

Coiffage du grain :

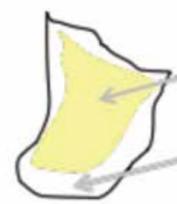
Le coiffage consiste à soumettre le grain à des perturbations physiques jusqu'à ce qu'une fine pellicule imperméable se forme à sa surface, limitant son égouttage et le rendant plus résistant à l'écrasement.



Grain pas coiffé



Grain coiffé



Le sérum intragranulaire ne peut pas sortir du grain

Assèchement de la partie périphérique du grain : pellicule légèrement plastifiée

Grain de caillé coiffé

Pour vérifier si un grain est suffisamment coiffé, il existe un test simple : faire sauter le grain dans sa main. S'il rebondit encore au troisième lancer, le grain est coiffé.

Le coiffage du grain se fait de plusieurs façons :

- Brasser le caillé de manière intensive (d'abord doucement et lentement pour l'égoutter, puis vivement pour le coiffer),
- Alterner les phases de brassage avec des temps de repos sous sérum (synérèse),
- Chauffer brusquement le caillé,
- Mettre les grains de caillé en contact avec l'air.

Drainage :

Le drainage est une phase importante pour le coiffage du grain, et donc les ouvertures dans la pâte. Cette étape intervient juste avant le moulage. Le principe est d'étaler les grains de caillé sur un tapis de drainage (store) et les laisser s'égoutter quelques instants à l'air libre. Ainsi, la surface des grains s'assèche et ceux-ci ne s'agglomèrent pas au moment du moulage.

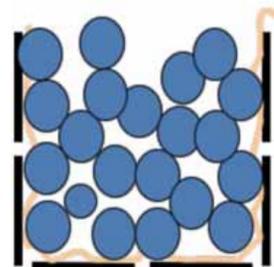


Il est également possible de pulvériser du *Penicillium roqueforti* pendant la phase de drainage. Le bleu sera ensemencé directement sur la surface des grains, et donc dans l'ouverture formée au moment du moulage.

Pour faire des fromages à pâte persillée veinés (plutôt qu'avec des trous), l'étape de drainage est suivie d'une phase d'égouttage en sac. Une fois le caillé suffisamment sec, on peut procéder au broyage, soit à la main, soit avec une broyeuse. Celui-ci se retrouvera alors sous la forme de paillettes que l'on pourra mouler.

Moulage :

Le moulage est progressif et surtout sans pression. De cette manière, les grains de caillé coiffés s'empileront les uns sur les autres, sans se tasser, laissant bon nombre d'ouvertures.



Retournements :

Les retournements (en moule) doivent être faits très régulièrement : au moins deux dans la première heure qui suit le moulage et les autres plus espacés.

Ils permettent un bon égouttage du fromage et si les fromages ne sont pas suffisamment retournés la face sur store va s'écraser et fermer toutes les ouvertures de la pâte.

Soins des fromages en cave :

- Piquage : il intervient à plusieurs reprises au cours de l'affinage. L'objectif est de percer les fromages de part en part, afin de crever les poches de CO2 accumulé dans les cavités de la pâte (néfaste au développement du bleu), et le remplacer par de l'oxygène, indispensable au développement du *Penicillium roqueforti*.

- Plombage : le principe du plombage est de recouvrir le fromage d'une feuille d'aluminium (d'étain à l'origine) avant de le bloquer au froid. Cette étape permet de mettre le fromage en conditions anaérobies et priver le *Penicillium roqueforti* d'oxygène, pour bloquer/limiter son développement. Sans ça, il arrive fréquemment d'avoir du bleu qui se surdéveloppe à la surface des fromages.



Différentes implantations du bleu



Contenu technique



MAISON RÉGIONALE DE L'ÉLEVAGE
570 A^{vo} de la libération
04100 MANOSQUE
Tél 04 92 72 56 81
Fax 04 92 72 73 13
mre@mre-paca.fr

Avec le soutien financier



Filières fromagères fermières

Fiche technique

Les fromages à pâte persillée

Bovin lait
Caprin lait
Ovin lait



La dénomination « Bleu » est utilisée pour un fromage affiné, à pâte légèrement salée, broyée ou non, et présentant des veines et/ou des cavités internes bleues-vertes en raison du développement de moisissures.

