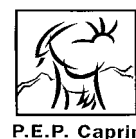


# Guide d'appui technique pour l'accident de fromagerie à la ferme

## « Défauts d'acidification » Technologie lactique et PPNC

1. Manque d'acidification
2. Excès d'acidification
3. Evolution anormale de l'acidification

*Septembre 2004*



**Responsable de la partie « défauts d'acidification » :**

Sylvie Morge (PEP Caprin Rhône Alpes)

**Coordination des travaux de l'ensemble du guide :**

Cécile Laithier et Paul Le Mens (Institut de l'Élevage)

**Techniciens ayant participé aux travaux du groupe :**

Michel Binet (Chambre d'Agriculture de l'Aveyron), Nicolas Huszak (ERE Ile de France), Pierre Desbois (EDE du Rhône), Sylvain Brocheret (Chavignol Développement), Yves Lefrileux (Ferme expérimentale du Pradel)

**Spécialiste du sujet ayant apporté son expertise :** Yves Gäuzère (ENILbio de Poligny)

## **Préambule : champ d'application et utilisation du guide**

### **1. Champ d'application du guide :**

Le guide traite des problèmes de manque ou d'excès d'acidification mais aussi de l'évolution anormale de l'acidification. Le champ du guide concerne essentiellement les fromages à pâte lactique et dans une moindre mesure les fromages à pâte pressée non cuite et les pâtes molles. Compte tenu de la diversité des technologies en pâte molle et de leur complexité, le délai imparti pour la réalisation du guide n'a pas permis de prévoir une partie spécifique pour ces technologies.

### **2. Comment utiliser ce guide ?**

La première partie de guide (*pages 4 à 9*) *présente l'accident étudié*. Elle comprend une bibliographie (avec notamment une culture générale sur les bactéries lactiques) et ce qu'il faut savoir avant d'intervenir sur l'accident.

La deuxième partie du guide (*pages 10 à 21*) *décrit les différents types d'accidents* en cas de problèmes d'acidification en lactique ou en pâtes pressées : aspect visuel du caillé, odeur, couleur du sérum...

La troisième partie du guide (*pages 22 à 31*) *consiste à recenser toutes les causes à l'origine des 3 types d'accident (manque, excès ou évolution anormale de l'acidité) et les facteurs favorisants* depuis l'élevage jusqu'à la transformation. Pour chacun des points, les moyens de détection sont indiqués pour déterminer si cette cause est l'origine du problème. De plus, les moyens de correction sont mentionnés. Cette partie a servi à élaborer l'aide au diagnostic. Il est peu conseillé de l'utiliser d'emblée mais elle donne une vision exhaustive de la maîtrise des défauts d'acidification.

La quatrième partie du guide (*pages 32 à 38*) *est l'aide au diagnostic pour les technologies lactiques*. Elle se base sur la *description de l'accident*, en particulier au niveau du caillé.

En observant les différents critères, il vous sera possible de donner un diagnostic pour l'accident. Lorsque le défaut est cerné, se munir alors de la fiche « description du caillé accidenté » qui rappelle les critères d'identification de l'accident, les causes probables, les remèdes pour résoudre l'accident.

A l'aide de la fiche « appui technique caillé accidenté » vérifiez alors grâce à des mesures ciblées le ou les paramètres à l'origine du problème.

D'après les résultats des mesures, établir les corrections à mettre en place pour résoudre l'accident.

La cinquième partie du guide (*pages 39 à 43*) *présente des arbres de décision globaux* permettant de résoudre l'accident, *basés sur des mesures d'acidité* et non pas sur la description du caillé. Cette partie est utilisable lorsqu'on connaît les valeurs d'acidité chez l'éleveur sur des fabrications « réussies » et à « problème ».

Le guide comprend aussi des annexes, permettant de détailler une action corrective, l'interprétation d'une analyse...etc, disponibles par lien.

## **Sommaire :**

<b>I. Ce qu'il faut savoir avant d'intervenir :</b>	<b>p 4</b>
A. La fermentation lactique	p 4
B. Les bactéries lactiques : définition, rôle	p 4
<b>II. Identification des types d'accident :</b>	<b>p 10</b>
A. Fabrication caillage lactique	p 10
1. Manque d'acidité au moulage	p 10
2. Acidité forte au moulage	p 14
3. Evolution anormale de l'acidité	p 17
4. Autres accidents	p 19
B. Fabrication pâtes pressées non cuites	p 20
<b>III. Analyse des causes/facteurs à l'origine de l'accident (toutes technologies) et remèdes</b>	<b>p 22</b>
<b>IV. Aide au diagnostic et résolution de l'accident (technologie lactique)</b>	<b>p 32</b>
A. Aide au diagnostic par description	p 32
B. Aide au diagnostic par mesures d'acidité	p 36
<b>V. Annexes :</b>	
Bibliographie complète sur les germes	p 39
Documents complémentaires disponibles par lien	p 42
Analyses à réaliser	p 43

## I. Ce qu'il faut savoir avant d'intervenir :

Toutes les catégories de fromages sont concernées par la fermentation lactique avec des gradients variants selon la technologie. Les deux phénomènes, coagulation par la présure et acidification sont combinés et concernent le début de l'élaboration d'un fromage quel qu'il soit. De ces facteurs vont dépendre la réussite du fromage.

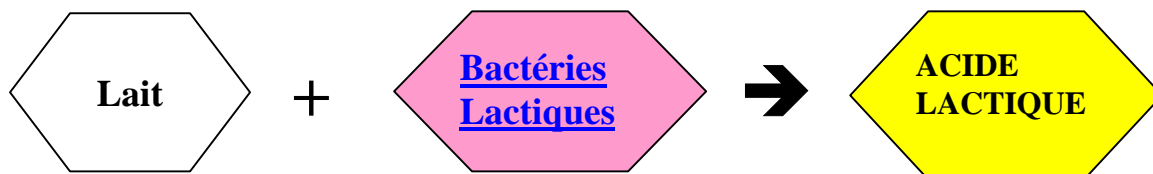
La catégorie des fromages frais et fromages à pâte molle est particulièrement concernée, car l'acidification va jouer en interaction avec l'action de la présure pour donner une cohésion au coagulum et une dynamique d'égouttage par la synérèse.

De la conduite de l'acidification va dépendre les caractéristiques des pâtes recherchées.

Une attention particulière sera donc mise en oeuvre dans la qualité microbienne des laits, la préparation du lait de fromagerie, le choix des levains et les conditions de caillage.

### A. La fermentation lactique :

L'acidification est définie comme le résultat de la fermentation du lait par des bactéries lactiques avec une dégradation du lactose entraînant une production d'acide lactique et donc une baisse notable du pH.



La qualité du lait considéré comme substrat fermentaire et l'activité des bactéries lactiques sont en jeu dans l'acidification. La qualité du lait est définie par son aptitude à favoriser la croissance des bactéries.

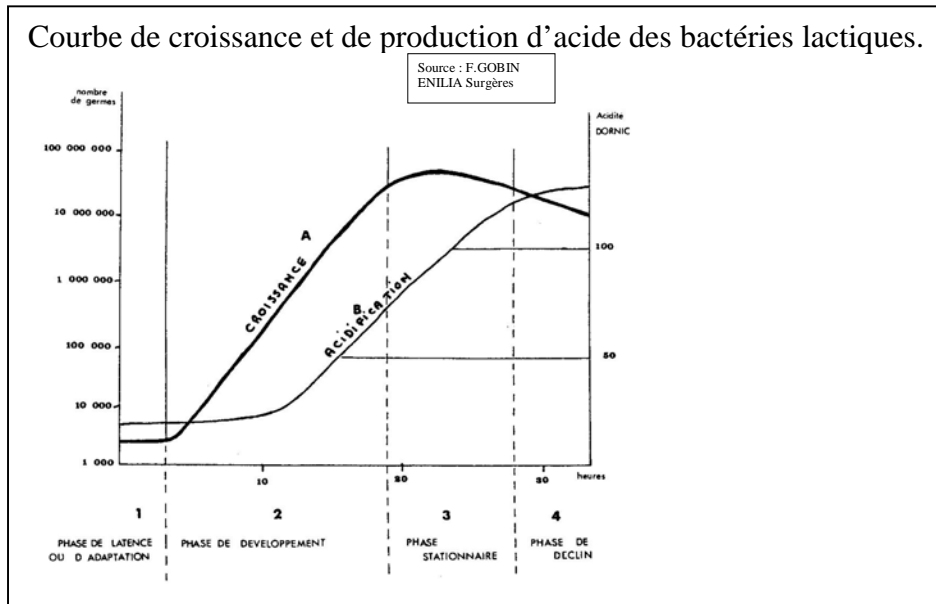
Deux types de levains sont utilisés à la ferme : le lactosérum et les levains commerciaux. Ces levains se caractérisent par des compositions microbiennes différentes. Le lactosérum est composé des bactéries de la ferme et il a été montré que l'écosystème microbien était spécifique à chaque ferme. Ainsi, les espèces dominantes et sous dominantes sont différentes suivant les fermes. Les proportions des différentes espèces et surtout leur activité biologique, en particulier enzymatique conduisent à la biogénèse de composés aromatiques participant à la typicité des fromages. Il a été montré que le lactosérum était parfaitement adapté à chaque ferme et que les échanges entre fermiers étaient parfois une source d'échecs. Le lactosérum est le reflet de la biodiversité de l'écosystème microbien de la ferme, alors que le levain commercial est de composition bactériologique connue, présentant des caractéristiques fermentaires standardisées quelque soit la qualité du lait.

### B. Les bactéries lactiques : définition, rôle

#### 1. Les bactéries et la production d'acide lactique :

Les bactéries lactiques sont des microorganismes anaérobies stricts dégradant le lactose en acide lactique. Il est possible de les classer en plusieurs groupes.

La qualité d'un levain lactique est défini par sa capacité à produire de l'acide lactique, évaluée par la quantité d'acide lactique produite dans une durée et à une température donnée.

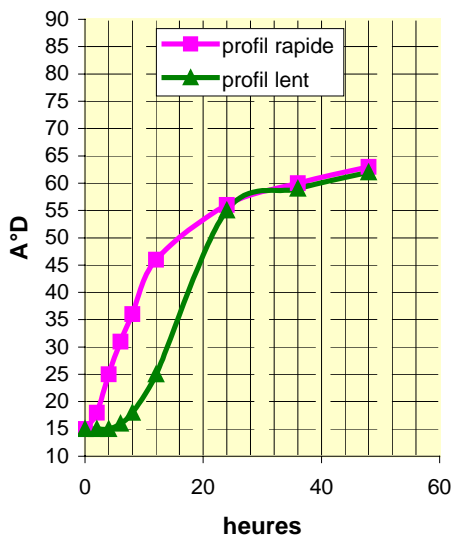


## 2. Les cinétiques d'acidification :

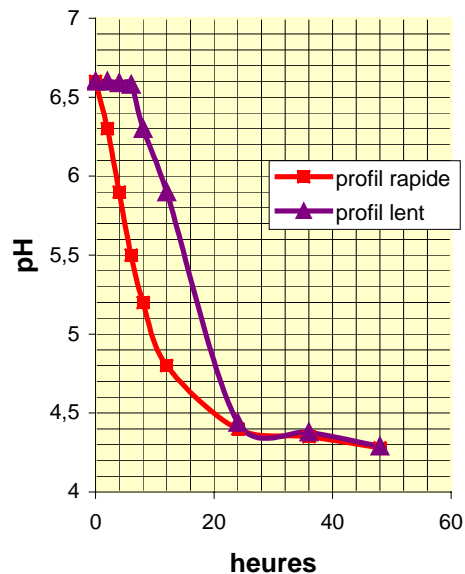
Cela induit une modification du pH et une cinétique d'acidification qu'il est possible de représenter par une courbe. On distingue deux types de profil d'acidification : un profil lent et un profil rapide.

