



Symposium sur les bovins laitiers

Le jeudi 29 octobre 2015
Centre expo COGECO, Drummondville

Facteurs de réussite dans la traite robotisée

Jack Rodenburg, agronome, consultant et propriétaire, DairyLogix



CULTIVER L'EXPERTISE
DIFFUSER LE SAVOIR

Comité bovins laitiers

FACTEURS DE SUCCÈS DE LA TRAITE ROBOTISÉE

INTRODUCTION

La traite robotisée est de plus en plus répandue, surtout en Europe de l'Ouest. Elle est considérée comme un moyen de réduire les besoins en main-d'œuvre, de même qu'une façon d'améliorer la qualité de vie des familles qui gèrent des troupeaux de 40 à 400 vaches. Mondialement, à la fin de 2009, on évaluait à 8 000 le nombre de fermes laitières utilisant un ou plusieurs systèmes de traite robotisée (STR) pour traire les vaches (De Koning, 2010). Il est fort probable que maintenant ce nombre dépasse de beaucoup 10 000 fermes. Au Canada, les premiers STR commerciaux ont été installés en 1999 en Ontario. Aujourd'hui, on compte plus de 1 000 fermes qui utilisent cette technologie, principalement au Canada, au Nord-Est et dans le Midwest des États-Unis. Bien que la majorité des installations soient des systèmes à stalle unique provenant de Lely et DeLaval, BouMatic, GEA Farm Technologies et Insentec offrent aussi des STR en opération sur les fermes commerciales en Amérique du Nord.

L'adoption de plus en plus répandue de cette technologie témoigne en partie de son succès à aider les producteurs laitiers à atteindre une plus grande efficacité du travail, ainsi qu'une meilleure qualité de vie. Cependant, les constatations sur le terrain indiquent une grande variation concernant l'économie en main-d'œuvre et la satisfaction générale chez les producteurs ayant adopté cette technologie en Amérique du Nord. Il existe une grande quantité d'information pour nous guider dans l'utilisation de cette technologie. Au cours des dernières années, deux excellentes études ont été publiées sur ce sujet. L'une concerne l'impact de la traite robotisée sur la santé du pis (Hovinen et Pyorilä, 2011) et l'autre recherche (Jacobs et Siegford, 2012b) porte sur la régie des vaches, leur comportement, leur santé et leur bien-être. Toutefois, l'expérience pratique emmagasinée sur le terrain nous en apprend aussi beaucoup sur le sujet. Ce travail présente d'un point de vue pratique les facteurs de succès qui contribuent à l'amélioration de l'efficacité de la main-d'œuvre, au confort des vaches et à la productivité des troupeaux utilisateurs de STR. Il s'appuie sur des données de recherche lorsque des études pertinentes ont été publiées sur le sujet. En tant que méthode relativement nouvelle pour effectuer la traite des vaches, cette technologie continue de s'améliorer avec les années. Elle a évolué de façon substantielle au cours des dix dernières années. Présentement, les technologies offertes, de même que la régie utilisée avec ces technologies ainsi que les nouvelles installations sont plus fiables, plus respectueuses de la vache et plus efficaces que les anciens systèmes sur lesquels des données ont été recueillies et rapportées dans le cadre de projets de recherche. Il en résulte qu'une grande partie des données historiques présentes dans la documentation scientifique n'ont qu'une valeur limitée pour définir la portée de cette technologie sur les fermes qui adoptent les STR aujourd'hui.

DÉFINITION DU SUCCÈS AVEC LES STR

En pratique, on ne peut initier une discussion sur les facteurs qui contribuent au succès des STR sans d'abord comprendre quels sont les objectifs que les producteurs veulent atteindre en optant pour cette technologie. L'amélioration de la rentabilité devrait être l'incitatif principal de l'adoption d'une nouvelle technologie. Dans une étude chez des fermes hollandaises qui investissaient soit dans un nouveau STR ou un nouveau salon de traite, (Bijl et coll., 2007), les chercheurs ont constaté que la marge monétaire disponible pour la location, la dépréciation, les intérêts, la main-d'œuvre et le profit était supérieur à 23 210 \$ CA « par ferme » chez les fermes laitières utilisant la salle de traite. Cependant, sur une base « employé à temps plein » par année, les fermes avec STR l'emportaient d'un montant de 19 314 \$ CA. Ces dernières utilisaient 29 % moins de main-d'œuvre. L'économie de main-d'œuvre constitue un objectif important pour justifier l'utilisation d'un STR. Toutefois, comme c'est le cas avec la rentabilité, il est difficile de trouver des données précises comparables à ce sujet en Amérique du Nord.

