

Zeitschrift: Technique agricole Suisse
Herausgeber: Technique agricole Suisse
Band: 66 (2004)
Heft: 3

Artikel: Refroidissement du lait et récupération de chaleur
Autor: Vogt, Marc
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1086343>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 05.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Refroidissement du lait

En dépit de toutes les mesures d'hygiène prises lors de la traite, des bactéries parviennent dans le lait. Le refroidissement immédiat du lait n'évite pas la prolifération des bactéries, mais la retarde efficacement. Il ne permet pas non plus la réduction des germes. C'est pourquoi la chaîne d'hygiène complète, soit hygiène de traite, nettoyage, stérilisation et refroidissement, doit être sans faille.

Texte et illustrations: Marc Vogt

Lorsque le lait est livré deux fois par jour, le refroidissement avec l'eau de la fontaine est prépondérant. Pour les exploitations utilisant des boilles, le bassin de la fontaine, l'anneau de refroidissement et l'agitateur-refroidisseur sont des outils largement répandus. Les exploitations plus grandes travaillent en général avec des conteneurs, des boules ou des tanks. Dans ces cas, on peut utiliser des conteneurs à double paroi, l'espace intermédiaire étant refroidi avec de l'eau courante. Ces systèmes impliquent une consommation d'eau élevée et une agitation continue pendant le processus de refroidissement.

Avec la tendance à la réunion des troupeaux de vaches laitières en communautés d'exploitation et à l'augmentation des capacités de stockage du lait avec le ramassage à la ferme, une technologie performante est nécessaire pour assurer un refroidissement rapide menageant le lait.

Principe des appareils de refroidissement

Les appareils de refroidissement utilisent la chaleur d'évaporation

latente des fluides frigorigènes. Ceux-ci ont un point d'ébullition de -30 à -40 °C. Un compresseur enclenche le processus: le produit frigorigène sous haute pression se trouve à une température de 50 à 60 °C. Il est ensuite refroidi avec de l'air ou de l'eau à température ambiante et se liquéfie. Le fluide frigorigène, injecté par un organe de détente dans l'évaporateur, se vaporise à cause de la pression réduite en absorbant de la chaleur. Finalement, le produit de refroidissement sous forme gazeuse retourne dans le compresseur. La compression provoque l'augmentation de la température à 50 à 60 °C. Dans les installations modernes avec évaporation directe, la pression de détente est réglée au moyen d'une vanne thermostatique qui permet le réglage de la température dans l'évaporateur juste au-dessous du point de congélation. Ainsi, un refroidissement rapide sans formation de glace est assuré.

Refroidissement par détente directe ou à l'eau glacée?

Les deux procédés se distinguent par le fait que la détente directe comporte un fluide frigorigène s'évaporant dans une sorte de

paroi intermédiaire se trouvant directement sous le lait. Certains constructeurs ne proposent plus que des installations de ce type.

Le procédé à eau glacée utilise par intermédiaire de l'eau glacée. Celle-ci est formée durant toute la journée et dégelée en fonction des besoins. La cuve de lait est ensuite refroidie par l'aspersion de cette eau (la plupart du temps un mélange eau/glycol). Dans les nouvelles installations ce procédé est presque abandonné, les besoins en électricité, place, entretien et investissements étant très importants.

Les installations à évaporation directe se distinguent fondamentalement en ce qui concerne la construction de l'évaporateur et l'organe de détente. Pour un refroidissement rapide et préservateur, la surface d'évaporation et son utilisation s'avèrent déterminantes. Alors que la plupart des constructeurs augmentent la surface d'évaporation par le choix d'une forme de tank ovale, WestfaliaSurge a développé et breveté un évaporateur comprenant des canaux en forme de demi-tuyaux S.T.I. (semi-tubulaire intégré). Grâce à la meilleure conduite du fluide frigorigène, l'utilisation de la surface d'évaporation augmente de 30%. La forme ronde du tank permet de refroidir déjà avec un remplissage de 5%.



Marc Vogt, Ing. Agr. HES
ProFormance Support & Training
WestfaliaSurge SA
3063 Ittigen/Bern
mv@westfalia.ch



et récupération de chaleur



Refroidissement par détente directe: la vanne d'expansion thermostatique règle la température juste sous le point de congélation, ce qui favorise un refroidissement rapide sans formation de glace.

En ce qui concerne l'organe de détente, la vanne d'expansion thermostatique s'est imposée face aux capillaires d'injection meilleur marché. La température dans l'évaporateur est mesurée par le biais d'une sonde et l'injection est augmentée ou diminuée en fonction automatiquement selon les besoins. Ainsi, une brève durée de refroidissement sans formation de glace est garantie.