Suivant le contexte du producteur, on recherchera plutôt un profil lent ou rapide. Le profil lent donne en général des pâtes plus fines, alors que le profil rapide permet une meilleure protection par rapport aux pathogènes. Il est souhaitable de se situer entre ces deux types de profil mais pas au delà de ces bornes.

**Evolution de l'acidité Dornic au cours de la fabrication**



**Evolution du pH au cours de la fabrication**

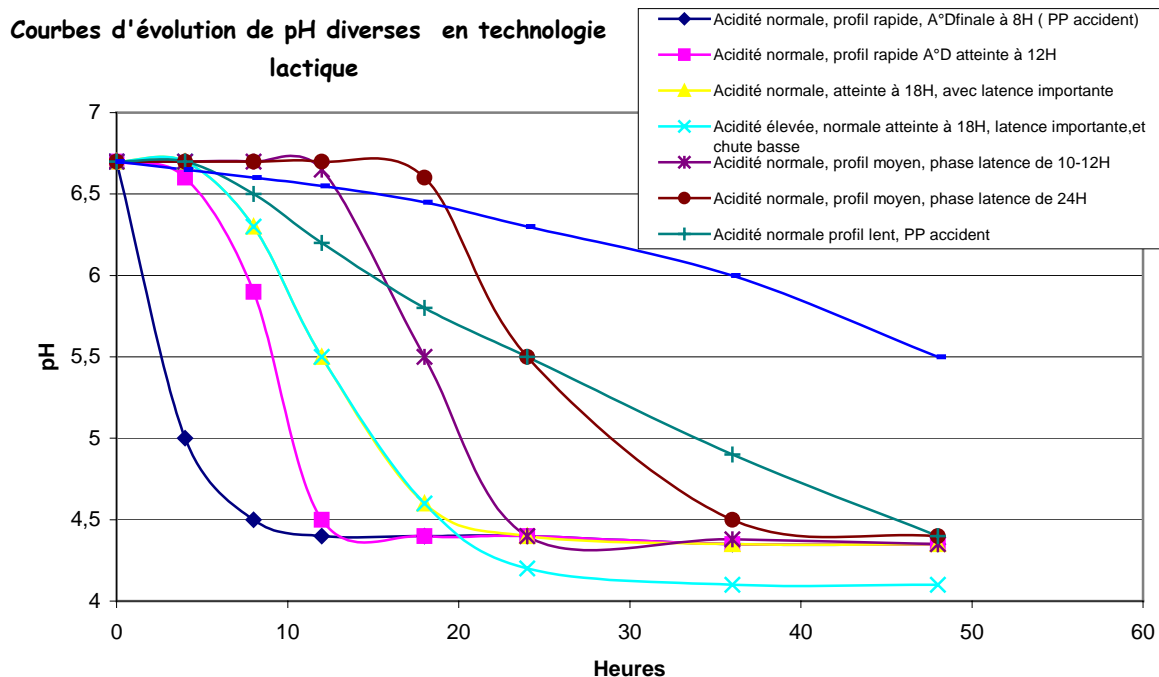


**a) Lecture et interprétation des courbes :**

D'après les résultats obtenus sur l'exploitation visitée, placer les points sur les courbes :

- **Vérifier le temps de latence** (temps entre l'ensemencement et le début de l'acidification) : il sera plus ou moins long selon la qualité, la quantité d'ensemencement et la température d'emprésurage (du lait). De ce fait, la protection du futur fromage contre les microorganismes indésirables sera plus ou moins active.
- Voir ensuite **la pente d'acidification** : elle correspond à la croissance exponentielle des bactéries lactiques :
  - Si elle est « droite » et parallèle, mais décalée par rapport aux autres courbes types, il faut réduire le temps de latence en augmentant la dose d'ensemencement ou préparer le lait de façon plus poussée avant emprésurage (T°C de maturation plus haute).
  - Si cette « droite » est d'une allure différente et si la poursuite de l'acidité est périlleuse avec une acidité finale objectif difficile à atteindre, revoir les paramètres d'acidification : T°C, source et dose d'ensemencement.
  - Si la « droite » est plus « raide » et l'acidité finale est atteinte avant 8-10H après emprésurage, il faut réajuster les paramètres technologiques : T°C, source et dose de bactéries lactiques.

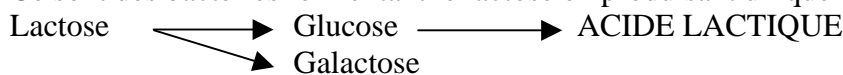
**b) Différentes courbes possibles :**



**3. Les types de bactéries lactiques :**

**a) Les bactéries lactiques HOMO FERMENTAIRES :**

Ce sont des bactéries fermentant le lactose en produisant uniquement de l'acide lactique.



**b) Les bactéries lactiques HETEROFERMENTAIRES :**

Les métabolites résultants de la fermentation du lactose sont de l'acide lactique, divers acides, et du CO<sub>2</sub>. Cette particularité entraîne la formation de bulles de gaz emprisonnées dans le coagulum, responsables de la formation de trous visibles dans le caillé ou le fromage.

**c) Les bactéries lactiques MESOPHILES :**

Ce sont des bactéries dont la température optimale de multiplication se situe entre 20 et 30°C, mais la multiplication est possible entre 10 et 35°C. Dans la maturation des laits, il est courant de mesurer une activité fermentaire des levains fermiers placés à une température de 12°C pendant 12 h se traduisant par une acidification d'environ 10°D (on appelle cette phase une prématuration).

**d) Les bactéries lactiques THERMOPHILES :**

Ce sont des bactéries dont la température optimale de multiplication se situe entre 40 et 60°C. Toutefois, la multiplication est possible entre 25 et 60°C.

**e) Les bactéries PSYCHROTROPES :**

Ce sont des bactéries mésophiles capables de se multiplier à une température inférieure à 7°C, mais avec des temps de génération longs. Exemples : *Listéria monocytogenes*, *Pseudomonas Fluorescens* et certains coliformes.

**4. *Caractéristiques des espèces bactériennes rencontrées dans les levains de fromagerie :***

Source : Y. Gäuzère (ENILbio de Poligny)

ESPECES BACTERIENNES	CARACTERISTIQUES (Variables selon les souches)
<b>HOMOFERMENTAIRES MESOPHILES</b>	
<i>Lactococcus lactis ssp. lactis</i> <i>Lactococcus lactis var. diacetylactis</i> <i>Lactococcus lactis ssp. cremoris</i>	Acidifiante et rapide, sensible aux phages Moins rapide, aromatisante, gazogène, sensible aux phages Plus ou moins acidifiante, plus ou moins rapide, moins sensible aux phages
<b>HETEROFERMENTAIRES STRICTES MESOPHILES</b>	
<i>Leuconostoc mesenteroides ssp. cremoris</i> <i>Leuconostoc mésenteroides ssp. mesenteroides</i>	Aromatisante, gazogène Plus gazogène
<b>HOMOFERMENTAIRES THERMOPHILES</b>	
<i>Streptococcus thermophilus</i> <i>Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus</i> <i>Lactobacillus delbrueckii ssp. Lactis</i> <i>Lactobacillus helveticus</i>	Moins acidifiante, plus rapide, ne fermente pas le galactose Plus acidifiante, plus ou moins rapide, ne fermente pas le galactose Plus acidifiante, plus lente, moins protéolytique, moins thermosensible, plus résistante au lysozyme Plus ou moins acidifiante, plus lente, plus protéolytique, plus thermorésistante, plus ou moins résistante au lysozyme.

Les levains fermiers dénommés lactosérums (sérum, petit lait) sont caractérisés par des flores variées dont l'origine est la ferme. Ces bactéries proviennent de l'environnement de la ferme et sont apportées par les fourrages verts et secs, les céréales, les granulés, les animaux eux-mêmes (fèces), les biofilms de la machine à traire, les poussières de l'air.

Les levains commerciaux sont vendus par des laboratoires sélectionnant les souches les plus aptes à cultiver dans le lait et les moins sensibles aux attaques phagiques.

### 5. La croissance des bactéries lactiques :

La température est un des facteurs majeurs de la croissance microbienne.

Espèces bactériennes	TEMPERATURES		
	Minimales	Optimales	Maximales
<b>Les lactocoques mésophiles :</b> <i>Lactococcus lactis ssp. lactis</i> <i>Lactococcus lactis var. diacetylactis</i> <i>Lactococcus lactis ssp. Cremoris</i>	10°C 10°C 10°C	25 – 30°C 20 – 22°C 25 – 30°C	40°C 38°C 38°C
<b>Les streptocoques thermophiles :</b> <i>Streptococcus thermophilus</i>	18°C	40 – 45°C	50°C ( pas de croissance à 53°C)
<b>Les lactobacilles thermophiles :</b> <i>Lactobacillus delbrueckii ssp. Bulgaricus</i> <i>Lactobacillus delbrueckii ssp. Lactis</i> <i>Lactobacillus helveticus</i>	20°C 20°C 20°C	40 – 45°C 40 – 45°C 40 – 45°C	52,5°C 52°C 50°C

Les bactéries lactiques sont détruites de manière conséquente au dessus de 72°C, 15 minutes au cours d'une pasteurisation.

### 6. Habitat - Origines des bactéries lactiques:

Les végétaux et les intestins des animaux sont les habitats originels des bactéries lactiques.

La contamination du lait est toujours exogène, elle se fait au moment de la récolte (traite).

Le lait stocké dans la mamelle est stérile, ne contenant ni germes utiles ni germes pathogènes (sauf en cas d'infection).

Le lait se contamine par contact avec :

- Le matériel de traite : Les diverses canalisations de la machine comportent des biofilms résidents et relativement stables.
- L'air (aérocontamination) : Le contact air/lait se fait au moment de la traite, en particulier pendant la pose / dépose des faisceaux, mais aussi par l'air aspiré par la machine en continu (fuites calibrées, travail du régulateur et fuites diverses). La



quantité d'air qui rentre dans la machine est très variable. Elle peut être très élevée et expliquer des accidents non résolus ou récurrents. Les poussières de paille, foin, céréales, poils ... etc sont des supports bactériens et cette forme de contamination est subie et totalement dépendante de l'environnement de la ferme : ventilation du bâtiment, orientation, type de fourrages... etc. Cette contamination est globalement positive et massive. Elle participe à l'entretien de l'écosystème microbien propre à chaque ferme.

Il faut relativiser la contamination naturelle du lait par rapport à l'apport des bactéries par le lactosérum. Le nombre de bactéries lactiques apporté par le lactosérum au moment de l'ensemencement est considérable  $10^6$ /ml (2% v/v) contre  $10^4$ /ml pour le lait. De surcroît, les bactéries du lactosérum sont actives et prêtes à coloniser le lait pour l'acidifier.

## II. Identification des types d'accident :

Nous distinguerons deux catégories de fromages : catégorie lactique et pâtes pressées non cuites.

### A. Fabrication caillage lactique :

On peut citer comme exemples de fromages concernés par ces accidents et défauts : fromages de chèvres lactiques, Saint Marcellin, Picodon, crottin de Chavignol, Chaource, Brebis frais, fromages frais au lait de différentes espèces (vache, chèvre, vache/chèvre...etc).

