

Juin 1984/133

Station fédérale de recherches laitières  
CH-3097 Liebefeld

## Des entrées d'air excessives pendant la traite compromettent la qualité du lait

Le lait, la crème et le beurre risquent de plus en plus de prendre un goût rance ou oxydé. C'est ce que constatent avec préoccupation la Commission du contrôle du beurre et l'Union centrale des producteurs suisses de lait. L'examen de quelques cas particuliers a montré que ces défauts sont presque toujours dus à une sollicitation mécanique excessive de la matière grasse du lait. Souvent l'altération de la graisse du lait commence déjà à la traite, surtout quand celle-ci est effectuée avec des installations de traite en lactoduc, les installations à pot causant moins de dommages. En général, cet endommagement de la matière grasse n'est pas suivi immédiatement d'une altération du goût. Celle-ci intervient plus tard, quand d'autres perturbations s'ajoutent, entre le transport et la transformation du lait. Un goût irréprochable au paiement à la qualité ne prouve donc pas que le lait n'ait pas subi de détérioration. Or, pour ménager le lait, il faut surtout éviter des conditions d'écoulement provoquant des perturbations.

### Sensibilité de la phase lipidique

La sensibilité de la phase lipidique résulte de sa structure. Dans le lait fraîchement traité, les globules gras sont dispersés dans le lactosérum et forment une émulsion. Le nombre de ces particules fluctue entre 1 et 3 milliards par millilitre, leur diamètre le plus fréquent entre 3 et 6 millièmes d'un millimètre et leur surface totale autour de 60 m<sup>2</sup> par litre. Les globules gras sont entourés de membranes, d'une épaisseur d'environ un centième de leur diamètre qui, tant

qu'elles sont intactes, empêchent la fusion des particules. Le terme de « membrane » pourrait faire croire qu'il s'agit d'une enveloppe élastique fermée, alors que la membrane, en réalité, consiste en substances absorbées à la surface du globule gras. Présentée de façon simplifiée, la membrane comporte une couche intérieure, tournée vers la matière grasse et consistant en émulseurs, et une couche extérieure, tournée vers l'eau et composée de protéines avec diverses inclusions.

L'adhésion entre les couches est plutôt faible. De grandes forces de pression

et de cisaillement déforment les globules gras et peuvent endommager la membrane de façon que la graisse liquide peut sortir. Ainsi les globules gras s'agglutinent plus facilement. La graisse expulsée ou partiellement découverte est appelée matière grasse libre par rapport à la graisse entièrement protégée par les membranes (fig., 1, 2, 3 et 4).

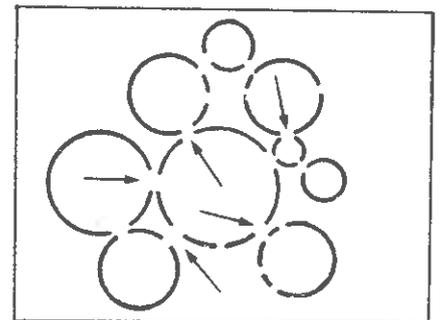


Fig. 1 Agglomération de globules gras avec membranes endommagées (représentation schématique).

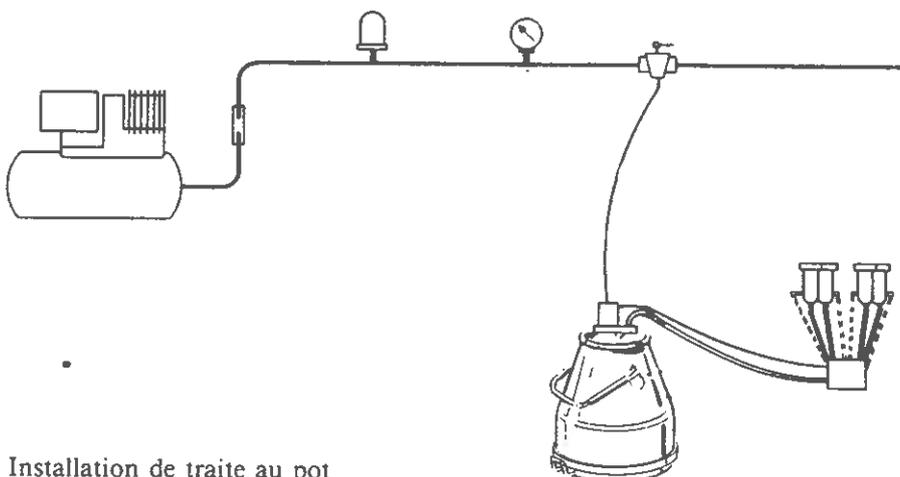
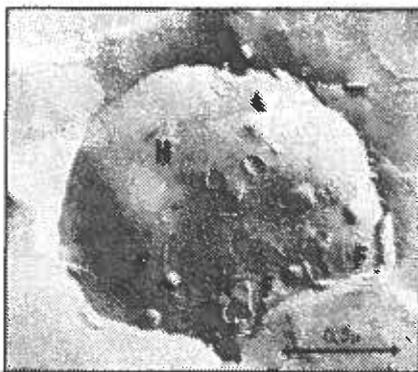
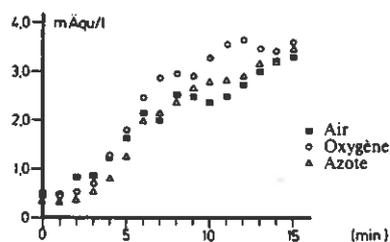