Récupération de chaleur

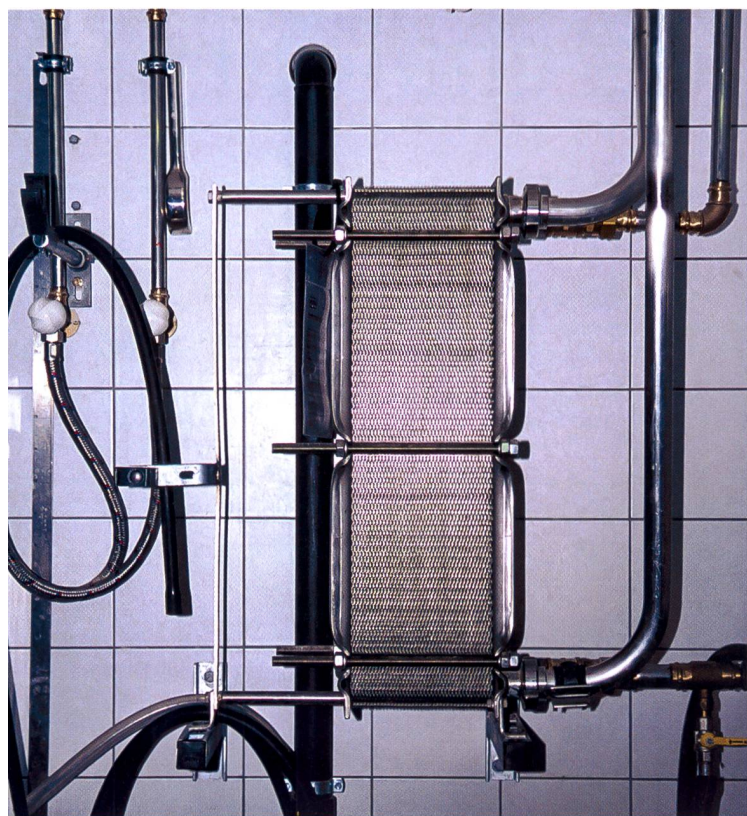
La recette de la préparation d'eau chaude sans consommation supplémentaire d'électricité. Par litre de lait refroidi, 0,6 à 0,8 litres d'eau peut être chauffée de la température ambiante jusqu'à 50 à 60 °C. Une température d'eau de 80 °C est cependant souvent nécessaire. Le montage direct d'un chauffage dans le ballon de récupération de chaleur entraîne une augmentation de la température dans le tiers

supérieur. Comme le nettoyage de l'installation de traite nécessite de grandes quantités d'eau à environ 80 °C, le volume de l'accumulateur doit être choisi en conséquence, afin d'assurer un approvisionnement suffisant. A défaut, un chauffage d'appoint doit être enclenché en cours de journée. Il est recommandé dans ce cas d'amener l'eau à la température souhaitée avec un chauffe-eau électrique. Ainsi, le rendement est meilleur, car la chaleur prélevée

au système de récupération est moindre avec une température dépassant 50 °C. Le ballon de récupération devrait avoir la moitié du volume du chauffe-eau électrique. Alors que le système de récupération chauffe deux fois par jour, le chauffe-eau électrique ne le fait qu'une fois pour profiter du tarif de nuit. Les consommateurs d'eau chaude avec des exigences inférieures en terme de chaleur peuvent être directement reliés au ballon récupérateur.

Refroidisseurs à plaques

Avec l'augmentation de la grandeur des exploitations, ce procédé éprouvé de longue date retrouve une nouvelle signification. Les appareils modernes se caractérisent par de longues plaques en acier inox de très haute qualité, excellent conducteurs de chaleur. Les besoins en eau correspondent à environ 1,5 l/kg de lait. Avec ces rapports de débit, une température du lait en sortie de 4 °C supérieure à la température d'entrée de l'eau est atteinte. Le matériau d'étanchéité est déterminant pour des frais d'entretien modérés. Les appareils modernes sont étanchéifiés la plupart du temps avec des élastomères comme Perbunan®. Ce matériau supporte très bien la



Les refroidisseurs à plaques: en inox de haute qualité, ces plaques sont d'excellents conducteurs de chaleur. Avec ces rapports de débit, une température du lait en sortie est de 4°C supérieure à la température d'entrée.

graisse du lait et les produits de nettoyage. Ces matériaux d'étañchéité tiennent d'expérience dix ans et plus.

Un conseil avisé lors de l'achat est déterminant pour le succès. Les petits appareils sont certes meilleur marché, mais leur puissance peut se révéler insuffisante et, dans les cas extrêmes, un effet négatif sur le nettoyage de l'installation de traite peut survenir.

