverture « blanche-ivoire » souhaitée, la durée du ressuyage conseillée est de 24 à 48 h, voire des durées plus longues (72 h) selon les cas. Une température élevée (20-22°C) sera particulièrement favorable à l'installation du *Geotrichum* à la surface des fromages. Il est important de viser au minimum une température de 20°C.

**!** La température doit être adaptée. Trop haute, il y aura un risque de jaunissement précoce des surfaces (séchage précoce des surfaces) ou de développement excessif de *Geotrichum*. Trop faible (ou des coups de froid sur les fromages), cela va bloquer la désacidification (développement des levures et du *Geotrichum* ralenti et remontée de pH insuffisante).

Il est recommandé de réaliser le ressuyage sur grille pour permettre la bonne oxygénation des surfaces de fromage, et de retourner les fromages toutes les 12 h ou à 24 h selon les cas.

Pour favoriser l'implantation du *Geotrichum* à la surface des fromages, il est possible de pulvériser une solution contenant du *Geotrichum* au début de cette étape d'affinage et même avant, au moulage et/ou au retournement (cf. fiche « Microbiologie »).

**!** Un excès de levure est à éviter : une sur-levuration peut inhiber le développement du *Geotrichum*. Les levures qui se développent en premier à la surface des fromages peuvent, si elles sont en grande quantité, empêcher l'implantation du *Geotrichum*. De même, un excès de *Debaryomyces Hansenii* (DH, levure) peut limiter le développement du *Geotrichum*. Attention dans le cas d'utilisation de ferments d'affinage du commerce, certains ferments sont constitués à la fois de *Geotrichum* et de levures. L'ajout de ce type de ferment peut entraîner un déséquilibre entre ces flores pouvant favoriser une sur-levuration.

## Gérer la perte de poids

Quand le ressuyage a lieu en salle de fabrication, les paramètres d'ambiance sont adaptés aux objectifs de fabrication pour le caillage et l'égouttage en moule notamment. De ce fait, la gestion des pertes de poids en jouant sur les paramètres d'ambiance (température, hygrométrie et vitesse d'air) sera moins facile (voir paragraphe suivant). Reste la possibilité d'adapter si besoin la durée du ressuyage si l'on dispose de suffisamment de place.

Dans les enquêtes LACTAFF réalisées en ferme, les pertes de poids du démoulage à la fin du ressuyage, pour les fermes pratiquant une étape de ressuyage, étaient pour la majorité des fermes de 6 à 17% pour les blancs secs<sup>1</sup> (moyenne 12%) et de 7 à 23% pour les blancs moelleux<sup>1</sup> (moyenne 13%). À cette étape, la perte de poids correspond souvent à un complément d'égouttage subit ou naturel. Aucune action n'est généralement mise en place pour jouer sur cette perte de poids, mais il est important de la connaître pour la maîtrise générale de l'affinage. Ces pertes de poids ne sont pas significativement différentes de celles observées dans la moyenne des 49 fermes enquêtées. Pour vérifier la bonne gestion de la perte de poids, il est conseillé de régulièrement mesurer la perte de poids des fromages au ressuyage (cf. fiche « Pesée des fromages lactiques lors de l'affinage », en annexe).

Dans les suivis LACTAFF, la composition physico-chimique des fromages en fin de ressuyage n'a pas été étudiée.

## Comment maîtriser cette étape ?

À la fin de l'étape de ressuyage et donc avant l'étape de séchage, la surface des fromages doit avoir changé d'état : le *Geotrichum* devra avoir commencé à se développer de façon visible sur les deux faces et les côtés des fromages. La surface doit être mate et non luisante. Ceci indique que la flore de surface a commencé à s'implanter ce qui permettra de limiter l'installation d'autres flores de surface non désirées. Il est donc nécessaire de régulièrement observer et toucher les fromages pour s'assurer du bon développement de cette étape.



