

Amélioration de la posture de travail lors de la pose du faisceau trayeur

Recommandations de hauteur de quai idéale pour différents types de salles de traite

Décembre 2015

Contenu

Problématique	2
Méthodes	2
Résultats et discussion	3
Conclusion	7
Bibliographie	8



Analyse de la charge de travail en salle de traite avec le système CUELA (Photos: Agroscope).

Auteurs

Marianne Cockburn
Pascal Savary
Matthias Schick

D'un point de vue ergonomique, la traite a lieu dans des conditions plus favorables en salle de traite qu'en stabulation entravée. Cependant, de nombreux éleveurs et éleveuses qui gardent leurs animaux en stabulation libre, souffrent d'affections de l'appareil musculo-squelettique. Les troubles se situent notamment au niveau des extrémités supérieures du corps, ainsi qu'au niveau de la nuque et des épaules. Ces zones sont fortement sollicitées lors de la pose du faisceau trayeur.

La présente étude avait donc pour but d'analyser et d'évaluer objectivement la charge de travail physique dans différents types de salles de traite à partir de la posture du trayeur durant chaque phase de travail routinier.

Les résultats montrent que ce n'est pas en premier lieu le type de salle de traite qui détermine l'impact du travail mais plutôt l'interaction entre le type de salle de traite et la relation entre la taille du trayeur et la hauteur du plancher du pis. Par conséquent, il est décisif de considérer le rapport de taille entre le personnel de traite et le troupeau dans chaque exploitation afin d'améliorer l'ergonomie de la salle de traite. A partir des résultats de cette étude, un coefficient individuel a été établi pour chaque salle de traite: autotandem, épi 30°, épi 50°, Side by Side et carrousel. Sur la base de la taille du trayeur et de la hauteur moyenne du plancher du pis, ce coefficient permet de déterminer la hauteur optimale du quai pour chaque trayeur ou trayeuse.



Problématique

Bien que les détenteurs et les détentrices de vaches laitières considèrent la traite en salle comme peu astreignante physiquement (Kauke *et al.* 2010), on la rend cependant responsable d'une ergonomie défavorable (Jakob *et al.* 2009; Jakob *et al.* 2012; Pinzke *et al.* 2001; Stål *et al.* 2003). Cela pourrait expliquer pourquoi de nombreux éleveurs et éleveuses de vaches laitières souffrent d'affections de l'appareil musculo-squelettique (Kauke *et al.* 2010; Kolstrup *et al.* 2010; Stål *et al.* 1996).

Lors de la traite en salle, on a constaté une sollicitation importante notamment lors de la pose des faisceaux trayeurs. Les mouvements répétitifs et unilatéraux, qui caractérisent cette phase de travail routinier, entraînent des problèmes au niveau des avant-bras et des poignets, en particulier chez les femmes (Stål 1999). Les trayeurs doivent en effet soulever, dans une position statique et en adoptant des postures défavorables, des faisceaux trayeurs qui peuvent peser jusqu'à trois kilos (Pinzke *et al.* 2001).

L'ergonomie de la traite est déterminée par différents facteurs, par exemple, le type de salle de traite, la hauteur du quai, du pis et la taille du trayeur. La présente étude analyse l'influence de ces paramètres sur les positions corporelles pouvant nuire à la santé lors de la «pose du faisceau trayeur».

Méthodes

Analyse des positions corporelles

Le système de mesure de la posture CUELA (Computer-unterstützte Erfassung und Langzeitanalyse, méthode pour saisir les mouvements de l'appareil musculo-squelettique) a été utilisé pour analyser les positions corporelles. Le système enregistre la durée et l'intensité de l'angle de flexion de différentes articulations (Ellegast *et al.* 2009). Ces angles de flexion s'obtiennent à partir de mesures des positions des articulations que la personne testée a adoptées pendant la traite examinée. Ces mesures permettent de tirer des conclusions sur la posture de travail. CUELA utilise des capteurs de mouvement pour enregistrer l'inclinaison et la torsion, c'est-à-dire l'espace d'évolution de différentes articulations. Lorsqu'un bras est plié par exemple, l'angle de l'articulation du coude diminue (flexion), en revanche, lorsque le bras est tendu, l'angle augmente (extension).

Cette étude s'est servie de CUELA pour mesurer l'angle de flexion de 35 articulations différentes. Elles étaient toutes situées à différents endroits du corps, mais principalement au niveau des bras, des jambes et de la colonne vertébrale. Le système a été placé sur le trayeur (fig. 1) et a enregistré les mouvements des articulations étudiées avec une résolution de 50 Hertz. Parallèlement, les phases de travail routinier ont été enregistrées sur vidéo.