Les défauts et accidents ont été classés en 3 catégories :

- **Manque d'acidité.** Le manque d'acidité se traduit par les défauts d'aspect suivants :
  - Caillé mou
  - Caillé de consistance « flan »
  - Caillé floconneux
  - Caillé digéré, raviné
  - Caillé gonflé
- **Acidité forte.** Une acidité forte se traduit par les défauts d'aspects suivants :
  - Caillé friable
  - Caillé digéré, raviné
  - Caillé gonflé
  - Caillé fissuré
  - Caillé contracté
- **Evolution anormale de l'acidité :**
  - Caillé glaireux et filant
  - Caillé gonflé
  - Le lactosérum (levain) présente une perte d'activité au bout de quelques repiquages

Tous ces accidents et défauts sont étudiés et développés dans les paragraphes qui suivent.

#### 1. *Manque d'acidité au moulage :*

##### a) Caillé MOU (faible acidité) :

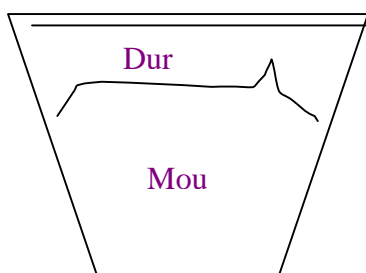
###### ➤ **Description de l'accident :**

Ce défaut ayant des conséquences au niveau du caillé et des fromages, plusieurs étapes de la fabrication seront à observer.

###### ➤ **Observation du caillé :**

1 : Si le **caillé est homogène** (ne présentant pas de strates), une cause possible est la teneur du lait en caséine corrélée au TP (0,85). Si le TP est très faible (inférieur à 25g/litre), le gel est de consistance molle par manque de cohésion protéique.

2 : Si le **caillé est stratifié**, il est hétérogène et on observe 2 parties comme indiquées sur le schéma.



La partie supérieure est plus dure et la partie inférieure est molle. Ces deux strates présentent une différence d'acidification, car la matière grasse remonte et emprisonne les bactéries lactiques. Ces dernières étant en quantité plus importante dans la partie supérieure, l'acidification va débiter plus tôt et la production d'acide sera plus forte que dans la strate du dessous.

Ce phénomène de crémage est naturel. Il est accentué dans le lait de vache comparativement au lait de chèvre et de brebis (agglutinines).

Le rapport TB/TP est très variable, sous la dépendance de plusieurs facteurs. Au delà de 1.35, le phénomène est davantage visible.

➤ **Observation de la surface du caillé:**

- Il y a peu de sérum surnageant. En général, le lactosérum est clair.

Le caillé peut présenter deux types de caractéristiques :

- Le caillé présente une surface lisse et glacée. Il est d'un seul bloc, décollé des parois et de surcroît de consistance molle ou non. Lorsqu'on applique une pression (ex : louche) sur le caillé, celui-ci ne se tient pas du tout.
- Sa consistance peut être au contraire caoutchouteuse ou gélatineuse. On rencontre parfois une variante en salle chaude : le caillé se présente en un bloc rétracté, avec beaucoup de sérum exsudé de couleur claire.

➤ **Observation du caillé dans les moules :**

- Les fromages s'égouttent peu.
- Des morceaux de caillé adhèrent aux parois du moule ainsi qu'au rebord.
- La face du dessus à l'air libre est concave. Du sérum stagne parfois dans la concavité.
- Le caillé obstrue les trous du moule, ce qui laisse sur les fromages démoulés des « tétons ».
- Quand le fromage a été retourné plusieurs fois, il présente des défauts de forme, notamment des cornes au rebord (et un manque de soudure des louchées de caillé).

➤ **Observations des fromages :**

- A la mise sur claie, ils restent flasques et très humides.
- Quand on réussit à les sécher, ils deviennent amers et ils sont plus sensibles au poil de chat.
- Ils ne s'affinent pas.
- Ils sont parfois envahis par des *Geotrichum* provoquant une peau mousseuse, ou un croûtage en début de « piolage » : [cf guide peau de crapaud](#).

➤ **Origines du défaut : manque d'acidification**

Les mesures d'acidités faites sur le lactosérum surnageant présentent des valeurs inférieures à 45°Dornic.

Cela peut être du :

- à des ferments peu actifs (l'activité fermentaire est altérée).
- à un lait trop propre contenant peu de ferments lactiques.
- à un lait contenant des inhibiteurs. Les antibiotiques en particulier sont générateurs de tels accidents, mais on peut aussi les rencontrer quand les rinçages de lessives alcalines sont mal réalisés pendant plusieurs jours.
- à la destruction des ferments lactiques par des virus (bactériophages).
- à une température trop faible au caillage et à l'égouttage.

- à un lait non favorable à la croissance de ferments lactiques, par déséquilibre azote/énergie dans la ration.
- à des laits trop riches en protéine solubles (alpha lactalbumine, bêta lactoglobuline, immunoglobulines) par fixation d'eau.

➤ **Remèdes :**

Dans tous les cas, il faudra chercher à relancer la fermentation lactique :

- par addition de ferments actifs à la dose de 3% (ferments du commerce, lactosérum différent, sérum congelé à une période favorable, lactofermentation fermière...).
- par augmentation de la température de caillage.
- si l'accident est dû à un inhibiteur, vérifier le bon rinçage du matériel (pH de la dernière eau), supprimer les laits issus des traitements antibiotiques, changer les matériels poreux de la MAT...
- par une correction alimentaire, modifier le rapport azote/énergie de la ration.
- détection des mammites.
- respecter un délai entre le jour de la mise bas et l'introduction du lait de fromagerie (14 traites), afin d'être certain de ne pas introduire de laits colostraux à teneur élevée en immunoglobulines.
- respecter un délai de quelques traites après une vaccination anti-staphylococcique qui entraîne des réactions croisées entre antigène anticorps.

**b) Caillé FLAN (faible acidité) :**

➤ **Observation du caillé :**

Le caillé a un aspect présure (coagulation par la présure) :

- Aspect de flan non acidifié.
- Luisant.
- Lisse.
- Très peu acidifié : acidité inférieure à 45°D.
- Ressemblance à un produit commercial distribué en rayon alimentaire : caillé emprésuré non acidifié et à des laits gélifiés industriels type « flamby ».
- Très peu de lactosérum seulement dû à l'action de la présure (synérèse limitée).
- Aspect caoutchouteux.
- Consistance ferme.
- Le dessus des louches de caillé est rebondie, la louchée est pleine.

➤ **Origines :**

- Action de la présure trop importante, conjuguée ou non à une température trop élevée.
- Bactéries sans ou avec peu d'activité fermentaire.

➤ **Remèdes :**

- Vérifier la dose de présure, la concentration du type de présure employée (si nouvelle), le temps de prise : à diminuer.
- Vérifier la température d'emprésurage et la baisser.
- Recaler la courbe d'acidification : faire une préparation de l'ensemencement ou du lait (prématuration ou maturation). L'objectif est d'avoir un profil plus rapide pour faire démarrer l'acidification avant l'action de la présure.
- Changer éventuellement de levain.

**c) Caillé FLOCONNEUX (faible acidité) :**

➤ **Observation du caillé:**

- Une zone de caillé est moins égouttée que l'autre (ceci est probablement dû à une répartition inégale de la présure).
- Emietté.
- Flocon.
- Manque de cohésion.
- Fragile/friable.
- Le caillé se brise quand il est prélevé à la louche.
- Beaucoup de fines : les fines sont des petits brins de caillé apparaissant au moment du moulage et passant à travers les trous.
- Le lactosérum surnageant est difficile à soutirer.

➤ **Origines :**

- Lait insuffisamment acidifié au moment de l'emprésurage.
- pH du lait trop élevé à l'emprésurage.
- Structure du coagulum trop minéralisé (rapport calcium/ESD du fromage trop élevé).
- Lait emprésuré et coagulé trop chaud.
- Quantité de présure trop élevée et mal répartie.

➤ **Remèdes :**

- Abaisser le pH du lait avant emprésurage.
- Agir sur la courbe d'acidification : la rendre plus rapide.
- Refroidir le lait en dessous de 25°C avant l'emprésurage (T°C à baisser).
- Vérifier et rectifier la dose de présure et son homogénéisation.

**d) Caillé DIGERE , RAVINE (faible acidité) :**

➤ **Observation du caillé et du sérum :**

- Le coagulum surnage et affleure la surface du sérum. La masse de caillé représente moins de 50% de la masse totale du volume initial. Il est donc très rétracté avec des filaments de caillé qui pendent ; le coagulum peut être aussi noyé dans le sérum.
- L'odeur est assez forte, le rendement est très faible, la texture plutôt ferme. L'acidité du sérum oscille entre 35 et 37°D ou est parfois proche de 40°D.

➤ **Origines :**

- Développement rapide de bactéries fortement protéolytiques dégradant la caséine et provoquant une destruction de l'état colloïdal.
- Bactéries qui trouvent leurs origines dans un sérum contaminé ou dans l'eau (*Pseudomonas*).
- Contamination du levain avec un rapport de flore utile déséquilibré.

➤ **Remèdes :**

- Nettoyage et désinfection massive des matériels et récipients recevant le sérum.
- Renouveler impérativement la souche de ferments.
- Nettoyage et désinfection drastique du matériel de traite.

### e) Caillé GONFLE et FLOTTANT (faible acidité) :

#### ➤ Description générale :

Le caillé surnage au-dessus du sérum, pouvant aller jusqu'à déborder des bassines. A la coupe, il présente une multitude de bulles de gaz. Les gonflements en cuve ou en moules ont 3 origines microbiennes possibles : les coliformes, les levures, les leuconostocs.

Dans le cas d'une faible acidité, ce sont plutôt les coliformes qui sont en cause. Pour plus d'information sur le sujet, se référer au guide d'appui technique « trous précoces ».

#### *Description dans le cas des coliformes :*

- Bulles de gaz de la taille d'une tête d'épingle.
- Les trous sont de formes lenticulaire et régulièrement répartis dans la pâte. Il sont petits, brillants et en grand nombre.
- Goût aigrelet, piquant.
- L'acidité ne dépasse pas 35-40°D.
- L'odeur est suspecte, indéfinissable, non franche.
- La texture du caillé est caoutchouteuse (éponge).
- Lorsqu'on soulève les louches, on a un bruit de « pfuit » ( CO<sub>2</sub> se dégageant).
- En appuyant sur les fromages à l'égouttage, la réaction est la même.

Dans ce cas, on peut accuser la présence de coliformes qui sont des microorganismes vivant dans l'intestin des animaux laitiers. Ces germes colonisent les surfaces par des biofilms sur les matériels de traite et de fromagerie.

#### ➤ Origines (coliformes) :

- Contamination d'origine fécale à la traite, par le matériel de fabrication ou par des manipulations d'hygiène insuffisante.
- Contamination par le lactosérum.
- Stockage long du lait dans de mauvaises conditions (température élevée).
- Acidification insuffisante au début de l'acidification, ce qui laisse le champ libre aux coliformes pour se développer, donc non-protection du caillé.

#### ➤ Remèdes (coliformes) :

- Trouver la source de pollution : vaisselle de la traite ou de la fromagerie, la machine à traire, les bidons, ou l'eau de lavage. Supprimer la source par désinfection au chlore avec un temps de contact de 30mn.
- Ramener le lait le plus rapidement possible à une température d'emprésurage 18°C-20°C, ce qui défavorise les coliformes au bénéfice des lactocoques.
- Changer de lactosérum et ou relancer l'acidification par ajout de ferments actifs.

## 2. *Forte acidité au moulage :*

### a) Caillé FRIABLE (forte acidité) :

#### ➤ Observation du caillé :

- Le caillé présente une allure normale. Il est légèrement décollé des parois. Le sérum surnage normalement.

