

LA MAÎTRISE DU RENDEMENT FROMAGER

Fromages fermiers lactiques au lait de chèvre



En tant que producteurs fermiers, gardez un œil vigilant sur vos rendements fromagers peut vous faire gagner de l'argent !

Le rendement brut au démoulage se définit comme la quantité de fromages obtenue au démoulage (en kg) avec 100 kilos de lait.

Ce rendement brut permet de comparer ses fabrications, d'une saison à l'autre, d'une cuve à l'autre ou entre des technologies proches.

La maîtrise de la qualité du lait (notamment la quantité de matières protéïques avec le taux protéique (TP) et de matières grasses avec le taux butyreux (TB)) est le premier levier pour augmenter le rendement fromager.

Cette fiche technique est le résultat d'un programme expérimental financé par la Région Auvergne-Rhône-Alpes dans le cadre du Plan Filière caprin ovin lait.

CONTACTS :

• **Sylvie MORGE**
Chambre d'agriculture de l'Ardèche
Conseillère spécialisée en technologie produits laitiers fermiers
06 75 54 89 07
sylvie.morge@ardeche.chambagri.fr

• **Simon FRESSINAUD**
Responsable de la fromagerie du Pradel
04 75 36 74 37
fermepradel@gmail.com

Ferme Expérimentale Caprine
950 chemin du Pradel
07170 MIRABEL



INTÉRÊTS

- Optimiser son revenu en faisant plus de fromage avec la même quantité de lait
- Savoir combien de moules mettre sur la table avant de mouler et respecter le format et le poids souhaité pour les fromages vendus à la pièce

LIMITES

Le suivi du rendement vous demandera un peu de temps pour peser le lait et les fromages et faire quelques calculs. Ce suivi nécessite du matériel : balance, calculatrice...
L'amélioration du rendement passera dans la plupart des cas par l'amélioration du taux protéique et du taux butyreux dans le lait, et cela peut prendre du temps : amélioration génétique, sanitaire, de la ration...

EXEMPLE DE LA FERME DU PRADEL



Pour environ 1000 fromages* fabriqués par jour

Si, au démoulage, les fromages pèsent 137 g au lieu du poids objectif de 135 g* :

- En respectant l'objectif au moulage, on aurait pu faire 15 fromages de plus
- à 2 €* par fromage, cela fait 30 €/jour
- sur une lactation de 250 jours, on aurait pu gagner 7 500 € de plus.
Entre 135 et 137 g, c'est pourtant seulement 2 g de différence !

(*données fictives)



QUEL OBJECTIF DE RENDEMENT POUR DES FROMAGES LACTIQUES DE TYPE PALET DE CHÈVRE ?

L'important est surtout d'établir des repères propres à votre ferme. Pour des fromages de type palet, **il faut viser un rendement de 20 à 25 kg** de fromage pour 100 litres de lait. Des suivis en ferme en région Auvergne-Rhône-Alpes ont mesuré des rendements de 17 à 30 kg de fromage pour 100 litres de lait selon les taux, la période, les paramètres de fabrication... mais la majorité des fermes avaient un rendement compris entre 20 et 25 kg de fromage pour 100 L de lait (figure 1). Il est important de noter que les fromages moulés en multi-moule s'égouttent plus vite et ont donc un rendement plus faible au démoulage.



Le rendement, ce n'est pas que de la matière sèche ! Logiquement, un caillé qui retient de l'eau aura un meilleur rendement au démoulage. En technologie lactique, on raisonne différemment pour les fromages vendus frais - qui peuvent garder de l'eau car ils ne sont pas conservés longtemps - et les fromages affinés, pour lesquels un excès d'eau va accélérer ou perturber l'affinage, l'humidité favorisant le développement de certains micro-organismes d'affinage ou indésirables (par exemple le Mucor (poil de chat)).

