

LES SYSTÈMES DE TRAITE ROBOTISÉS ET LEURS TECHNOLOGIES

Marcel DUSSAULT, ingénieur et agronome
MAPAQ
Rock Forest

Conférence préparée avec la collaboration de :

Richard LEBLANC, ingénieur et agronome
MAPAQ - Centre de services agricoles
Victoriaville



INTRODUCTION

Depuis le début de l'utilisation commerciale des robots de traite en 1992, les systèmes de traite robotisés sont en constante évolution. La présente conférence montre les technologies utilisées pour les robots de traite installés au Québec ou qui le seront sous peu. On présente également quelques plans d'aménagement afin de visualiser l'emplacement des robots et la circulation des vaches.

Les compagnies qui vendent des robots de traite au Québec ou en offriront sous peu sont les suivantes : AMS Liberty (Prolion), Bou-Matic, DeLaval inc., Lely, et Wesfalia • Surge. Les gérants de territoire ou les conseillers techniques de chacune de ces compagnies ont été rencontrés afin de mieux connaître les technologies utilisées, les recommandations ou spécifications concernant l'installation ainsi que leur conception du service après vente. Les robots sont présentés par ordre alphabétique des compagnies qui les commercialisent. Les aspects technico-économiques, leur performance et les changements qu'ils amènent au point de vue de la régie du troupeau et de la main-d'œuvre dans une entreprise laitière sont présentés par d'autres conférenciers. Actuellement, les installations québécoises sont très récentes et se limitent à deux compagnies.

Les normes d'installation exigées pour les robots de traite par le Centre québécois d'inspection des aliments et santé animale (CQIASA) du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation et les demandes de dérogations à la réglementation sur la salubrité des produits laitiers sont également présentées.

PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT

Généralités

Les systèmes de traite robotisés sont conçus pour que la traite des vaches soit faite de façon volontaire, c'est-à-dire que la vache est libre de se faire traire à l'heure qui lui convient. La libre circulation des vaches devrait être bien accueillie par les consommateurs (de Boers et ass., 1994) et par ceux qui militent pour le bien être des animaux (Webster, 1987). L'ensemble des opérations (Rossing *et al.*, 1997) d'un robot de traite réfèrent à différents systèmes ou automates plus ou moins complexes pour obtenir les opérations suivantes : circulation des vaches entre les aires de couchage, de traite et d'alimentation, gestion informatisée du troupeau, identification des vaches, alimentation en concentrés, lavage du pis et des trayons, préparation à la traite, pose des gobelets trayeurs, traite, mesures du lait produit par trayon, application du bain de trayons, lavage

et désinfection du système de cueillette et d'entreposage du lait. Tous les modèles de robot offrent des concentrés aux vaches, ce qui a pour résultat de les attirer pour la traite (Crossing *et al.*, 1985).

Les robots de traite sont réservés aux étables à logettes ou à stabulation libre paillée, avec ou sans accès au pâturage. L'installation d'un robot de traite dans les étables laitières représente de nouveaux défis pour l'industrie quant au respect des normes de production d'un lait de qualité et à l'optimisation du rendement des robots. Toutes les installations doivent être approuvées par le CQIASA.

Capacité de traite des robots

Chaque compagnie mentionne la capacité théorique de leur robot, soit 50 à 70 vaches par stalle pour un objectif de 150 à 180 traites par jour, à raison de 2,8 à 3 traites par jour par vache. La capacité d'un robot dépend de son emplacement, du nombre et des groupes de vaches à traire, de la production laitière des vaches, de la vitesse de traite, de la facilité de pose des unités de traite selon le positionnement des trayons et des temps d'arrêt requis pour le lavage du système (Parsons et Mottram, 2000). Il est difficile d'estimer la vraie capacité des robots. Il faudra donc réduire leur capacité théorique lors de l'achat (Veysset, 2001).

Logiciels de gestion des robots

Il serait trop long d'énumérer tous les menus que les logiciels de gestion du troupeau et des robots peuvent offrir. Il faudra consulter le matériel des fournisseurs. À quelques variantes près, tous ces logiciels gèrent la régie et la santé des vaches (compilation de données), la traite, la production laitière, l'alimentation pour la partie des concentrés, la circulation des vaches et le lavage du système de traite. Tous les logiciels gèrent les systèmes d'alarme et analysent les cas qui requièrent une attention spéciale.

Transport du lait

Toutes les composantes venant en contact avec le lait doivent être faites de matériel de type grade alimentaire selon la norme 3A. Certaines compagnies utilisent des refroidisseurs au glycol ou à l'eau situés directement dans le système robotisé ou dans la laiterie. D'autres compagnies utilisent uniquement les réservoirs à lait conventionnels. Les lactoducs peuvent être isolés. La plupart des compagnies utilisent un grand réservoir à lait et un réservoir tampon. Le réservoir tampon est utilisé durant la cueillette du lait. Pendant que le camionneur effectue la cueillette du lait, c'est le réservoir tampon qui est utilisé. Une seule compagnie installe ce réservoir tampon près du robot; les autres l'installent dans la laiterie, près du réservoir.

Eaux usées

Les robots de traite produisent moins d'eaux usées que les systèmes de traite conventionnels. Le tableau 1 indique la moyenne du volume d'eaux usées, par jour, par vache. Pour les robots de traite, le volume comprend le lavage de toutes les composantes du système de traite robotisé jusqu'au bassin d'entreposage du lait. Il comprend également le lavage de l'enceinte et de l'extérieur du système de traite robotisé (pour le système De Laval). Pour les étables, les volumes incluent aussi les eaux pour le lavage de la laiterie, des aires d'attente et des salles traite. Ces chiffres sont fournis à titre indicatif seulement, car ils peuvent varier grandement d'un producteur à l'autre selon la régie utilisée.

Pour les systèmes de traite robotisés, les données ont été fournies par les compagnies. Pour les étables, les données proviennent de Fortier (2000).

Installation dans l'étable

L'emplacement des robots, la circulation des animaux, la propreté des vaches, le nettoyage de l'étable, la régie des fumiers et la ventilation sont des points à surveiller particulièrement lors de la conception des projets d'étables laitières où on utilisera un système de traite robotisé.

Considérations relatives au logement

Selon la taille du troupeau et le nombre de robots de traite, on forme des groupes de vaches à traire afin d'optimiser les performances du robot de traite (House, 2001). Selon l'alimentation du troupeau, il est possible de faire deux groupes de vaches pour un même robot; cependant, cela exigera un système plus complexe pour contrôler la circulation des animaux.

La circulation forcée des vaches entre les aires de couchage, de traite et d'alimentation est requise généralement au démarrage du robot de traite et durant les périodes d'insertion de taures ou de nouvelles vaches. Lorsque les vaches sont habituées, l'utilisation des barrières anti-retour dans les allées de circulation peut être abandonnée. Selon House, des études européennes (Bruchon, 1999) comparent la circulation forcée à la circulation libre des vaches dans les étables équipées de robot de traite et en arrivent à la conclusion suivante :

- le nombre de traites par vache par jour est acceptable dans les deux situations;
- le temps d'attente pour entrer dans le robot de traite est plus long dans le cas de circulation forcée;

Tableau 1. Volumes d'eaux usées générés par différents systèmes

Description	Litres/jour	Litres/vache/jour
Bou-Matic, Lely, stalle unique	495 à 500	env. 8,3
De Laval, stalle unique	1 165	env. 19,4
Étable avec lactoduc (63 et 76 mm)	—	env. 15 et 20
Étable à logettes, salle de traite et aire d'attente	—	env. 20 à 40

- on doit aller chercher plus de vaches pour la traite dans les cas de circulation libre.