Structure de l'essai & sujets

L'étude a été réalisée sur quinze exploitations de vaches laitières en Suisse. Les types de salles de traite suivants ont été analysés chacun dans trois exploitations: autotandem (ATD), épi 30° (ép. 30°), épi 50° (ép. 50°), Side by Side (SbS) et carrousel. Dans chaque exploitation, on a relevé la position corporelle de deux personnes pendant une traite (le soir). Au total, les données de 30 sujets (4 femmes et 26 hommes) ont été recueillies (tab. 1). Les sujets étaient des

trayeurs et trayeuses expérimentés. Ils étaient à la fois habitués à la salle de traite et aux vaches.

Traitement des données

Les données saisies ont été traitées avec le logiciel statistique WIDAAN (Analyse des valeurs d'angles, IFA, Sankt Augustin, Allemagne). Le programme WIDAAN a fourni les résultats des mesures sous formes de percentiles (5^e, 25^e, 50^e, 75^e et 95^e). Les percentiles ont permis d'analyser la distribution des valeurs d'angles. WIDAAN a également représenté les données au moyen d'une figure virtuelle et les a mises en relation avec les enregistrements vidéo. Les données CUELA mesurées ont pu être réparties entre les travaux de routine suivants: «Amouillage», «Tirage des premiers jets», «Bascule du faisceau trayeur», «Pose du faisceau trayeur» et «Trempe des trayons». Comme la pose du faisceau trayeur est considérée comme une activité physique éprouvante, la présente étude se concentre sur cette phase de travail routinier (Pinzke *et al.* 2001; Kauke *et al.* 2010).

Pour évaluer la posture, il existe des valeurs indicatives dans les normes et la littérature concernant les sciences du travail pour 25 des 35 articulations mesurées (ISO 11226; DIN EN 1005-4; Drury 1987; Hoehne-Hückstädt *et al.* 2007; McAtamney und Corlett 1993). Des plages angulaires ont été déterminées pour les différentes articulations et la sollicitation a été évaluée comme étant «favorable», «problématique» ou «défavorable». La figure 2 prend l'exemple de l'inclinaison du buste et présente les plages angulaires pour l'évaluation de la posture dans cette partie du corps selon la norme ISO 11226. Toutes les articulations et zones corporelles évaluées sont répertoriées dans le tableau 2.

La hauteur de travail dans la salle de traite, qui est le résultat de la hauteur du quai ajoutée à la hauteur du plancher du pis, varie d'une vache à l'autre et influence donc la position corporelle du trayeur et de la trayeuse. Pour pouvoir comparer la hauteur de travail entre les salles de traite, un coefficient a été créé, reflétant le rapport entre la taille corporelle des sujets et la hauteur de travail:

Formule 1 (coefficient)

(Hauteur du quai + hauteur du plancher du pis) : taille corporelle

Un coefficient de 0,7 signifie que la hauteur du plancher du pis représente 70% de la taille corporelle du trayeur. Le tableau 1 indique la fourchette des valeurs minimales et maximales des coefficients saisis suivant le type de salle de traite.

Les données ont été analysées à l'aide du logiciel statistique R avec le modèle linéaire mixte; le type de salle de traite et le coefficient étant traités comme des effets fixes, l'exploitation et la vache comme des effets aléatoires. Les différences statistiquement significatives se réfèrent aux valeurs angulaires des 5^e, 50^e et 95^e percentiles, afin d'évaluer aussi bien la médiane que les postures extrêmes.

Développement de modèle

L'output statistique (estimation) a été utilisé dans un calcul mathématique pour modéliser des valeurs pour les coefficients compris entre 0,7 et 1,0 (à intervalles de 0,05). Cette méthode a permis de déterminer avec quel coefficient les



Fig. 1: Trayeur équipé du système CUELA lors de l'«amouillage».