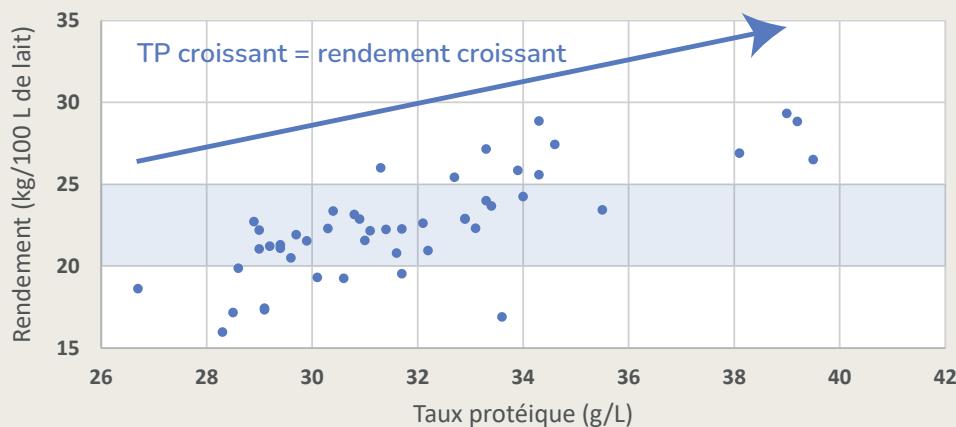


Figure 1 : Rendement brut au démoulage (kg de fromage pour 100 L de lait) en fonction du Taux Protéique dans 37 fermes caprines fabriquant des fromages lactiques de type palet (50 données)

COMMENT AMÉLIORER LE RENDEMENT ?

Maîtrise des taux

Pas de secret, quelle que soit la technologie fromagère, le premier facteur d'amélioration du rendement reste **le taux protéique du lait**, et notamment la quantité de caséines. Le taux butyreux du lait va aussi jouer un rôle. Or, quand on transforme du lait cru de la ferme non standardisé, il faut « faire avec » le lait qui entre en fromagerie. Les possibilités d'action sont donc en amont, en jouant sur la génétique et l'alimentation pour améliorer la composition du lait. Malgré tout, on ne pourra pas s'affranchir des variations de taux en fonction du stade de lactation. En particulier, si le troupeau de chèvres est saisonné, les taux varient au cours de l'année, et les rendements avec (voir données Pradel en figure 2).

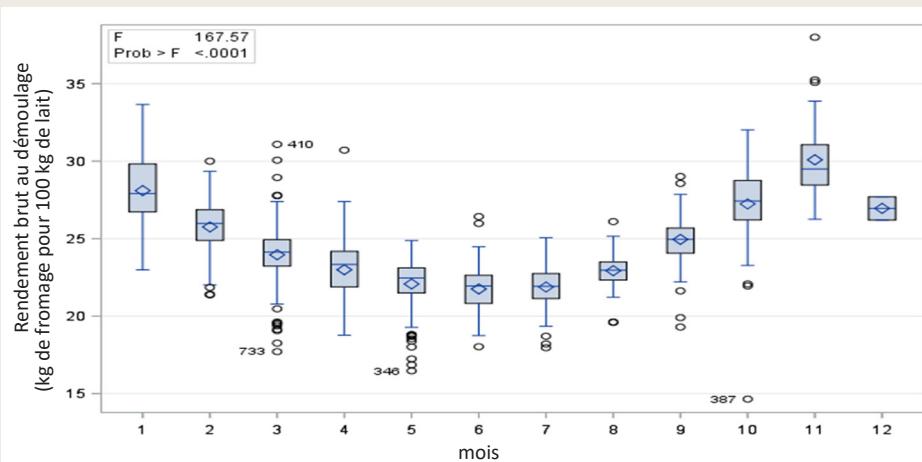


Figure 2 : Évolution et variabilité du rendement brut au démoulage de fromages Picodon AOP selon le mois – synthèse sur 13 années d'expérimentation à la station caprine expérimentale du Pradel (Pour chaque mois : losange=moyenne, trait horizontal = médiane, 50 % des données sont contenues dans le rectangle gris)

Connaître les taux protéiques et butyreux de son troupeau est la première étape-clé dans la maîtrise du rendement fromager !

Les taux, notamment le TP, dépendent beaucoup de la génétique du troupeau et de la sélection, mais ils peuvent aussi être influencés par la conduite. Pour favoriser ou agir sur les taux, et notamment le taux butyreux du lait, il est indispensable d'avoir une ration équilibrée en énergie et en protéines. En ayant plusieurs lots avec plusieurs périodes de mise-bas, on peut arriver à lisser la variation des taux du lait transformé au cours de l'année.