Les fromages à pâte persillée regroupent un grand nombre de fromages différents, dont beaucoup sont sous AOP : Bleu d'Auvergne, Roquefort, Fourme d'Ambert, Bleu de Gex...

La fabrication reprend le principe d'une technologie pâte molle mais avec des adaptations spécifiques pour permettre l'implantation du *Penicillium roqueforti* :

- Coiffage du grain,
- Ouverture de pâte (CO₂),
- Piquage,
- Plombage.

On distingue 3 grandes classes de bleus :

- les bleus forts : pâtes persillées à tendance lactique (Bleu d'Auvergne, Roquefort...).
Texture cassante/friable, bleu très présent et puissant.
- les bleus doux : pâtes persillées à tendance présure (Bleu de Gex, de Bresse, Gorgonzola...).
Texture souple, peu de bleu, arômes plus doux.
- les bleus intermédiaires : pâtes persillées mixtes (fourmes...)

La fabrication comporte 5 étapes-clés et la distinction se fera selon les paramètres mis en jeu.

► Carte d'identité du *Penicillium roqueforti*

A l'origine, le *Penicillium roqueforti* est une moisissure qui était cultivée sur du pain (préparé avec un mélange en parties égales de farines de seigle et d'orge pétries avec un levain légèrement acidulé) puisensemencée dans le caillé.

Comme toute moisissure, son développement dépend des conditions de son environnement :

- Température : le *P. roqueforti* a une croissance optimale vers 20/25°C. Il pousse encore bien à 5° C mais est incapable de se développer au-dessus de 35° C.
- Humidité : le *P. roqueforti* a besoin d'une ambiance humide.
- Oxygène : *P. roqueforti* a besoin d'oxygène pour son développement et il ne supporte pas une trop forte concentration en CO₂. Cependant, il tolère assez bien une atmosphère appauvrie en oxygène.
- pH : les souches de *P. roqueforti* tolèrent mieux les variations de pH que d'autres moisissures telles que *P. camemberti*. La plupart se développent dans une gamme de pH comprise entre 3 et 10,5, la production de mycélium étant bonne de 4,5 à 7,5.
- Tolérance au sel : le *P. roqueforti* est l'un des champignons qui tolère le mieux de fortes concentrations en sel. Sa croissance est meilleure en présence de 5 à 8,5 % de sel qu'en l'absence de chlorure de sodium.
- Croissance : sa croissance dans le fromage devient évidente environ 8 jours après l'ensemencement.
- Rôle dans les fromages :

Outre la coloration gris-bleu-vert qu'il apporte dans les ouvertures de la pâte, le *Penicillium roqueforti* est le principal responsable de l'évolution des fromages (en termes de goût et de texture) dans lesquels il intervient par ses enzymes protéolytiques et surtout lipolytiques.

Ce sont les divers produits de la protéolyse et de la lipolyse qui sont responsables de l'arôme très particulier de ces fromages. Mais cette production d'enzymes par le *P. roqueforti* varie en fonction de la souche sélectionnée. Chaque souche de *Penicillium roqueforti* possède des caractéristiques différentes (couleur, vitesse de développement, indice de lipolyse, indice de protéolyse) qu'il convient de connaître pour orienter le bleu que l'on souhaite fabriquer.



► Schéma de fabrication

Maturation

- Ensemencement en ferments lactiques (mésophiles et/ou thermophiles)
 - Ensemencement en *Penicillium roqueforti*
 - Température : 30/35°C
 - Durée : 1 à 2h

Emprésurage

- Température : 32/35°C
- Dose de présure : 25 à 30 mL/100L (présure à 520 mg de chymosine/L)
 - Temps de prise objectif : 12 minutes
 - Temps de durcissement : 2 à 4 fois le temps de prise
- Objectif : gel ferme en bleu doux, gel très ferme en bleu fort

Décaillage

Taille du grain : noisette à grosse noix

Travail en cuve

- Brassages (alternés) : 25 minutes à 1h30
 - Repos sous sérum
- Réchauffage (facultatif) : 30/35°C
 - Soutirage du sérum