Les robots de traite sont installés dans des étables à logettes de deux à quatre rangées de vaches sur un des cotés de la mangeoire. Les étables à quatre rangées sont généralement utilisées parce qu'elles facilitent la circulation forcée vers le robot de traite et réduisent la longueur des bâtiments ainsi que la distance que les vaches ont à parcourir pour aller vers le robot, les aires de couchage et d'alimentation.

Types d'installation selon les robots

Les systèmes de traite robotisés sont de type à stalle unique : Bou-Matic, DeLaval inc., Fullwood Packo Group (non disponible au Québec) ainsi que Lely; à stalles multiples en série : Melotte (non disponible au Québec), Prolion, Wesfalia • Surge et Gascoine; ou encore, avec possibilité de stalles en série ou parallèles : Galaxy, produit par la compagnie HokoFarm (non disponible au Québec). Les robots à stalle unique sont complètement autonomes. Les robots de traite à stalles multiples possèdent un bras qui repère et installe les gobelets trayeurs sur le pis des vaches en attente de traite, dans chaque stalle. Des corridors de circulation sont généralement requis pour les systèmes à stalles multiples. Ces stalles sont généralement disposées en série. Pour le système offert par la compagnie Galaxy, le bras peut se déplacer en série ou en parallèle (figure 3) pour attacher les unités de traite. Ces diverses options permettent l'implantation de robot selon différents aménagements, que ce soit pour de nouveaux bâtiments ou pour des bâtiments transformés. Tous les robots sont assemblés et testés à l'usine. Ils arrivent à la ferme en modules complets. Pour les systèmes à stalles multiples, il est difficile d'augmenter le nombre de stalles de traite, car le module doit être changé au complet et la base du robot est ancrée dans le béton. Les figures suivantes montrent différents aménagements selon les caractéristiques des robots.

Figure 1. Plan de localisation suggéré pour l'installation de robots de traite avec stalle individuelle

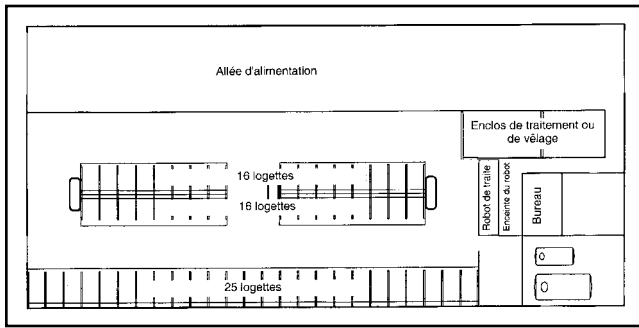


Figure 2. Deux plans de localisation suggérés pour l'installation de robots de traite : l'un avec stalles multiples en parallèle et l'autre avec stalles multiples perpendiculaires aux logettes des vaches

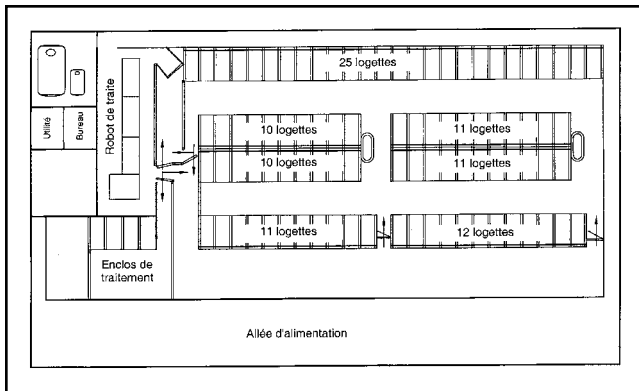
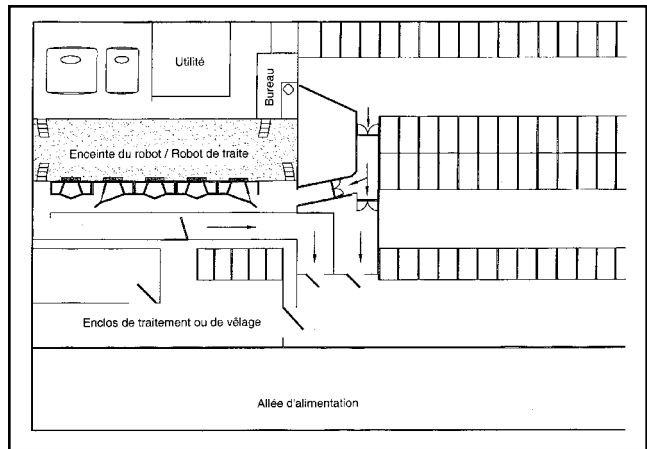


Figure 3. Plan de localisation suggéré par la compagnie Galaxy pour l'installation de robots de traite avec stalles multiples placées en parallèle



Coût approximatif des robots

Le tableau 2 présente les coûts comparatifs des robots, établis à partir des coûts fournis par les compagnies. Ils peuvent varier selon certaines options :

- châssis du robot : acier galvanisé ou acier inoxydable : 40 000 \$
- barrières de tri : 5 000 \$

Tableau 2. Coûts comparatifs des robots de traite

Nombre de vaches en lactation	Types de robots proposés	Prix suggéré
50 à 70	À stalle unique (1 robot)	250 000 \$
	À stalles multiples (2 stalles)	275 000 \$ à
		395 000 \$
90	À stalle unique (2 robots)	384 000 \$ à
	À stalles multiples (2 stalles)	460 000 \$
		250 000 \$ à
120	À stalle unique (2 robots)	384 000 \$ à
	À stalles multiples (3 stalles)	460 000 \$
		352 000 \$
150	À stalle unique (3 robots)	670 000 \$
	À stalles multiples (4 stalles)	432 000 \$
240	À stalle unique (4 robots)	860 000 \$
	À stalles multiples (2 robots de 3 stalles)	700 000 \$

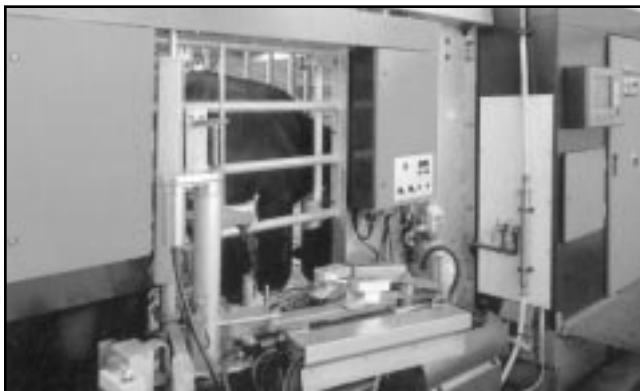
LES SYSTÈMES DE TRAITE ROBOTISÉS

AMS LIBERTY inc.; robot AMS LIBERTY (Prolion North America)

La compagnie Prolion est établie aux Pays-Bas. Le robot AMS LIBERTY est distribué par Prolion North America en Ontario. Elle a établi son bureau d'affaires à Scarborough (Ontario) et n'a aucun robot au Québec. Elle projette de trouver un concessionnaire distributeur en 2001. Elle possède trois robots installés en Ontario, deux en Nouvelle-Écosse et 700 (Wichers-Schreur, 2001) dans le monde. Ils ont été parmi les premiers, avec Lely, à installer des robots sur les fermes en 1992. La deuxième génération de robots a été commercialisée à partir de 1996.