! L'alimentation des animaux, dont la part de fourrage, sa fibrosité, le mode de distribution et la gestion des refus jouent surtout pour le TB. Pour augmenter le TB dans une ration déjà maîtrisée, l'ajout de matières grasses peut être envisagé, en dose limitée et seulement à certaines périodes de l'année.
Si on n'est pas spécialiste, il faut se faire conseiller dans ce domaine !

Attention si $\text{TP} < 28$ ou $\text{TB} < 33$: on risque d'avoir un réseau protéique fragile et donc des problèmes de caillage. Il faut également considérer le rapport TB/TP , avec un objectif entre 1,15 et 1,2, qui est important pour la fromagerie (figure 3).

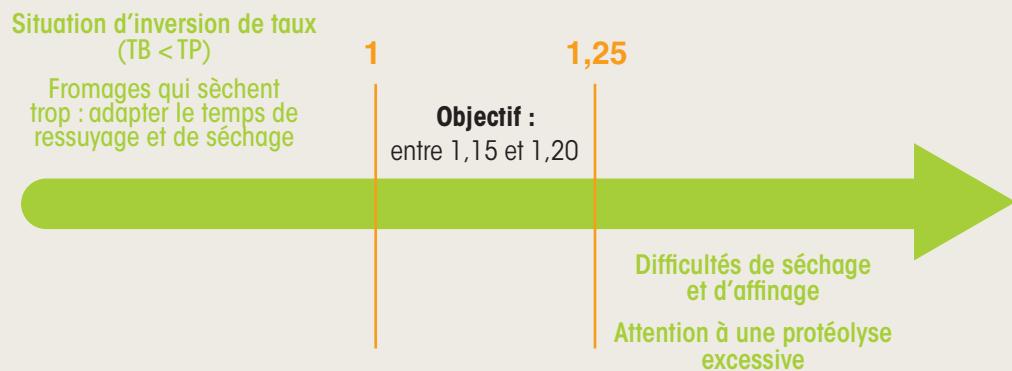
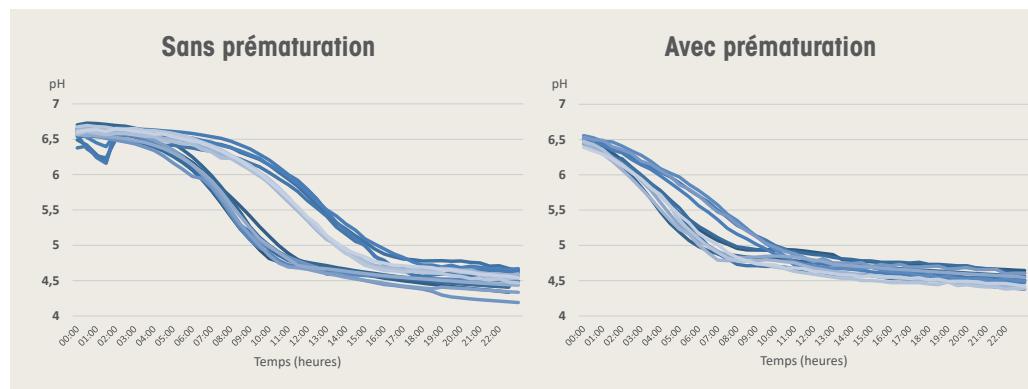


Figure 3 : Objectif de rapport TB/TP dans le lait pour fabriquer des fromages lactiques et conséquences d'une non maîtrise

En fromagerie : présure, courbe d'acidification, moulage

Côté transformation, à composition du lait équivalente, le schéma technologique mis en œuvre en fromagerie va aussi influer sur le rendement, le premier des facteurs étant **la maîtrise de la courbe d'acidification**.

En cas de prématuration, il est important de respecter l'objectif de gain de 5° Dornic pour bénéficier de son effet sur l'acidification, sans risquer d'accident de fabrication (levures, poil de chat....) (figure 4). Si besoin il faut diminuer **la température d'emprésurage** (déjà plus basse en général après une prématuration – par exemple 18°C si on ensemence avec du lactosérum et 22°C si l'on utilise des fermentations du commerce) et surtout utiliser un acidimètre pour vérifier la maîtrise de la prématuration.