Le succès de la traite robotisée repose sur la vache et sur sa propension à visiter volontairement le robot de traite à une fréquence suffisamment élevée pour soutenir un niveau économique de production de lait. Puisque le troupeau laitier ne quitte jamais l'étable, l'entretien des stalles, le nettoyage des déjections et la manipulation du bétail exigent une approche différente de celle d'une ferme conventionnelle. Pour capitaliser sur les occasions d'économiser sur la main-d'œuvre, les fermes à STR doivent obtenir une

fréquence élevée de traites volontaires et automatiser la manipulation du bétail. La santé et le confort de la vache influent grandement sur le comportement relié aux nombres de visites au robot. Ils constituent donc un élément critique du succès de la traite robotisée.

Puisque les données sur la rentabilité et les économies en main-d'œuvre sont difficiles à obtenir, on mesure le succès de l'adoption des STR en comparant leur performance sur les fermes au moyen de facteurs comme la production de lait par unité STR et par vache. Très peu de données sont publiées sur la production moyenne de lait par unité STR que l'on devrait viser. Cependant, dans le cas des STR à une seule unité de traite, le chiffre de 2 000 litres par jour est souvent cité comme un but raisonnable (exemple : 60 vaches produisant 33 litres par jour). En Espagne, une étude (Castro et coll., 2012) comptant 34 troupeaux mentionne une production moyenne de 1 463 litres par jour par STR pour les 52,7 vaches qui produisaient 28 litres par vache. Dans un communiqué de presse, DeLaval (Healey, 2013) a annoncé un cas exceptionnel concernant ce facteur technico-économique. Le texte indiquait que JTP Farms au Wisconsin venait de réaliser une production quotidienne moyenne record de 2 843 litres de lait par unité de traite volontaire robotisée (UTVR). La ferme possédait quatre stalles effectuant la traite d'une moyenne de 62 vaches par UTVR. Les vaches produisaient en moyenne 46 litres de lait. En Espagne, en Italie, aux États-Unis et au Canada, Lely possède aussi plusieurs troupeaux de plus de 2 600 litres par stalle et au-dessus de 40 litres de lait par vache.

La fréquence moyenne de traites par vache est une autre mesure de succès étroitement surveillée par les propriétaires de STR. Cette moyenne inclut une large variation de résultats d'une vache à l'autre. Donc, cette valeur typiquement comprise entre 2,2 et 3,2 n'est aucunement comparable aux intervalles de traites fixes de deux ou trois fois par jour. Il est bien compris et accepté que des traites plus fréquentes conduisent à une production laitière plus élevée. Cependant, une grande variation dans les intervalles de traite diminue le rendement en lait (Bach et Busto, 2005). L'obtention de traites fréquentes à des intervalles uniformes devrait être le but des propriétaires de STR. Lors d'un essai (Melin et coll. 2500), les vaches ayant la possibilité de se faire traire toutes les quatre heures l'ont été 3, 2 fois par jour, alors que celles ayant la possibilité de se faire traire aux huit heures l'ont été 2,1 fois par jour et ont produit 9 % moins de lait. Selon l'expérience terrain, les troupeaux qui passent de deux traites par jour à un STR doivent atteindre entre 2,3 et 2,4 traites par jour pour égaler leur production précédente. Puisque des traites robotisées plus fréquentes signifient des intervalles de traites plus réguliers, si l'éleveur parvient à obtenir de 3,1 à 3,2 traites par vache, par jour, il devrait presque égaler les résultats obtenus dans un salon de traite à 3 traites/jour à huit heures d'intervalle.

Une des nouvelles tâches pour les propriétaires de STR consiste à « aller chercher les vaches » qui ne se présentent pas volontairement au robot. Généralement, aller chercher deux ou trois vaches pour un STR requiert un minimum d'efforts. Dans les installations utilisant un jeu de barrières à proximité du robot, cela peut s'effectuer en même temps que le nettoyage de l'aire de stabulation libre. Aller chercher un plus grand nombre de vaches exige plus de travail et nuit aussi à la circulation des vaches vers le STR. Une étude canadienne auprès des producteurs a révélé que ceux-ci allaient chercher de quatre à vingt-cinq pour cent de vaches retardataires avec de très grandes variations d'un troupeau à l'autre (Rodenburg et House, 2007). Minimiser le nombre de vaches retardataires, tout en maintenant un niveau élevé de confort, de santé et de productivité pour la vache est un critère de succès de cette technologie.