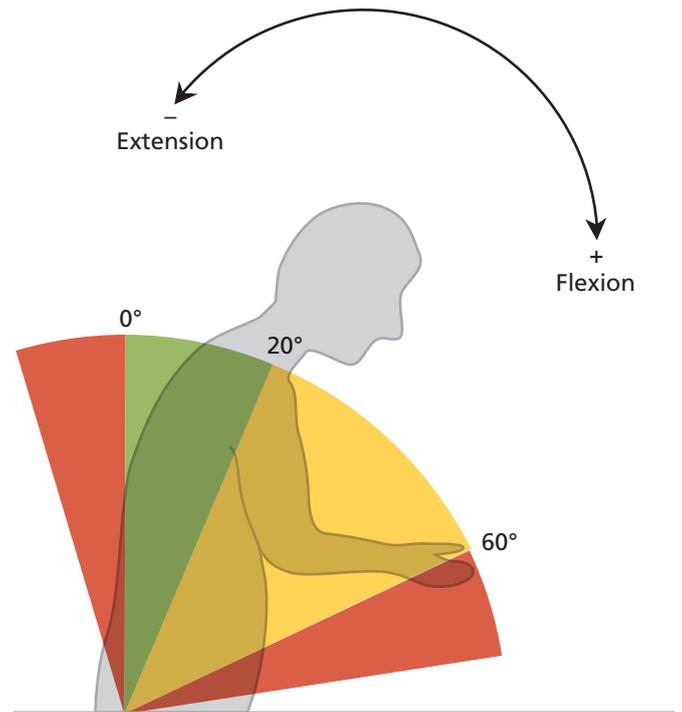


Fig. 2: Plages angulaires définies (favorable: vert; problématique: jaune; défavorable: rouge) pour l'évaluation de la position corporelle du buste en flexion et extension (sens du mouvement).

Tab. 1: Propriétés des sujets et des salles de traite (moyenne \pm écart-type) ainsi que coefficient (valeurs minimales et maximales) selon le type de salle de traite.

Type de salle de traite	Sujet (= trayeur et trayeuse)				Salle de traite			Coefficient	
	Âge (années)	Taille (cm)	Hauteur d'épaules (cm)	Poids (kg)	Hauteur du quai (cm)	Hauteur du chassis (cm)	Poids du faisceau trayeur (kg)	Min.	Max.
Autotandem	34 \pm 14	172 \pm 7	142 \pm 8	81 \pm 21	90.4 \pm 1.7	164.9 \pm 7.6	2.9 \pm 0.6	0.72	1.09
Epi 30°	36 \pm 12	177 \pm 4	146 \pm 4	81 \pm 12	92.4 \pm 4.0	155.2 \pm 8.6	2.6 \pm 0.4	0.70	0.96
Epi 50°	46 \pm 5	176 \pm 4	146 \pm 4	77 \pm 7	92.0 \pm 3.1	165.6 \pm 3.7	3.1 \pm 0.2	0.71	0.94
Side by Side	36 \pm 10	176 \pm 5	146 \pm 5	75 \pm 16	99.1 \pm 7.3	169.4 \pm 3.9	2.7 \pm 0.0	0.71	0.98
Carroussel	33 \pm 11	176 \pm 4	146 \pm 5	83 \pm 11	91.6 \pm 3.8	168.4 \pm 8.0	2.6 \pm 0.6	0.67	0.93

valeurs étaient les plus avantageuses du point de vue ergonomique. Toutes les valeurs de la zone «favorable» (des 5^e, 50^e et 95^e percentiles) ont été additionnées pour chaque type de salle de traite et pour les différents coefficients. La fréquence la plus élevée de valeurs dans la zone positive indiquait quel coefficient permettait d'obtenir les meilleurs rapports. Si 100 % des données modélisées d'un coefficient se situait dans la zone positive, cela signifierait que 25 postures corporelles sont avantageuses pour trois percentiles chacune et que l'on atteindrait ainsi le chiffre de 75.

Résultats et discussion

La hauteur de travail dans une salle de traite dépend de la hauteur du plancher du pis et de celle du quai. Dans toutes les exploitations étudiées, la médiane du plancher du pis, mesurée depuis la surface du quai, était comprise entre 50 et 60 cm environ (fig. 3). Dans un troupeau, les valeurs

minimales et maximales étaient parfois écartées de 30 cm. C'est pourquoi cette étude est partie d'une hauteur moyenne de 55 cm pour le plancher du pis afin de calculer la hauteur de travail optimisée.

Les quais étaient d'une hauteur moyenne de 90 cm pour les salles de traite de type ATD, ép. 30°, ép. 50° et carroussel. Pour la salle de traite de type SbS en revanche, ils atteignaient presque 100 cm, sachant que c'est avec ce type de salle de traite que la fourchette était la plus large (tab. 1). Ces valeurs correspondent aux recommandations de Billon (2009), qui préconise un quai plus élevé pour les salles de traite SbS.

La taille corporelle des sujets était en moyenne de 172 à 177 cm (tab. 1). La répartition de ces tailles était relativement homogène entre les différents types de salles de traite. À l'exception de la salle de traite ATD, où un trayeur mesurait 160 cm.

Tab. 2: Vue d'ensemble des articulations et des régions corporelles qui ont servi à évaluer la position du corps avec l'aide des normes et de la littérature sur les sciences du travail. Les sens de mouvements positifs et négatifs sont décrits pour toutes les articulations.