Figures 4 et 5 : Courbes d'acidification (pH), enregistrées à partir de l'emprésurage, avec et sans prématuration pour la fabrication de fromages lactiques Picodon AOP à la ferme du Pradel lors de l'expérimentation sur le rendement (d'autres paramètres varient en plus de la prématuration et expliquent les différences de courbes)

La dose de présure est à vérifier

(repère : 5 à 12 ml/100 L de présure à 520 mg de concentration en chymosine)

Si la dose est faible, le temps de prise sera long et on aura un phénomène de crémage (remontée de gras en surface), donc une perte non négligeable de MG dans le futur fromage, d'où un rendement moindre. Cette perte entraînera aussi moins d'eau retenue dans le fromage donc il sera sensiblement plus sec voire séchant plus rapidement. En lien avec cette perte de matière grasse, le fromage retiendra moins d'eau et sera donc sensiblement plus sec ou sèchera plus rapidement. De plus, quand le caillé est moins bien structuré, il est plus fragile, il a moins de tenue, et il y aura plus de pertes (protéiques et grasses) dans le lactosérum de démoulage, entraînant là encore des baisses de rendement.

Le moulage

Que ce soit au niveau du lait ou du caillé, il est important d'être précautionneux. En ce qui concerne le moulage, il est recommandé d'utiliser un outil tranchant, pelle pleine ou louche et de mouler en escargot et avec une repasse afin de répartir les fines. Il est possible d'aller vite avec délicatesse... S'assurer en fin de moulage de la couleur (plutôt translucide) du lactosérum et de l'absence de fines en fond du bac et sur la table pour juger de la qualité du moulage.



Non souhaité : des fines sur la table de moulage, ou un lactosérum jaune et opaque, c'est de la matière perdue et du rendement en moins !

GUIDE POUR LA MESURE DU RENDEMENT FROMAGER AU DÉMOULAGE

Quand mesurer le rendement fromager ?

Il est important de se faire des repères à différentes périodes de l'année (en début et fin de lactation et au pic de production, à différentes saisons, quand les animaux sont à l'herbe...), à des moments où tout va bien en fromagerie. Eviter au départ les périodes où on fait de la monotraite (sauf si c'est la pratique habituelle) et où on utilise du caillé reporté au froid, ainsi que les débuts et les fins de lactations où les taux sont extrêmes.

Quelles mesures faire pour calculer le rendement fromager ?

Les mesures doivent être basées sur une quantité de lait (une ou plusieurs bassines par exemple), avec laquelle on fabrique des fromages du même format.

- On mesure d'abord le volume de lait** mis en transformation ou on le pèse.
- Si possible, on fait faire une analyse de TP, de TB et d'urée sur un échantillon de lait prélevé après agitation prolongée (ou si l'on est au contrôle laitier, faire la mesure de rendement dans la semaine qui suit le contrôle).
- Ensuite, on pèse tous les fromages au démoulage** issus du contenant suivi (cuve, bassine...), par exemple en pesant les grilles mais sans oublier de faire la tare pour déduire le poids de la grille.

MAINTENANT À VOUS DE JOUER !

Comment calculer le rendement fromager ?

À partir des mesures faites en fromagerie, un outil en ligne vous permet de calculer des indicateurs de rendement fromager (voir encadré). Différents indicateurs peuvent être calculés :



Astuce

Pour passer du nombre de litres de lait au nombre de kg, il faut multiplier le nombre de litres par 1,03 pour le lait de chèvre.