Le robot AMS Liberty est un robot de type à stalles multiples. Un bras robotisé mobile, muni du système de repérage des trayons, se positionne sur un autre bras robotisé qui reste près des stalles de traite pour poser les unités de traite. L'autre bras maintient les unités en place lors de la traite. Le robot utilise un double système de capteurs à ultrasons sur le bras mobile pour positionner les gobelets trayeurs. Les gobelets sont aussi équipés d'un système breveté de détection des trayons qui permet de contrôler immédiatement le bon positionnement des trayons dans les gobelets. Le lavage des trayons se fait automatiquement dans le gobelet trayeur. Ces derniers préparent le trayon pour la lactation et extraient les premiers jets de lait qui sont dirigés vers les égouts. La tête des gobelets trayeurs a été spécifiquement dessinée pour le lavage du pis. On peut programmer la durée de la phase lavage et massage selon la propreté moyenne du troupeau. Le bain de trayon est appliqué par une buse dans le plancher à la sortie des stalles de traite. Le rinçage des manchons et des gobelets trayeurs se fait entre chaque traite; un lavage et un séchage est fait à l'intérieur et à l'extérieur des manchons. Un dispositif spécial à deux buses (figure 6)

Figure 4. Robot AMS LIBERTY de Prolion

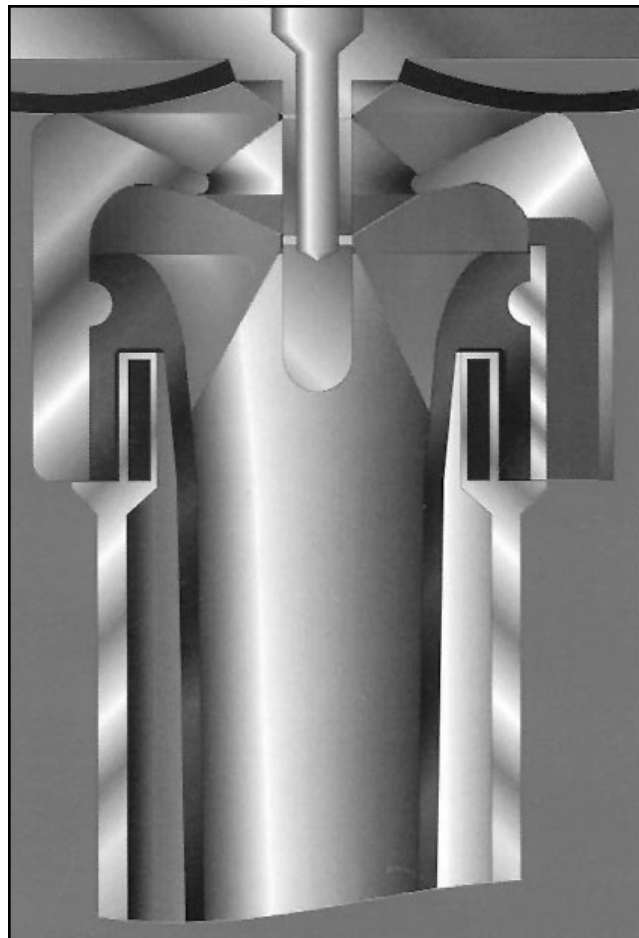


injecte de l'eau tiède et de l'air pendant 10 secondes, sur le dessus et dans chacun des manchons trayeurs, dans le même sens que l'écoulement du lait. La traite est faite trayon par trayon. Les quatre gobelets trayeurs se détachent en même temps. Le lait est réfrigéré à même le module du robot par un système au glycol. Il est acheminé vers un réservoir à lait principal; un réservoir tampon est utilisé lorsque le camionneur effectue la cueillette du lait.

Figure 5. Système de repérage des trayons du AMS Liberty



Figure 6. Système de lavage des gobelets trayeurs et laveurs du AMS Liberty



Un clavier et un écran sont installés près du robot, ce qui facilite la surveillance et permet de planifier sur place certaines fonctions du robot.

Si on doit augmenter le nombre de stalles de traite, il vaut mieux bien déterminer les besoins au départ car la base du robot monocoque est ancrée dans le béton.

La compagnie recommande une aire d'attente à l'entrée du robot, pour 10 % des vaches, et une aire d'utilité à la sortie. Une barrière de sélection permet aux vaches de revenir jusqu'à cinq fois dans l'aire d'attente située à l'entrée du robot.

Tableau 3. Caractéristiques et spécifications du robot AMS LIBERTY

Capacité du robot (données de la Compagnie)	Système à stalles multiples Une stalle : 60 vaches Deux stalles : 90 vaches Trois stalles : 120 vaches Quatre stalles : 150 vaches
Dimensions du robot	2 mètres sur environ 12 mètres (3 stalles)
Logiciel de gestion du robot	Freeman™, sous format Windows; mise à jour du logiciel par modem
Châssis du robot	En acier galvanisé avec ouverture à gauche et à droite
Identification des vaches	Médaillon dans un collier au cou Trois antennes de réception (deux aux barrières de séparation et une à la mangeoire du robot)
Mesure de l'activité des vaches	Podomètre optionnel
Aliments : concentrés au robot	Deux ingrédients. Quantité variable par l'éleveur. Une mangeoire mobile pour le confort des vaches
Système de repérage des trayons	Par un double système de capteurs à ultrasons et par un système de repérage des trayons sur les gobelets
Lavage des trayons	Les trayons sont lavés par un système spécial InterWash™ à même les gobelets trayeurs par des jets d'eau tiède et d'air
Gobelets trayeurs	Le système « FREE LINER » est le premier concept de manchons conçus spécifiquement pour la traite robotisée. Les manchons sont fabriqués en deux parties; la partie du haut est en silicone et la partie basse est au choix de l'éleveur : silicone ou caoutchouc.
Lavage des équipements	Automatique, toutes les 8 heures, programmable
Traite manuelle	Possible. L'inspection du pis est facilitée par l'utilisation du quai de traite
Caractérisation de la production laitière	Débit du lait par trayon Temps de traite par trayon Mesure de conductivité par trayon Débit total du lait à la jarre à lait
Échantillonneur de lait automatique	Disponible
Site Internet	http://amsliberty.nl
Adresses Internet	proliona@netcom.ca ou proliona@attcanada.ca

DeLaval inc., robot « VMS » (Voluntary Milking System : système de traite volontaire)

Ce robot a été conçu en Suède au siège social de la compagnie DeLaval. On compte environ 100 installations avec 175 unités vendues (Côté, 2001) dans différents pays dont 4 systèmes (5 unités) vendus au Québec. Le robot utilise beaucoup de composantes éprouvées dans les salles de traite munies d'équipements DeLaval qui sont en opération au Canada, tel que présenté plus loin. Selon la compagnie, on devrait prévoir une aire d'attente pour 6 à 7 vaches. Le logiciel Alpro de DeLaval analyse si la vache doit être traitée ou non. Afin d'optimiser la capacité de traite du robot, une barrière de sélection peut être installée pour diriger les vaches qui ne doivent pas être traitées vers l'aire d'alimentation. S'il n'y a pas de barrière de sélection en amont du robot, les vaches se dirigent vers la stalle de traite. Pendant la traite, un aliment concentré est servi; la mangeoire s'avance vers la vache et se positionne selon la longueur de cette dernière. Un panneau arrière

Figure 7. Robot VMS, de la compagnie DeLaval inc.