Fig. 2 Agglomération de globules gras, à gauche avec membranes intactes, à droite avec membranes endommagées (microphotographie).

Installation de traite au pot



**Fig. 3**  
Membrane endommagée d'un globule gras. H = enveloppe, L = noyau de graisse découvert (photographie prise au microscope électronique par Buchheim).



**Fig. 4**  
Augmentation de la teneur du lait en acides gras libres à la suite d'entrées d'air, d'oxygène ou d'azote.

Les chiffres suivants montrent la différence de la sollicitation du lait selon qu'il est traité avec une installation en lactoduc ou une installation à pot (32 exploitations):

- installations de traite à pot  
0,41 mEq/l d'acides gras libres
- installations de traite avec lactoduc (bien monté)  
0,71 mEq/l d'acides gras libres
- installation de traite avec lactoduc (mal monté)  
2,60 mEq/l d'acides gras libres.

La matière grasse libre peut être composée par des enzymes (lipases), que le lait contient toujours en quantités suffisantes. Les produits de dégradation les plus importants qui en résultent sont les acides gras libres. Ce sont eux, quelques-uns même en faible concentration, qui donnent au lait le goût rance. Nous ne sommes pas à même aujourd'hui d'apprécier dans quelle mesure les taux trop élevés d'acides gras dans la crème et le beurre sont imputables à l'utilisation de machines dans la production du lait. Cependant, les contrôles effectués à différents niveaux de la production et de la transformation du lait donnent souvent des résultats défavorables pour les installations en lactoduc. En voici quelques exemples récents:

**Tableau 1:** degré d'acidité du beurre fabriqué de lait de différents producteurs

Producteur	Type d'installation de traite	Degré d'acidité <sup>1</sup>
1	lactoduc	1,7
2	lactoduc	1,6
3	lactoduc <sup>2</sup>	2,4
4	lactoduc	0,9
5	pot	0,7
6	pot	0,7

Dans 3 échantillons sur 6, le degré d'acidité du beurre, soit 1,2 était nettement dépassé. Principale cause: entrées d'air excessives dans le lait, turbulences, formation de mousse.

<sup>1</sup> Nombre de ml de soude 1-N/100 g de mat. grasse

<sup>2</sup> Pente raide

## Turbulences et formation de mousse

La mousse est une accumulation de bulles de gaz entourées de lamelles liquides. Le lait, qui contient les substances nécessaires, a tendance à former de la mousse, le lait du matin plus fortement que le lait du soir; il suffit que de l'air y entre. En général, la mousse du lait contient beaucoup plus de graisse que le lait dont elle provient. Les membranes des globules gras, stables dans un lait sans air, sont instables au contact avec l'air. Toute sollicitation mécanique de ce système labile endommage les membranes gravement et en peu de temps. La fabrication conventionnelle du beurre repose sur ce principe puisque le barattage de la crème dans la baratte à moitié remplie fait entrer des bulles d'air de façon que l'émulsion s'effondre et des grains de beurre se forment.

Or, il est essentiel d'empêcher que ces phénomènes de barattage ne se produisent lorsque le lait trait traverse les lactoducs. Il convient donc de rappeler quelques règles d'écoulement.

## L'écoulement dans les installations de traite

1. Les installations de traite sont des systèmes de convoi d'air et de lait. L'instabilité du rapport air - lait fait que les conditions d'écoulement y changent sans cesse.

