

Traite robotisée et qualité du lait de fromagerie: des améliorations sont requises

Ernst Jakob, Daniel Goy, John Haldemann et René Badertscher

Station de recherche Agroscope Liebefeld-Posieux ALP-Haras, 3003 Berne, Suisse

Renseignements: Ernst Jakob, e-mail: ernst.jakob@agroscope.admin.ch, tél. +41 31 323 81 45



Vache dans le robot de traite Astronaut A3 de Lely. (Photo: Agroscope)

Introduction

L'influence d'une installation de traite robotisée sur la qualité du lait a fait l'objet d'un grand nombre d'études. Toutes concordent sur un point: le lait traité par robot présente des teneurs en acides gras libres sensiblement plus élevées (Pomiès *et al.* 1998; Klungel *et al.* 2000; Slaghuis *et al.* 2004; Wiking *et al.* 2006). Différents auteurs ont démontré que la teneur en acides gras libres dépendait fortement de la fréquence de traite (Jellema 1986; Slaghuis *et al.* 2004; Wiking *et al.* 2006). Or, celle-ci est

plus élevée dans les exploitations avec robot de traite (RT) que dans celles avec deux traites par jour. En ce qui concerne la qualité bactériologique du lait, les études antérieures ont conclu à une influence négative des RT (Pomiès *et al.* 1998; Klungel *et al.* 2000; Rasmussen *et al.* 2002). Häni (2008) a étudié l'influence de la technique de traite utilisée sur la qualité du lait de fromagerie sans ensilages destiné à la production de Gruyère AOC. Le lait d'exploitations avec RT et celui d'exploitations avec lactoduc présentaient des nombres de germes significativement plus élevés et des réductases préincubées signifi-

tivement plus courtes que le lait de producteurs avec salle de traite (ST). Comparé à ce dernier, le lait traité au robot contenait en outre trois fois plus d'acide butyrique libre. Les producteurs de lait de fromagerie avec RT ont donc été contraints de limiter les intervalles de traite à 8 h au minimum. La présente étude visait à examiner si une limitation des intervalles de traite et d'autres améliorations techniques de même que des adaptations dans la gestion de l'exploitation pouvaient améliorer la qualité du lait.

Matériel et méthodes

Exploitations laitières

Pour cet essai, neuf exploitations laitières de la région de production du Gruyère AOC travaillant avec un système RT ont été sélectionnées. S'y est ajoutée une exploitation avec RT dont le lait était transformé en Emmentaler AOC. Le groupe de producteurs avec un RT se composait donc de dix exploitations réparties dans dix sociétés de laiterie. Le groupe de comparaison était formé quant à lui de huit producteurs avec ST affiliés aux mêmes sociétés de laiterie. Dans le groupe RT, seuls deux fabricants étaient représentés (4x Lely et 6x DeLaval) alors que dans le groupe ST, il y en avait cinq (DeLaval, GEA, SAC, Surge, Westfalia).

Echantillons de lait

Pendant la période d'essai de sept mois (de juillet à janvier), un échantillon de lait du soir et un échantillon de lait du matin suivant par exploitation ont été prélevés une fois par mois. Les échantillons ont été prélevés à la fromagerie où les producteurs de lait livraient leur lait deux fois par jour. Ils étaient immédiatement refroidis à $<5\text{ }^{\circ}\text{C}$ et apportés au laboratoire dans les quatre heures pour y être aliquotés en vue des différentes analyses. Les aliquotes d'échantillons destinés à la détermination des acides gras libres ont été congelés et entreposés à $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ jusqu'à leur analyse.

Méthode d'analyse

Les teneurs en MG, en protéines de même que le point de congélation ont été mesurés par spectrométrie infrarouge (MilkoScan FT; FOSS, DK-3400 Hillerød). Les cellules somatiques ont été dénombrées par fluorescence optique (Fossomatic FC; FOSS, DK-3400 Hillerød) de même que les germes aérobies mésophiles (BactoScan FC 150; FOSS, DK-3400 Hillerød). Le dénombrement des germes psychrotrophes a été effectué par cultures microbiologiques (Plate Count Agar avec 0,1 % de lait écrémé en poudre; incubation à $6,5\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ j}$) de même que les spores butyriques (méthode MPN avec un milieu de