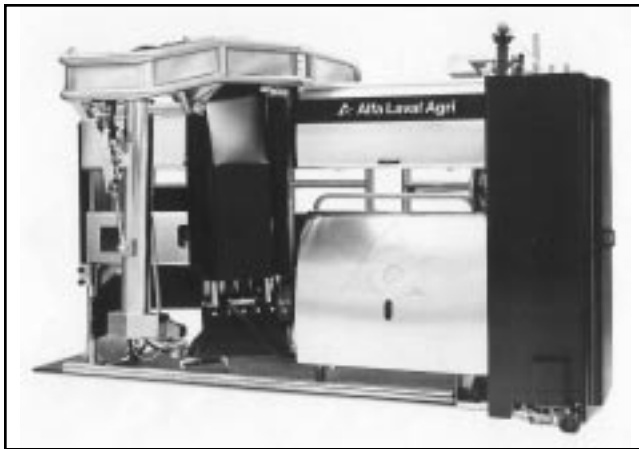
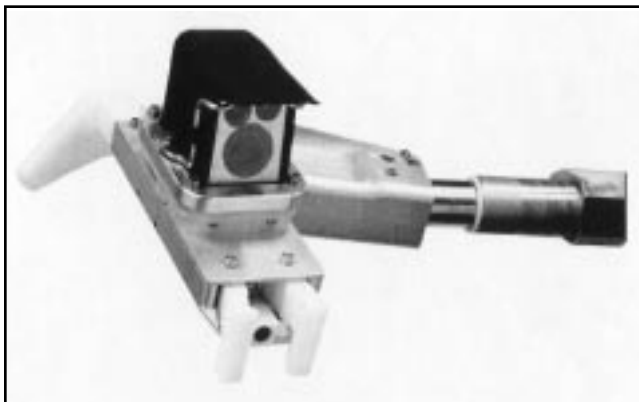
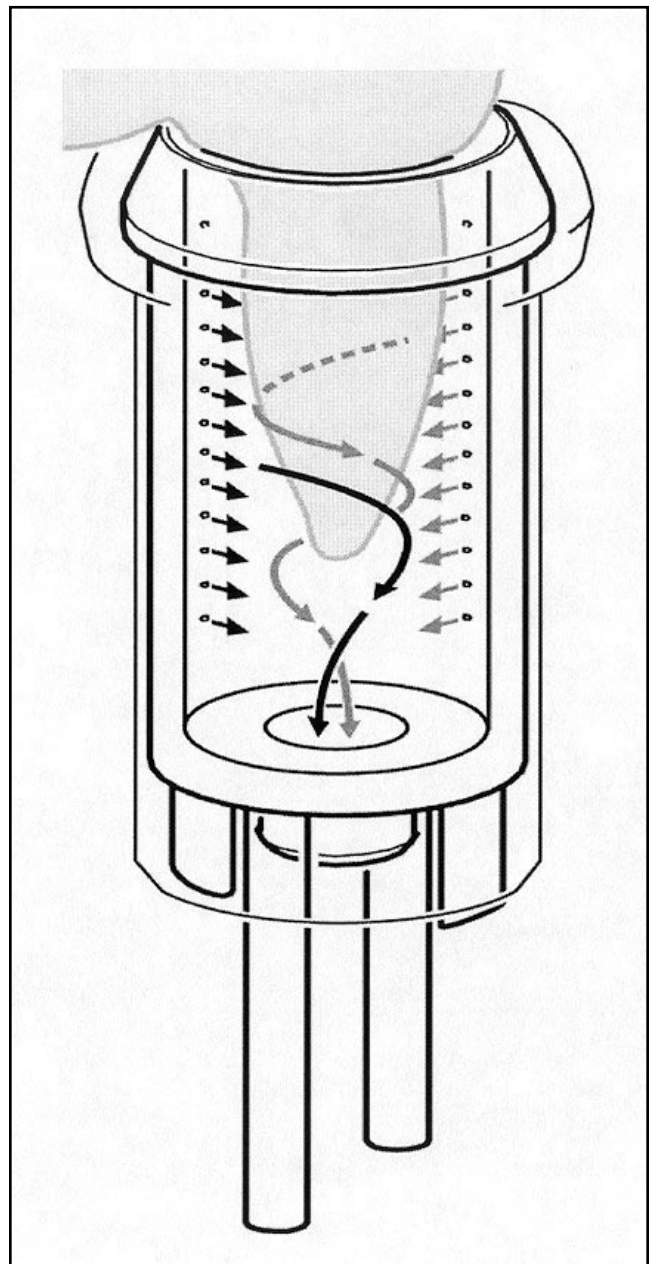


Figure 8. Système de repérage de trayons, 2 rayons laser et caméra vidéo du Robot VMS



est muni d'une gouttière pare-bouse qui se positionne sur les flancs arrière de la vache et recueille les déjections animales pour les rejeter en dehors de l'aire du robot. La plate-forme du robot à plancher plat, sans obstacle, est recouverte d'un tapis en caoutchouc confortable et antidérapant. La plate-forme est munie de 5 buses de lavage qui sont actionnées selon un nombre déterminé de vaches traitées par le producteur. Selon la compagnie, la quantité d'eau usée utilisée quotidiennement est de 1165 litres pour un robot VMS (150 traites par jour). La consommation électrique quotidienne serait de 144 kW/h pour un robot et de 242 kW/h pour deux robots.

Figure 9. Gobelet laveur pour les trayons du Robot VMS



Le robot VMS utilise un bras multifonctionnel qui effectue la pose du gobelet laveur et des gobelets trayeurs, le soutien et l'alignement des boyaux à lait pendant la traite et, enfin, la vaporisation du bain de trayons. DeLaval a opté pour l'absence de tout mécanisme sous la vache pendant la traite. La caméra numérique vidéo permet de localiser rapidement les trayons et le rayon laser vient compléter l'opération. En plus du système de repérage des trayons, un léger niveau de vide aspire le trayon pour en assurer la bonne

position dans le gobelet et en faciliter la pose pour le lavage et la traite. Les gobelets de ce système se distinguent par la présence d'une réserve de vide à sa base qui assure la stabilité du vide et évite au lait de remonter. L'opérateur peut voir sur un écran vidéo les opérations de capture des trayons. L'utilisation d'une caméra ouvre la porte à de nombreuses applications telles que la couleur du lait, la vérification de la propreté des trayons, s'ils sont écrasés lors de la pose, etc.

Tableau 4. Caractéristiques et spécifications du robot VMS

Capacité du robot (données de la compagnie)	Environ 60 vaches par unité ou 1800 à 2200 litres par jour
Dimensions du module	3,29 mètres de longueur sur 2,40 mètres de largeur
Logiciel de gestion du robot	Sous format Windows, Alpro™; mise à jour du logiciel par modem
Châssis du robot	Entièrement en acier inoxydable avec ouverture à gauche ou à droite
Identification des vaches	Médaille Alpro dans un collier au cou Deux antennes de réception (l'une à la mangeoire, l'autre à la barrière de sortie du robot pour confirmer)
Mesure de l'activité des vaches	Moniteur d'activité localisé au niveau du cou
Aliments : concentrés au robot	Quatre ingrédients disponibles, quantité par visite ajustable par l'éleveur. La quantité servie par visite au robot est répartie selon la proportion du temps d'absence entre les visites sur 24 heures (ex. pour un intervalle de 7 heures entre deux visites, la quantité servie par visite sera calculée comme suit : quantité quotidienne X 7/24)
Système de repérage des trayons	Par deux rayons laser et une caméra vidéo numérique. Les rayons laser et la caméra sont lavés et séchés automatiquement entre chaque traite
Lavage des trayons	Utilise un gobelet laveur unique pour laver et masser les quatre trayons
Rinçage des gobelets trayeurs et laveurs	À chaque traite, un lavage et séchage à l'air ambiant sont faits à l'intérieur et à l'extérieur des gobelets laveurs et trayeurs
Lavage des unités de traite	Le lavage des unités de traite se fait par refoulement d'eau dans les gobelets trayeurs et les canalisations à lait positionnés à la verticale vers le bas
Lavage des équipements	Automatisé, géré par le processeur Alpro et Hygénus C-200
Gobelets trayeurs	En caoutchouc
Traite manuelle	Possible
Caractérisation de la production laitière	Débit du lait par quartier (trayon) par compteur optique « free flow » Temps de traite par trayon Conductivité Le débit total du lait à la jarre à lait est mesuré par le compteur accrédité Alpro, « FlowMasterPro »
Échantillonneur à lait automatique	Disponible
Site Internet	http://www.delaval.com
Adresse Internet	michel.cote@delaval.com