- Au toucher, le caillé présente une texture très fine. Il s'écrase entre les doigts sans aucune résistance, manque de cohésion. Au moulage, il s'effrite rapidement à chacune des louches. Ceci a pour effet de provoquer une multitude de fines (particules de caillé) qui passent à travers les moules.
- Sous les doigts ou sous la langue, on sent une texture granuleuse (grains de sable plus durs que les autres).
- Le sérum surnageant est souvent acide, titrant entre 60 et 75°D au moulage (> 10°D par rapport à d'habitude).

➤ **Origines :**

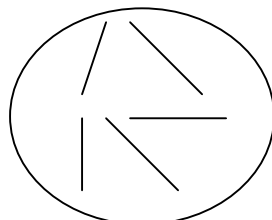
- Le caillé est trop déminéralisé, c'est à dire que la teneur en calcium et phosphore du coagulum est très basse. Il présente une texture extrêmement fragile due au contact trop prolongé entre le grain de caillé et le sérum acide. La déminéralisation est due à une acidification rapide dans la première phase de coagulation (courbe d'acidification)
- Les doses de présure sont trop faibles ou la force de la présure utilisée a diminué.
- Un défaut de la teneur en calcium, principalement dans les laits trop refroidis (à basse température, le calcium passe dans la phase aqueuse, ce qui tend à réduire la cohésion du caillé).

➤ **Remèdes :**

- Surveiller la courbe d'acidification en évitant un profil de type rapide.
- Eviter l'emprésurage à un pH inférieur à 6,0.
- Diminuer la température de caillage pour ralentir l'acidification.
- Coaguler le lait à température de 18 à 22°C selon la saison pour éviter un départ rapide de l'acidification.
- Diminuer, voir ne plus ajouter de lactosérum au moment de l'emprésurage.
- Diminuer le temps de contact entre le grain de caillé et le lactosérum en moulant plus tôt.
- Pratiquer un tranchage du coagulum 6 à 8H après l'emprésurage pour favoriser l'exudation du sérum (favoriser la rétraction du caillé) et mouler quelques heures plus tard.
- Ajouter du chlorure de calcium avant emprésurage à la dose de 1 à 2 grammes / 10 litres.

**b) Caillé FISSURE et sérum transparent (forte acidité) :**

➤ **Observation :**



*Bassine vue de dessus :* lorsque le lactosérum est enlevé, on aperçoit des fissures dans le coagulum

➤ **Origines :**

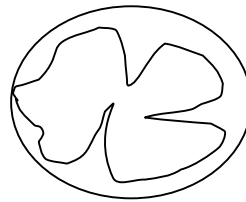
- Température d'emprésurage et de caillage élevée, associée à des taux de protéines élevés (forte contraction et synérèse).
- Acidification trop rapide et élevée.

➤ **Remèdes :**

- Rectifier la température d'emprésurage et de caillage.
- Ralentir l'acidification.

**c) Caillé CONTRACTE (forte acidité) :**

➤ **Observation :**



*Bassine de caillé vue de dessus :* lorsque le lactosérum est enlevé, on aperçoit une contraction du caillé qui est bien décollé des parois. Il y a beaucoup de lactosérum exsudé.

➤ **Origines :**

- Dose excessive de présure.
- Acide lactique en excès.
- Lait emprésuré trop chaud ou T°C de caillage élevée.

➤ **Remèdes :**

- Réduire la quantité de présure.
- Réduire la quantité de levain (lactosérum ou levain commercial).
- Emprésurer à température plus basse.
- Agir sur les facteurs pouvant diminuer la quantité d'acide lactique en fin de fermentation.

**d) Caillé DIGERE, RAVINE (forte acidité) :**

➤ **Observation :**

- Le coagulum surnage et affleure la surface du sérum. La masse de caillé représente moins de 50% de la masse totale du volume initial de lait. Il est donc très rétracté avec des filaments de caillé qui pendent ; le coagulum peut être aussi noyé dans le sérum.
- L'odeur est assez forte, le rendement est très faible, la texture plutôt ferme. L'acidité du sérum est plutôt élevée, de 65 à 80°D.

➤ **Origines :**

- Développement rapide de bactéries lactiques favorisé par une température du lait de 28 à 35°C, et une dose de ferments très élevée. Ces bactéries, tout en acidifiant fortement présenteraient donc aussi un caractère protéolytique.



➤ **Remèdes :**

- Diminuer la température à l'empresurage et la température de la pièce de caillage.
- Respecter le temps de coagulation de 24H.
- Changer de levain.

**e) Caillé GONFLE, FLOTTANT (forte acidité) :**

➤ **Observation :**

Le caillé surnage au-dessus du sérum, pouvant aller jusqu'à déborder des bassines. A la coupe, il présente une multitude de bulles de gaz. Ce gonflement en cuve ou en moules peut avoir 3 origines différentes, avec en particulier dans le cas d'acidité forte : les levures.

**Cas particulier du gonflement par les LEVURES :**

- Odeur de pommes fermentées, cidrerie.
- Petits trous en grand nombre, par paquet, pas sur toute la masse du caillé.
- Acidité généralement forte : > 60°D.
- Les trous sont nombreux, ronds en tête d'épingle. La surface du caillé présente souvent des petits cratères (lunaires).
- Odeur franche de levure de boulanger.

➤ **Origines :**

- L'origine des levures peut être l'eau, qu'elle soit de captage privé ou d'adduction.
- Les levures consomment l'acide lactique, ce qui explique leur développement précoce dans le caillé.

➤ **Remèdes :**

- Désinfecter le matériel de traite et de fromagerie par trempage dans l'eau javellisée, et laisser sécher dans un endroit sans poussières.
- Utiliser du matériel toujours sec.
- Vérifier que l'eau ne stagne pas dans les lactoducs (rajouter au besoin une purge basse).
- Alternier de manière fréquente les produits de nettoyage acide / base.
- Evacuer au plus vite le sérum sur la table d'égouttage

Pour plus d'informations, se référer au guide d'appui technique [« trous précoces »](#).

**3. Evolution anormale de l'acidité :**

**a) Caillé ou Sérum FILANT, GLAIREUX (évolution anormale de l'acidité) :**

➤ **Observation :**

- Le lactosérum, au lieu d'être liquide est épais et filamenteux, d'aspect glaireux. Le caillé est aussi filant et glaireux (il s'apparente à la consistance d'un yaourt de type bulgare brassé). Le fromage s'égoutte mal en moule. A la dégustation, une sensation de piquant peut être détectée sur le bout de la langue. Dans ce dernier cas de figure, les leuconostocs ont souvent été incriminés.

➤ **Origines :**

- Contamination du lait ou du levain.
- Suspicion de leuconostocs.

➤ **Remèdes :**

- Nettoyage et désinfection massive des matériels et récipients de stockage du lactosérum.
- Renouveler impérativement la souche de ferments.
- Diminuer la température à l'emprésurage et la température de la pièce de caillage.
- Nettoyage drastique et répété de la machine à traire afin d'éliminer les biofilms de leuconostocs.

b) **Caillé GONFLE, FLOTTANT (évolution anormale de l'acidité) :**

➤ **Observation :**

Le caillé surnage au-dessus du sérum, pouvant aller jusqu'à déborder des bassines. A la coupe, il présente une multitude de bulles de gaz. Ce gonflement en cuve ou en moules peut avoir 3 origines différentes, en particulier dans le cas d'une évolution anormale de l'acidité : les leuconostocs.

*Descriptif : gonflement dus aux LEUCONOSTOC*

- Les trous sont en forme d'yeux et certains sont plutôt gros, pouvant atteindre la taille d'un grain de blé.
- Odeur et goût agréable (de noisette), légèrement acidulé.
- Acidité variable du lactosérum : normale à faible (65 à 50°D).
- Trous ronds de taille variable à surface brillante.

➤ **Origines :**

- Pollution du lait ou du levain par des bactéries hétérofermentaires, les leuconostocs produisant du CO<sub>2</sub>.
- Développement de biofilms dans la machine à traire qui contaminent tout le lait de la traite. Ne pas négliger l'empoussièremement de la salle de traite, l'air contaminant la machine pendant la traite.

➤ **Remèdes :**

- Changer de lactosérum, et de souche de ferments. Choisir des levains homofermentaires, acidifiants purs ( MA 16, MA19,SMA, Béta, Dem, ...).
- Diminuer l'empoussièremement pendant la traite.

Pour plus d'information, se référer au guide d'appui technique « [trous précoces](#) ».

### c) Non-pérennité du lactosérum (évolution anormale de l'acidité) :

#### ➤ Description générale :

Après le renouvellement d'un lactosérum pour ensemercer le lait, au bout de quelques jours, on assiste à une perte ou un fort ralentissement de l'acidité du caillé.

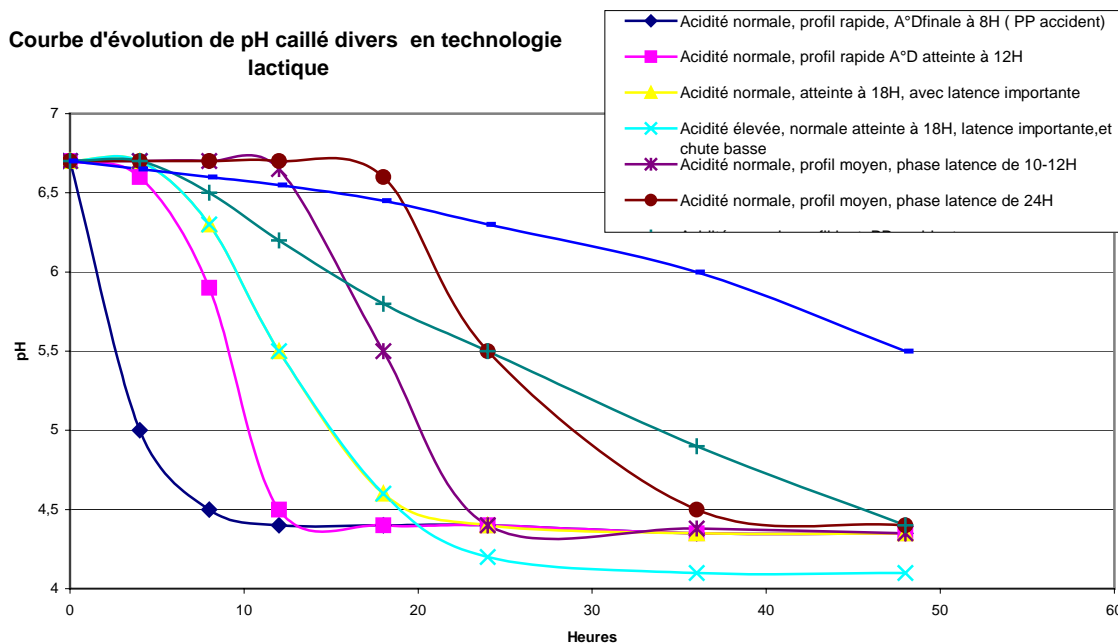
#### ➤ Origines :

- [La préparation du lait.](#)
- Problèmes de ferments ou de levains : mauvais choix, mauvaise conservation, températures de caillage mal adaptées.
- Présence d'inhibiteurs, d'antibiotique, de résidus.
- Présence de [phages](#).

#### ➤ Remèdes :

- Réajuster les paramètres technologiques (en particulier la température).
- Rincer et vérifier le nettoyage du matériel.
- Changer de ferments ou d'ensemencement et vérifier les pratiques.

### Différentes courbes possibles : exemples



### 4. *Autres accidents:*

D'autres accidents sont souvent cités comme dus à des problèmes d'acidification, alors que ce n'est pas le cas :

- Problèmes d'égouttage : certains ne sont pas dus à des problèmes d'acidification.
- Caillé feuilleté :

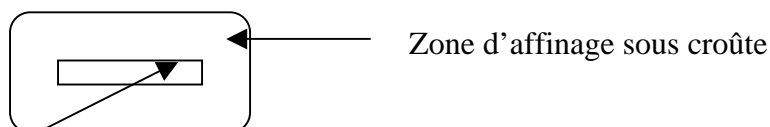
L'origine de cet incident est mécanique uniquement, le lait était encore en mouvement lors de la floculation. Il est impératif d'arrêter le lait après emprésurage et de ne pas manipuler les unités de caillage les 12 premières heures de caillage.