Résumé

La qualité du lait de dix producteurs travaillant avec une installation de traite automatisée, ou robot de traite (producteurs avec RT), et de huit producteurs travaillant avec une salle de traite (exploitations avec ST) a été comparée. Pendant trois saisons (été, automne et hiver), un échantillon de lait du soir et un échantillon de lait du matin suivant ont été prélevés une fois par mois chez chaque producteur. Les teneurs en matière grasse, en protéines, en cellules somatiques et en acide butyrique libre des échantillons ont été analysées. De même, les germes mésophiles aérobies, les germes psychrotrophes ainsi que les sporulés anaérobies ont été dénombrés. D'autres paramètres de contrôle, tels que le point de congélation, le test d'acidification après 11 h à $38\text{ }^{\circ}\text{C}$ et la réductase préincubée au bleu de méthylène après 11 h de préincubation à $32\text{ }^{\circ}\text{C}$ ont aussi été relevés. Les valeurs moyennes de tous les paramètres de contrôle, à l'exception de la matière grasse et des sporulés anaérobies, se différenciaient de façon significative entre exploitations avec et sans RT ($P<0,05$). Le lait des producteurs avec RT a montré une réductase préincubée significativement plus courte (38,0 vs 47,3 min; $P<0,001$), une acidification plus intense (14,5 vs 11,4 °SH; $P<0,001$), un nombre de germes mésophiles aérobies légèrement plus élevé (6800 vs 6000 ufc/ml; $P<0,001$) et des teneurs en acide butyrique libre (ABL) sensiblement plus élevées (0,107 vs 0,061 mmol/L; $P<0,001$). Pour tous les critères, excepté l'ABL, l'influence du producteur était plus importante que celle de la technique de traite.

Tableau 1 | Analyse de variance de tous les paramètres de qualité du lait (N = 201)

Facteur d'influence:	Saison	Traite	Producteur	Système de traite	LSM ⁽¹⁾	LSM ⁽¹⁾	Unités
					RT	ST	
Paramètre de contrôle							
MG	**	*/*** (2)	***	n. s.	4,001	4,066	g/100g
Protéines	***	n. s.	***	*	3,334	3,374	g/100g
Point de congélation	n. s.	*	***	*	-0,522	-0,524	°C
Nombre de cellules (CS)	***	n. s./* (2)	***	**	5,222	5,141	log cellules/ml
Nombre de germes (GAM)	***	n. s.	***	***	3,835	3,777	log ufc/ml
Germes psychrotrophes	***	n. s.	***	*	2,046	1,821	log ufc/ml
Spores butyriques	*	n. s.	***	n. s.	2,004	2,021	log ufc/ml
Test de réductase préincubée	n. s.	*	***	***	38,0	47,3	min
Degré d'acidité 11 h/38 °C	n. s.	*	***	***	14,5	11,4	°SH
A. butyrique libre 0 h (C4 0 h)	***	n. s./** (2)	***	***	83	49	μmol/l
A. butyrique libre 24 h (C4 24 h)	***	n. s.	***	***	107	61	μmol/l
Augmentation de l'a. butyri. libre	*	n. s.	***	***	24	13	μmol/l

¹LSM = least square means.

²Interactions entre traite et système de traite (différence à l'intérieur des groupes de producteurs RT/ST).

n. s. = les valeurs moyennes ne se différencient pas de façon significative ($P \geq 0,05$); * = $P < 0,05$; ** = $P < 0,01$; *** = $P < 0,001$.

culture Bryant-Burkey; incubation à 37 °C/7 j). Le test d'acidification après 11 h à 38 °C et l'épreuve de réductase préincubée au bleu de méthylène ont été effectués conformément aux instructions figurant dans le manuel de FROMARTE (Anon, 2010). L'acide butyrique libre a été déterminé après estérification d'acide avec de l'éthanol (1 ml de lait + 0,2 ml HCl 2,87 M + 0,2 ml d'éthanol; incubation à 95 °C pendant 3 min) par chromatographie en phase gazeuse (espace de tête) (Badertscher 2009) dans les échantillons de lait frais, de même qu'après un entreposage du lait pendant 24 h à 20 °C (conservation avec du bronopol).

L'évaluation statistique des résultats a été effectuée au moyen d'une analyse de variance (General Linear Model, SYSTAT Version 12) selon le modèle $Y = m + \alpha + \beta + \gamma + \delta(\gamma) + \varepsilon$, dans lequel m = valeur médiane, α = influence de la saison (été/automne/hiver), β = influence de la traite (matin/soir), γ = influence du système de traite (RT/ST), $\delta(\gamma)$ = influence des producteurs au sein du groupe RT/ST, ε = variation résiduelle. Les interactions entre les facteurs saison, traite et système de traite ont été analysées avec un modèle élargi. Des interactions

sont apparues entre les facteurs traite et système de traite au niveau de la teneur en MG, du nombre de cellules et de l'acide butyrique libre (C4 0 h) de sorte que dans ce cas le modèle $Y = m + \alpha + \beta + \gamma + \delta(\gamma) + \beta*\gamma + \varepsilon$ a été utilisé.