Un refroidisseur à plaque est particulièrement judicieux partout où de l'eau fraîche est disponible sans frais ou lorsque l'eau utilisée sert ensuite comme eau de consommation préchauffée.

Comme le temps de refroidissement du groupe à puissance équivalente est réduit de moitié environ, un groupe de refroidissement plus petit peut être utilisé. Les coûts d'investissement sont donc pratiquement identiques pour les deux systèmes. Si les frais d'installation du raccordement au circuit d'eau ne sont pas pris en compte, le système avec refroidissement pré-

lable se révèle nettement plus économique. Pour la maintenance, les réparations et l'entretien, il n'existe pas de chiffres de référence. L'on peut cependant s'attendre à ce que les deux systèmes soient identiques sur ce plan.

Nettoyage des installations de refroidissement du lait

Alors que les bassins de dimensions modestes et les conteneurs de ferme jusqu'à environ 1000 litres sont encore nettoyés manuellement, des systèmes de nettoyage automatique sont intégrés dans les tanks à lait modernes. Le cœur de ces installations est un système de commande électronique qui règle le processus de refroidissement et échange des informations sur le fonctionnement avec le système de traite automatique. Les systèmes de commande électronique présentent l'avantage de permettre le contrôle permanent des différentes

Réduire la charge des fluides frigorigènes sur l'environnement

Les fluides frigorigènes peuvent avoir des effets négatifs pour l'environnement s'ils s'échappent du système, les conséquences de ces émissions étant liées à:

- l'effet de serre,
- la formation d'ozone dans les couches d'air proches du sol
- la destruction de la couche d'ozone de la stratosphère (protection contre les rayons solaires nocifs UV-B)

Jusqu'à la fin des années 90, des CFC (Chlorofluorocarbones) ont été utilisés comme fluides frigorigènes. Les CFC montent – sans se décomposer – dans la stratosphère où ils libèrent des atomes de chlore sous l'effet des rayons solaires. Ceux-ci peuvent ensuite détruire des molécules d'ozone par centaines de milliers, sans être liés eux-mêmes. A l'inverse, les fluides frigorigènes provoquent un accroissement de l'ozone dans la couche d'air proche du sol (smog). Cette concentration plus élevée d'ozone au «rez-de-chaussée» de l'atmosphère ne permet pas de compenser la destruction de la ceinture de protection de la stratosphère. Ce qui nous protège à 15 km de hauteur a un effet nocif

sur les cellules humaines au sol. Aujourd'hui en Suisse, comme dans la plupart des pays industrialisés, seuls les fluorocarbones (FC) peuvent être utilisés. Ceux-ci favorisent certes l'effet de serre, mais n'ont en revanche aucun effet sur la couche d'ozone car ils ne contiennent pas de chlore.

Nouvelle ordonnance sur les substances dès le 1^{er} janvier 2004

L'utilisation de fluides frigorigènes est strictement réglementée en Suisse. Leur acquisition nécessite un permis délivré après examen de compétences. La nouvelle ordonnance sur les substances est valable dès le 1^{er} janvier 2004. Elle exige que les installations comprenant plus de 3 kg de fluides frigorigènes stables dans l'air soient annoncées. La plupart des installations de refroidissement du lait d'une certaine importance en font partie. De plus, un carnet d'entretien doit être tenu pour chaque installation. Les dispositions d'exécution y relatives manquent cependant pour l'instant. L'application ne sera effective que progressivement dans le courant de cette année.

fonctions et de disposer d'une supervision sur deux mois par le biais d'un PC.

Les fonctions suivantes sont à disposition de l'utilisateur:

- Retardateur de mise en marche ou départ automatique par contrôle de remplissage
- Contrôle de temps de refroidissement et de température
- Contrôle de la température de nettoyage, commande du circuit de chauffage
- Jaugeur électronique avec contrôle officiel

De plus, différents programmes de nettoyage peuvent être définis selon les vœux de l'exploitant. Il est donc également possible de faire un programme rapide entre deux ou de procéder à un simple rinçage par pression sur un bouton.

Les éléments importants des automates de nettoyage sont surtout les dispositifs de sécurité mécaniques contre le mélange d'eau et de lait, la pompe de recirculation résistant au gel et le positionnement des diffuseurs à l'intérieur du tank. De nombreux constructeurs placent le diffuseur directement sur l'agitateur. A part les pièces d'usure complémentaires, certains endroits de l'agitateur sont ainsi plus difficiles à nettoyer.