## B. Fabrication pâtes pressées non cuites :

Dans les fabrications de pâtes pressées non cuites, l'acidification a lieu généralement au cours du pressage et les éventuels défauts liés à la fermentation lactique vont apparaître seulement quelques jours voir quelques semaines plus tard, rendant le diagnostic délicat. Seul un historique de l'acidification par des mesures régulières de pH peut efficacement aider à l'analyse des problèmes et mettre les producteurs en alerte en temps réel.

### 1. Fromages « cœur dur » ou « cœur blanc » :

#### ➤ Observation sur le fromage :



Cœur blanc, dur, plâtreux, crayeux : Ceci est du à une déminéralisation de la pâte.

On remarque une différence de pH entre le cœur et le reste du fromage.

La croûte du fromage est déformée par la présence d'une peau de crapaud.

Le fromage présente de l'extérieur comme une énorme peau de crapaud. A la coupe, il est affiné à l'extérieur, mais présente un cœur dur, blanc et plâtreux.

Dans la majorité des cas, on est en face d'une post acidification : les ferments se sont développés trop tard (6 heures après moulage) et n'ont pu prendre le relais de l'égouttage mécanique.

Ces fromages vont mouiller les planches et auront plutôt des talons droits.

#### ➤ Origines :

La présence d'une post acidification en PPNC est souvent liée à :

- Un mauvais égouttage en cuve (gestion de l'EST au moment de la mise en moules) qui se traduit par la présence de sucres résiduels dans le fromage au démoulage.
- Une acidification insuffisante en moule d'où présence de sucres résiduels.
- Au choix des bactéries lactiques : les Streptocoques et les *Lactobacillus Bulgaricus* ne consomment pas le galactose d'où présence de sucre résiduel : il est nécessaire de les associer à des mésophiles.

#### CAS des PP de la famille, du cantal, salers, laguiole :

Cœur dur ou carotte pas soudée, crayeux : une post acidification est en cause.

#### Origines :

- ① Vérifier la T°C d'emprésurage : à 32-33°C.
- ② Temps de maturation de la tomme plus courte.
- ③ T°C de stockage de « maturation » du fromage.
- ④ Séchage du grain de caillé en gerle, en cuve et épuration de la tomme fraîche.
- ⑤ Ferment à changer, gestion de la gerle : activité des flores et dose.
- ⑥ Dé lactosage ( hors AOC)

*Remèdes :*

- Gestion du TP et TD → augmenter l'Extrait sec . Le TD (temps de durcissement) doit être plus court que le TP (temps de prise). Brasser plus longtemps, travailler plus vite au presse tomme et augmenter doucement la pression.
- La préparation de la gerle est fondamentale. Trois semaines avant le démarrage de la fabrication : mise en trempage de la gerle avec du lactosérum renouvelé tous les 2 jours. Ensuite, à l'utilisation, nettoyage de la gerle à l'eau tiède + lactosérum écrémé à la brosse.

**2. Fromages « caillou » :**

Ils peuvent être le résultat d'une post-acidification excessive (sur la totalité du fromage), mais peuvent aussi, à l'inverse, être des fromages issus de laits acides, insuffisamment égouttés. Lorsque les fromages sont acides ( pH bas /pH objectif), ils sont davantage déminéralisés, ce qui favorise leur dessiccation (eau libre plus importante).

**3. Fromages « galettes » :**

Ce sont le plus souvent des fromages issus de laits acides, insuffisamment égouttés ; mais parfois au contraire ce sont des fromages très humides qui ne se sont pas acidifiés du tout et qui dans ce cas deviennent putrides.

Ceci est lié à une mauvaise gestion de la température de travail en cuve mais souvent à la T°C trop faible de la salle d'égouttage (objectif : 22°C mini en PPNC).

Le choix des levains est à revoir de même que les paramètres technologiques en cuve (pH emprésurage, temps de coagulation).

**4. Fromages affaissés :**

Le pH est bloqué et on est face à un manque d'acidification.

La texture est collante, pâteuse. Les fromages s'affaissent, sont trop minéralisés.

La cause peut être la présence de phages, avec ensuite une reprise de l'acidification par les souches après moulage, correspondant donc à une post acidification.

En correction, on changera de levains. Si on égoutte plus à froid afin de garder de l'eau dans le fromage, on limitera l'activité acidifiante (surtout des Streptocoques) et on favorisera la post acidification.

CAS des PP de la famille, du cantal, salers, laguiole :

L'acidité est élevée mais la carotte est dans ce cas collante, la pâte est collante et bien soudée.

*Origines principales :*

- Temps de maturation de la tomme trop longue :

Un test d'élasticité peut être réalisé dans la main après salage de la pâte pour ajuster le temps de maturation. Une pression est appliquée, on relâche ensuite et la pâte doit alors se remettre en place de suite.

La maturation trop importante engendre des acidités élevées (A°D>120°D) et des pH <5.

- ES trop faible.

*Remèdes :*

- Ne pas reporter trop de fabrications
- Veiller à atteindre l'EST
- Baisser l'acidification

### III. Analyse des causes/facteurs favorisant à l'origine de l'accident et remèdes :

Attention ! : les étapes ne sont pas classées par ordre d'importance mais pas chronologie. Se référer surtout à la partie fromagerie pour agir rapidement.

ETAPE	Manque	Excès	Cinétique	Causes et facteurs favorisants	Détection, surveillance : tests terrain, observations, analyses	Corrections
<b>ELEVAGE</b>						
<b>Bâtiment</b>						
<b>Contamination de la mamelle</b>	x	x	x	Mauvais entretien de la litière / poussières de fumier au curage.	Propreté de la mamelle.	Nettoyer soigneusement les trayons en salle de traite/ pailler plus souvent et/ou de façon plus importante.
<b>Période après mise bas</b>	x		x	Faire attention au placenta et aux lochies. Laits post colostraux.	Vérifier l'entretien des litières.	Pailler plus souvent. Séparer les lots de traite.
<b>Aérocontamination</b>	x	x	x	L' Aérocontamination n'est pas à négliger, de nombreuses recommandations sont à suivre : Limiter les poussières de foin, paille, céréales, granulé : limiter les stocks de fourrage à côté des salles de traite, cloisonner les silos, ne pas les mettre dans le bâtiment directement, attention au moment des livraisons de foin ou d'aliments (céréales livrées en silo pulsé), éviter de pailler juste avant la traite, ne pas utiliser les refus pour pailler. <a href="#">Cf accident « trous précoces ».</a>		
<b>Santé du troupeau et de la mamelle</b>						
	x	x	x	Mammites provoquent : - une augmentation de la teneur en protéines solubles. - les flores sont déséquilibrées. - la teneur en calcium diminue. - pH du lait plus élevé.	- Pratiquer des CMT ou des NCI. - pH mètre. - Lactofermentation. - Analyses de staphylocoques sur le lait.	- Réaliser un plan mammites. - Changer de lactosérum ou de ferment.

ETAPE	Manque	Excès	Cinétique	Causes et facteurs favorisants	Détection, surveillance : tests terrain, observations, analyses	Corrections
<b>ELEVAGE</b>						
<b>Alimentation</b>						
	x		x	- Consommation de genêts.		- Eviter les zones dont elles sont friandes.
				- Déséquilibre azote/énergie. - Mise à l'herbe : augmentation de la teneur en protéines solubles.	- Faire une analyse Kjeldhal.	- Corriger la ration. - Transition plus longue. Apport de fibres par du fourrage adapté.
<b>Traite</b>						
<b>Ambiance de traite</b>	x	x	x	Poussières créées lors de la distribution du concentré ou du fourrage : bactéries utiles et d'altération (leuconostocs...).	Utilisation d'un biocollecteur.	Eviter l'utilisation de concentré trop fin ou de céréales broyées poussiéreuses. Eviter aussi les fins de silos.
<b>Contamination par la Machine à Traire</b>	x	x	x	Contamination du lait par son passage dans la MAT récupérant des biofilms (positifs ou négatifs).	Observation des matériaux et matériels : - Test au doigt. - pH de l'eau de rinçage et du robinet. - Démontage régulier des pièces suspectes.	- Changement régulier des matériels : tous les ans pour les manchons, les tuyaux courts à lait et tous les 2 ans pour les tuyaux longs à lait et le silicone. - Désinfecter et désincruster la pierre de lait : lavage acide. - Vérifier le rinçage si différence de 2 points de pH entre eau de rinçage et eau du robinet. - Changer le matériel poreux et endommagé.

ETAPE	Manque	Excès	Cinétique	Causes et facteurs favorisants	Détection, surveillance : tests terrain, observations, analyses	Corrections
<b>ELEVAGE</b>						
<b>Qualité du lait utilisé</b>						
	x	x	x	Lait non fromageable : colostrum, antibiotique, mammite...	- Test Eclipse sang. - Lactofermentation.	Ecarter le lait des animaux à problème et respecter les délais d'attente.
	x	x	x	Lait mort ou paucimicrobien, et/ou à faible activité acidifiante.	- Lactofermentation emprésurée ou non, à T°C de la technologie constante, dans un bain marie (astuces : résistance aquarium dans tuperware, Fromagère (Seb), chauffe biberon). - Test à la résazurine. - Activité acidifiante : pouvoir acidifiant.	Suivant les résultats obtenus : - Adapter la procédure de nettoyage, - Adapter la dose d'ensemencement (ferment ou lactosérum).
<b>Stockage du lait au froid :</b>						
	x	x	x	Refroidissement en chambre froide : risque de développement par un refroidissement insuffisant ou trop long.	- Vérifier le temps de refroidissement qui peut être très long. - Vérifier également la température de refroidissement.	- Changer le bidon en plastique par un bidon en almasilium. - Emprésurer après chaque traite pour évaluer le comportement du caillé.