Résultats

Pour la plupart des paramètres de qualité du lait, la dispersion à l'intérieur du groupe ST était tendanciellement plus faible qu'au sein du groupe RT. La cause la plus importante de la dispersion est clairement le facteur producteur qui a eu une influence hautement significative sur tous les paramètres de qualité analysés (tabl. 1). Comme escompté, la saison a influencé les teneurs en MG, en protéines et en cellules somatiques (CS) de même que la flore bactérienne du lait. Les teneurs en MG, en protéines et en germes psychrotrophes étaient plus élevées en hiver qu'en été; par contre, le nombre de cellules et celui de germes aérobies mésophiles (GAM) étaient plus bas. En hiver, les échantillons incubés à 38 °C présentaient en général des degrés d'acidité plus bas et donc

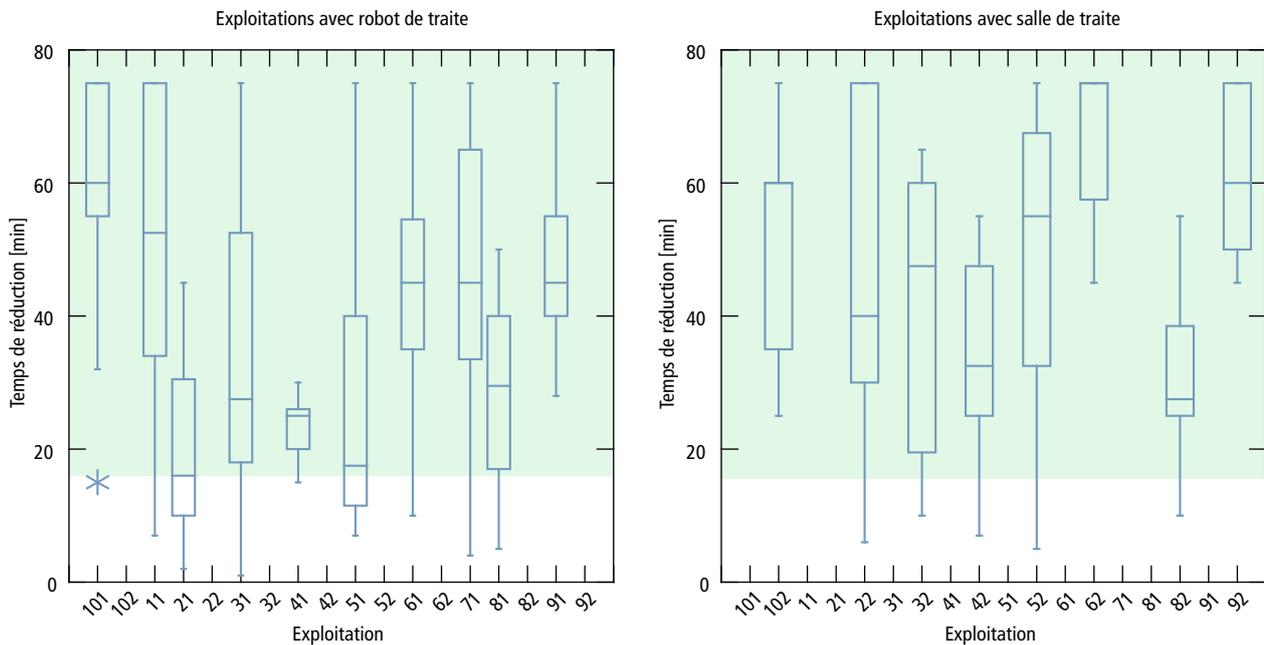


Figure 1 | Test de réductase dans le lait après une durée de préincubation de 11 h à 32 °C. La plage verte indique le domaine de valeurs idéales (> 15 min). Les rectangles indiquent l'intervalle semi-interquartile (isi) avec la ligne médiane centrale, les traits vers le haut indiquent l'intervalle du 1^{er} quartile + 1,5 × isi et les traits vers le bas, le 3^e quartile - 1,5 × isi. Les étoiles indiquent les valeurs extrêmes.

une flore d'acidification moins active que les échantillons d'été et d'automne. De même, l'hydrolyse de la MG s'est avérée fortement dépendante de la saison. De l'été à l'hiver, la teneur du lait en acide butyrique libre a baissé de 30 %, ce qui correspond aux observations de Chazal et Chilliard (1986) sur la saisonnalité des acides gras libres dans le lait.