Articulation/Partie du corps	Numéro de capteur	Mouvements	Valeurs positives/négatives
Tête	15 16	Inclinaison Inclinaison latérale	+ vers l'avant / - vers l'arrière + vers la droite / - vers la gauche
Colonne cervicale	5 6	Flexion latérale Flexion/Extension	+ vers la droite / - vers la gauche + vers l'avant / - vers l'arrière
Inclinaison du buste et inclinaison latérale du buste	22 23 21	Flexion/Extension Flexion latérale Torsion	+ vers l'avant / - vers l'arrière + vers la droite / - vers la gauche + vers la droite / - vers la gauche
Courbure du dos	19 20	Inclinaison latérale Inclinaison	+ vers l'avant / - vers l'arrière + vers la droite / - vers la gauche
Articulation du genou	13 (gauche) / 14 (droite)	Flexion/Extension	+ vers l'avant / - vers l'arrière
Articulation de l'épaule	28 (gauche) / 29 (droite) 30 (gauche) / 31 (droite) 32 (gauche) / 33 (droite)	Ad-/Abduction Flexion/Extension Rotation interne/externe	+ vers le corps / - vers le côté + vers l'avant / - vers l'arrière + Rotation interne/externe
Articulation du coude	3 (gauche) / 4 (droite)	Flexion/Extension	+ Flexion / - Extension
Avant-bras	34 (gauche) / 35 (droite)	Pronation/Supination	+ vers l'intérieur / - vers l'extérieur
Poignet	9 (gauche) / 10 (droite) 7 (gauche) / 8 (droite)	Abduction radiale/ulnaire Flexion/Extension	+ vers l'intérieur / - vers l'extérieur + Flexion / - Extension

Avec les exploitations sélectionnées, il a été possible de définir une base de données équilibrée en ce qui concerne la hauteur de travail. Elle se reflète d'ailleurs dans les coefficients qui oscillent entre 0,7 et 1,0 suivant le type de salle de traite (tab. 1). Un modèle a ensuite été établi à partir de ces données afin de déterminer la hauteur optimale du quai.

Le tableau 3 donne une vue d'ensemble de la proportion des postures «défavorables» selon les différentes articulations indépendamment du type de salle de traite. Ces

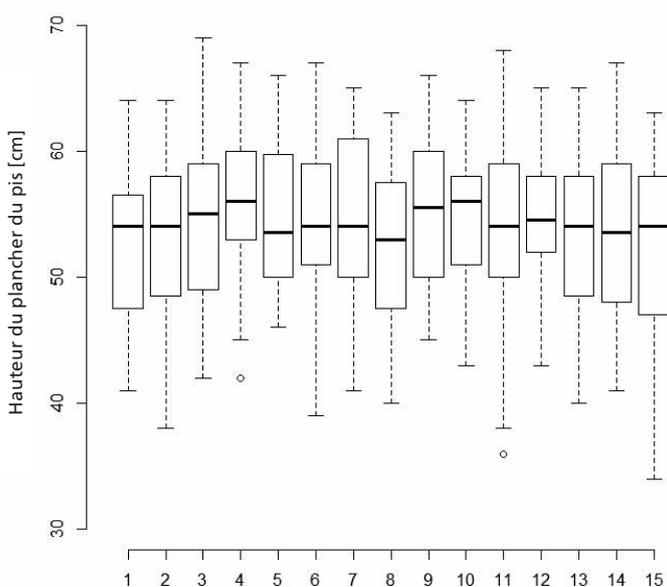


Fig. 3: Hauteurs du plancher du pis mesurées dans les différentes exploitations. Les boxplots indiquent le quartile inférieur, la médiane et le quartile supérieur (box), ainsi que la fourchette entre la valeur minimale et maximale (ligne pointillée).

pourcentages ont été calculés à partir des valeurs angulaires mesurées à l'aide de CUELA dans les 5^e, 50^e et 95^e percentiles. Avec moins de 20% de postures «défavorables» dans tous les percentiles, le buste en flexion latérale et en rotation, le dos en inclinaison latérale ainsi que le poignet en flexion et extension étaient les moins sollicités. Les parties du corps respectivement les articulations les plus sollicitées (plus de 40% des mesures du 50^e percentile dans la zone «défavorable»), étaient la tête, la colonne cervicale, l'articulation du coude, l'articulation du genou, à la fois en flexion et en extension, l'articulation des épaules en adduction et abduction, ainsi qu'en flexion et en extension. Ces résultats confirment des études antérieures, qui font état d'une sollicitation accrue de la région de la nuque, des coudes, des genoux et des épaules.