ETAPE	Manque	Excès	Cinétique	Causes et facteurs favorisants	Détection, surveillance : tests terrain, observations, analyses	Corrections
<b>FROMAGERIE</b>						
<b>Préparation du lait :</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Prématuration (longue à basse T°C - 10 à 14°C) pendant 10 à 14h</li> <li>- Maturation courte ou</li> <li>- Pas de maturation</li> </ul>					
	x	x	x	Objectifs d'acidification non atteints en cas de maturation ou de prématuration.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lactofermentation.</li> <li>- Test résazurine ou bleu de méthylène.</li> <li>- pH et / ou A°D avant et après fermentation.</li> <li>- Thermomètre.</li> <li>- Odeur du lait mûré.</li> <li>- Papier pH.</li> </ul> Objectifs d'acidification : - Gain de 8 à 10 °Dornic en prématuration (pH : de 0.2 à 0.4) - En maturation : Gain de 3 à 5 °D – pH = 6.3-6.4 en lactique Gain de 1 à 2°D en PPNC – pH = 6.5-6.6 Gain de 5 à 6°D en pâte molle – pH =6.2-6.3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Suppression de la prématuration pendant la phase corrective.</li> <li>- Réaliser des emprésurages matin et soir pour les technologies lactiques ou stocker le lait à une température inférieure à 8°C pour les autres technologies.</li> <li>- Vérifier la qualité de l'ensemencement.</li> <li>- Revoir les conditions de réalisation de la prématuration ou de la maturation.</li> </ul>
<b>Conditions de réalisation</b>	x		x	Pas de travail des bactéries = manque d'acidification pendant la préparation du lait.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vérifier les conditions Temps/Température.</li> <li>- pH et ou A°D avant et après fermentation.</li> <li>- Courbe d'acidification pendant le caillage.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Augmenter le couple temps/température.</li> <li>- Augmenter la quantité de bactéries fera diminuer le temps de latence.</li> <li>- S'assurer de la qualité de l'ensemencement (changer de ferment).</li> </ul>

ETAPE	Manque	Excès	Cinétique	Causes et facteurs favorisants	Détection, surveillance : tests terrain, observations, analyses	Corrections
<b>FROMAGERIE</b>						
<b>Préparation du lait</b>						
<b>Ensemencement</b>	x	x	x	Activité acidifiante trop faible	- A°D et moment de prélèvement du lactosérum. - Pouvoir acidifiant à T°C et durée définis.	- En lactique, prélever à 24H si bonne acidité ou avant si profil d'acidification rapide. - Changer de ferment : * Si utilisation de lactosérum, utiliser le sérum d'un voisin, du lactosérum congelé avec cryoprotecteur ou une lactofermentation (exploitation ou le voisin). * Si ferment du commerce, utiliser des homofermentaires purs. * Arrêter l'utilisation des pieds de cuve. - En lactique, à ensemencement direct, T°C<25°C : ensemercer sur du lait plus chaud (30°C) pendant 1 h à 1h30 (objectif d'acidité finale : 30-35°D).
	x		x	Nombre de flores présentes insuffisantes.	- <a href="#">Analyses microbiologiques</a> . - Lactofermentation. - Test résazurine ou bleu de méthylène.	Adapter la dose d'ensemencement en fonction du lait utilisé.
	x		x	Dose utilisée trop faible.	- Courbe d'acidification pour connaître la phase de latence.	Augmenter la dose, faire une prématuration ou une maturation/ à adapter si existantes.
	x	x	x	Activité acidifiante altérée car mauvaise conservation des ferments ou du lactosérum.	- Vérifier le temps et la température de conservation, conditions de stockage (récipient sain et fermé). - Prendre le pH et l'acidité Dornic avant et après le stockage.	-Suivre les recommandations : Pour les ferments : cf avec les fournisseurs. Pour le lactosérum : Conservation au froid 3 jours seulement ; au congélateur avec cryoprotecteur quelques mois seulement. - Changer de lactosérum ou de ferment.

ETAPE	Manque	Excès	Cinétique	Causes et facteurs favorisants	Détection, surveillance : tests terrain, observations, analyses	Corrections
<b>FROMAGERIE</b>						
<b>Préparation du lait</b>						
<b>Ensemencement</b>	x		x	Présence de phages (consommation de l'acide lactique par les bactéries et développement de levures = le lait sent l'alcool).	Test de Meanwell.	Changer de lactosérum ou de ferments. Respecter les rotations prescrites au niveau des ferments.
<b>Emprésurage</b>						
	x		x	Risque de contamination par les pratiques d' emprésurage (matériel, pipette, seringue).	Propreté du matériel d' emprésurage. DLC et flaconnage de la présure.	Nettoyage/désinfection et entretien rigoureux du matériel d' emprésurage. Revoir les conditions de stockage de la présure.
	x	x	x	Mauvaise efficacité de la présure (dose, DLC, concentration, temps de prise, homogénéisation).	Aspect des caillés (flan, floconneux, contracté).	Revoir les conditions d' utilisation de la présure.

ETAPE	Manque	Excès	Cinétique	Causes et facteurs favorisants	Détection, surveillance : tests terrain, observations, analyses	Corrections
<b>FROMAGERIE</b>						
<b>Caillage (lactique)</b>						
<b>Conditions de caillage</b>	x				Caillé mou, caillé flan.	<p>Se référer aux fiches correspondantes.                      Pour tous les défauts :                      Revoir les étapes précédentes.                      Vérifier et ajuster la T°C d'emprésurage et des salles de travail de même que la durée de caillage.                      Vérifier le déroulement de l'acidification pour la corriger.                      Revoir conditions d'utilisation de la présure (caillés flan, floconneux, contracté).                      Trancher le coagulum en cours de caillage , ajout de CaCl<sub>2</sub> et diminuer le temps de contact grain de caillé/sérum (caillé friable).                      Eviter stagnation eau et lactosérum (caillé gonflé du à des levures).</p>
	x	x			Caillé floconneux, caillé gonflé.	
		x			Caillé friable ; caillé fissuré et sérum transparent.	
		x	x		Caillé contracté.	
	x	x	x		Caillé, digéré, raviné.	
				x	Caillé ou sérum glaireux ou filant.	
	x	x	x		Conditions de caillage (température, durée). Efficacité de la présure (dose, DLC, concentration, temps de prise, homogénéisation).	

ETAPE	Manque	Excès	Cinétique	Causes et facteurs favorisants	Détection, surveillance : tests terrain, observations, analyses	Corrections
<b>FROMAGERIE</b>						
<b>Caillage</b>						
<b>Matériel de caillage</b>	x	x	x	Risque de contamination ou d'altération du futur caillé si porosité et encrassement du matériel.	- Test au doigt. - Couleur du matériel. - Vérifier son état (fissures, piqûres, rayures...) et son âge.	Changer si matériel trop défectueux. Pratiquer un nettoyage rigoureux avec un produit adapté : alcalin chloré si matières attachées et acide si pierre de lait. Désinfection au chlore à l'eau froide si besoin.
	x	x	x	Risque d'inhibiteurs par un mauvais rinçage.	pH de l'eau du robinet et de l'eau de rinçage.	Revoir le rinçage si la différence de pH est supérieure à 2.
<b>Acidification durant le caillage</b>	x	x	x	Objectifs d'acidification non atteints.	- Vérifier la courbe d'acidification sur le temps de caillage : acidimètre et pH mètre. - Lactofermentation, appréciation du gel.	- Viser une courbe d'acidification rapide en lactique et revoir le cas échéant les étapes précédentes et les conditions d'acidification (temps, température, ensemencement...) - pH =6.2 (2 heures après emprésurage), pH =5.2 à 4 heures en PPNC. - En PPNC, enlever du lactose rapidement pour éviter une suracidification.
	x		x	Risque de non acidification au bout de quelques repiquages du lactosérum.	- Vérifier la courbe d'acidification : acidimètre, pH mètre. - Lactofermentation. - Test résazurine ou bleu de méthylène.	- Revoir le moment de prélèvement. - Temps de stockage court à T°C basse. - Faire un levain fermier fermenté en lactique (lait cru de traite manuelle). - Réajuster les paramètres technologiques (cf : préparation du lait).

ETAPE	Manque	Excès	Cinétique	Causes et facteurs favorisants	Détection, surveillance : tests terrain, observations, analyses	Corrections
<b>FROMAGERIE</b>						
<b>Acidification durant le caillage</b>	x		x	Acidité trop faible si T°C de travail en cuve trop faible (PPNC, pâtes molles) ou T°C emprésurage/caillage trop faibles (lactique).	- Thermomètre. - pH mètre.	Augmenter la durée de travail pour compenser la baisse de Température en PPNC, PM. Augmenter la température de 1 à 2 °C en pâtes lactiques.
	x			Risque de contamination par l'eau de dé lactosage.	- Analyse d'eau. - Provenance de l'eau.	Vérifier la qualité de l'eau. Eviter au maximum d'incorporer de l'eau dans le process de fabrication.
<b>Egouttage</b>						
	x			T°C d'égouttage trop basse engendrant une acidité faible.	Suivi de température : - 20-21 °C en lactique - 25°C en pâtes molles - 21°C en Pâtes pressées non cuites	- Augmenter la température pour atteindre l'objectif. - Retourner plus fréquemment les fromages pour exsuder le lactosérum dans les 24 heures (pâtes molles et lactiques). - Trancher le caillé avant moulage pour évacuer le lactosérum (pâtes molles et lactiques).
<b>Fin égouttage (pâtes pressées)</b>	x		x	Objectif non atteint d'acidité en fin de maturation (ex : 70°D en Salers).	Suivi de l'acidification. Cantal : objectif au salage : pH<5.2, A°D sérum = 90 à 115 °D	Revoir les étapes précédentes, et dans l'immédiat changer de ferment
		X		Acidité trop élevée (ex : 130 °D en Salers).		Revoir les étapes précédentes : - Diminuer la T°C d'emprésurage. - Diminuer la T°C de stockage du fromage pendant la maturation. - Diminuer le temps de maturation. - Epurer le caillé en gerle (salers). - Changer de ferment. - Dé lactoser (si autorisé).

ETAPE	Manque	Excès	Cinétique	Causes et facteurs favorisants	Détection, surveillance : tests terrain, observations, analyses	Corrections
<b>FROMAGERIE</b>						
<b>Entrée en cave (pâtes pressées)</b>	x		x	Ne pas atteindre objectif ES (59-60% en Salers, 52-53% en Laguiole).	Si problème d'ES : fromages au cœur dur ou blanc. Ils mouillent les planches et auront des talons droits.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Meilleur égouttage en cuve.</li> <li>- Augmenter l'ES au moulage (diminuer sucres résiduels dans le fromage).</li> <li>- Rétablir ou permettre l'acidification en moule.</li> <li>- Changer de ferment (associations mésophiles et thermophiles).</li> <li>- Dé lactoser (si autorisé dans la techno).</li> </ul>
<b>Affinage (pâtes pressées)</b>	x	x	x		Fromages cailloux	Revoir les conditions d'acidification (nature du levain, éviter la postacidification...).
	x	x			Fromages galettes	Réduire la minéralisation. Limiter l'acidification avant emprésurage.
	x		x		Fromages affaîssés	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Egoutter suffisamment en cuve, obtenir un ES plus haut.</li> <li>- Régler la température d'égouttage (PPNC : 22°C).</li> <li>- Rectifier les paramètres technologiques.</li> <li>- Attention aux phages, nettoyage et désinfection massifs.</li> </ul>

## IV. Aide au diagnostic et résolution de l'accident (technologie lactique) :

Pour résoudre l'accident, le guide propose deux approches, à utiliser selon les informations disponibles.

**Question :** A-t-on des mesures d'acidité ou de pH des fabrications réussies et des ou de la fabrication (s) à problème ?

**OUI :** On a deux choix possibles :

- diagnostic essentiellement par description du défaut : partie A
- diagnostic uniquement par mesure des acidités : partie B

**NON :** diagnostic essentiellement par description du défaut : partie A

### A. Aide au diagnostic par description :

#### 1. Critères à observer :

N.B : le critère acidité est donné mais n'est pas forcément à renseigner d'emblée.

Critères à observer	Liste des descripteurs possibles
Quantité de Sérum	plus normale moins
Couleur de sérum	Blanc/incolore vert jaune
Consistance du sérum	normale épais
Surface du caillé	mat brillant fissurée rétractée
Consistance du caillé	gélatineux filamenteux gonflé nombreuses fines Caoutchouc manque de cohésion troué rétracté
Répartition du caillé	homogène hétérogène
A°D du sérum	normale faible forte
Odeur au niveau du caillé	désagréable levure de boulanger odeur agréable sensation piquante
Fromage	s'égoutte mal RAS s'égoutte vite gonfle trous



## 2. Clef de décision permettant de résoudre la majorité des accidents

Le premier lien renvoie à la description du défaut, les origines, les remèdes. Le deuxième « fiche appui tech... » renvoie aux fiches à utiliser sur le terrain pour réaliser l'appui technique (détail de ce qu'il faut observer/mesurer et les remèdes correspondants à conseiller).

SI :

- Moins de sérum.
- Sérum blanc, transparent.
- Surface mat.
- Manque de cohésion.
- Homogène.
- A°D à 24H faible <45°D.
- Fromage s'égoutte mal.
- Fines plus importantes.