**Photo 11** : Fromage en fin de ressuyage : développement du *Geotrichum* visible sur les faces et le côté du fromage  
Source : A. Chabanon, FRESYCA

## Séchage

Cette étape est réalisée généralement dans une pièce dédiée, mais il existe d'autres moyens pour sécher les fromages : ventilateurs en salle de fabrication ou au hâloir, déshumidificateurs, placer les fromages sous l'équipement de climatisation, placer les fromages dans une zone particulière d'un hâloir dynamique... Dans ces différents cas, les objectifs de l'étape de séchage restent les mêmes, même s'ils seront sans doute plus difficiles à atteindre et à obtenir de façon régulière. Ces adaptations ont un impact sur l'organisation et le temps de travail.

## Rôle du séchage

Le séchage va continuer « l'égouttage » en évacuant une partie de l'eau des fromages par évaporation. Il va donc avoir une incidence sur l'humidité des fromages et ainsi orienter le développement des flores et les mécanismes d'affinage à l'étape d'affinage proprement dite. La perte en eau va également avoir un rôle sur la texture des fromages : en fonction de la quantité d'eau évacuée, la texture sera ferme à moelleuse.

D'autre part, le séchage doit être favorable à la désacidification des fromages, particulièrement si l'étape de ressuyage est courte ou absente. Il faudra alors favoriser la phase levurienne durant laquelle le développement des levures permettra de remonter le pH de surface, favorisant ainsi le développement

<sup>1</sup> Ces chiffres correspondent à la perte de poids observée dans 80% des fermes (c'est-à-dire exclu les extrêmes)

du *Geotrichum* (des explications plus détaillées sont données dans la partie ressuyage). La phase levurienne peut être favorisée par exemple en appliquant une température de séchage plus haute.

 La conduite du séchage peut jouer sur la flore de surface : un séchage brutal sera défavorable au développement du *Geotrichum* du fait du « croûtage » du fromage. En effet, un séchage brutal conduira à un croûtage trop rapide, laissant peu d'humidité en surface pour la croissance du *Geotrichum* et un excès d'eau à l'intérieur des fromages qui entraînera une protéolyse importante et non maîtrisable.

## Leviers de maîtrise possibles au séchage pour favoriser un croûtage « blanc-ivoire »

La maîtrise du séchage passe par la maîtrise d'un objectif de perte de poids des fromages entre la fin du ressuyage et la fin du séchage et une maîtrise de la conduite du séchage favorable au développement du *Geotrichum*.

Dans les enquêtes LACTAFF, les pertes de poids observées pour les fromages « blancs-ivoires » sont les suivantes :

- blancs secs : perte de poids de 14 à 20%<sup>2</sup> (moyenne 17%),
- blancs moelleux : perte de poids de 7 à 24%<sup>2</sup> (moyenne 15%).

Les pertes de poids moyennes des blancs secs et des blancs moelleux sont significativement différentes de la moyenne des 49 fermes (plus faibles).

Les leviers pour agir sur la perte de poids (expérimentation LACTAFF) sont :

- la vitesse d'air (sur laquelle il n'est pas facile de jouer mais qui a un effet important),
- la durée du séchage,
- l'hygrométrie,
- la température.

Le levier le plus facile à mettre en œuvre pour une installation donnée est la durée. Dans le cas d'un croûtage « blanc-ivoire » souhaité, le séchage doit être court voire absent pour favoriser le développement du *Geotrichum*. Sa durée dépendra de la texture désirée :

- blancs secs : 24 à 48 h,
- blancs moelleux : absent ou court (jusqu'à 24 h).

D'autres leviers peuvent être employés : vitesse d'air, hygrométrie et température. Par exemple, une expérimentation conduite au laboratoire à l'INRA de Theix sur des fromages à couverture « blanc-ivoire » a montré qu'en 48 h de séchage :

- passer d'une vitesse de 0,15 m/s à une vitesse de 0,34 m/s augmente les pertes de poids de 9,2 points,
- passer d'une hygrométrie de 85 % à 75% augmente les pertes de poids de 7,2 points,
- passer d'une température de 12°C à 17°C augmente les pertes de poids de 5,4 points.