IMPACT DE LA DENSITÉ

Depuis 2010, dans l'est du Canada, les politiques relatives au quota ont rendu très difficile la prise d'expansion des entreprises. Il en résulte un nombre croissant de fermes équipées de STR avec un nombre moindre de vaches par stalle de traite. Dans une étude récente réalisée sur le terrain (Deming et coll., 2013) le nombre de vaches par stalle de traite variait de 34 à 71 pour les treize troupeaux. Les densités plus élevées par stalle donnaient lieu à moins de traites par vache. Bien que, dans cet essai, la production par vache n'a pas été affectée, habituellement, une fréquence moindre de traites se traduit par une production plus faible (Melin et coll., 2005). Une étude précédente réalisée sur le terrain (Rodenburg 2002) rapportait que lorsque le nombre de vaches à traire ainsi que la quantité de lait (litres) par stalle de traite dépassaient 60 et 1 500 respectivement, le nombre de vaches à aller chercher augmentait en raison des intervalles de traite plus longs. Bien que les STR plus récents possèdent une plus grande capacité, les observations sur le terrain suggèrent que les STR sous utilisés (moins de 50 vaches) reçoivent plus de

visites et effectuent plus de traites par vache. Ils enregistrent une production plus élevée par vache et moins de vaches à aller chercher. Davantage de recherches sont requises pour quantifier l'impact d'un plus grand nombre de vaches, ou plus précisément, un taux d'occupation plus élevé, défini comme le pourcentage de la journée où le STR effectue réellement une traite. Historiquement, les producteurs et les fabricants ont placé beaucoup d'emphase sur la production par STR par jour. C'est une réaction logique lorsque le coût en capital du système et les taux d'intérêts sont élevés. Au cours des dernières années, ces deux éléments ont diminué. Traditionnellement, la production élevée par vache a été associée à un meilleur revenu sur le coût d'alimentation et à un meilleur rendement de la main-d'œuvre. Sachant que les coûts d'alimentation et ceux de la main-d'œuvre croissent, peut-être faudrait-il mettre plus d'emphase sur la production par vache et par unité de main-d'œuvre pour accorder moins d'importance à la production par STR.

SÉLECTION ET RÉGIE DES VACHES

Au même taux d'occupation, les vaches affichant une plus grande vitesse de traite contribueront à un plus grand nombre de vaches et plus de lait produit par unité de STR. Les producteurs qui utilisent un STR présentement ou qui envisagent s'en procurer dans les prochaines années augmenteraient la capacité de leur STR en sélectionnant des vaches dont la vitesse de traite est plus élevée. Si la moyenne de « temps d'utilisation de l'appareil » peut être réduite d'une minute par vache, la capacité de la stalle de traite peut être accrue d'environ 12 %. Les vaches dont la conformation du pis laisse à désirer exigent plus de temps pour la pose et connaissent une incidence plus élevée de pose manquée. Elles sont deux fois plus susceptibles à se retrouver dans le lot des vaches retardataires (Jacobs et Siegfried 2012a). Donc, la sélection pour une bonne conformation du pis s'avère importante. Même si présentement, l'information sur la prédisposition génétique des vaches à se présenter volontairement pour la traite n'est pas notée ou publiée, une étude a démontré que l'héritabilité de ce caractère varie entre 0,16 à 0,22 lorsque mesurée au début et en fin de lactation (Konig et coll. 2006). Compte tenu de la popularité grandissante de la traite robotisée, les données sur la fréquence de traite de chaque vache devraient être recueillies par les services de contrôle laitier afin de les inclure dans les épreuves des taureaux.

Des études ont établi une relation entre les boiteries et une baisse des visites au STR, de même qu'une hausse du nombre des vaches retardataires (Bach et coll. 2007, Borderas et coll. 2008). La boiterie est un problème multifactoriel. Elle met en cause l'alimentation, la propreté des bâtiments, le comportement au repos, les traitements préventifs et correctifs au niveau des onglons, de même qu'une multitude d'autres facteurs y compris la vache elle-même. Le maintien d'une excellente santé des onglons devrait être une priorité sur les fermes munies de STR.