Rendement brut au démoulage :

Nombre de kg de fromage pour 100 kg de lait mis en œuvre

(ex : j'ai 25 kg de fromage pour 100 kg lait)
[ou ramené à l'extrait sec : kg de matière sèche de fromage pour 100 kg de lait mis en œuvre]

$$\frac{\text{Nombre de kg de fromage}}{\text{nombre de kg de lait}} \times 100$$

Quantité de lait pour faire un fromage :

(ex : 0,6 L pour un Picodon AOP de 135 g au démoulage)

$$\frac{\text{Nombre de litres de lait}}{\text{nombre de fromages démoulés}}$$

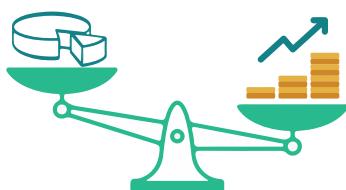
Combien je fais de fromages au litre de lait :

(ex : je fais 1,8 fromages par litre de lait)

Nombre de fromages démoulés

$$\frac{\text{nombre de fromages démoulés}}{\text{nombre de litres de lait}}$$

POUR VOUS AIDER : UN OUTIL EN LIGNE !



Cet outil permet aux producteurs de fromages fermiers d'évaluer leur rendement fromager à partir de mesures faites sur une fabrication.

Outil de mesure du rendement fromager

Calculs de rendements Résultats

Caractéristiques de la fabrication

N° ou nom de producteur :	Date de fabrication : 13/03/2025	Identifiant de fabrication :
Prématurité : -	Type de ferment : -	Type de moule : Bloc
Remarques sur le suivi :		

Quantité de lait et de fromages

Nombre de litre de lait mis en fabrication	100 l	Nombre de kilos de fromages au démoulage	23 kg
Nombre de fromages obtenus au démoulage	170	Poids moyen souhaité pour un fromage au démoulage	135 g

Rendements

Rendement réel : nombre de kg de fromages fabriqués pour 100 l de lait	23
Nombre de fromages fabriqués pour 100 l de lait	170
Nombre de litres de lait nécessaires pour fabriquer un fromage	0,59
Nombre de fromages potentiels	170
Poids moyen des fromages pesés, en g	135
Rendement Extract Sec, en kg pour 100 litres de lait	/
Coefficient G de récupération, en kg pour 100 litres de lait	/

Analyses de fromages

EST :	/
MSG :	/
NaCl :	/

Calculs sur la composition des fromages

Gras sur sec	/
Humidité du Fromage Dégraissé	/
Fraîcheur	/



Outil accessible sur : <https://rendement-fromager.idele.fr/>



ET AU-DELÀ DU DÉMOULAGE...



En savoir plus sur l'affinage

L'affinage : généralités

Cette fiche a pour objectif de faire le point sur les connaissances théoriques et pratiques nécessaires à l'affinage des fromages lactiques. Elle vise à aider les fromagers à améliorer leur pratique professionnelle.

Les fromages sont des aliments à la fois très sensibles et très résistants. L'affinage est une opération qui demande de bonnes connaissances théoriques et pratiques. Il faut être capable d'identifier les différents types de fromages et de leur donner les meilleures conditions d'affinage.

Pratique : [http://www.legacit.com/affinage-pratique.html](#)

Théorie : [http://www.legacit.com/affinage-theorie.html](#)

Autres fiches : [http://www.legacit.com/autres-fiches.html](#)

Logo : [http://www.legacit.com/logo.html](#)

La maîtrise du poids des fromages vendus et des pertes durant l'affinage passe bien sûr aussi par la maîtrise des différentes étapes d'affinage, grâce à des équipements et des locaux bien dimensionnés et des zones de températures et hygrométrie bien contrôlées, tout cela en gardant en tête la performance énergétique des équipements (voir dossier LACTAFF).

Pour suivre l'évolution du poids des fromages pendant l'affinage, vous pouvez peser les fromages en fin de ressuyage, en fin de séchage et à un stade d'affinage donné, par exemple sur deux ou trois grilles (attention, il ne faut pas que ces fromages soient vendus avant le stade final de mesure). La figure 5 rappelle comment calculer les pertes de poids aux différentes étapes.