 Il est conseillé, avant de faire varier ces paramètres, d'avoir une bonne connaissance de la gestion de ces paramètres et de leurs incidences sur la conduite du séchage (cf. fiche « Les équipements de climatisation des locaux d'affinage »). Pour bien maîtriser le séchage, attention aux taux de chargement élevés ou trop faibles du séchoir. Une surcharge du séchoir rend le séchage difficile voire impossible. Il est important de bien dimensionner le séchoir pour qu'il permette d'évacuer l'eau souhaitée à tout moment.

La composition physico-chimique des fromages est différente selon les types de fromages dès la fin du séchage : l'extrait sec total atteint 35,9% en moyenne pour les blancs secs et 38,2% pour les blancs moelleux, ce qui est significativement plus bas que la moyenne des 49 fermes avec 42,4%. Le rapport sel sur eau des fromages blancs secs et moelleux est déjà plus faible que celui de la moyenne en fin de séchage (ou à démolage +4 j en l'absence de séchage). Les fromages blancs secs sont moins

---

<sup>2</sup> Ces chiffres correspondent à la perte de poids observée dans 80% des fermes (c'est-à-dire exclu les extrêmes)

lipolysés que la moyenne à la fin du séchage. Les fromages blancs moelleux sont plus protéolysés (rapport azote soluble sur azote total) et plus lipolysés que la moyenne à la fin du séchage.

Le séchage peut être réalisé entre 12 et 18°C avec une hygrométrie comprise entre 65 et 75% (source : outil ORQUAL).

## Comment maîtriser de cette étape ?

Pour la bonne maîtrise du séchage, il est conseillé :

- de régulièrement mesurer les pertes de poids au séchage en réalisant des pesées des fromages à la fin du ressuyage et à la fin du séchage (cf. fiche « Pesée des fromages lactiques lors de l'affinage » en annexe),
- de régulièrement observer, toucher et goûter les fromages,
- de maîtriser en premier lieu la durée du séchage, mais également la température, l'hygrométrie et la vitesse d'air pour évacuer en temps voulu la quantité d'eau souhaitée.

Dans le cas où l'ambiance du séchoir est hétérogène, réaliser des mouvements des piles pour améliorer l'homogénéité du séchage (circuit défini et fixe des piles de l'entrée à la sortie du séchoir). Pour favoriser un séchage homogène des fromages, des retournements réguliers doivent être réalisés.

À la fin du séchage, la flore de surface doit s'être développée si le *Geotrichum* ne s'est pas développé au ressuyage : le *Geotrichum* doit être visible (aspect mat) (photo 12).



**Photo 12** : Fromage en fin de séchage : développement visible et important du *Geotrichum* sur l'ensemble du fromage  
Source : A. Chabanon, FRESYCA

## Affinage

L'affinage *stricto sensu* dans le hâloir sera ici considéré.

### Rôle de l'affinage

L'affinage développe les caractéristiques organoleptiques des fromages. Des phénomènes complexes (glycolyse, lipolyse, protéolyse) conduisent à modifier l'aspect, la texture et le goût des fromages (cf. fiche « L'affinage : généralités »). Ces phénomènes vont dépendre de la composition physico-chimique ( $a_w$ , pH, etc.) et microbiologique des fromages, de l'ambiance (température, hygrométrie, composition chimique de l'air, taux de chargement...), ainsi que des soins apportés lors de cette étape.

Pour ce qui concerne le croûtage, cette étape doit permettre aux flores de surface de se développer de manière homogène à la surface des fromages en évitant la contamination par des flores de surface non recherchées.

La perte de poids des fromages lors de l'affinage est inévitable pour les fromages lactiques, et ce d'autant plus si des phases de séchage et/ou ressuyage n'ont pas eu lieu préalablement dans d'autres pièces. Les pertes de poids importantes sont cependant à éviter, particulièrement dans le cas où une texture moelleuse est recherchée.

## Leviers de maîtrise possibles à l'affinage pour favoriser un croûtage « blanc-ivoire »

### Gestion de la perte de poids

Les enquêtes LACTAFF montrent les pertes de poids suivantes des fromages pendant l'affinage (données sur des pesées entre la fin du séchage et 10 à 14 jours d'affinage) :

- Blancs secs : perte de poids de 24 à 41%<sup>3</sup> (moyenne 31%),
- Blancs moelleux : perte de poids de 9 à 28%<sup>3</sup> (moyenne 18%).