Les trayons sont lavés, stimulés et séchés par un gobelet laveur, par injection d'eau tiède et d'air (104 micro-tubulures, à l'intérieur du gobelet laveur). L'opération peut être programmée pour être répétée sur certaines vaches plus malpropres ou pour toute autre raison. Les gobelets trayeurs sont posés par le bras robotisé sur chaque trayon après leur préparation. Le débit de lait, la production, le temps de traite et la conductivité sont mesurés pour chaque trayon afin de caractériser la production de lait. Avec ces données, le producteur est informé de toute anomalie. Par un double système de repérage, le bras du robot va replacer le ou les gobelets trayeurs s'ils venaient à tomber. Les premiers jets de lait seront rejetés. Le lait de vache qui contient des antibiotiques peut être également rejeté si le producteur l'a programmé. Le colostrum peut être dirigé vers une sortie prévue à cette fin. À la fin de la traite, le bain de trayon se fait par aspersion avec une buse montée sur le bras robotisé multifonctionnel.

Le lavage complet des canalisations à lait, de la jarre à lait et du système de traite jusqu'au réservoir à lait est complètement automatisé et programmable. La durée de l'opération est d'environ 20 minutes et s'effectue trois fois par jour. L'intervalle entre chaque lavage complet est généralement de 8 heures mais peut être programmé selon les besoins. À la traite de chaque vache, les gobelets trayeurs sont nettoyés à l'intérieur et à l'extérieur par un rinçage dans le sens du flux du lait. Les longs boyaux à lait et les gobelets trayeurs sont positionnés vers le bas pour permettre à l'eau de s'échapper. Cette dernière ne peut donc avoir aucun contact possible avec le lait. Advenant une longue période entre deux traites ou après un lait contenant des inhibiteurs ou encore après la traite de colostrum, un rinçage des tuyaux à lait est effectué jusqu'à la sortie de la pompe à lait. Un lavage complet peut aussi être fait si désiré.

L'écran tactile près du robot permet de contrôler efficacement les opérations du robot et facilite l'inspection des opérations de traite sans se pencher. Lorsque la vache sort de la stalle de traite, la mangeoire se rétracte. Les vaches peuvent alors être dirigées par des barrières sélectives vers des enclos de retenue ou vers la mangeoire.

La compagnie propose :

- de faire elle-même le suivi et le service après vente des robots avec l'aide des distributeurs concessionnaires régionaux de toute la province, qui auront formé des techniciens à cet effet;
- d'offrir le service d'urgence à l'intérieur d'un délai d'une heure ou moins;
- d'offrir un programme de maintenance (6 visites annuelles) selon un coût préétabli;
- de familiariser les vaches avec ce nouvel environnement pendant une semaine en les faisant circuler

dans le système robotisé, sans les traire; là où elles seront alimentées uniquement en concentrés;

- de faire une surveillance continue durant les premiers jours de traite.

Robot Bou-Matic

La Société est installée à Madison (Wisconsin, États-Unis) et elle est bien connue au Québec et au Canada par ses représentants locaux. Le robot opère sous licence Lely pour le principe d'attachement des gobelets de traite seulement. Toutes les autres composantes (ex.: le logiciel Merlin amélioré, l'identification des vaches, les compteurs, la régie de circulation des vaches et pour les autres caractéristiques nommées plus loin) sont spécifiques à la compagnie. Le robot est fabriqué en Angleterre par la compagnie Fullwood. Il y aurait 100 installations de ce robot dans le monde; 40 unités seraient vendues et devraient être installées au plus tard cet automne en Amérique du nord pour l'année 2001 (St-Pierre, 2001).

Le fonctionnement du robot

Le Bou-Matic est un robot à stalle unique autonome. Il peut avoir une barrière de sélection et une aire d'attente en amont du robot. Dans la stalle du robot, la vache est identifiée et le logiciel analyse si la vache sera traitée et alimentée. Par un bras autonome robotisé, les trayons sont lavés par deux petites brosses (rouleaux masseurs et laveurs) qui tournent à sens inverse et stimulent la vache. Le système de repérage des trayons fonctionne par mémorisation de la position des trayons et par laser. À l'aide de l'information donnée par le système, le bras robotisé pose les unités de traite. Un bras de positionnement de l'unité de traite placé au flanc de la vache permet à la vache de se déplacer librement durant la traite. Les premiers jets de lait sont rejetés. Si un gobelet de traite arrière tombe, les gobelets avant sont décrochés et le robot les repose à nouveau. Le détachement des gobelets de traite se fait trayon par trayon lorsque la traite est complétée; le bras se retire

Figure 10. Le robot de traite Bou-Matic

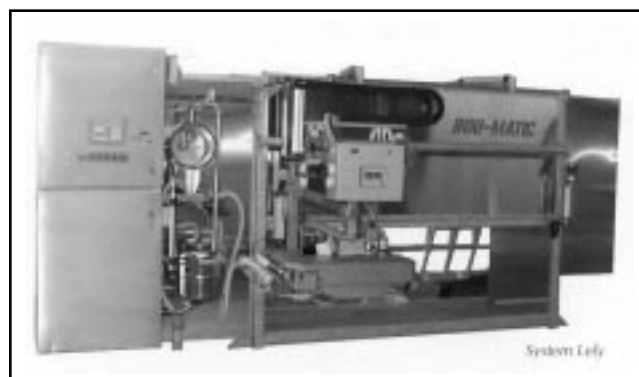


Tableau 5. Caractéristiques et spécifications du robot Bou-Matic

Capacité du robot (données de la compagnie)	50 à 60 vaches par unité ou 2000 litres par jour ou 150 à 170 traites par jour
Dimensions du module	2,5 mètres sur 4,33 mètres
Logiciel de gestion du robot	Merlin (Pro Vantage), sous format Windows; peut contrôler et gérer 1 à 60 robots. Mise à jour du logiciel par modem
Châssis du robot	En acier galvanisé habillé de panneaux en acier inoxydable avec ouverture à gauche ou à droite; plancher latté en acier inoxydable
Identification des vaches	« Tag » à l'oreille, ou collier (« Smart ID™ ») et antenne de réception à la mangeoire du robot
Mesure de l'activité des vaches	Intégré au collier « Cow Tracker »
Aliments : concentrés au robot	Distribution de deux ingrédients standard (jusqu'à 4) Géré par le logiciel Fusion Crystal. La quantité est ajustée par le producteur
Système de repérage des trayons	Par rayon laser et le système de mémorisation de la position des trayons de chaque vache. Le dispositif du système est lavé automatiquement. Un lavage manuel doit être fait périodiquement
Lavage des trayons	Par deux rouleaux à brosse rincés, nettoyés et désinfectés après chaque traite
Rinçage des gobelets trayeurs	À chaque traite, un lavage est fait à l'intérieur et à l'extérieur des gobelets trayeurs. Écoulement de l'eau de lavage dans le même sens que l'écoulement du lait
Changement des filtres à lait	Manuellement
Gobelets trayeurs	En silicone et caoutchouc
Traite manuelle	Possible
Caractérisation de la production laitière	Débit du lait, temps de traite et conductivité par trayon Débit total du lait à la jarre à lait mesuré par le compteur à lait Perfection 3000
Échantillonneur de lait automatique	Disponible
Balance pour les animaux	Oui, J-Star
Site Internet	http://www.boumatic.com
Adresse Internet	boumaticqc@usa.net

de sa position de traite. À la fin de la traite, la mangeoire se rétracte et la vache est libre de sortir. Si elle requiert une attention particulière, elle peut être dirigée par le logiciel vers des enclos de retenue ou l'enclos situé à l'avant du robot. Entre chaque traite, les rouleaux masseurs et les unités de traite sont lavés et désinfectés.