RÉGIE DE L'ALIMENTATION ET DE LA NUTRITION

Si on demandait aux propriétaires de STR au Canada leur opinion sur les facteurs qui influencent la fréquence de traite volontaire et les taux de vaches à aller chercher, la majorité des éleveurs placerait le programme d'alimentation en tout premier lieu. La recherche concernant l'alimentation et les STR a été passée en revue (Rodenburg, 2011). Les aliments constituent la principale motivation pour la vache à visiter une stalle de traite robotisée. Les vaches hautement motivées visiteront volontairement le STR, ce qui diminuera la charge de travail au niveau des vaches retardataires. Les vaches visiteront aussi plus fréquemment et plus régulièrement le robot entraînant ainsi une augmentation de la production de lait par vache. La circulation contrôlée rend possible l'utilisation des fourrages pour motiver l'animal à circuler vers la stalle de traite. Plus loin, nous aborderons les conclusions des recherches et les avantages de différents systèmes. Sous circulation libre, la motivation de visiter le robot repose entièrement sur le concentré servi dans la stalle de traite. Des granules durs, sans poussière, appétants (Rodenburg et coll, 200) fabriqués d'ingrédients comme l'orge, l'avoine (Madsen et coll., 2010), servis au taux de deux à huit kg/jour produiront le taux de visites le plus élevé et la production la plus élevée. Le fait de limiter la densité énergétique et le niveau d'amidon de la ration totale mélangée (RTM) servie à la mangeoire augmente la motivation des vaches d'aller vers robot de traite pour consommer les concentrés (Redenburg et Wheeler, 2002). Les recommandations courantes suggèrent d'alimenter une ration mélangée partielle, équilibrée pour un niveau de production de lait de huit kilogrammes sous la moyenne du groupe, combinée à une alimentation de concentrés (entre deux et huit kilogrammes d'un concentré en

granules) servi selon la production dans la stalle de traite robotisée. Bien que le besoin d'utiliser les aliments pour stimuler les visites au STR présente d'autres défis aux nutritionnistes et au conseiller en alimentation, la capacité de collecter une foule de données d'alimentation sur chaque vache tout en permettant de lui donner des concentrés particuliers, ce qui crée plusieurs possibilités pour servir une ration précise et individualisée.

CIRCULATION CONTRÔLÉE CONTRE CIRCULATION LIBRE DES VACHES

Le choix entre la circulation contrôlée et la circulation libre a un impact substantiel sur l'efficacité du travail et le confort de la vache. C'est une décision importante au moment de concevoir les installations où logera le STR. Vu qu'il semble que ce soit un sujet hautement controversé à la ferme, une revue complète de la documentation est incluse ici. Les études ont démontré que la fréquentation du STR, qu'on ne pourrait plus qualifier de « volontaire » au sens propre du terme, peut être améliorée en forçant la vache à y entrer. La sélection des vaches par l'utilisation de barrières entre l'aire de repos et la mangeoire lors de l'aller ou au retour de la mangeoire peut inciter la vache à se diriger vers le STR. C'est ce que l'on appelle communément la circulation « contrôlée ». De nos jours, chez les troupeaux STR, il existe au moins quatre variantes communes de stratégies reliées au « trafic de la vache ». (1) Circulation libre où les vaches peuvent se déplacer, accéder à la mangeoire et aux endroits de repos sans restrictions. (2) Circulation contrôlée avec des barrières antiretour qui bloquent la route de l'aire de repos vers la mangeoire. La vache qui quitte l'aire de repos doit entrer dans la stalle de traite pour se faire traire, si l'intervalle depuis la dernière traite le permet. L'entrée à la stalle de traite lui sera refusée, si cet intervalle est trop court. Après son passage dans la stalle de traite, la vache est libérée vers la mangeoire et elle ne peut revenir à l'aire de repos qu'en passant une barrière antiretour. (3) Circulation contrôlée de la vache où elle est soumise à une sélection à l'aide d'une barrière de « triage » qui dirige les vaches admissibles à la traite vers l'aire d'attente et les autres vers la mangeoire. Cela réduit les temps d'attente pour la traite et l'alimentation parce que seules les vaches admissibles à la traite accèdent à la stalle de traite. La présélection peut aussi s'effectuer au moyen de barrières de triage aux croisements après le robot. Celles-ci s'ouvrent seulement pour les vaches non éligibles à la traite. (4) Circulation contrôlée vers l'alimentation d'abord est l'envers de la stratégie (2). Ici, les vaches peuvent accéder à la mangeoire à partir de l'aire de repos en passant une barrière à sens unique. Toutefois, elles ne peuvent retourner à l'aire de repos sans passer par le robot de traite. Là, des barrières de présélection dirigent les vaches non admissibles à la traite directement vers l'aire ouverte des logettes.