[Caillé MOU homogène](#)  
[fiche appui tech caillé mou](#)

### Variante du caillé mou :

SI :

- Moins de sérum.
- Sérum blanc, transparent.
- Surface mat.
- Manque de cohésion.
- Hétérogène.
- A°D plus élevée et pH +bas en haut.
- Fromage s'égoutte mal.
- Fines plus importantes.

[Caillé MOU hétérogène](#)  
[fiche appui tech caillé mou](#)

SI :

- Moins de sérum.
- Sérum incolore.
- Surface Brillante.
- Gélatineux (flan alsa).
- Homogène.
- A°D à 24H faible <45°D.
- Fromage s'égoutte mal mais pas de fines.

[Caillé FLAN](#)  
[fiche appui tech. caillé flan](#)

SI :

- Plus de sérum dans le volume.
- Sérum jaune, marron ; tendance foncée.
- Surface rétractée (surface lunaire).
- Coagulé, filamenteux, très rétracté.
- Hétérogène.
- A°D à 24H faible à forte.
- Odeur forte.
- Fromage s'égoutte très vite.

[Caillé DIGERE](#)  
[fiche appui tech. caillé digéré](#)

SI :

- Moins de sérum.
- Sérum blanc ou jaune.
- Surface lisse, émiétable.
- Surface mat.
- Manque de cohésion.
- Homogène en apparence.
- A°D à 24H faible.

**Caillé FLOCONNEUX**  
**fiche appui tech. caillé floconneux**

SI :

- Quantité de sérum normale.
- Sérum incolore, jaune, transparent.
- Surface mat.
- Manque de cohésion, granuleux.
- Homogène.
- A°D à 24H normale à forte.
- Fines importantes sur la table.

**Caillé FRIABLE**  
**fiche appui tech. caillé friable**

SI :

- Plus de sérum sous le caillé.
- Surface brillante.
- Troué, surnageant.
- Homogène.
- A°D à 24H normale, faible ou forte.
- Odeur suspecte( Coli), levurée (levure) ou agréable (leuconostocs).
- Fromage = éponge.

**Caillé GONFLE**  
**fiche appui tech. caillé gonflé**  
**voir fiche accidents trous précoces**

SI :

- Plus de sérum.
- Sérum jaune.
- Surface fissurée, rétractée.
- Coagulum rétracté.
- Homogène.
- A°D à 24H forte.

**Caillé FISSURE**  
**fiche appui tech. caillé fissuré**

SI :

- Quantité de sérum normale.
- Sérum épais, gluant.
- Homogène.
- Fromage s'égoutte mal ou très vite.
- Odeur piquante.
- A°D à 24H normale à forte.
- Fromages gonflent légèrement en moules, Trous en moules (leuconostocs).

[Caillé GLAIREUX](#)  
[fiche appui tech. caillé glaireux](#)

### 3. Diagnostic rapide par téléphone

#### a) Les questions à poser d'emblée :

- ① Acidité faible → combien
- ② Ferment :
  - lequel
  - origine
  - préparation
- ③ Dose d'ensemencement :
  - niveau
  - moment
  - prématuration ?
- ④ Température de caillage
- ⑤ Durée de caillage

#### b) Interrogations sur la description du défaut

Les interrogations basées sur l'aide en partie A, chapitre IV permettront d'établir le diagnostic.

En rectifiant les pratiques correspondant aux premières questions posées, il est possible de résoudre l'accident.

Si ces éléments ne permettent pas de le résoudre, il faut alors pousser plus loin les investigations avec des mesures d'acidité. Il faut se référer alors pour cela à la partie B du chapitre IV de ce guide.

#### c) Investigations plus poussées si non résolution (visite)

##### ➤ **Investigations :**

- courbes d'acidification ou courbe d'évolution de l'acidité ou de pH.
- prise d'acidité : départ, à 10 H.....
- analyses bactériologiques.
- qualité du lait : laitensemencé, lait uHt, lait seul : leurs comportements à l'acidification, à la coagulation.
- pose de puces et de capteurs et suivi.
- pouvoir acidifiant des laits et des laitsensemencés.
- Machine à traire, comportement du lait du 1<sup>er</sup> bol.

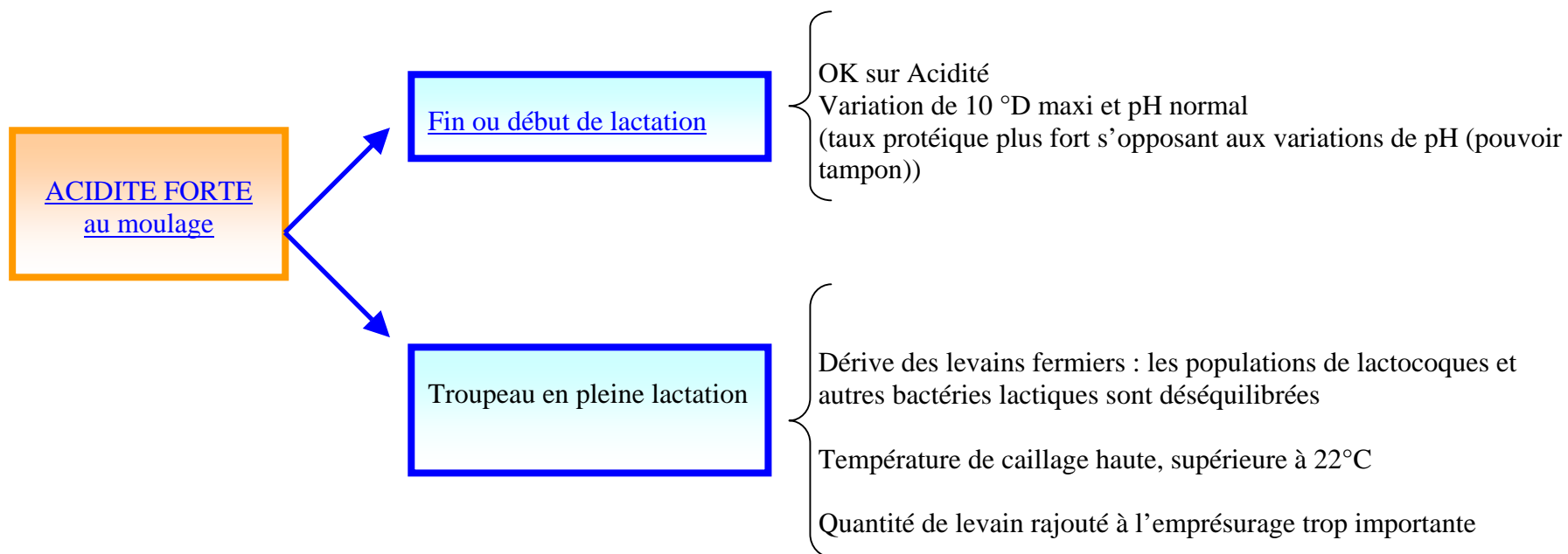
##### ➤ **Arbres de décision à utiliser (mesures d'acidité):**

- Acidité faible au moulage
- Acidité forte au moulage
- Evolution anormale de l'acidité

## B. Aide au diagnostic par mesures d'acidité

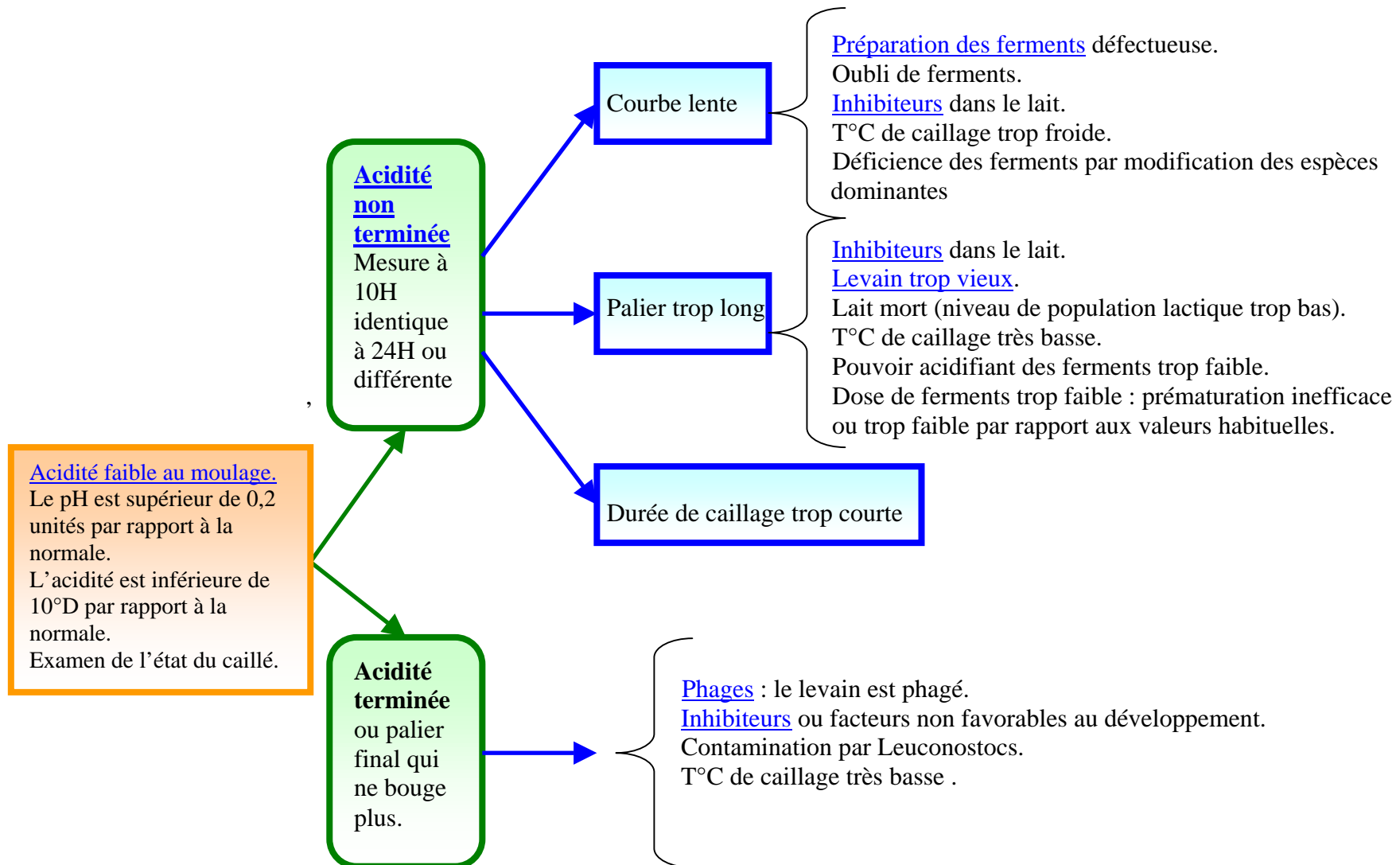
1. **ACIDITE FORTE AU MOULAGE** : le lactosérum surnageant présente une acidité forte au moulage