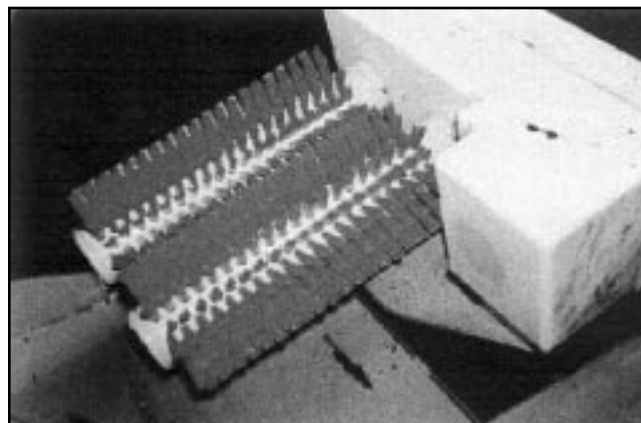
Le lavage complet du système dure 12 minutes et se fait généralement trois fois par jour. La quantité d'eau utilisée quotidiennement par le robot serait d'environ 500 litres par jour. Le bain de trayon est appliqué par

une buse installée sur le bras du robot. La compagnie Bou-Matic offre en option un système pour le changement automatique des filtres à lait, mais ne le recommande pas. Les alarmes du robot peuvent être envoyées à l'ordinateur et par modem. La mise à jour des notifications d'alarme peut également être corrigée par modem. La politique de la compagnie est d'effectuer la vente et le service après vente à partir des distributeurs existants. Plusieurs forfaits et contrats d'entretien sont proposés et adaptés aux besoins de l'éleveur.

Figure 11. Système de repérage des trayons du robot Bou-Matic, identique au système du robot Astronaut de Lely



Figure 12. Système de lavage et massage du pis du robot Bou-Matic, identique au système du robot Astronaut de Lely



Lely Canada, robot Astronaut

La compagnie Lely Canada au Québec a établi son bureau d'affaires à Drummondville. Le service après vente est assuré à partir de ce lieu par des techniciens formés et localisés en région. Le robot Astronaut a été conçu en Hollande où il est fabriqué. La compagnie Lely est spécialisée dans la conception d'équipements agricoles. Le robot Astronaut est de type à stalle unique; toutes les opérations de traite se font dans la stalle. Tous les équipements sont situés dans le module sauf la pompe à vide. Le robot arrive d'une seule pièce. Il ne reste qu'à relier les lignes à air, à eau, à lait, électriques et le filage du système informatique. On compte maintenant 1000 unités installées dans différents pays. Il devrait y en avoir une quinzaine au Québec en 2001 (Rousseau, 2001).

Fonctionnement du robot Astronaut

Les vaches se présentent à la barrière d'accès au robot en pénétrant dans la stalle de traite. Chaque vache est alors identifiée et le logiciel de gestion analyse si elle doit être traitée ou non. Si la traite doit se faire, un aliment concentré est servi pendant la traite. Les trayons sont lavés et massés par deux petites brosses qui tournent à sens inverse. Les brosses sont lavées et désinfectées entre chaque utilisation. Le débit de lait est mesuré pour chaque quartier et les gobelets trayeurs se posent individuellement sur chaque trayon. Le logiciel peut donc décider de l'ordre de traite des trayons; celui qui sera le plus long à traire le sera en premier.

Un système de mémorisation des coordonnées spatiales des trayons permet de les localiser rapidement; le rayon laser identique à celui de la figure 11 vient compléter l'opération afin d'évaluer le positionnement réel du moment. Si un gobelet trayeur tombe, le bras du robot va le replacer.

Figure 13. Robot Astronaut de Lely



Les premiers jets de lait sont éliminés vers le drain de plancher. Le lait de vache avec inhibiteur peut être rejeté selon la programmation du producteur laitier. Le colostrum du lait peut être recueilli par une sortie supplémentaire; il faut alors y ajouter un contenant. Le système de lavage du système jusqu'au réservoir à lait est complètement automatisé et programmable, a une durée de 12 minutes et est effectué trois fois par jour. Le temps entre chaque lavage est programmable mais dure généralement 8 heures. À chaque traite, entre chaque vache, les gobelets trayeurs sont nettoyés à l'intérieur et à l'extérieur par un rinçage dans le sens du flux du lait. Toutes les 10 traites, ou après une longue période entre deux traites ou après un lait contenant des antibiotiques ou encore après une traite de colostrum, un rinçage des tuyaux à lait est effectué jusqu'à la sortie de la pompe à lait. La quantité d'eau utilisée par jour, par robot, est de 495 litres.

Tableau 6. Caractéristiques et spécifications du robot Astronaut

Capacité du robot (données de la compagnie)	60 à 70 vaches en lactation par unité ou 180 à 200 traites par jour
Dimensions du module	1,85 mètre sur 4,33 mètres
Logiciel de gestion du robot	Sous format DOS, Lely X-pert
Châssis du robot	En acier inoxydable ou galvanisé avec ouverture à gauche ou à droite. Le bras du robot est en acier inoxydable.
Identification des vaches	Médaille dans un collier au cou, antenne à la mangeoire du robot
Mesure de l'activité des vaches	Capteur optionnel au cou
Aliments : concentrés au robot	Deux ingrédients, jusqu'à 5 (en option)
Système de repérage des trayons	Par rayon laser et mémorisation de la position des trayons de chaque vache. Le lavage du dispositif se fait par un système d'autonettoyage via un jet d'eau et une éponge essuyante. En cas de saleté extrême, un lavage manuel peut être requis au besoin.
Lavage des trayons	Par deux rouleaux à brosse qui sont rincés, nettoyés et désinfectés après chaque traite
Rinçage des gobelets trayeurs	À chaque traite, à l'intérieur et à l'extérieur, l'écoulement d'eau de lavage se fait dans le même sens que l'écoulement du lait
Lavage du système	Automatique, géré par le système « Lelywash »
Gobelets trayeurs	En silicone ou en caoutchouc
Traite manuelle	Impossible
Caractérisation de la production laitière	Débit du lait, temps de traite et conductivité par trayon Débit total du lait à la jarre à lait
Température du lait	Oui, avec le système QTL
Coloration du lait	Oui, avec le système QTL
Échantillonneur de lait	En version standard de 40 ou 60 bouteilles
Changement des filtres à lait	Manuellement
Site Internet	http://www.lely.ca
Adresse Internet	sales@lely.ca

Westfalia • Surge, robot Leonardo

Le robot de traite Leonardo possède un système à stalles multiples (1 à 4). On retrouve 20 installations de la première génération dans le monde (Jean, 2001) et 70 dans le monde (la revue de l'éleveur laitier n° 78, 12 février 2001). La compagnie travaille présentement sur la deuxième génération de robots qui devrait être sur le marché en 2001. La compagnie a cessé de vendre la génération 1 en l'an 2000. Toutes les composantes nord-américaines des salles de traite d'étables à logettes seront installées si possible sur la génération 2 (voir tableau 7). Le robot aura une stalle de préparation (lavage du pis et massage des trayons) des vaches et deux stalles de traite en série. Le robot est testé en usine et arrive en module complet qui doit être ancré

dans le béton. Une fosse doit être prévue pour faire une surveillance des opérations ou effectuer la traite s'il y a lieu.