Les pertes de poids sont significativement différentes de celles observées dans la moyenne des 49 fermes enquêtées : plus élevées pour les blancs secs et plus faibles pour les blancs moelleux.

La perte de poids est différente selon la texture souhaitée. Le fait que les fromages blancs moelleux aient un croûtage plus développé contribue sans doute à limiter leur perte de poids en affinage. La perte de poids peut être gérée par l'hygrométrie, la température (voir résultats expérimentation LACTAFF action 2) et la vitesse d'air.

La composition physico-chimique des fromages est différente selon les types de fromages à la fin des 14 jours d'affinage étudiés dans les enquêtes LACTAFF :

	Extrait sec total (%)	Humidité du Fromage dégraissé (HFD) (%)	Rapport sel sur eau (%)	Protéolyse (rapport azote soluble sur azote total) (%)	Indice de lipolyse
Moyenne des 49 fermes	53,2	64,3	3,6	16,3	13
Blancs secs	50,9	66,9	3,1	16,9	11,6
Blancs moelleux	44,9	72,1	2,4	23,2	16,8

Les fromages blancs secs ont une composition proche des valeurs moyennes, alors que les fromages blancs moelleux sont plus humides, moins salés, plus lipolysés et protéolysés.



Les fromages moelleux sont fragiles, difficiles à manipuler lors des retournements, avec une couche protéolysée plus ou moins importante : ces types de fromages ne pourront pas se conserver longtemps.

### Gestion des paramètres d'ambiance et soins apportés

Les principaux leviers qui pourront être utilisés pour favoriser un croûtage « blanc-ivoire » sont :

- les paramètres d'ambiance (température, hygrométrie, vitesse d'air, durée, etc.),
- les soins apportés.

Les conditions d'ambiance défavorables au *Geotrichum* sont les suivantes :

- taux de chargement important,
- renouvellement d'air et retournements insuffisants (teneur en O<sub>2</sub> faible),
- température et hygrométrie faibles.

Il est donc recommandé d'avoir un chargement maximum du hâloir au 2/3 et d'ouvrir au moins une fois par jour la porte du hâloir pour éviter d'avoir une ambiance trop confinée. Le renouvellement d'air (ouverture de la porte) et le brassage de l'air de la pièce sont à augmenter avec le taux de chargement (se référer à la fiche « Les équipements de climatisation des locaux d'affinage »).

<sup>3</sup> Ces chiffres correspondent à la perte de poids observée dans 80% des fermes (c'est-à-dire exclu les extrêmes)

**!** Un brassage d'air trop important assèche les fromages et limite le développement du *Geotrichum*. De même, une fréquence de déclenchement trop importante de la climatisation (c'est le cas si la batterie froide est sur-dimensionnée) entraînera également un assèchement des fromages. Les retournements sont à réaliser régulièrement, particulièrement au début de l'affinage.

La température du hâloir est généralement comprise entre 8 et 16°C (source : outil ORQUAL).

Par exemple, une expérimentation conduite au laboratoire à l'INRA de Grignon sur des fromages à couverture (blanc-ivoire) a montré qu'en 12 jours d'affinage :

- passer d'une hygrométrie de 98% à 88% augmente les pertes de poids de 11 à 15 points selon la température,
- passer d'une température de 10°C à 14°C augmente les pertes de poids de 1 à 5 points selon l'hygrométrie.

Les fromages affinés à 98% d'hygrométrie avaient plus souvent une croûte plissée à 14°C qu'à 10°C. A 14°C, les fromages affinés à 98% d'hygrométrie étaient plus humides, plus crémeux, avec un arôme lacté plus fort et une croûte et sous-croûte plus épaisse. Cette tendance était moins marquée à 10°C.

Dans des expérimentations en fromageries expérimentales (ferme du Pradel et ENILBIO Poligny), augmenter l'hygrométrie de 88% à 96 ou 98% a permis de faire passer la perte de poids de fromages de type Picodon de 1 g/j à 0,5 g/j. Néanmoins un affinage très humide, surtout dans un hâloir statique, doit avoir été précédé d'un bon séchage sous peine de voir les fromages « fondre » au bout de quelques jours.