2. Il ne peut avoir d'écoulement dans une installation de traite sans différence de pression ou sans pente. On distingue entre écoulement laminaire et écoulement turbulent. L'écoulement est appelé laminaire si les différentes couches du fluide glissent les unes sur les autres sans s'entrechoquer, c'est-à-dire si elles s'écoulent linéairement en filets fluides.

L'écoulement est appelé turbulent si le liquide est agité de façon que les filets fluides se mélangent ou produisent des tourbillons, qui exposent les globules gras à de fortes tensions.

3. La traite exige l'écoulement laminaire, alors que le nettoyage, qui a besoin de l'énergie déclenchée par les tourbillons, requiert l'écoulement turbulent. Dans les installations de traite en lactoduc et en l'absence d'air, l'écoulement du lait est, en général, laminaire. Avec une pente et un diamètre suffisants de la conduite, la séparation de l'air et du lait est relativement rapide. L'air, qui s'écoule au-dessus du lait, atteint l'unité terminale plus rapidement que le lait, ce qui produit des ondes à la surface du lait. De grandes quantités d'air entrant dans le système ainsi que des conduites trop étroites entraînent la formation indésirable de bouchons de lait.

4. Des bouchons se forment spontanément si le lait est contraint de circuler, dans des conduites ou des tuyaux, contre la force de gravité. La formation de bouchons est donc inévitable lorsque les conduites de l'installation comportent des montées, qui sont prosrites pour cette raison.

Pour apprécier la présence d'air dans le système lactifère d'une installation de traite, on distinguera donc entre entrées d'air indispensables et fonctionnelles, entrées d'air inévitables et non fonctionnelles et entrées d'air inadmissibles.

## Entrée d'air indispensable et fonctionnelle

Les machines à traire conventionnelles n'ont qu'une seule admission d'air indispensable et qui fait partie de l'installation, celle qui conduit à l'intérieur du faisceau trayeur. En 1903, l'Australien Alexandre Gillies avait inventé le gobelet trayeur à deux chambres. Deux années plus tard, il déposa un brevet d'invention pour l'admission d'air du gobelet trayeur ou de la griffe. Cette entrée d'air a quatre fonctions essentielles:

- elle accélère l'écoulement du lait
- elle réduit le reflux du lait, le lavage des trayons et le risque de nouvelles infections (tableau 2)
- elle stabilise le vide de traite
- elle améliore le massage des trayons.

**Tableau 2:** stabilité du vide et nombre de nouvelles infections

Facteurs examinés	Vide de traite	
	stable	instable
Nombre de vaches <sup>1</sup>	13,0	13,0
Nombre de nouvelles infections	11,0	24,0
Débit/min, en kg	2,0	1,7

<sup>1</sup> Vraies jumelles

La norme ISO 5707 exige que l'admission d'air remplisse les conditions suivantes :

- débit d'air constant au vide de traite : 4 - 10 l/min
- ouverture fixe dans matériel solide
- position maintenant au minimum la formation de turbulences dans le lait.

La griffe doit être conçue de façon à maintenir aussi bas que possible le reflux du lait et le lavage des trayons. Sa capacité utile, soit le volume au-dessous de la connexion des raccords à lait, doit être de 80 ml au moins.

Les griffes ne répondant pas à ces critères, en particulier celles qui ont un orifice d'admission d'air trop grand ou disposé en sens inverse du flux du lait, sont à remplacer. Lorsque les lactoducs sont installés à une certaine hauteur, on peut stabiliser le vide et ménager le lait en séparant celui-ci de l'air dans la griffe déjà. Des mises au point sont en cours et quelques systèmes adaptés sont déjà en service à l'étranger.

### Entrées d'air inévitables et non fonctionnelles

Après l'admission d'air qui est nécessaire et qui fait partie du système de lait, il faut signaler les sources d'entrées d'air inévitables et en même temps préjudiciables. Les plus importantes sont les gobelets trayeurs et le système de lait. Ni l'une ni l'autre de ces deux parties de l'installation de traite ne sont entièrement étanches au vide. Au niveau des

trayons, l'air ne peut cependant entrer en quantité notable que lorsque les manchons trayeurs sont mal ajustés. Pour le système de lait, la norme ISO tolère une limite de 20 l d'air entrant par minute. Si l'installation est en bon état d'entretien, il est facile de rester inférieur à cette limite. C'est également de l'entretien que dépendent les entrées d'air inadmissibles, discutées dans le chapitre suivant.