WestfaliaSurge possède un brevet pour l'arrivée d'eau dynamique A.E.D. Avec ce système, l'eau arrive par une tête de diffusion supplémentaire dans le tank qui est alimenté directement avec la pression de réseau. Ainsi, les résidus de lait et les corps solides sont rincés directement par le courant. ■



Comparaison de différents procédés dans la communauté d'exploitation Stähli-Dardel à Schüpfen BE

Le bétail laitier de la communauté d'exploitation Peter Stähli et Daniel Dardel a pris ses quartiers dans la nouvelle stabulation libre à loggettes il y a une année.

Les jeunes exploitants étaient convaincus dès le début que le refroidisseur à plaques était la meilleure solution dans leur cas, ce qui ressort du tableau 1. L'année dernière l'installation a déjà refroidi 370 000 litres de lait. L'exploitation dispose d'excellentes conditions de départ avec une source fournissant de l'eau à 8 °C. L'eau passe au travers du refroidisseur à plaques pour aboutir dans un abreuvoir situé dans l'étable.

Le tank d'un volume considérable de 3600 litres fonctionne sans problème avec un groupe de refroidissement de 2,5 CV seulement, alors qu'une exécution normale pour le refroidissement de quatre traites nécessite normalement d'une puissance de 6 CV. Les deux producteurs de lait confirment que le groupe ne fonctionne jamais longtemps, le lait atteignant rapidement à la température de stockage voulue.

TABLEAU 1

Comparaison des frais d'électricité de différents procédés pour le refroidissement de 1000 litres de lait de 35 à 4 °C

Procédé	Tank à eau glacée	Evaporateur direct	Evaporateur direct avec refroidisseur à plaques
Description	Refroidissement à eau glacée avec réservoir de glace. Température du lait de 35 à 4 °C	Refroidissement direct en tank. Température du lait de 35 à 4 °C	Pré-refroidissement à +15 °C avec eau courante. Refroidissement complémentaire du lait à 4 °C grâce à refroidissement direct en tank
Utilisation d'électricité (kWh) pour 1000 litres de lait	24	16,5	7,5
Tarif haut: 17 cts/kWh	12	16,5	7,5
Tarif bas: 8,5 cts/kWh	12	0	0
Coût d'électricité/1000 l: CHF	3,06	2,81	1,28

Les données quant aux frais d'électricité sont des valeurs pratiques non confirmées pour le refroidissement et le stockage. Selon les entreprises électriques et le moment de la traite, le procédé à détente directe peut également bénéficier du tarif nocturne. Avec les installations à eau glacée à grande capacité de glace, la part de tarif de nuit peut également atteindre des valeurs plus élevées.

Récupération de chaleur

La communauté d'exploitation Stähli-Dardel pourrait encore économiser du courant en investissant dans une installation de récupération de chaleur.

Avec une quantité de lait refroidie d'environ 1000 litres par jour, leur installation à évaporation directe pourrait chauffer 600 litres d'eau à 55 °C. Comme un refroidisseur à plaques est utilisé, cette quantité est effectivement réduite de moitié à 300 litres.

La récupération de chaleur doit si possible être adaptée pour la quantité d'eau nécessaire par demi-jour, alors que le chauffe-eau électrique est censé suffire pour la journée entière.

Le tableau 2 le démontre: économie d'électricité oui, économie financière plutôt non. L'électricité nocturne est tellement avantageuse pour cette exploitation que la récupération de chaleur n'apporte aucun avantage notable sur le plan économique. Les coûts d'investissement ont été calculés à un montant de CHF 2900.-. La charge d'intérêts sur 15 ans correspond à environ 60% du capital à 5%. L'amortissement linéaire a été calculé sur 15 ans. L'investissement dans un système de récupération de chaleur se fonde moins sur des considérations économiques que sur des critères écologiques. ■



Reprise rationnelle de lait à la ferme: la réfrigération rapide, importante, augmente la conservation, surtout pour les grands troupeaux.

TABLEAU 2

Economie d'électricité avec récupération de chaleur (exemple Stähli-Dardell, Schüpfen)

Chauffe-eau 300 litres

Consommation d'électricité pour chauffer 300 l à 80 °C.	sans récupération de chaleur	23,0 kWh (1,96)
Entre parenthèses coût de l'électricité CHF avec tarif réduit (8,5 cts)	avec récupération de chaleur 200 litres raccordés à 55 °C	8,7 kWh (0,74)
Economie d'électricité par jour		14,3 kWh (1,22)
Economie d'électricité par année		CHF 445.30
Coûts d'investissement de la récupération de chaleur par année		CHF 280.30
Coût du détartrage périodique et des réparations		CHF 145.00
Economie annuelle		CHF 20.00