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	$\frac{\text{poids moyen d'un fromage au ressuyage} - \text{poids moyen d'un fromage au démoulage}}{\text{poids moyen d'un fromage au démoulage}}$	x 100
Au séchage	$\frac{\text{poids moyen d'un fromage fin séchage} - \text{poids moyen d'un fromage fin ressuyage}}{\text{poids moyen d'un fromage fin ressuyage}}$	x 100
En affinage	$\frac{\text{poids moyen d'un fromage stade affinage} - \text{poids moyen d'un fromage fin séchage}}{\text{poids moyen d'un fromage fin séchage}}$	x 100
Total	$\frac{\text{poids moyen d'un fromage stade affinage} - \text{poids moyen d'un fromage au démoulage}}{\text{poids moyen d'un fromage au démoulage}}$	x 100



En savoir plus la pesée des fromages

Pesée des fromages lactiques lors de l'affinage

Une étude a été menée dans une usine de fabrication de fromages pour évaluer les pertes de poids lors de l'affinage. Les résultats ont montré que les pertes étaient significatives, surtout au début de l'affinage, mais diminuaient progressivement au fil du temps.

Comment peser ?

- Le poids total des fromages à peser doit être connu.
- Il faut utiliser une balance précise et stable.
- Il faut peser les fromages individuellement.
- Il faut peser les fromages dans des conditions identiques.
- Il faut peser les fromages dans des conditions identiques.

A quel moment peser ?

- Il faut peser les fromages au début de l'affinage.
- Il faut peser les fromages au bout de quelques jours.
- Il faut peser les fromages au bout de quelques semaines.
- Il faut peser les fromages au bout de quelques mois.

Calculer le poids moyen d'un fromage

- Il faut prendre le poids total des fromages à peser et diviser par le nombre de fromages.
- Il faut prendre le poids total des fromages à peser et diviser par le nombre de fromages.
- Il faut prendre le poids total des fromages à peser et diviser par le nombre de fromages.
- Il faut prendre le poids total des fromages à peser et diviser par le nombre de fromages.

Logo : [http://www.legacit.com/logo.html](#)



Figure 5 : Comment calculer les pourcentages de pertes de poids aux différentes étapes de l'affinage des fromages lactiques.

CAS CONCRET N°1 : ATTENTION AUX DOSES DE PRÉSURE TROP FAIBLES !

Chez cette productrice, une augmentation de la dose de présure a permis de faire 16 fromages de plus sur une bassine de 60 litres !



Rappel : la dose de présure est à calculer en fonction de la concentration en chymosine de la présure

AVANT (avril)	APRÈS (mai)
<ul style="list-style-type: none"> Présure : 3 ml /100 litres Rendement : 23,36 kg/100 L Poids : 131 g/fromage Fromages : 108 aux 60 L 	<ul style="list-style-type: none"> Présure : 8 ml /100 litres Rendement : 25,48 kg/100 L Poids : 141 g/fromage Fromages : 108 aux 60 L

Présentation de la ferme :

- 62 chèvres
- 52 000 litres/an transformés
- Production saisonnée, mise-bas vers la mi-février (chevrettes en mars)
- Pâturage dont parcours
- Prématuration
- Ensemencement au lactosérum + « bouillie de caillé »
- Moules individuels
- Présure : 520 mg de chymosine
- Objectif de poids des fromages au démoulage : 130 g

➔ Gain de rendement de **2,12 kg**... mais perdu dans des fromages plus gros ! (vente à la pièce)
La productrice aurait pu faire $2,12 \text{ kg} / 0,130 = 16 \text{ fromages de plus sur sa bassine}$.

CAS CONCRET N°2 : MAÎTRISE DE LA RÉGULARITÉ DES FROMAGES

Dans cette exploitation, le moulage n'est pas toujours fait par la même personne et il existait des écarts de 20g entre les fromages moulés par l'un ou l'autre (soit 4 à 6 fromages faits en plus en reprécisant et en partageant l'objectif de poids au moulage). La façon de mouler a été modifiée entre les deux suivis.

AVANT (avril)	APRÈS (juin)
<ul style="list-style-type: none"> Rendement 20,30 kg/100 L 153-150-130 g / fromage 	<ul style="list-style-type: none"> Rendement 20,95 kg/100 L 140-135-139 g / fromage

Présentation de la ferme :

- 150 chèvres
- 100 000 litres /an transformés
- Production saisonnée, mise-bas février-mars
- Pâturage
- Pas de prématuration
- Ensemencement au lactosérum
- Moules individuels, ce n'est pas toujours la même personne qui moule
- Présure : 180 mg de concentration en chymosine, dose 25 cc/100 litres, soit 10,25 ml pour 41 L
- Objectif de poids au démoulage : 140 g

➔ La régularité des fromages s'est améliorée.