### Entrées d'air inadmissibles

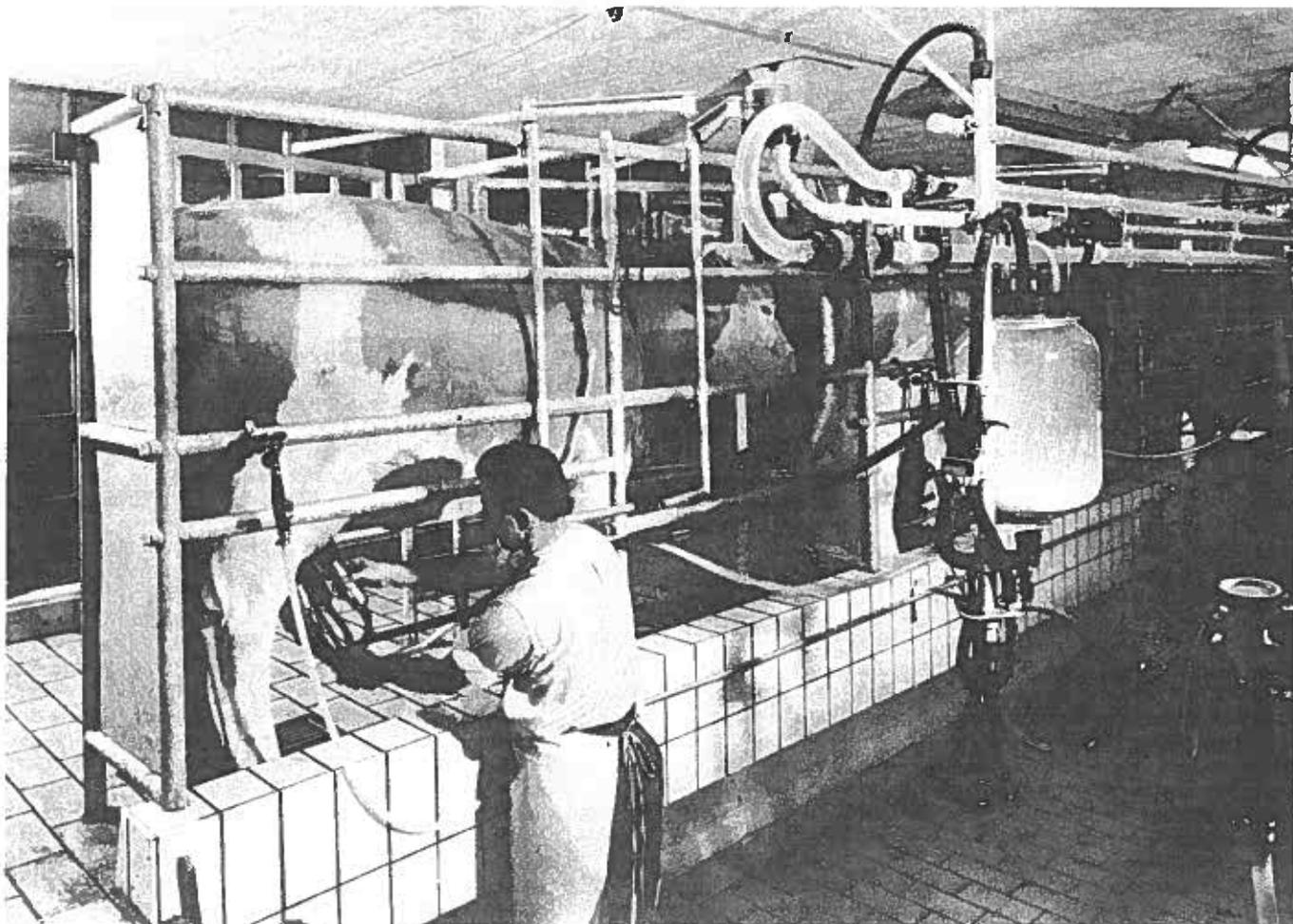
Elles ont leur origine ou dans le manque d'entretien ou dans les défauts de manipulation d'une installation de traite. Presque toutes les inétanchéités, celles des couvercles des pots, des tuyaux à lait, des robinets à lait et des raccords, sont dues à un mauvais état de l'installation, c'est-à-dire à un entretien insuffisant. Une pompe à lait qui ne travaille pas à débit de lait entier, c'est-à-dire qui laisse entrer de l'air, est probablement une des causes de la détérioration de la matière grasse, car le mélange d'air et de lait donne lieu à la formation de mousse, qui a un effet très déstabilisateur. Un tel défaut exige la correction immédiate. Les anomalies imputables à l'insuffisance de l'entretien peuvent être aggravées par des fautes de maniement, qui se commettent presque automatiquement. Un de ces défauts est l'aspiration de grandes quantités d'air lors de la pose des faisceaux trayeurs. D'autres irrptions d'air doivent être attribuées à une mauvaise adhésion des faisceaux