### Diagramme des facteurs susceptibles d'être incriminés dans le défaut



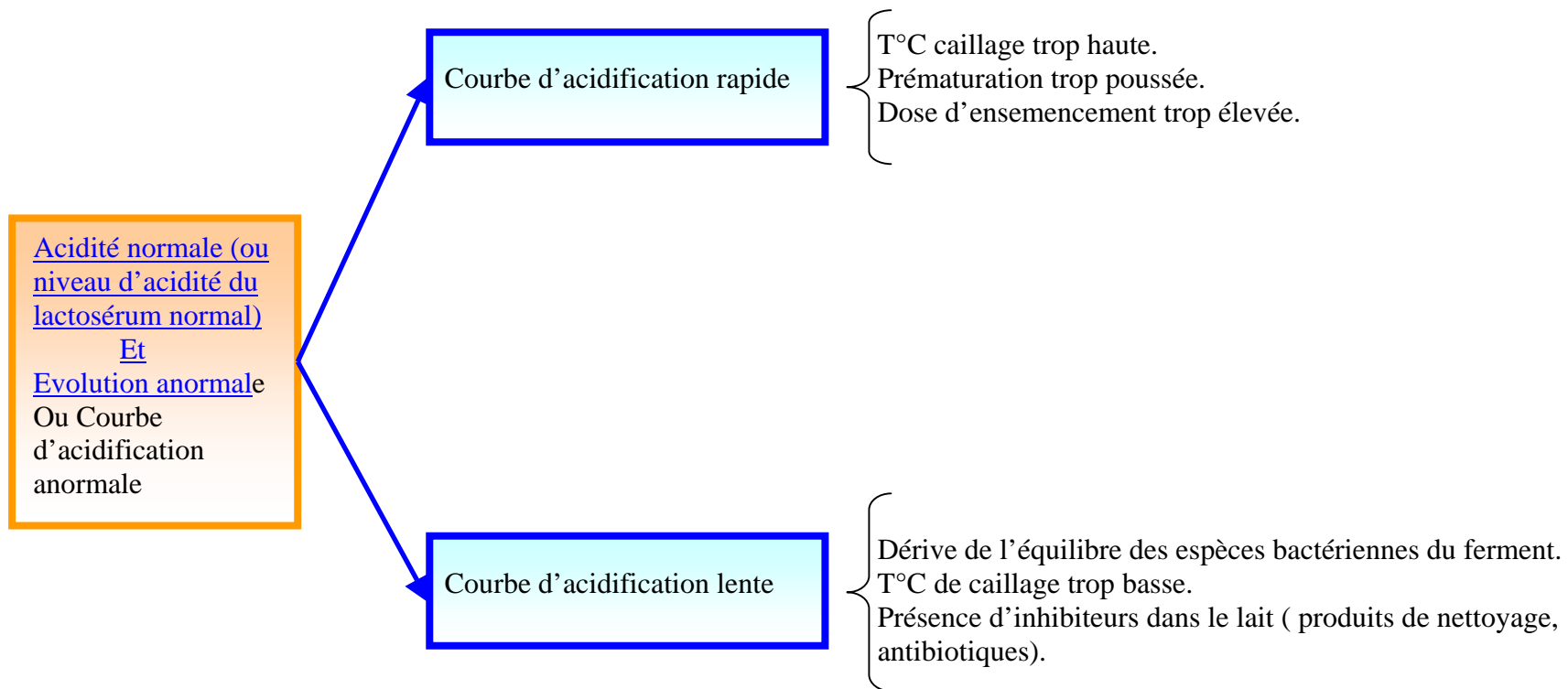
## 2. ACIDITE FAIBLE AU MOULAGE : le lactosérum présente une acidité faible au moulage

### Diagramme des facteurs susceptibles d'être incriminés dans l'apparition du défaut:



### 3. EVOLUTION ANORMALE/ la courbe d'acidité du caillé suit une évolution anormale

Diagramme des facteurs susceptibles d'être incriminés dans l'apparition du défaut :



#### Conséquences :

- \*Mauvais égouttage
- \*Post acidification
- \*Mauvais affinage

## V. ANNEXES

### A. Bibliographie complète sur les germes

#### Caractéristiques de croissance des Lactocoques :

	<i>Lactococcus lactis</i> <i>ssp. lactis</i>	<i>Lactococcus lactis</i> <i>ssp. cremoris</i>	<i>Lactococcus lactis</i> <i>var. diacetylactis</i>
T°C optimale	25- 30°C	25- 30°C	18- 20°C
Plage de T°C ( mini-maxi)	10- 40°C	10- 38°C	10- 38°C
Résistance à la T°C	NE RESISTENT PAS A 60°C – 30MIN		
Acidification du lait	90 – 100°C pH 4,50	90 – 100°C pH 4,50	45 – 50°C pH 5,0
Vitesse de production de l'acide lactique	LENTE	LENTE	TRES LENTE
Configuration de l'acide lactique	L (+)	L (+)	L (+)
Fermentation : <ul style="list-style-type: none"> <li>• lactose</li> <li>• glucose</li> <li>• galactose</li> </ul>	+ + +	+ + +	Citrate: Diacétyl Production CO2
CO2 à partir du glucose	-	-	A partir de citrates
% NaCl inhibiteur	4 – 6,5	2 - 4	4 – 6,5
NH3 à partir de l'arginine	+	-	+
Sensibilité : Pénicilline	0,05 A 0,02 UI		
Dose de chlore ( inhibition)	150 mg / L de Lait		
Activité protéolytique : <ul style="list-style-type: none"> <li>• enzymes exocellulaires</li> <li>• enzymes endocellulaires</li> </ul>	++ +++	+ +++	+++

**Caractéristiques de croissance des leuconostocs :**

	<i>Leuconostoc mésesteroides</i> <i>ssp. Cremoris ( ou</i> <i>Citrovorum)</i>	<i>Leuconostoc mésesteroides</i> <i>ssp. Lactis ( ou</i> <i>Paracitrovorum)</i>	<i>Leuconostoc</i> <i>mésesteroides ssp.</i> <i>mesesteroides</i>	<i>Leuconostoc</i> <i>Dextranicum</i>
Morphologie	Cellules qui peuvent devenir ovoïdes			
T°C optimale	18 –20°C	18 –20°C	18 –20°C	18 –20°C
Plage de T°C ( mini-maxi)	10 – 35°C	10 – 37°C	10 – 37°C	10 – 35°C
Résistance à la T°C				
• 60°C 30 min	+	-	+/-	+/-
• 55°C 15 min	+	-	+/-	+/-
• 55°C 30 min	+	-	+/-	+/-
Acidification du lait	50 – 60°D	50 – 60°D	50 – 60°D	50 – 60°D
Vitesse de production de l'acide lactique	LENTE ← Faible résistance A l'acide lactique →			
Configuration de l'acide lactique	D (-)	D (-)	D (-)	D (-)
Fermentation :				
• lactose	+	+	+	+
• glucose	+	+	+	+
• galactose	+	+	+	+
CO2 à partir du glucose				
• Glucose : CO2	+	+	+/-	+/-
• Citrates : CO2	+	+	+	+
% NaCl inhibiteur	3	3	3	3
Sensibilité : Péniciline	← 0,015 A 0,02 UI / ml de lait →			
Dose de chlore ( inhibition)	← 100 mg / L de Lait →			
Activité protéolytique				
enzymes exocellulaire	+	+	+	+
enzymes endocellulaires	+++	+++	+++	+++
Production d'arôme ( diacétyl)	+++	+++		



**Caractéristiques des streptocoques et des lactobacilles :**

Source : Y.Gaüzère. ENIBIO Poligny	<i>Streptococcus Salivarius thermophilus</i>	<i>Lactobacillus helveticus</i>	<i>Lactobacillus delbrueckii ssp. Lactis</i>	<i>Lactobacillus delbrueckii ssp. Bulgaricus</i>
Morphologie			Quelques granulations	Granulations
T°C optimale	40 – 45°C	40 – 43°C	40 – 43°C	40 – 43°C
Plage de T°C ( mini-maxi)	18 – 50°C	20 – 50°C	20 – 51°C	20 – 52,5°C
Résistance à la T°C	Thermorésistant 63°C 30 min + 80°C 15 min +	60°C 30 min	+ / -	Pas thermoresistant mais peut résister à 75°C - 20 Sec.
Acidification du lait	55 – 60°D pH 4,80	270 – 300°D	170°D	170 – 180°D
Vitesse de production de l'acide lactique	Rapide : perméases Constitutives : lactose - glucose	Lente	Lente	Lente à rapide
Configuration de l'acide lactique	L (+) 100%	L (+) 50% D (-) 50%	L (+) 0% D (-) 100%	L (+) 0% D (-) 100%
Fermentation :				
• lactose	+	+	+	+
• glucose	+	+	+	+
• galactose	-	+	+	-
CO2 à partir du glucose	-	-	-	-
% NaCl inhibiteur	< 2	2	4	2
NH3 à partir de l'arginine	-	-	-	-
Sensibilité : Péniciline	0,015 – 0,02 UI/ml			0,005 UI/ ml
Dose de chlore ( inhibition)	PLUS de 100 mg / L de lait			
Activité protéolytique :				
• enzymes exocellulaires	+	++	++	++
• enzymes endocellulaires	++	+++	++	++

## **B. Documents complémentaires disponibles par lien :**

### **1. Documents situés dans le répertoire « Guide acidification » :**

- [Le pouvoir acidifiant.](#)
- [L'acidimètre : mesure de l'acidité.](#)
- [Le pH mètre : un outil pour contrôler la fabrication.](#)
- [Les courbes d'acidification](#) : un outil pour fixer des repères de surveillance de l'acidification et repérer le moment le plus favorable pour prélever le lactosérum d'ensemencement.
- [La mesure de l'acidité Dornic.](#) Un outil pour évaluer la vitesse de multiplication des bactéries lactiques.
- [Mesures de l'acidité à des moments précis de la fabrication.](#) Un outil pour surveiller la fabrication.
- [Courbes pH et acidité : se situer par rapport à des repères préétablis.](#)- L'épreuve au bleu de méthylène sur levain mésophile. Un outil pour vérifier sa qualité avant ensemencement.
- [L'épreuve au bleu de méthylène sur le lait.](#) Un outil pour vérifier sa qualité microbiologique.
- [La lactofermentation.](#) Un outil pour vérifier la qualité microbiologique du lait.
- [Le test à la résazurine.](#) Evaluer la charge microbienne du lait.
- [Les inhibiteurs](#) : recherche bibliographique.
- [Les phages](#) : recherche bibliographique.
- [La croissance et la production d'acide par les bactéries lactiques.](#)
- [Le pouvoir tampon](#) : quelques explications.
- [Comment fabriquer un levain à la ferme ?](#)
- [Méthode d'ensemencement des levains commerciaux.](#)
- [La conservation du lactosérum par congélation.](#)- Fiche conduite de l'acidification, avec en particulier la gestion de la prématuration, la préparation de ferments.
- [Travaux réalisés au Pradel sur l'influence du TP sur l'acidification](#) (technologie lactique en production caprine).
- [Travaux réalisés au Pradel sur l'influence des numérations cellulaires sur l'acidification](#) (technologie lactique en production caprine).
- Les fiches d'appui technique pour tous les types de caillés accidentés dus à un défaut d'acidification (liens disponibles dans le guide).
- Les fiches pour tous les types de caillés accidentés dus à un défaut d'acidification : description, origines, remèdes (liens disponibles dans le guide).

### **2. Documents situés dans le répertoire « Annexes générales » :**

- [Principaux schémas technologiques en production fermière.](#)
- [Schéma général de nettoyage / désinfection.](#)
- [Fiche du GBPH sur le nettoyage.](#)
- [Fiche du GBPH sur la désinfection.](#)
- [Techniques de prélèvement du lait pour analyses.](#)
- [Un outil pour vérifier l'efficacité du nettoyage de la machine à traire.](#)
- [Le contrôle de certains paramètres de la machine à traire.](#) Un outil pour trouver l'origine d'une déficience du nettoyage.

## **C. Analyses :**

Les rapports de flore peuvent être intéressants à analyser: lactocoques, leuconostocs, streptocoques, lactobacilles....

- ITFF (74- La Roche sur Foron)
- ENILBIO de Poligny (39)
- ITPLC (17 Surgères)