Plusieurs études indiquent des fréquences de traites plus élevées et une grande réduction du besoin d'aller chercher les vaches lorsque la circulation contrôlée est utilisée (Hoogeveen et coll., 1998; Van't Land et coll., 2000). Harms et coll. (2002) ont rapporté des fréquences de traites de 2,29, 2,63 et 2,56 et un nombre de vaches retardataires de 15,2, 3,8 et 4,3 par jour avec 49 vaches en circulation libre, forcée et forcée avec présélection respectivement. À 8,9, le nombre de repas était plus élevé en circulation libre par rapport à la circulation contrôlée ou forcée-présélection (6,6 et 7,4) respectivement. La consommation de fourrage a diminué lorsque les vaches passaient de la circulation contrôlée à la circulation contrôlée avec présélection. Hermans et coll. (2003) ont indiqué que les vaches ayant un accès libre au fourrage dans la mangeoire ont passé plus de temps à manger et moins de temps debout dans l'aire libre. Thune et coll. (2002) ont rapporté des fréquences de traites de 1,98, 2,56 et 2,39 et des périodes de consommation de 12,07, 3,86 et 6,46 en circulation libre, forcée et forcée avec présélection respectivement. Dans cette étude, les vaches dominantes ont passé en moyenne 78 et 93 minutes à attendre pour la traite en situation de circulation libre contre 124 et 168 minutes sous présélection et 140 et 240 minutes sous circulation contrôlée. Les vaches timides ont attendu pour la traite en moyenne quatre heures par jour parce qu'elles sont dirigées vers l'aire « aller chercher » en route vers ou de retour de la mangeoire. Toutefois, les vaches dominantes les devançant continuellement au robot. Elles sont donc enfermées dans l'aire « aller chercher » pour plusieurs heures. Du point de vue du confort de la vache, cela est hautement indésirable et peut occasionner des problèmes métaboliques, à un accroissement des boiteries, et éventuellement à une plus grande détérioration du comportement de « visiteuse » de ces vaches. Sur des fermes de l'Ontario avec circulation contrôlée (étude de Rodenberg et Wheeler, 2002), le nombre moyen de visites par jour par vache, et donc de visites à la mangeoire, pour consommer la RTM était de $3,40 \pm 0,44$. C'est fréquence de repas beaucoup moins importante que les 12,1 repas par jour (Vasilatos, 1980) rapportés lors d'essais en circulation libre et en salle de traites.

Moins de repas est associé à une prise moindre de matière sèche (Dado et Allan, 1994). La circulation contrôlée a démontré le même effet (Prescott et coll., 1998). Les systèmes utilisant la présélection permettent une certaine amélioration dans l'accès à la nourriture, mais le nombre de repas demeure moindre que le système utilisant la circulation libre. Les vaches en circulation contrôlée passent plus de temps en attente pour la traite et moins de temps couchées (Winter et Hillerton, 1995). On s'inquiète aussi du fait que lorsqu'une vache souffre de mammite clinique ou de boiteries, elle évite de se faire traire en situation de circulation libre. Cela peut attirer l'attention du producteur. Face à mourir de faim ou se présenter pour la traite, cette vache est plus susceptible d'échapper à l'attention du producteur sous un mode de circulation contrôlée.

Les réponses au stress telles que mesurées par les battements de cœur, les niveaux de cortisol sanguin, les sautilllements et les ruades pendant la traite ont fait l'objet d'une étude complète (Jacobs et Siegford 2012b). Un rapport sur les résultats de ces études déborde le cadre de ce document, mais en résumé elles suggèrent que la traite elle-même dans un STR donne lieu à un stress similaire ou moindre que celui d'une traite dans un salon de traites. Certaines études suggèrent que dans les installations sous circulation contrôlée, les vaches vivent des niveaux de stress légèrement supérieurs durant toute la journée à la salle de traite (Wenzel et coll. 2003, Hagen et coll. 2004, Alberni et coll. 2005). Munksgaard et coll. (2011) n'ont rapporté aucune différence pour tous les paramètres mesurés entre la circulation contrôlée et la circulation libre avec 34 vaches par STR. Cela suggère que lorsque la capacité du robot n'est pas excédée, les vaches peuvent se comporter et se comportent de façon identique sous les deux systèmes de circulation.