trayeurs, à la nervosité des animaux et à des fautes commises lors de l'égouttage à la machine et du retrait des faisceaux trayeurs. Egalement à éviter: les irrptions d'air lors de la vidange des récipients d'installations de traite avec récipients de contrôle. Les dommages que ces entrées d'air, causent au lait et qu'on pourrait éviter et sont encore aggravés par une conception et un montage défavorables de l'installation de traite.

### Conception et montage de l'installation de traite

Les lactoducs ont, en général, la double fonction d'amener le vide de traite et de convoyer le lait trait. Un principe fondamental du ménagement du lait et d'une bonne technique de traite est de prendre soin que les voies d'écoulement soient aussi courtes que possible.

Plus le passage est court, moins le lait est exposé à des perturbations. Si possible, le lactoduc formera un anneau avec deux entrées. Mais un tel système ne remplit son but que si le lait de chaque vache parvient en effet par la voie la plus directe à l'unité terminale. Afin d'éviter la formation de mousse dans l'unité terminale, qui doit avoir un volume utile d'au moins 18 l, on veillera à une disposition tangentielle de l'orifice d'admission du lait. De même, les écluses à lait doivent travailler sans produire de la mousse. Le trajet compris entre l'unité terminale et l'écluse ne doit pas donner lieu à des fuites.



Pour un parcours ménageant du lait dans les lactoducs, il convient en outre d'observer les recommandations suivantes:

- dimensionner le diamètre du lactoduc en fonction de la longueur de la conduite et du débit de façon que les chutes de vide ne dépassent pas 3 kPa;
- installer les lactoducs aussi bas que possible, en tout cas pas plus haut qu'à 2 m au-dessus de la couche du bétail;
- installer les lactoducs avec une pente de 1%, sans remontées et sans d'autres obstacles;
- dans les salles de traite sans récipients de contrôle, placer les lactoducs très bas, c'est-à-dire au-dessous de la couche du bétail;
- raccorder les robinets à lait, de façon étanche, sur le côté du haut des tuyaux afin de donner libre accès au lait;
- pourvoir la sortie des récipients de contrôle des salles de traite d'un diamètre d'au moins 18 mm;
- entre faisceau trayeur et lactoduc, ne rien monter qui pourrait provoquer une différence de vide de plus de 3 kPa à un débit de 3 kg/min. Les compteurs de lait doivent répondre à cette spécification;
- pourvoir le court tuyau à lait d'un diamètre intérieur d'au moins 8 mm, sans réduction par les raccords en position de traite;
- pourvoir le long tuyau à lait d'un diamètre intérieur compris entre 12,5 mm, min. et 16 mm max. (des diamètres plus grands donnent lieu à la formation de grains de beurre).

### Refroidissement du lait et observation de l'horaire des traites

Un nombre croissant d'agriculteurs pratiquent le refroidissement et la conservation au froid du lait à la ferme. Des commentaires précédents il ressort que le ménagement du lait doit être poursuivi au niveau du refroidissement par une construction et un maniement appropriés de l'équipement de réfrigération. Parmi ces installations, ce sont particulièrement les plongeurs refroidisseurs qui posent des problèmes.

Lors du remplissage et de la vidange des récipients, il s'agit d'empêcher la formation de mousse, qui risque de se produire quand on verse peu de lait, la première traite, par exemple, dans un grand récipient.

Les taux d'acides gras libres du lait changeant en fonction du temps s'écoulant entre les traites. Cette dépendance prend une importance d'ordre pratique lors de la conservation au froid à la ferme puisque ce mode de livraison, contrairement à la livraison bi-journalière, permet de changer les intervalles entre les traites. Des recherches récentes ont mis en évidence que la réduction de l'intervalle entre les traites de 12 à 8 heures entraîne une augmentation de 56% des taux d'acides gras libres. Avec un intervalle de 6 heures, l'accroissement était même de 116%. Cela montre combien il est important d'observer toujours les mêmes intervalles entre les traites si l'on veut éviter des modifications de la matière grasse (fig. 5).