La traite (soir/matin) avait en général une faible influence sur la composition du lait. Cependant, l'influence sur la teneur en MG, le nombre de cellules et la concentration de l'acide butyrique libre dans le lait frais (C4 0 h) dépendaient de façon significative du système de traite (tabl. 1). Dans le groupe RT, le nombre de cellules et les valeurs de l'acide butyrique ne variaient pas de façon significative entre le matin et le soir et la teneur moyenne en MG du lait du matin était de 0,12 g/100 g plus élevée que dans le lait du soir ($P < 0,05$). Dans le groupe ST, la teneur en MG du lait du soir était de 0,37 g/100 g plus élevée que dans le lait du matin ($P < 0,0001$) de même que le nombre de cellules (5,174 vs 5,109 log cellules/ml; $P < 0,05$) et la teneur en acide butyrique libre (56 vs 42 $\mu\text{mol/l}$; $P < 0,01$). D'autres auteurs (Quist *et al.* 2008) ont également observé des teneurs en MG et des nombres de cellules plus élevés dans le lait du soir de troupeaux traités deux fois par jour. Les teneurs plus élevées en acide butyrique dans le lait du soir des produc-

teurs avec ST peuvent s'expliquer au moins en partie par la durée d'entreposage plus longue de 13 h des échantillons de lait, comparé aux échantillons de lait du matin. Dans les exploitations avec RT, dans lesquels il n'y avait pas d'heures de traite fixes, cet effet n'a pas été observé.

Des différences significatives entre le groupe de producteurs avec RT et le groupe avec ST ont été observées pour tous les paramètres analysés, à l'exception des teneurs en MG et en spores butyriques (tabl. 1). Le facteur producteur a eu une influence sensiblement plus marquée que le facteur système de traite sur tous les paramètres, à l'exception de l'acide butyrique libre (C4 0 h et C4 24 h), qui a été davantage influencé par le système de traite.

Les fromageries suisses qui produisent du fromage au lait cru contrôlent la qualité bactériologique du lait livré en premier lieu par le test de la réductase préincubée, après une préincubation de 11 h des échantillons de lait à 32 °C, et par le test d'acidification après 11 h de préincubation à 38 °C. La plupart des producteurs avec RT et avec ST ont rempli les exigences dans le test de la réductase ($t > 15$ min). Dans deux exploitations avec RT, la valeur médiane était cependant proche de la limite de contestation (fig. 1). La situation était moins satisfaisante en ce qui concerne le degré d'acidité du lait, un paramètre de mesure de l'activité des germes acidifiants

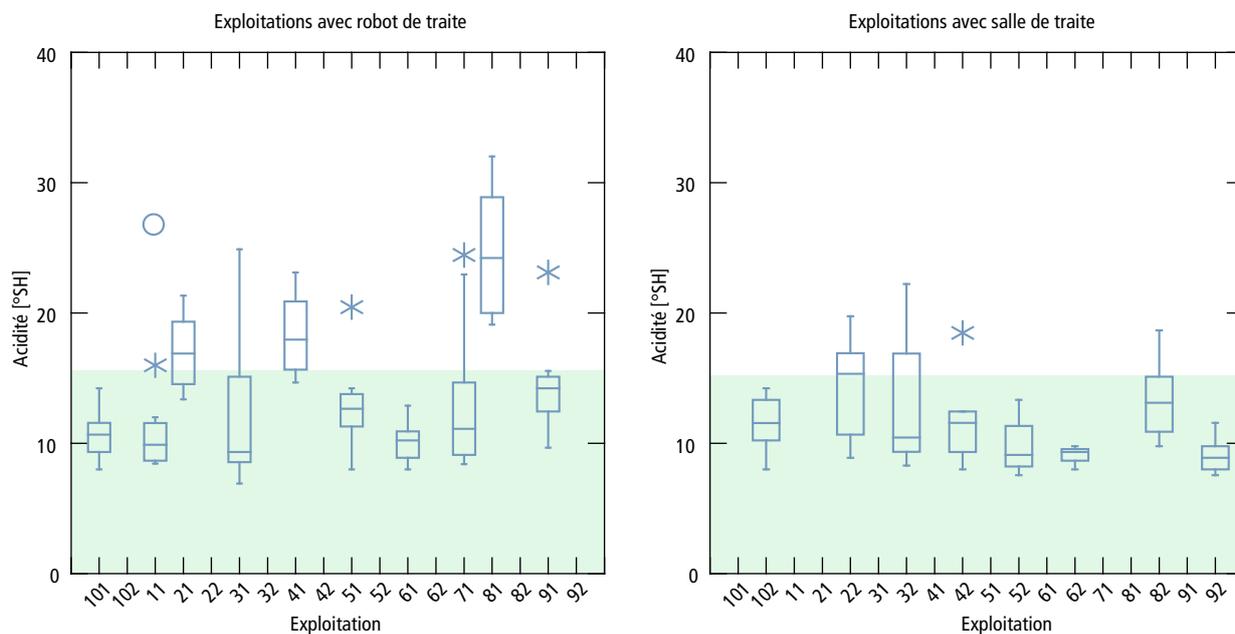


Figure 2 | Test d'acidification du lait après une durée d'incubation de 11 h à 38 °C. La plage verte indique le domaine de valeurs idéales (<15 °SH). Les rectangles indiquent l'intervalle semi-interquartile (isi) avec la ligne médiane, les traits vers le haut indiquent l'intervalle du 1^{er} quartile + 1,5 × isi, les traits vers le bas, le 3^e quartile - 1,5 × isi. Les étoiles indiquent les valeurs extrêmes avec un écart de la médiane > 1,5 × isi et les cercles, les valeurs extrêmes avec un écart de la médiane > 3,0 × isi.