On a également constaté que dans le 50^e percentile, les deux coudes évoluaient à plus de 70% dans une posture «défavorable» et étaient donc les plus sollicités. Les coudes devraient être utilisés dans un angle de 90° environ (entre 60° et 100°) pour réduire la contrainte exercée sur les articulations. Pour que cela soit le cas selon Billon (1985), tout comme selon Tuure et Alasuutari (2009), le pis devrait se trouver le plus près possible du trayeur ou de la trayeuse. La distance entre le trayeur et le pis dépend beaucoup de la hauteur du plancher du pis et de la position de la vache. Cette dernière dépend quant à elle du type de salle de traite. La figure 4 l'illustre parfaitement. A l'exception de la salle de traite en épi 30°, tous les trayeurs pliaient leur coude gauche pour former un angle s'approchant des 90° plus la hauteur du plancher du pis augmentait ou plus les coefficients s'accroissaient. Seules les salles de traite de type ép. 50° et de type SbS permettaient, avec un coefficient de 1,0, de conserver l'articulation du coude dans une position favorable, avec un angle nettement en dessus de la limite inférieure de 60°. Ce résultat correspond à la recommandation de Billon (2009), qui prône un quai plus

Tab. 3: Pourcentage de positions «défavorables» des 5^e, 50^e et 95^e percentiles en moyenne de tous les types de salles de traite par articulation, région corporelle et mouvement.

Articulation/Partie du corps	Numéro de capteur	Mouvements	Percentiles		
			5 ^e	50 ^e	95 ^e
Tête	15	Inclinaison	73	45	17
	16	Inclinaison latérale	68	51	68
Colonne cervicale	5	Flexion latérale	53	33	57
	6	Flexion/Extension	89	62	36
Inclinaison du buste et inclinaison latérale du buste	22	Flexion/Extension	39	20	7
	23	Flexion latérale	2	1	4
	21	Torsion	0	0	0
Courbure du dos	19	Inclinaison latérale	2	0	1
	20	Inclinaison	46	30	19
Articulation du genou	13 (gauche)	Flexion/Extension	26	41	69
	14 (droite)		33	50	76
Articulation de l'épaule	28 (gauche)	Ad-/Abduction	9	31	53
	29 (droite)		33	62	82
	30 (gauche)	Flexion/Extension	11	39	71
	31 (droite)		17	45	75
	32 (gauche)		25	12	13
33 (droite)	Rotation interne/externe	17	6	25	
Articulation du coude	3 (gauche)	Flexion/Extension	94	70	19
	4 (droite)		100	77	23
Avant-bras	34 (gauche)	Pronation/Supination	23	4	27
	35 (droite)		14	9	30
Poignet	9 (gauche)	Abduction radiale/ulnaire	50	28	24
	10 (droite)		13	3	16
	7 (gauche)	Flexion/Extension	3	0	2
	8 (droite)		0	0	5

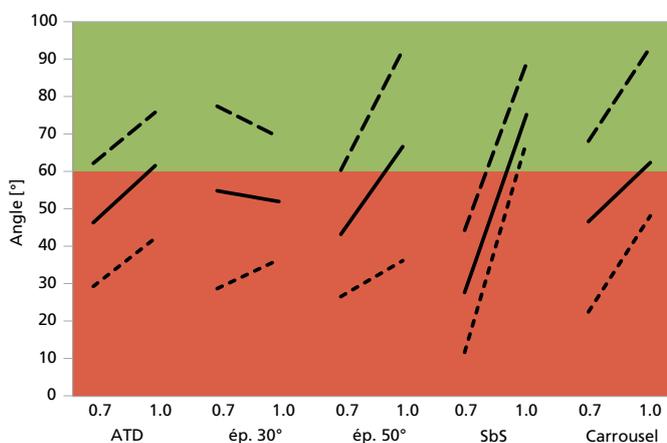


Fig. 4: Valeurs angulaires du coude gauche (flexion) en fonction du rapport entre la taille du sujet et la hauteur de travail (coefficient compris entre 0,7 et 1) et le type de salle de traite (ATD = autotandem, ép. = épi, SbS = Side by Side). La figure représente les estimations modélisées pour les 5^e, 50^e et 95^e percentiles (droites inférieure, centrale et supérieure).