### Refroidissement du lait

(Photos: Station fédérale du Liebefeld)

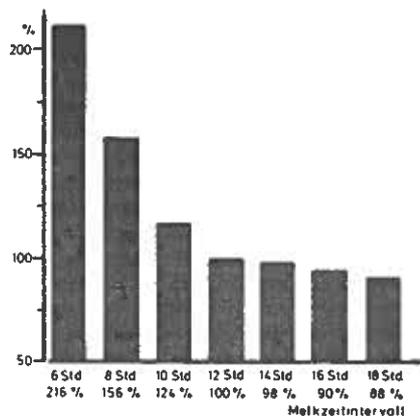
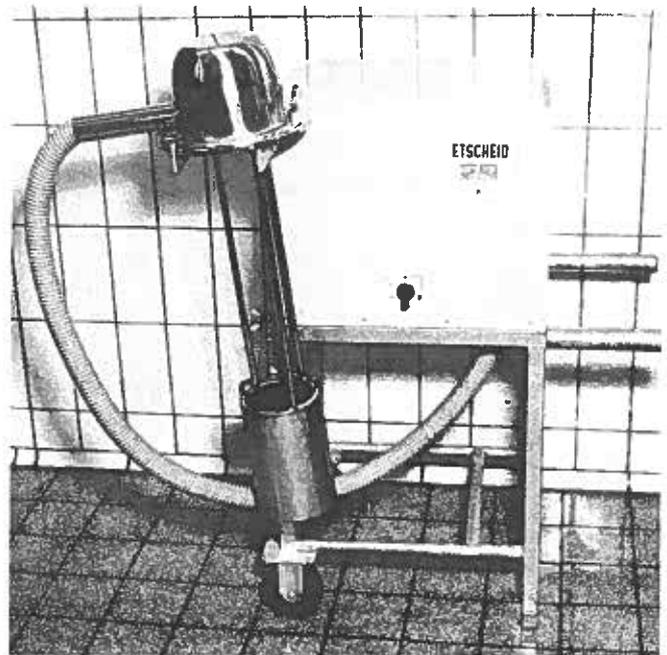


Fig. 5 Teneur relative du lait en acides gras libres en fonction de l'intervalle entre les traites (d'après Suhren). (Les acides gras libres provoquent le goût rance).

\* \* \*

### Conclusions

Le lait est très sensible aux sollicitations mécaniques, particulièrement en présence d'air et à la température au moment de la traite. Ces perturbations ont un effet cumulatif. Dès la traite, l'endommagement de la matière grasse peut être si forte qu'il compromet l'aptitude à la mise en valeur du lait, sans que ce défaut se fasse cependant remarquer lors du paiement à la qualité. C'est pourquoi le ménagement du lait est si important. En résumé, nous évoquons encore une fois les précautions qu'il faut prendre pour remplir ce but:

1. placer très bas les voies d'écoulement du lait, qui doivent être aussi courtes que possible;
2. contrôler régulièrement le système de lait pour détecter les inétanchéités, monter les robinets à lait sur le côté du haut des lactoducs;
3. limiter l'entrée d'air à l'intérieur du faisceau trayeur au minimum nécessaire; remplacer les griffes et d'autres pièces lorsqu'elles ne remplissent plus cette fonction régulatrice;
4. éviter toute irruption d'air pendant la traite;
5. contrôler régulièrement les tuyaux à lait pour détecter les inétanchéités;
6. dimensionner le diamètre des conduites suffisamment de façon à permettre la séparation de l'air et du lait pour que celui-ci puisse s'écouler directement et sans détours;
7. installer la conduite à lait avec une pente suffisante et régulière, et cela jusqu'à l'unité terminale. L'écoulement par gravité réduit la sollicitation du lait;
8. éviter toute montée verticale ou d'autres obstacles déclenchant de grandes vitesses d'écoulement;
9. contrôler régulièrement la commande des pompes à lait en veillant à ce que celles-ci ne travaillent qu'avec un débit suffisant de lait;
10. n'insérer le filtre à lait que du côté pression de la pompe;
11. éviter la formation de mousse et de glace ainsi que les fluctuations de température lors du refroidissement et de la conservation au froid du lait;
12. tenir compte des risques auxquels est exposé le lait de la première traite;
13. nettoyer et désinfecter soigneusement pour éviter l'accumulation de germes psychrotrophes;
14. observer toujours les mêmes intervalles entre les traites et ne pas mettre dans le commerce du lait individuel altéré conformément à l'art. 56 du Règlement suisse de livraison du lait;
15. effectuer l'épreuve du lait reposé en cas de doute (d'après l'art. 64 d) du RSL).