dans le lait cru. Dans trois des dix exploitations avec RT, au moins 75 % du lait livré a dépassé le degré d'acidité le plus élevé autorisé, soit 15 °SH (fig. 2). Cinq exploitations avec RT avaient toutefois un degré d'acidité du lait comparable à celui des exploitations avec ST.

Mis à part quelques valeurs aberrantes, le nombre de germes aérobies mésophiles du lait était conforme aux exigences légales dans les deux groupes de producteurs (fig. 3). La valeur limite recommandée pour la production de fromage au lait cru de <10000 ufc/ml, et dont la stricte observation donne lieu à des primes de qualité, a été respectée par un grand nombre de producteurs. Dans seulement deux exploitations avec RT, les nombres de germes étaient plus élevés dans la majorité des échantillons.

Bien que faibles, les différences constatées entre les groupes RT et ST au niveau du nombre de cellules somatiques dans le lait étaient tout de même significatives du point de vue statistique ($P < 0,01$). Les différences les plus importantes entre RT et ST se sont manifestées au niveau de la concentration en acide butyrique libre dans le lait,

et cela tant dans les échantillons frais que dans les échantillons entreposés pendant 24 h (tabl. 1 et fig. 4). Le lait des producteurs avec RT contenait en moyenne 1,8 fois plus d'acide butyrique libre que le lait des producteurs avec ST. Dans six des dix exploitations avec RT, la valeur limite de 105 $\mu\text{mol/l}$ recommandée par Agroscope pour l'acide butyrique libre (C4 24 h) a été dépassée dans 50 % des livraisons de lait analysées. Une exploitation avec RT a pourtant enregistré des valeurs irréprochables, comparables à la moyenne des exploitations avec ST.

Discussion

Comme l'avait constaté Häni (2008) dans son étude effectuée en 2006, la présente étude montre que le lait des exploitations avec RT obtient un moins bon résultat que le lait des exploitations avec ST en ce qui concerne les critères de qualité microbiologique et hygiénique usuels dans la pratique fromagère (test de réductase et test d'acidification après une incubation de 11 h). Dans