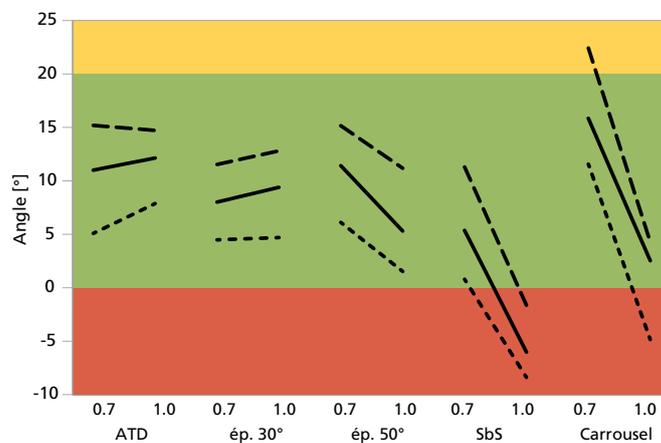


Fig. 5: Valeurs angulaires de l'inclinaison du buste (flexion et extension) en fonction du rapport entre la taille du sujet et la hauteur de travail (coefficient compris entre 0,7 et 1) et le type de salle de traite (ATD = autotandem, ép. = épi, SbS = Side by Side). La figure représente les estimations modélisées pour les 5^e, 50^e et 95^e percentiles (droites inférieure, centrale et supérieure).

haut de 10cm pour les salles de traite ép. 50° et SbS par rapport à la salle de traite ép. 30°.

Cependant un quai plus élevé a une influence négative sur la position de l'articulation des épaules en flexion. Plus le plancher du pis est haut, plus l'articulation de l'épaule se déplace vers l'avant. Lors de la pose du faisceau trayeur, les mesures CUELA ont montré que l'articulation de l'épaule

était la seule à se trouver dans une position problématique. Avec un rapport de 1,0 entre la taille corporelle et la hauteur de travail, elle se trouvait même dans une position défavorable avec les salles de traite de type ATD, ép. 50° et carrousel. L'influence de la hauteur de travail sur la flexion de l'articulation de l'épaule a également été identifiée par Jakob *et al.* (2012) ainsi que par Tuure et Alasuutari (2009).



Fig. 6: Exemple d'un fond de fosse amovible dans une salle de traite.

De plus, les valeurs angulaires de la flexion du cou allaient à l'encontre d'une surélévation du quai. Plus le plancher du pis est élevé, plus souvent le cou doit être en extension. Les valeurs angulaires négatives signifient que la musculature arrière du cou est contractée. Une contraction de la musculature du buste a été également enregistrée avec le type SbS et un quai surélevé (fig. 5). La position du buste était généralement dans une position favorable. Avec les types de salles de traite ATD, ép. 30° et 50°, l'influence de la hauteur du plancher du pis était relativement faible.

Les résultats cités ci-dessus indiquent un rapport antagoniste entre les différentes articulations. Par conséquent, toutes les articulations ne peuvent jamais se trouver

ensemble dans une zone ergonomiquement favorable pendant toute la phase de la «pose du faisceau trayeur». Le réglage idéal du quai ne peut donc pas aboutir à une hauteur de travail où toutes les positions corporelles seraient favorables. Le tableau 5 montre, à partir des estimations prenant en compte le coefficient et le type de salle de traite, le nombre d'articulations dans une position favorable. La valeur maximale de 75 n'est jamais atteinte. Enfin, il est manifeste que la hauteur de travail idéale dépend du type de salle de traite.

Le rapport entre la taille du trayeur et la hauteur du plancher du pis (exprimé par les coefficients) est déterminant. La salle de traite de type ép. 50° est celle qui affichait le

Tab. 4: Nombre d'articulations dans la zone ergonomique positive pour un coefficient donné selon les estimations

(La valeur maximale, pour laquelle les mesures étaient toutes dans la zone «favorable» est de 72). Les valeurs mises en évidence indiquent pour chaque type de salle de traite, quels sont les coefficients permettant d'atteindre le nombre maximal de mesures favorables dans les 5^e, 50^e et 95^e percentiles.

Type de salle de traite	Coefficient						
	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	1.00
Autotandem	44	45	45	46	45	45	39
Epi 30°	42	41	40	42	42	40	42
Epi 50°	48	49	46	42	37	39	36
Side by Side	42	40	38	38	33	34	32
Carrousel	39	41	40	36	34	35	34

plus grand nombre de positions corporelles favorables avec les coefficients 0,7 et 0,75 (tab. 4). A partir d'un coefficient de 0,9, le nombre d'articulations se situant dans une zone positive diminuait rapidement. Les salles de traite de type ATD et ép. 30° étaient celles qui affichaient les valeurs les plus élevées avec les coefficients 0,8 et 0,7, mais étaient également celles qui comptaient plus de 40 positions favorables sur une fourchette de coefficients plus large. Ces deux types de salles de traite sont par conséquent plus tolérants d'un point de vue ergonomique en ce qui concerne la hauteur de travail.