Les vaches passent par la stalle de préparation du pis et des trayons. Un premier bras robotisé lave et prépare le pis à l'aide d'une brosse rotative à poils longs. De l'eau aseptisée est injectée dans la brosse pendant la rotation. Après un premier brossage, elle se rétracte et s'assèche avec de l'air filtré en tournant à sens inverse, puis retourne masser et sécher les trayons.

Les vaches se dirigent ensuite vers une stalle de traite disponible. Un second bras robotisé et mobile repère les trayons par son numériseur (« scanner ») et pose les gobelets trayeurs des deux stalles de traite. Le dispositif

de repérage se nettoie automatiquement entre chaque traite. Le Leonardo a un bras positionneur au niveau des hanches des vaches et permet de positionner en tout temps les unités de traite selon les mouvements de la vache. Après la traite, il fait sortir les vaches de la stalle de traite.

Au début de la traite, il y a une phase massage, sans vacuum dans les gobelets. Les quatre gobelets se posent l'un après l'autre, et la traite se fait simultanément sur les trayons. Durant la traite, si un gobelet tombe, les autres gobelets sont détachés par une coupure du vacuum et les gobelets trayeurs sont tous réinstallés. Lorsque la traite d'un trayon est complétée, il commence un massage sans vacuum. Tous les gobelets trayeurs seront détachés simultanément une fois la traite complétée. Le bain de trayons se fait par une buse dans le plancher, à la sortie des stalles de traite.

Les unités de traite se lavent entre chaque traite et peuvent être posées sur le pis manuellement. Les premiers jets de lait sont rejetés. Le robot possède deux jarres à lait (une pour le bon lait et l'autre pour le lait à retenir). Le système de traite se lave trois fois par jour. Le Leonardo change automatiquement le filtre à lait (7 filtres dans son compartiment).

L'accessibilité aux postes de traite est facile. Les système d'alarme et d'urgence sont programmables par modem. Le logiciel « Dairyplan » DP5 fournit les renseignements complets pour faire toute la gestion du troupeau.

Figure 14. Robot Leonardo de Westfalia • Surge



Figure 15. Système de nettoyage et de préparation des trayons

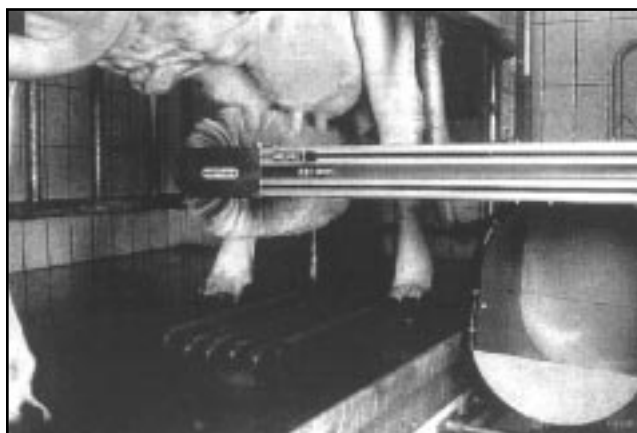


Figure 16. Système de repérage des trayons



Tableau 7. Caractéristiques et spécifications du robot Leonardo

Capacité du robot (données de la compagnie)	Système à stalles multiples Une stalle : 50 à 55 vaches Deux stalles : 100 vaches Trois stalles : 135 vaches Quatre stalles : 160 vaches
Dimensions du robot	2 mètres sur 14,5 mètres (4 stalles)
Logiciel de gestion du robot	Dairyplan DP5, sous format Windows. Mise à jour du logiciel par modem. Compatible avec le PATLQ, peut gérer plusieurs systèmes
Châssis du robot	En acier galvanisé avec ouverture à gauche ou à droite.
Identification des vaches	« Tag » passif à l'oreille; antenne active à la barrière d'entrée, à la stalle de préparation et aux stalles de traite du robot
Mesure de l'activité des vaches	« Tag » passif sur l'oreille avec antenne active
Aliments : concentrés au robot	Deux ingrédients. La mangeoire mobile se positionne selon la longueur de la vache.
Système de repérage des trayons	Par scanner à infrarouge avec quatre détecteurs à ultrasons sur la main du bras robotisé qui se déplace de stalle en stalle de traite et une matrice de repérage rapide par géo-positionnement. Le scanner se lave automatiquement.
Lavage des trayons	Par une brosse rotative
Rinçage des gobelets trayeurs	Entre chaque traite
Lavage complet du système	Automatique, toutes les 8 heures
Changement des filtres à lait	Automatique
Gobelets trayeurs	Silicone ou caoutchouc
Traite manuelle	Possible
Caractérisation de la production laitière	Débit, temps de traite et conductivité par trayon; débit total à la cruche
Échantillonneur de lait automatique	Disponible
Site Internet	http://www.westfaliasurge.com
Adresse Internet	jean.mario@westfaliasurge.com

QUALITÉ DU LAIT ET ROBOTS DE TRAITE

La qualité du lait au Canada et ailleurs est basée principalement sur le comptage des cellules somatiques. La norme canadienne est de 500 000 cellules par millilitre de lait. La communauté européenne et la Nouvelle-Zélande ont des exigences de 400 000 cellules par millilitre; actuellement, tous les pays songent à réduire ces normes. Quant au comptage bactérien, la norme de qualité du lait est de 100 000 bactéries par millilitre de lait. Pour l'Europe, la qualité du lait récolté avec les systèmes de traite robotisés sera traitée plus en profondeur par M. Hogeveen.

Avec la troisième génération de robots (après 1999), le nombre de bactéries dans le lait était plus élevé que la moyenne observée dans les troupeaux dont la traite se faisait de façon conventionnelle.

En Ontario, la qualité du lait extrait par les robots sur 13 fermes équipées de 20 robots de type Lely et 2 fermes ayant 3 robots de type AMS est inférieure à celle des fermes avec étables à logettes de même taille, avec salles de traite (Tableau 8) (Rodenburg J., 2001).

Devant les résultats des analyses préliminaires, la qualité du lait produit à l'aide des robots sera un des facteurs à considérer pour l'adoption de cette nouvelle technologie.