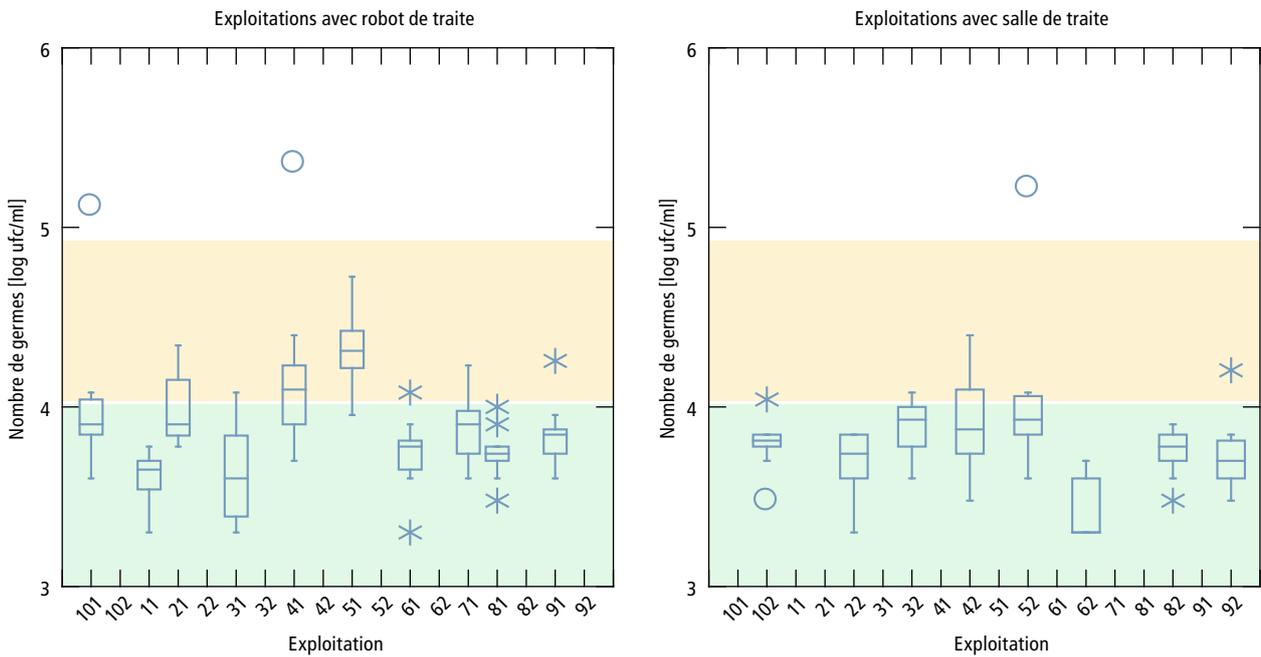


Figure 3 | Nombre de germes aérobies mésophiles du lait. La plage verte indique le domaine de valeurs recommandées pour la production de fromages au lait cru (< 10 000 ufc/ml), celle en jaune, les exigences prescrites par l’Ordonnance sur l’hygiène dans la production laitière de ≤ 80 000 ufc/ml (Anonyme 2013). Les rectangles indiquent l’intervalle semi-interquartile (isi) avec la ligne médiane, les traits vers le haut indiquent l’intervalle du 1^{er} quartile + 1,5 × isi et les traits vers le bas, le 3^e quartile - 1,5 × isi. Les étoiles indiquent les valeurs extrêmes avec un écart de la médiane >1,5 × isi et les cercles, les valeurs extrêmes avec un écart de la médiane > 3,0 × isi.

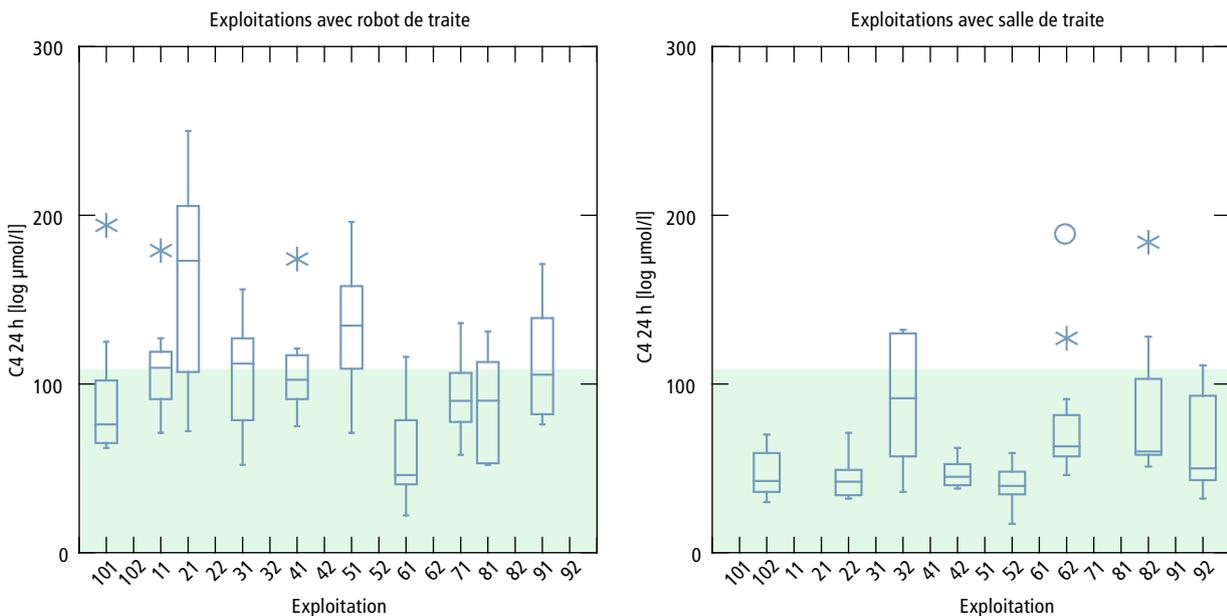


Figure 4 | Acide butyrique libre après 24h dans les échantillons de lait conservés au bronopol. La plage verte indique le domaine de valeurs recommandées par Agroscope pour le lait de fromagerie (< 105 μmol/l). Les rectangles indiquent l’intervalle semi-interquartile (isi) avec la ligne médiane, les traits vers le haut indiquent l’intervalle du 1^{er} quartile + 1,5 × isi et les traits vers le bas, le 3^e quartile - 1,5 × isi. Les étoiles indiquent les valeurs extrêmes avec un écart de la médiane >1,5 × isi.