Certes, les types de salles de traite SbS et carrousel affichaient un nombre plus faible de positions favorables, mais les différences étaient néanmoins faibles. D'un point de vue ergonomique, il serait cependant recommandé d'abaisser le quai de ces deux types de salles de traite par rapport à ce qui était pratiqué jusqu'ici. Dans le cas de la salle de traite SbS, il existe toutefois quelques restrictions. Le pare-bouse qui sert à protéger la technique de traite et le trayeur, est en général monté en biais par rapport à la fosse de traite et limiterait la liberté de mouvement du trayeur si le quai était abaissé. En outre, lors d'une traite par l'arrière, la vue sur le pis et spécialement sur les trayons avant est limitée en comparaison à une traite latérale. Abaisser la hauteur du quai renforcerait encore ce problème. Certes, il n'est pas obligatoire de voir les trayons pour poser le faisceau trayeur, mais pour contrôler leur propreté et la présence de blessures (art. 10 al. 4 et art. 12 al. 5; OHyPL 2011). C'est pourquoi il est important avec la salle de traite SbS de trouver un compromis entre ergonomie et exigences hygiéniques.

Il n'est pas possible d'expliquer concrètement pourquoi les résultats du carrousel sont légèrement moins bons que ceux des autres types de salles de traite. Les vaches étant placées dans un angle de 30°, on pourrait s'attendre à un résultat similaire à celui de la salle de traite en épi 30°. On suppose que le déplacement des vaches dans le carrousel de traite exerce une influence négative sur la position corporelle. Dans les trois carrousels étudiés, le quai du trayeur ne tournait pas parallèlement à la surface de déplacement des vaches. Par conséquent, le trayeur devait tourner son buste dans le sens de rotation et fléchir davantage les épaules. La figure 5 indique des valeurs angulaires plus élevées dans le 50^e percentile pour la flexion des épaules avec le carrousel, ce qui renforce cette hypothèse.

A partir du coefficient (tab. 4), il est possible d'utiliser une formule afin de calculer la hauteur idéale du quai d'un point de vue ergonomique pour chaque type de salle de traite et chaque taille de trayeur et de trayeuse:

Formule 2

(Taille corporelle [cm] x coefficient) – Hauteur du plancher du pis [cm]

Cette formule fournit une base permettant de sélectionner et de planifier une salle de traite. Elle permet, compte tenu du troupeau (hauteur moyenne du plancher du pis) et surtout du personnel de traite, de s'adapter aux caractéristiques individuelles de chaque exploitation. Lorsque plusieurs personnes traitent un troupeau en alternance, il est recommandé d'utiliser un fond de fosse amovible dans les nouveaux bâtiments (fig. 6). La hauteur de travail idéale

sur le plan ergonomique peut ainsi être ajustée pour chaque trayeur et chaque trayeuse à l'aide de la formule proposée. Lorsqu'une solution flexible de ce type n'est pas prévue, il est d'autant plus important de prévoir une fosse dont la profondeur soit spécifique à l'exploitation. Comme la hauteur du plancher du pis exerce une influence considérable sur la variation de la hauteur idéale du quai, il est également important de bien estimer la hauteur moyenne du plancher du pis dans le troupeau.

Conclusion

L'étude montre clairement que la position corporelle optimale du trayeur et de la trayeuse dépend largement du type de salle de traite et de la taille de l'opérateur. Par conséquent, les différences sont considérables lorsqu'il s'agit de trouver la hauteur optimale du quai sur le plan ergonomique. Les résultats de la présente étude aboutissent à des hauteurs plus basses que celles recommandées jusqu'ici dans la pratique. Une hauteur de travail plus basse se traduit par une réduction des contraintes notamment au niveau des épaules et de la nuque. Etant donné le nombre relativement élevé de trayeuses et de trayeurs qui souffrent de troubles à ce niveau de l'appareil musculo-squelettique en Suisse (Kauke *et al.*, 2010), il est recommandé de réduire la hauteur de travail, dans la mesure où la vue sur la mamelle et sur les trayons ne s'en trouve pas restreinte.

Bibliographie

Billon P., 2009. La traite des vaches laitières. Guides France Agricole.

Cockburn M., Savary P., Kauke M., Schick M., Hoehne-Hückstädt U., Hermanns I. and Ellegast R., 2015. Improving ergonomics in milking parlors: Empirical findings for optimal working heights in five milking parlor types. *Journal of Dairy Science* 98(2): 966-74. doi: 10.3168/jds.2014-8535.