Dans la comparaison récente la plus complète entre les deux types de circulation (Bach et coll., 2009), les vaches ont reçu une ration mélangée partielle et jusqu'à 3 kilogrammes de concentrés dans la stalle de traite. Les résultats résumés au tableau 1 illustrent que le comportement durant la traite, le nombre de repas de RPM (ration partiellement mélangée) et la composition du lait ont tous été influencés par le choix du système de circulation des vaches. Toutefois, la matière sèche totale ingérée et la production laitière n'étaient pas affectées par le type de circulation.

Tableau 1 : (Bach et coll. 2009) Comportement des vaches à la mangeoire et durant la traite, production de lait et composition pour des vaches exposées à la circulation libre ou forcée.

Facteurs mesurés (Par vache par jour)	Circulation libre	Circulation forcée	SE	Valeur-P
Traites totales (no/j)	2,2	2,5	0,04	<0,001
Traites (retardataires) (no/j)	0,5	0,1	0,03	<0,001 ***
RMP1 prise (kg)	18,6	17,6	1,34	0,24
Nbre de repas de RMP*	10,1	6,6	0,30	<0,001 ***
Prise de concentrés (kg)	2,5	2,5	0,09	0,99
Prod. lait (kg)	29,8	30,9	1,74	0,32
Gras (%)	3,65	3,44	0,078	0,06
Protéine (%)	3,38	3,31	0,022	0,05 *

¹ Ration partiellement mélangée équilibrée pour 7 kilogrammes de lait en moins que la production moyenne du groupe.

*P<= 0,05; *** P< 0,001, niveau de différence significative

Du point de vue de l'alimentation, la circulation contrôlée réduit l'importance de fournir un aliment très appétant dans le STR. Bien qu'il soit encore recommandable de donner deux à trois kg/jour de concentrés commerciaux dans la mangeoire de la stalle de traite du STR, il est peut-être possible de lui substituer un aliment de moindre qualité produit sur la ferme. S'il n'y a pas un autre choix, la majorité des vaches passeront dans le STR pour accéder à la mangeoire du robot afin d'y satisfaire leurs besoins. Toutefois, du point de vue du bien-être de la vache et de celui de la productivité à long terme, le nombre réduit de repas, la prise alimentaire réduite, la période de repos plus courte, les plus longues périodes d'attente, surtout pour les vaches timides font que ce système est moins intéressant.

Grâce à la technologie actuelle, il existe de nombreux exemples de troupeaux utilisateurs de robots, avec circulation libre, qui affichent trois traites par jour et très peu de vaches à aller chercher (Rodenburg 2012). Il y a aussi de nombreux exemples de fermes utilisant la circulation contrôlée qui comptent une prise alimentaire élevée, une bonne production et peu de problèmes de santé. Cela prouve que les deux modes de circulation peuvent donner de bons résultats dans les circonstances idéales. Toutefois, lorsque que des conditions contraignantes dominent, l'utilisateur de la circulation libre verra son nombre de traites par vache diminuer et plus de vaches retardataires à aller chercher. Sous un système de circulation contrôlée, les vaches ont une prise alimentaire moindre et de plus longues périodes d'attente avant la traite. Les problèmes risquent de se régler beaucoup plus rapidement lorsque c'est le producteur qui écope plutôt que l'animal. C'est pour cette raison que je préfère la circulation libre des vaches comme façon de gérer le troupeau.

CONCEPTS DE PLANS POUR INSTALLATIONS STR

Les STR sont des unités modulaires compactes qui exigent un minimum d'espace dans l'étable. Ils peuvent fonctionner dans presque tous les endroits d'une étable à aire libre ou de litière accumulée. Ils peuvent facilement être déplacés vers une nouvelle installation lors d'un agrandissement. Il y a très peu d'information permettant de définir la disposition idéale du robot dans une étable munie d'un STR. Donc, cette section s'appuie essentiellement sur l'expérience acquise sur le terrain.