le lait des producteurs avec RT, Häni (2008) avait relevé en moyenne 14500 ufc/ml de germes aérobies méso-philés contre 4600 ufc/ml dans le lait des exploitations avec ST (valeurs géométriques moyennes), ce qui confirme les observations d'autres auteurs (Pomiès *et al.* 1998; Klungel *et al.* 2000; Rasmussen *et al.* 2002). Les valeurs géométriques moyennes relevées dans la présente étude s'élèvent à 6800 pour les exploitations avec RT et à 6000 ufc/ml pour celles avec ST. Une différence si infime est sans importance du point de vue de la pratique fromagère. Ce qui est important en revanche, c'est le fait que quelques producteurs avec RT présentaient assez fréquemment des résultats insuffisants (fig. 2 et 3). Quant à l'influence des RT sur la santé de la mamelle et le nombre de cellules somatiques dans le lait, peu de résultats sont disponibles et ceux-ci sont le plus souvent contradictoires. Alors que Klungel *et al.* n'ont constaté aucune influence lors de leur étude en 2000, Rasmussen *et al.* (2002) observaient deux années plus tard une augmentation du nombre de cellules après conversion au robot de traite. Les producteurs avec RT ayant participé à la présente étude ont enregistré des nombres de cellules légèrement supérieurs dans leur lait par rapport aux producteurs avec ST (tabl. 1).

L'augmentation, mise en évidence dans un grand nombre d'études, des acides gras libres dans le lait après l'installation d'un RT (Pomiès *et al.* 1998 ; Klungel *et al.* 2000 ; Slaghuis *et al.* 2004 ; Wiking *et al.* 2006) est due avant tout à l'intervalle de traite plus court (Slaghuis *et al.* 2004 ; Wiking *et al.* 2006). Au moment de l'étude de Häni en 2006, les producteurs avec RT qui ont participé à l'étude n'en tenaient pas encore compte. Ce n'est qu'en 2008 que les producteurs de lait de fromagerie avec RT ont été contraints à respecter des intervalles de traite d'au moins 8 h. Les teneurs en acide butyrique libre dans le lait des producteurs avec RT sont en effet nettement plus basses dans la présente étude que dans celle de Häni (2008), dans laquelle les valeurs du lait trait au robot étaient en moyenne 3,5 fois plus élevées que celles du lait des producteurs avec ST. Dans la présente étude, les valeurs du lait trait au robot ne sont certes que de 1,75 fois plus élevées, mais cette différence reste considérable. Pour réduire encore davantage la dégradation de la MG dans le lait trait au robot, il faudrait encore prolonger les intervalles minimaux de traite. Comme l'ont montré Slaghuis *et al.* (2004), la teneur du lait en acides gras libres baisse de 40 % si l'on augmente l'intervalle de traite de 8 h à 12 h.

Conclusions

- En général, l'influence du système de traite sur la qualité du lait est nettement plus faible que l'influence du producteur.
- Comparée à l'étude réalisée en 2006 (Häni 2008), la qualité du lait de fromagerie trait au robot, en particulier le nombre de germes et les acides gras libres, s'est considérablement améliorée.
- En dépit de l'introduction en 2008 d'intervalles de traite d'au moins 8 h, le lait trait par robot présente toujours une dégradation de la graisse en moyenne deux fois plus importante que le lait des producteurs avec ST. Il est recommandé aux producteurs de fromage au lait cru de bien contrôler le lait provenant de producteurs avec RT.
- La bonne qualité du lait de trois producteurs avec RT sur dix montre que les fabricants de robots de traite ont apporté des améliorations techniques notables dans l'utilisation de leurs appareils.
- La dispersion plus importante des résultats du contrôle du lait dans le groupe des exploitations avec RT indique que les robots de traite ont été utilisés dans des conditions parfois inappropriées ou qu'ils ont été insuffisamment surveillés. ■

Riassunto

Robot di mungitura nella produzione lattifera con un potenziale di miglioramento

È stata confrontata la qualità del latte di dieci aziende dotate di un sistema di mungitura automatica (aziende AMA) con otto aziende dotate di sala di mungitura (aziende SM). Durante l'estate, l'autunno e l'inverno è stato prelevato in ogni azienda, una volta al mese un campione di latte della mungitura serale e uno del mattino seguente. I campioni sono stati analizzati per quanto riguarda il tenore in grassi, proteine, cellule somatiche e acido butirrico libero, nonché il numero di germi aerobi mesofili, germi psicrotrofi e spore anaerobiche. Ulteriori parametri di esame erano il punto di congelamento, l'acidità di titolazione dopo 11 ore a 38 °C e il tempo di riduzione del blu di metilene dopo 11 ore di incubazione a 32 °C. Per quanto riguarda tutti i parametri esaminati, a eccezione dei grassi e delle spore anaerobiche, i valori medi delle aziende AMA e SM si differenziano in modo significativo ($P < 0,05$). Il latte delle aziende AMA ha mostrato un tempo di riduzione del blu di metilene notevolmente inferiore (38,0 vs. 47,3 min; $P < 0,001$), maggiore acidità di titolazione (14,5 vs. 11,4 °SH; $P < 0,001$), un numero di germi aerobi mesofili leggermente più elevato (6800 vs. 6000 kbE/mL; $P < 0,001$) e tenori di acido butirrico libero nettamente superiori (0,107 vs. 0,061 mmol/L; $P < 0,001$). Per tutti i criteri, a eccezione dell'acido butirrico libero, l'influenza dei produttori è stata maggiore di quella esercitata dalla tecnica di mungitura.