DIN EN 1005-4. Menschliche körperliche Leistung, Teil 4: Bewertung von Körperhaltungen und Bewegungen bei der Arbeit an Maschinen. Beuth, Berlin, 2002.

Drury C.B., 1987. A biomechanical evaluation of the repetitive motion injury potential of industrial jobs. *Seminars in Occupational medicine* 2, 41-49.

Ellegast R., Hermanns I. & Schiefer C., 2009. Workload Assessment in Field Using the Ambulatory CUELA System. In: *Proceedings of the Second International Conference Digital Human Modeling – ICDHM 2009*. San Diego/USA, 221-226.

Höhne-Hückstädt U., Herda C., Ellegast R., Hermanns I., Hamburger R. & Ditchen D., 2007. Muskel-Skelett-Erkrankungen der oberen Extremitäten – Entwicklung eines Systems zur Erfassung und arbeitswissenschaftlichen Bewertung von komplexen Bewegungen der oberen Extremität bei beruflichen Tätigkeiten. BGIA-Report 2.

ISO 11226. Ergonomie – Evaluierung von Körperhaltungen bei der Arbeit. Beuth, Berlin, 2000.

Jakob M. & Liebers F., 2009. The influence of working heights and weights of milking units on the body posture of female milking parlor operatives. *Agricultural Engineering International: the CIGR Journal* 11, 1-10.

Jakob M., Liebers F. & Behrendt S., 2012. The effects of working height and manipulated weights on subjective strain, body posture and muscular activity of milking parlor operatives – Laboratory study. *Applied Ergonomics* 43 (4), 753-761.

Kauke M., Hermanns I., Höhne-Hückstädt U., Schick M. & Ellegast R., 2009. Analysis and assessment of workloads via CUELA using the example of the milking procedure. *BAB* 66, 22-30.

Kauke M., Korth F., Savary P. & Schick M., 2010. Arbeitsbelastung auf modernen Milchviehbetrieben am Beispiel des Arbeitsverfahrens «Melken»: ART-Tagungsband. Nachhaltigkeit in der Wiederkäuer- und Schweinehaltung. In: 24. IGN-Tagung, Ettenhausen, 90-93.

Kolstrup C., Douphrate D.I., Pinzke S., Stål M., Lundqvist P., Rosecrance J.C. & Reynolds S.J., 2010. Musculoskeletal symptoms among U.S. and Swedish dairy workers. In *Proc. 7th Intl. Conf. on Prevention of Work-Related Musculoskeletal Disorders (PREMUS2010)*, 108. University of Angers, France.

McAtamney L. & Corlett E.N., 1993. RULA: A survey method for the investigations of work-related upper limb disorders. *Applied Ergonomics* 24 (2), 91-99.

Pinzke S., Stål M. & Hansson G.A., 2001. Physical workload on upper extremities in various operations during machine milking. *Annals of agricultural and Environmental Medicine* 8, 63-70.

Stål M., Moritz U., Gustafsson B. & Johnsson B., 1996. Milking is a high-risk job for young females. *Scand. J. Rehab. Med.* 28 (2), 95-104.

Stål M., 1999. Upper Extremity Musculoskeletal Disorders in Female Machine Milkers. An epidemiological, clinical and ergonomic study. Dissertation Lund University, Sweden.

Stål M., Pinzke S., Hansson G.Å., Kolstrup C., 2003. Highly repetitive work operations in a modern milking system. A case study of wrist positions and movements in a rotary system. *Ann. Agric. Environ. Med.* 10, 67-72.

Tuure V.M. & Alasuutari S., 2009. Reducing work load in neck-shoulder region in parlor milking. *Bornimer Agrartechnische Berichte* 66, 48-54.

OHYPL, 2011. Ordonnance du DFI réglant l'hygiène dans la production laitière. RS. 916.351.021.1. Le Conseil fédéral, Berne.

Impressum

Éditeur	Agroscope, Tänikon 1, 8356 Ettenhausen, www.agroscope.ch
Renseignements	Pascal Savary E-Mail: pascal.savary@agroscope.admin.ch
Mise en page et impression	Sonderegger Publish AG, Weinfelden
Download	www.agroscope.ch/transer/fr
Copyright	© Agroscope 2015
Changements d'adresse	Office fédéral des constructions et de la logistique OFCL, Berne E-mail: verkauf.zivil@bbl.admin.ch (veuillez indiquer le numéro d'abonnement qui figure sur l'étiquette d'adresse, s. v. p.)
ISSN	2296-7222 (print), 2296-7230 (online)