**Photos 13 et 14** : Fromage blanc sec 14 jours après le démoulage – Source : A. Chabanon, FRESYCA



**Photos 15 et 16** : Fromages blancs moelleux 14 jours après démoulage  
Source : A. Michel, Actalia Carmejane et J. Barral, Languedoc Roussillon Elevage

## Comment maîtriser cette étape ?

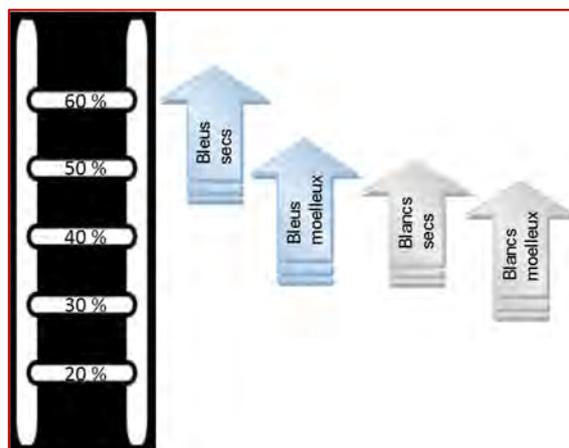
Pour bien maîtriser l'étape d'affinage, il est recommandé :

- de régulièrement observer, toucher et goûter les fromages,
- de bien gérer les paramètres d'ambiance : température, hygrométrie, vitesse d'air, renouvellement de l'air,

- d'adapter la durée en fonction du produit souhaité,
- d'effectuer des retournements réguliers (quotidiens au début de l'affinage),
- de ne pas surcharger le hâloir ou d'avoir un hâloir vide,
- de peser les fromages régulièrement pour vérifier la perte de poids des fromages entre la fin du séchage et une durée fixe d'affinage et mieux la maîtriser.

### PERTE DE POIDS GLOBALE SUR LES 14 JOURS APRES DEMOULAGE

La perte de poids totale des fromages au cours de l'affinage (entre le démoulage et 14 jours après démoulage) dans les enquêtes LACTAFF ressort comme un élément qui permet de discriminer certains types de fromages, c'est-à-dire les groupes de fromages de texture et croûtage différents entre eux (la perte de poids moyenne de quatre des cinq classes de fromage est significativement différente de la moyenne des pertes de poids des fromages des 49 fermes enquêtées). Les pertes de poids totales des fromages blancs secs et blancs moelleux s'établissent respectivement autour de 34-48% (moyenne 42%) et 28-46% (moyenne 38%) (figure 1).



**Figure 1 :** pertes de poids totales 14 jours après démoulage selon le type de fromage obtenu (enquêtes LACTAFF)

Au-delà de la perte de poids totale, les pertes de poids par étape sont aussi caractéristiques des types de fromages observés dans les enquêtes LACTAFF (figure 2).



**Cercle :** poids du fromage au démoulage

**Figure 2 :** pertes de poids moyennes aux différentes étapes de l'affinage 14 jours après démoulage selon le type de fromage obtenu (enquêtes LACTAFF)

# ANNEXES

## Poster « Croûtage des fromages lactiques »




# Croûtage des fromages lactiques

### BLANC-IVOIRE (*Geotrichum*)

*Geotrichum* +++

Lait  
Lactosérum, ferments  
Ambiance traite  
et fromagerie

X

*Penicillium*

Geotrichum pour  
bleu moelleux

Perte de poids entre le démoulage (D) et D+14 jours

**Blanc sec :**  
34-48%  
moyenne 42%

**Blanc moelleux :**  
28-46%  
moyenne 38%

**Bleu sec :**  
43-61%  
moyenne 52%

**Bleu moelleux :**  
34-56%  
moyenne 45%




**FABRICATION**

- Si *Geo* non présent : ensemencement (« vieux » lactosérum à 20°C, croûte, glaçon de croûte ou souche commerciale), à renouveler
- Egouttage à 20-22°C avec retournement (une vaporisation peut être faite sur les fromages à ce stade)
- Sel sec, sain et réparti de façon homogène : <1,5% sur un fromage avec 30% ES au démoulage ; **salage plutôt tardif** au démoulage ou pendant le ressuyage pour favoriser le *Geo*