Tableau 8. Résultats de l'étude ontarienne

	Traite avec robot	Traite en salle
Nombre de bactéries (,000/ml)	41	19
Point de congélation	-0,535 °C	-0,543 °C
Comptage de cellules somatiques (CSS) (,000/ml)	255	194
% de pénalité		
• bactéries	13 %	3 %
• point de congélation	4 %	0,1 %
• CSS	7 %	1 %

L'ANALYSE DE LA PRODUCTION LAITIÈRE AU PATLQ

Il existe déjà quelques troupeaux qui utilisent des unités de traite robotisées et qui sont inscrits à un programme de contrôle laitier. Au moment de rédiger cette conférence, les normes et les pratiques accompagnant cette nouvelle technologie sont sous examen. Des pratiques transitoires ont été mises en place en cours d'étude. Un comité de l'industrie sera instauré pour établir les exigences de supervision et de publication des données provenant de ces troupeaux. Étant donné que les robots permettent aux animaux de passer à la traite selon leurs besoins, des ajustements doivent être effectués sur les données servant au calcul de la production. Pour l'entrée des pesées de lait sur 24 heures, la moyenne calculée par le système est employée. Une étude est présentement en cours pour établir la meilleure moyenne aux fins d'analyse de la production. « Analysis of the Number of Milkings Required to Estimate 24 Milk Yield on Robotic Farms », est sous la direction du Dr Karen Hand de l'Université de Guelph. Les collaborateurs sont Dr David Kelton, Dr Ernst Bohlsen, Dr Filippo Migloirand, Don Lazenby, Ontario DHI. Cette étude sera présentée à l' « International Committee of Animal Recording (ICAR) » (Lafontaine, 2001).

LA RÉGLEMENTATION

L'application de la réglementation sur la salubrité des produits laitiers, en rapport avec la Loi sur les produits alimentaires (L.R.Q., c.p. 29) relève du Centre québécois d'inspection des aliments et santé animale (CQIASA) du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ).

Ce règlement régit, entre autres, la construction, l'aménagement et les opérations des fermes laitières. Tout

cela dans le but de favoriser la mise en marché de produits laitiers qui respectent les normes d'innocuité et de salubrité des aliments. Il en va de même pour l'installation de systèmes de traite robotisés.

En vertu de ce règlement, les opérations reliées à la traite doivent être effectuées par un préposé qui exécute certaines tâches spécifiques quant à l'évaluation de la propreté de la vache et la préparation à la traite. Le règlement prévoit aussi qu'un seul réservoir à lait soit installé. De ce fait, les systèmes de traite robotisés ne répondent pas à toutes les exigences de la réglementation en vigueur.

Actuellement, afin de se conformer à la réglementation en vigueur et à l'article 11.1 de la Loi sur les produits alimentaires, il est nécessaire de demander au MAPAQ une « autorisation de passer outre à certaines dispositions du règlement ». Cette autorisation permet à son titulaire d'installer et d'opérer des robots de traite à des fins d'expérimentales. Deux manufacturiers ont obtenu une telle autorisation, valable pour un an et renouvelable. Un suivi mensuel d'analyse de la qualité du lait est exigé pour chaque exploitation laitière et est effectué aux frais du manufacturier. De plus, le manufacturier doit satisfaire certaines exigences spécifiées aux protocoles de l'autorisation comme :

- s'assurer du maintien d'une pression d'air positive à l'intérieur de l'enceinte des systèmes de traite robotisés par rapport à la vacherie, de manière à éviter que les odeurs ne pénètrent dans l'enceinte de traite. L'installateur devra certifier par écrit que la pression d'air de l'enceinte est positive par rapport à la vacherie;
- prévoir une aire d'attente dont le plancher n'est pas latté, limitant l'accès près du système de traite robotisé, aux vaches qui attendent de se faire traire;
- s'assurer que la conception et l'installation des systèmes de traite robotisés permettent au producteur de maintenir cet endroit propre;
- s'assurer que l'endroit où se trouvent la jarre à lait et le mécanisme de traite soient entièrement fermés, sauf sur le côté qui permet au bras du robot d'effectuer la traite de la vache;
- s'assurer du rinçage, du lavage et de la désinfection de toutes les composantes du système de traite jusqu'au bassin d'entreposage du lait de manière à assurer la qualité chimique et microbiologique du lait;
- s'assurer que le filtre à lait soit retiré avant que le lavage du lactoduc soit effectué.
- prévoir la présence d'un lavabo et les installations nécessaires pour le lavage et le séchage hygiéniques des mains dans l'aire où se trouve la jarre à lait;

Tout producteur doit aviser immédiatement un inspecteur dans les trente jours qui précèdent l'installation du robot, le début de la modification de la laiterie ou le remplacement du bassin refroidisseur.

Les résultats de ces expérimentations seront déterminants pour que cette nouvelle technologie soit acceptée ou reconnue conforme à la réglementation. Actuellement, aucune garantie n'est donnée à cet effet par les autorités gouvernementales. Le fabricant doit prendre une entente avec les producteurs. Les utilisateurs doivent donc en être conscients et faire en sorte, avec leur fournisseur, d'assurer l'avenir de cette technologie sur le territoire québécois.

CONCLUSION

Pour les différents modèles de systèmes de traite robotisés, nous avons présenté sommairement l'information fournie par les représentants des compagnies respectives, leur site Internet et leur nombreuse documentation disponible. Pour une information plus complète au sujet des robots présentés, vous pouvez visiter leur site Internet. Les technologies utilisées sont toutes opérationnelles mais puisqu'on est déjà à la troisième génération des systèmes robotisés ; il est certain que, comme toute technologie, le tout continuera à évoluer (Hogeveen, 2001). Quant à l'application de ces systèmes sur nos fermes laitières au Québec, elle fait l'objet d'un suivi particulier du Centre québécois d'inspection des aliments et santé animale du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation. Les résultats d'analyse de la qualité du lait obtenus avec les systèmes de traite robotisés seront sans doute déterminants pour assurer l'avenir de cette technologie.

BIBLIOGRAPHIE

Bruchon O., 1999. L'intégration d'un robot de traite dans le bâtiment d'élevage laitier. Mémoire d'ingénieur, Enita de Dijon, 34 p.

Coté M., représentant de DeLaval inc. 2001. Communication personnelle.

Fortier, M., ingénieur, 2000. Direction régionale Beauce-Appalaches, MAPAQ. Eaux de lavage pour laiterie et salle de traite, Charny, octobre 2000.

Hogeveen J. 2001. 25^e Symposium des bovins laitiers du Québec, CRAAQ.

House H. 2001. Milking Systems and Parlors. www.nraes.org/Symposium 2001, Harrisburg, Pennsylvanie.

Jean, M., représentant de Wesfalia • Surge. 2001. Communication personnelle.

Lafontaine S., PATLQ. 2001. Recherche et développement. Communication préparée par Sylvia Lafontaine.

Parsons D.J., Mottram T.T.F. 2000. An assessment of herd management aspects of robotic milking robot on UK dairy farms in Hogeveen H. *Robotic milking Proceedings of the international symposium*, 212-220. Lelystad, The Netherlands, 17-19 August.

Rodenburg J., Kelton David F. 2001. Communication personnelle.

Rodenburg J., Kelton D.F., Hank K. 2001. Canadian Experience with automatic milking systems, 52th Annual Meeting of the European Association of Animal Production, 26-29 August 2001, Budapest, Hungary.

Rossing W. et ass. 1985. The feasibility of milking in a feeding box. Research report 85-2, Wageneningen, The Netherlands, 39 p.

Rossing W., Hogewerf P.H., 1997. Robotic milking in dairy farming. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, 45 : 15-31.

Rousseau, M., représentant de Lely Canada. 2001. Communication personnelle.

Site internet www.galaxymelkrobot.com. Galaxy, robot de la cie Hokofarm.

St-Pierre V., représentant de Bou-Matic. 2001. Communication personnelle.

Veysset, P. 2001, Les robots de traite. Site Internet : <http://www.INRA.fr/Internetproduits/PAn2001/num211/Veysset/PN211.HTM>

Webster, A.J.F. *Understanding the dairy cow*, Blackwell Scientific Publications, Oxford, UK 374

Wichers-Schreur, B., représentant de AMS Liberty Inc. (Prolion). 2001. Communication personnelle.