Bibliographie

- Anonyme, 2010. Manuel FROMARTE (état au 7.4.2010). FROMARTE, Gurtengasse 6, 3001 Berne.
- Anonyme, 2013. Ordonnance du DFI réglant l'hygiène dans la production laitière (OHyPL) du 23 novembre 2005 (état au 1^{er} janvier 2013) RS 916.351.021.1. Accès: www.admin.ch/ch/fr/rs/c916_351_021_1.html
- Badertscher R., 2009. Flüchtige Carbonsäuren in Milch, direkt Headspace. Methode ALP Nr. 4176 (non publié), Agroscope Liebefeld-Posieux ALP, 3003 Berne.
- Chazal M. P., Chilliard Y., 1986. Effect of stage of lactation, stage of pregnancy, milk yield and herd management on seasonal variation in spontaneous lipolysis in bovine milk. *J. of Dairy Research* **53** (4) 529–538.
- Häni J.-P., 2008. Influence des installations de traite automatique (robots de traite) sur la fromageabilité du lait à Gruyère AOC. Rapport d'essai Agroscope Liebefeld-Posieux. *ALP interne* **379**, 22.04.2008.
- Jellema A., 1986. Some factors affecting the susceptibility of raw cow milk to lipolysis. *Milchwissenschaft* **41**, 553–558.
- Klungel G. H., Slaghuis B. A. & Hogeveen H., 2000. The Effect of the introduction of automatic milk systems on milk quality. *J. of Dairy Science* **83**, 1998–2003.

Summary

Automatic milking systems in cheese milk production: potential for improvements

The quality of milk produced by ten farms with an automatic milking system (AMS) and eight farms with a milking parlour (MP) was compared. On each farm, two milk samples – one of evening milk and one taken the following morning were taken monthly in summer, autumn and winter. The samples were analysed for fat, protein, somatic cells, free butyric acid, aerobic mesophilic germs, psychrotrophic germs and anaerobic spores. Other test parameters were freezing point (FP) as well as titratable acidity and methylene blue reduction time after pre-incubation for 11h at 38 °C and 32 °C respectively. Mean values for AMS and MP milk were significantly different for all parameters except fat and AS ($P < 0.05$). Milk from AMS farms had significantly shorter methylene blue reduction time (38,0 vs. 47,3 min; $P < 0,001$), higher titratable acidity (14,5 vs. 11,4 °SH; $P < 0,001$) and slightly higher counts for aerobic mesophilic germs (6800 vs. 6000 kbE/mL; $P < 0,001$). Levels of free butyric acid were much higher in AMS milk than in MP milk (0,107 vs. 0,061 mmol/L; $P < 0,001$). For all parameters except free butyric acid, farm-to-farm variations were more important than variations between the milking systems.

Key words: automatic milking, season, milk quality, aerobic mesophilic germs, somatic cell count, lipolysis, free fatty acids.

- Pomès D., Vimal T., Bony J. & Coulon J. B., 1998. Mise en place d'un robot de traite dans une ferme expérimentale: Premiers résultats obtenus à l'INRA. Rencontres autour des recherches sur les ruminants No 5, Paris F (02/12/1998), no 5, 335-338. ISBN 2-84148-029-1.
- Quist M. A., LeBlanc S. J., Hand K. J., Lazenby D., Miglior F. & Kelton D. F., 2008. Milking-to-milking variability for milk yield, fat and protein percentage, and somatic cell count. *J. of Dairy Science* **91** (9) 3412–23.
- Rasmussen M. D., Bjerring M., Justesen P. & Jepsen L., 2002. Milk quality on Danish farms with automatic milking systems. *J. of Dairy Science* **85** 2869–2878.
- Slaghuis B., de Jong O., Bos K., Verstappen-Boerekamp J. & Ferwerdavan Zonneveld R., 2004. Milk quality on farms with an automatic milking system. Free fatty acids and automatic milking systems. Forschungsbericht zum EU-Projekt QLK5 -2000-31006. Accès: www.automaticmilking.nl [19.03.2013].
- Wiking L., Nielsen J. H., Båvius A.-K., Edvardsson A. & Svennersten-Sjaunja K., 2006. Impact of Milking Frequencies on the Level of Free Fatty Acids in Milk, Fat Globule Size, and Fatty Acid Composition, *J. of Dairy Science* **89**, 1004–1009.