**RESSUYAGE** en salle de fabrication

- Durée de 24 à 48h, voire plus long
- T° de 20°C dans les fromages, rechercher chaleur et humidité pour la phase levurienne
- Pertes de 10 à 13% du poids au démoulage (pesée des fromages)
- Avoir un bon développement de la flore de surface en fin de ressuyage (couverture mate).

**SECHAGE**

- Court ou absent

	Blanc moelleux	Blanc sec
Observé dans les enquêtes	Pertes de 10 à 20% du poids de fin de ressuyage (moyenne 15%)	Pertes de 15 à 20% du poids de fin de ressuyage en 48 h ou plus (moyenne 17%)

**AFFINAGE**

	Blanc moelleux	Blanc sec
Observé dans les enquêtes à D + 14 j	Pertes de 10 à 25% du poids de fin de séchage (moyenne 18%) Limiter la ventilation Hygrométrie > 95%	Pertes de 30 à 40% du poids de fin de séchage (moyenne 31%) Hygrométrie < 85-95%

- Eviter le confinement des fromages (ouvrir la porte)
- **Blanc moelleux** - Attention, fromages fragiles, temps de conservation faible ; ne pas mettre en péril les produits avec coulage sous croûte ou perte de fromage liquide. Problème d'amertume possible.
- **Blanc secs** - Attention, si non protéolyse : goût de savon

### BLEU (*Penicillium*)

*Geotrichum* pour  
bleu moelleux

Lait  
Lactosérum, ferments  
Ambiance traite  
et fromagerie

*Penicillium* +++

**FABRICATION**

- Egouttage 18-22°C avec retournement
- Salage possible dès le 1<sup>er</sup> retournement pour diminuer l'humidité en surface et favoriser le bleu / défavoriser le *Geo*
- Sel sec, sain et réparti de façon homogène : jusqu'à 2% pour un fromage avec 30% d'ES au démoulage

**RESSUYAGE** en salle de fabrication

- Durée de 0 à 12-24h maximum
- Perte de poids de 0 à 10% du poids au démoulage (pesée des fromages) - Moyenne 16% pour les bleus moelleux
- Peu de développement de la flore de surface en fin de ressuyage (absence de flore pour le bleu sec)

**SECHAGE**

- Long, en recherchant une bonne ventilation

	Bleu moelleux	Bleu sec
Observé dans les enquêtes	Pertes de 5 à 35% du poids de fin de ressuyage (moyenne 22%)	Pertes de 30 à 45% du poids de fin de ressuyage en 48 h ou plus (moyenne 37%)

**AFFINAGE**

	Bleu moelleux	Bleu sec
Observé dans les enquêtes à D + 14 j	Pertes de 10 à 40% du poids de fin de séchage (moyenne 24%) Hygrométrie > 95%	Pertes de 5 à 45% du poids de fin de séchage (moyenne 26%) Hygrométrie < 85-95%

- Eviter trop de *Penicillium* sinon aspect cartonneux-mousseux (compromis hygrométrie et pertes en eau)
- Les fromages peuvent être stoppés en chambre froide quand le fromage recherché est atteint
- Attention aux goûts de champignon trop prononcés.




**Auteurs :** Sylvie MORGE, PEP caprin Rhône-Alpes – Sabrina RAYNAUD, Institut de l'Élevage d'après CASDAR LACTAFF







Créer photos : S. Morge, A. Chabannon, G. Allier, A. Michot - Brie en page : Isabelle Guigou (Institut de l'Élevage)

# Poster « Pesée des fromages lactiques lors de l'affinage »



Une étude a mis en évidence un lien entre la perte de poids des fromages lors des étapes de ressuyage, séchage, affinage et le type de couverture de surface.