Attention à fixer un poids objectif au démoulage, et à la régularité du moulage d'un jour sur l'autre

COMMENT ADAPTER LE NOMBRE DE MOULES SUR LA TABLE EN FONCTION DU RENDEMENT DE LA VEILLE ?

Pour avoir des fromages de taille régulière au fil du temps, il est important de s'adapter aux variations de composition du lait en ajustant le nombre de moules préparés sur la table d'égouttage pour le moulage, d'après le rendement de la veille.



Par exemple, avec l'objectif d'avoir des fromages de 135 g au démoulage :

Méthode 1

Le jour J-1, j'ai démolé 34,94 kg de fromage (260 fromages de type Picodon) à partir de 155,8 litres de lait, soit un rendement de 22,4 kg/100 litres et un poids au démoulage de 134g par fromage.

- ➔ le lendemain matin si je n'ai que 147 litres de lait
- ➔ j'anticipe donc $(34,94 \times 147) / 155,8 = 32,97\text{kg}$ de fromage soit 244 fromages de 135 g
- ➔ Je prépare 244 moules sur la table

Méthode 2

On a un rendement de 22,4 kg/100 litres le jour J-1.

Si j'utilise 100 litres de lait pour faire 22,4 kg de fromage démolé, je calcule grâce à un produit en croix combien j'utilise de litres de lait pour faire un fromage de 0,135 kg : $0,135 \times 100 / 22,4 = 0,603$

On utilise 0,603 L de lait pour faire un fromage de 135g.

J'ai juste à diviser mon litrage du jour par 0,603 litres pour déduire le nombre de moules à mettre sur la table.

➔ Si le lendemain matin si je n'ai que 147 litres de lait, je dois donc préparer 244 moules sur la table.



Ces adaptations nécessitent de disposer d'outils de mesure précis : jauge dans le tank à lait ou la bassine de fabrication, balance pour pouvoir peser une ou des grilles entières au démoulage.
Astuce : pour mesurer le volume de lait, on peut dessiner des graduations sur un seau avec un volume connu d'eau (10 ou 20 litres par exemple) et s'en servir pour mesurer la quantité de lait mis en fabrication ou faire faire une règle inox graduée de chaque unité de caillage.

Pour en savoir plus :
vidéo moulage Clap'Pradel





Merci aux producteurs qui ont conduit ces suivis très activement avec leur technicienne ou leur technicien !

*Travaux réalisés dans le cadre de l'action A.1.6 – Etudes, stratégie et prospective du Plan Filière caprin-ovin lait.
La responsabilité du ministère en charge de l'agriculture ne saurait être engagée*



La Région
Auvergne-Rhône-Alpes

Avec la contribution financière du compte d'affectation spéciale développement agricole et rural
CASDAR

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DE L'AGRO-ALIMENTAIRE ET DE LA SOUVERAINETÉ ALIMENTAIRE

Liberté Égalité Fraternité



AUTEURS : S. RAYNAUD, H. LE CHENADEC, M-N. FOUILLOUX (INSTITUT DE L'ÉLEVAGE),
S. MORGE (CHAMBRE D'AGRICULTURE DE L'ARDÈCHE), S. ANSELMET (CHAMBRE D'AGRICULTURE DE L'ISÈRE),
V. BÉROULLE (SYNDICAT CAPRIN DE LA DRÔME), L. THOMAS (GDS DU RHÔNE), V. BENEZECH ET S. FRESSINAUD,
P. THOREY, C. BOYER (CAP'PRADEL), N. MORARDET (AUVERGNE-RHÔNE-ALPES ÉLEVAGE), G. ALLUT (CFPPA DAVAYÉ),
Y. GAÜZÈRE ET J. BIRCKNER (ENILBIO POLIGNY).

CRÉDITS PHOTOS : R. DE CRÉMOUX, G. ALLUT, F. JORDA INIGUEZ, D. HARDY, L. THOMAS

MISE EN PAGE : K. BRULAT, IDELE
RÉF : 0025 315 004 • JUIN 2024