Drainage / Moulage

Egouttage en moules

Format des moules : petits pour les bleus doux / gros pour les bleus forts
Durée : 12 à 48 h
Retournements : 5 à 6

Démoulage / Salage

Sel fin pour les petits formats
Gros sel, et en plusieurs fois, pour les gros formats

Ressuyage

Durée : 1 à 4 jours

Affinage

Durée : selon format
Température : 8/14°C
HR : 85/90 %

Soins

- Retournements : tous les 2 jours pendant 2 semaines, puis régulièrement
 - Piquage : à 3, 6 et 9 jours (bleus forts à partir du 6^{ème} jour)
 - Plombage : après 2 semaines à 3 mois d'affinage

► Développement des moisissures internes

Il existe plusieurs façons d'obtenir des ouvertures dans la pâte, dans lesquelles le bleu pourra se développer : ouvertures mécaniques ou biologiques.

Ouvertures mécaniques : pour former des cavités dans le fromage, il suffit d'empêcher l'agglomération des grains de caillés. Pour se faire il est donc nécessaire de « coiffer » les grains de caillé, afin de favoriser des ouvertures dès le moulage.

Ouvertures biologiques : elles sont un complément aux ouvertures mécaniques. Si les grains de caillés ne sont pas suffisamment coiffés, ils risquent de s'écraser rapidement, fermant les ouvertures. Pendant la phase d'acidification en moule (et après), il faut donc faire en sorte que des microorganismes créent des cavités pour ouvrir un peu plus la pâte.

- Hétérofermentaires : en consommant le lactose du lait, les bactéries hétérofermentaires produiront du gaz qui formera des poches où se développera le bleu, dans la pâte.

- Levure boulangère (type *Saccharomyces*) : sur le même principe, il est possible d'utiliser de la levure boulangère qui, en fermentant, libérera du gaz (dioxyde de carbone) et créera les cavités.

► Particularités de la technologie pâtes persillées

Décaillage :

Le décaillage doit être adapté au type de bleu que l'on souhaite fabriquer. La taille des grains va définir la quantité de sérum qui restera piégée dans le fromage et donc la quantité d'acide lactique disponible pour le *Penicillium roqueforti*.

Donc, plus on fera un décaillage grossier, plus les grains contiendront du sérum, plus le caillé sera acidifié et déminéralisé (pâte plus cassante), plus le bleu pourra se développer et produira des arômes puissants → Bleus forts
Plus le décaillage sera « fin » (noisette), moins on stockera de sérum, moins la pâte sera acide, ce qui donnera une texture plus ferme et souple, avec un développement de bleu moins important → Bleus doux.

Cuve de fabrication :

Pour s'assurer d'une bonne répartition du bleu dans la pâte, il est impératif de procéder à un décaillage le plus homogène possible. Pour cela, les cuves de fabrication utilisées pour les technologies « habituelles » ne sont pas toujours bien adaptées.

Les cuves répondant le mieux aux exigences de la technologie des pâtes persillées sont les cuves demi-cylindriques. Pourquoi ? Avec un tranche-caillé adapté à la cuve, on peut obtenir des tailles de grains très homogènes, sans être embarrassé par des recoins inaccessibles. De plus, les brassages seront facilités.



Travail en cuve :

Pendant tout le travail en cuve, il est important d'alterner brassages et repos sous sérum. Cette alternance va, dans un premier temps, favoriser l'égouttage des grains et dans un second temps, participer à leur coiffage.

Ainsi, après le décaillage, vu la fragilité des cubes de caillé les premiers brassages doivent être très doux et peuvent être longs (10 à 20 minutes). Au fur et à mesure des brassages, les grains vont expulser du sérum et s'affermiront progressivement. Une fois suffisamment égouttés, il faut les coiffer. Pour cela, un brassage beaucoup plus vif et intense sera nécessaire (et peut aller de 20 minutes à 1 heure).

Les repos sous sérum participent également à l'égouttage des grains, par la synérèse (contraction du grain sur lui-même).