3 utilisations possibles des balances professionnelles

## Comment peser ?

	Avec un pèse-personne	Avec une balance ménagère	Avec une balance professionnelle
<b>Méthode</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se peser, puis se peser avec une grille dans les mains ; déduire son poids et celui de la grille du poids obtenu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Peser directement quelques fromages</li> <li>Déduire le poids des moules si utilisés pour peser</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Peser une ou plusieurs grilles ; déduire le poids de la ou des grilles du poids obtenu</li> </ul>
<b>Avantage</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rapide et peu coûteux</li> <li>Représentatif car pèse de nombreux fromages</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Peu coûteux</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Précis si bonne gamme de poids de la balance (choisir une portée adaptée)</li> <li>Représentatif car pèse de nombreux fromages</li> </ul>
<b>Inconvénient</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Peu précis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Poids total limité</li> <li>Pèse peu de fromages ; peu représentatif</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Balance plus chère</li> </ul>

## A quel moment peser ?

- Au moment du salage pour doser le sel.
- Au démoulage après salage.
- En fin de ressuyage juste avant passage au séchoir.
- En fin de séchage juste avant passage au hâloir.
- A un stade donné dans le hâloir (dans l'étude 14 jours après le démoulage).



Important aussi de peser le sel au moment du salage !

## Calculer le poids moyen d'un fromage

- Diviser le poids total en fromage obtenu par le nombre de fromages.

## Calculer un pourcentage moyen de perte de poids par étape

- % de perte de poids au ressuyage =  $\frac{\text{poids moyen d'un fromage fin ressuyage} - \text{poids moyen d'un fromage au démoulage}}{\text{poids moyen d'un fromage au démoulage}} \times 100$
- % de perte de poids au séchage =  $\frac{\text{poids moyen d'un fromage fin séchage} - \text{poids moyen d'un fromage fin ressuyage}}{\text{poids moyen d'un fromage fin ressuyage}} \times 100$
- % de perte de poids en affinage =  $\frac{\text{poids moyen d'un fromage stade affinage} - \text{poids moyen d'un fromage fin séchage}}{\text{poids moyen d'un fromage fin séchage}} \times 100$
- % de perte de poids totale =  $\frac{\text{poids moyen d'un fromage stade affinage} - \text{poids moyen d'un fromage au démoulage}}{\text{poids moyen d'un fromage au démoulage}} \times 100$

Auteurs : Sylvie MORGE, PEP caprin Rhône-Alpes – Sabrina RAYNAUD, Institut de l'Élevage – Guillemette ALLUT, Centre Fromager de Bourgogne d'après CASDAR LACTAFF



Mise en page : Isabelle Dougal (Institut de l'Élevage) - Christophe Pichon - Sylvie Morge

## Pour en savoir plus

- Collectif, 2012. Outil d'amélioration technologique et sensorielle des produits laitiers fermiers (ORQUAL). Coord. Cécile Laithier et Agathe Bonnes (Institut de l'Élevage) sous l'égide de la FNEC/FNPL, clé USB, édition Institut de l'Élevage.
- Collectif, 2007. Guide d'appui technique pour l'accident de fromagerie à la ferme « Défauts dus à l'oïdium ». FNEC, Institut de l'Élevage, CTFC, GDS 41, Fédération des Chevriers Bourguignons, Centre Fromager de Carmejeane, ENILIA de Surgères. In CD rom Guide d'appui technique sur les accidents de fromagerie à la ferme, 2ème version. Edition Technipel, Paris disponible à l'adresse suivante, visitée le 9 janvier 2012 : <http://www.accident-fromagerie.fr/spip.php?rubrique5>.
- Collectif, 2008. Guide des Bonnes Pratiques d'Hygiène pour les fabrications de produits laitiers et fromages fermiers. 3<sup>ème</sup> édition. Edité par l'Institut de l'Élevage, la FNEC, FNPL, Paris.
- Laithier C, Raynaud S, Bonnes A, Doutart E, Lopez C, Dumonthier P, Morge S, Barral J, Reynaud C, Lefrileux Y, Gaüzère Y, Rossignol L, Allut G, Pétrier M, Leroux V, Demarigny Y, Tormo H, Lefier D, Beuvier E, Callon C, Montel MC, Lesty M, Anglade P, Durand G, Ray JC, Chabanon A, Blanchard F, Lesty M, Le Ravallec P. 2011. Maîtrise de l'acidification en technologie lactique fermière. Guide d'appui technique, fiches techniques, synthèses des études et kit de formation producteurs. Clé USB Institut de l'Élevage. Edition Technipel, Paris.
- Lefrileux Y., Picque D., Mirade P.S., Gaüzere Y., Leclerq-Perlat M.N., Guillemin H., Saint-Eve A., Auberger J.M., Le Jan E., Dorléac A., Morge S., Pradal M.J., Oliveira E., Birkner J., Doutart E., Alaoui-Sosse L., Lopez C., Raynaud S., 2016. Expérimentations sur l'affinage de fromages lactiques fermiers au lait de chèvre. Action 2 du projet QUALITE DES FROMAGES FERMIERS LACTIQUES : LOCAUX ET MAITRISE DE L'AFFINAGE (LACTAFF). Rapport de fin d'étude collection résultats de l'Institut de l'Élevage. *En cours de publication*.
- PEP Caprins Rhône Alpes, 2011. Évaluer l'ambiance des locaux et définir l'origine des contaminations avec le test St Môret®, disponible à l'adresse suivante visitée le 9 janvier 2012 : [http://www.pep.chambagri.fr/mydms/pep\\_caprins/file\\_4e92ec6af0e91.pdf](http://www.pep.chambagri.fr/mydms/pep_caprins/file_4e92ec6af0e91.pdf).
- Raynaud S., Morge S., Pétrier M., Allut G., Barral J., Enjalbert V., Reynaud C., Michel A., Fatet E., Chabanon A., Teinturier M., Gaüzere Y., Picque D., Guillemin H., Doutart E., Alaoui-Sosse L., Mirade P.S., Jean P., Lopez C., Blanchin J.Y., Laithier C., Leroux V., Aumasson A., Montoya P., 2016. Caractérisation des conduites d'affinage à la ferme et étude des liens avec les paramètres d'ambiance des locaux et la qualité des fromages. Action 1 du projet QUALITE DES FROMAGES FERMIERS LACTIQUES : LOCAUX ET MAITRISE DE L'AFFINAGE (LACTAFF). Rapport de fin d'étude collection résultats de l'Institut de l'Élevage. *En cours de publication*.

**Collection** : L'Essentiel

**Equipe de rédaction** : Coralys ROBERT (Institut de l'Élevage), Yves GAÜZERE (ENILBIO Poligny), Patrick ANGLADE (CFF Patrick Anglade), Guillemette ALLUT (CRAB-Centre Fromager de Bourgogne), Julie BARRAL (Languedoc Roussillon Elevage puis CA 34), Claire BÄRTSCHI

**Rellecteurs** : Marie-Noëlle LECLERQ-PERLAT et Daniel PICQUE (INRA), Patrick JEAN (ENILIA ENSMIC), Antoine MICHEL, Catherine REYNAUD (ACTALIA Centre de Carmejeane), Agnès CHABANON, Mélissa TEINTURIER (FRESYCA), Nicolas ENJALBERT (Air Quality Process), Jean-Yves BLANCHIN, Jacques CAPDEVILLE, Cécile LAITHIER, Yves LEFRILEUX (Institut de l'Élevage), Alexane DORLÉAC (Station caprine expérimentale du Pradel EPLEFPA)

**Responsables professionnels du programme** : Frédéric BLANCHARD et Marc LESTY (FNEC), Eric CORNILLON (PEP Caprins Rhône-Alpes), Marc DONNEAUD (MRE PACA)

**Coordination et rédaction** : Marion PETRIER (CA 18 – CTFC), Sylvie MORGE (PEP Caprins Rhône-Alpes), Sabrina RAYNAUD (Institut de l'Élevage)

**Mise en page** : Isabelle GUIGUE (Institut de l'Élevage)

**Avril 2016 - Réf. Idele** : 00 16 403 009

**Dépôt légal** : 2<sup>ème</sup> trimestre 2016 © Tous droits réservés à l'Institut de l'Élevage