Les portes antiretours sont utilisées à l'entrée de l'enclos de rétention dans une étable à circulation libre. Dans les étables à circulation contrôlée on les retrouve à la croisée des aires de repos et la mangeoire. Mettre quelques portes antiretours dans le bâtiment des taures aide les animaux à s'y habituer avant le vêlage. À la sortie de la stalle de traite, il faut conserver un espace correspondant à la longueur d'une vache et fermer l'extrémité par une porte antiretour. Cette modification permet de réduire la fréquence des sorties retardées pour les vaches timides (Jacobs et coll. 2012).

Les plans d'une étable avec STR doivent prendre en compte le fait que les vaches ne quittent jamais le bâtiment. D'où l'importance de réaliser qu'il n'est jamais facile de déplacer les vaches dans les espaces occupés par un autre groupe. Il faut donc placer les groupes stratégiquement et prévoir des passages pour le déplacement des vaches. Vu que l'organisation logique du travail dans un bâtiment avec STR ne devrait pas nécessiter la présence de deux personnes en même temps, le déplacement d'une vache d'un groupe à un autre et vers le robot ou l'aire de manutention doit pouvoir s'effectuer en présence par une seule personne. Le passage d'équipements pour la distribution de la litière dans les logettes ou pour nettoyer les déjections dans les allées d'alimentation et de déplacement dérange les vaches. Ce n'est donc pas une bonne idée d'utiliser un tracteur pour effectuer ces tâches. Le transport et distribution de la litière est moins fréquente et pose moins de problème que le nettoyage des déjections. Toutefois, les systèmes automatiques de distribution ou de nettoyage peuvent s'avérer un choix judicieux. Les matelas remplis de gel, d'eau ou les matelas qui requièrent un minimum de litière sont les choix préférés de beaucoup de producteurs. Cependant, le confort de la vache importe aussi. Il ne fait aucun doute que les stalles avec une logette profonde contenant de la litière ou du sable donnent lieu à des périodes de repos plus longues. L'utilisation du sable comme litière nécessite l'utilisation de gros équipements. Donc, pour minimiser la durée du dérangement le plan devrait inclure des passages en ligne droite d'un bout à l'autre du bâtiment avec des portes à chaque bout. En circulation libre, de larges allées et de multiples couloirs (qui fournissent aux vaches une façon d'éviter les équipements qui circulent) sont recommandés. Le minimum d'espace libre suggéré entre le robot et la première logette est de six mètres. Le long de la mangeoire, on recommande des allées de 4,2 mètres de large. Entre deux rangées de logettes, l'allée devrait compter 3,3 mètres.

Afin de s'assurer que l'aire entourant le STR n'a pas de tension parasite, on suggère un plancher à lattes (caillebotis). Les ventilateurs de plafond dans l'espace du STR aident à garder les vaches au frais et éloignent les mouches durant la traite. Pour améliorer le confort des vaches, le plancher entourant le robot et de la stalle du robot sera couvert de caoutchouc. Le plancher de la stalle sera au même niveau ou à plus moins de 10 cm de haut comparativement au plancher permettant d'accéder au robot. Dans les stalles de traites du STR le système est conçu pour limiter le mouvement de la vache au moyen d'une barrière ajustable localisée à l'arrière et de la mangeoire réglable à l'avant, il est important de régler ces éléments en s'assurant que la vache dispose d'assez d'espace et qu'elle peut rester debout confortablement. Puisque la santé des sabots joue un rôle central dans le succès de la traite robotisée, l'utilisation stratégique d'un pédiluve constitue une façon efficace de contrôler les infections aux ongles. Les pédiluves placés aux sorties des stalles de traite peuvent décourager les vaches à visiter le STR. Cet endroit fait aussi en sorte que les vaches qui visitent fréquemment le robot passent beaucoup plus de fois ce qui peut nuire à la dureté de l'onglon et accroît les coûts de traitement. Une autre façon d'effectuer cette opération consiste à utiliser un pédiluve de grande dimension (trois mètres de long) couvrant toute la largeur du passage et localisé loin du STR. Sa localisation doit être envisagée dans un lieu où tous les groupes peuvent en profiter. Un bassin amovible monté sur pentures peut être rangé verticalement au bout de la rangée de logettes et abaissé au besoin lors des traitements. Lorsque le bassin est rempli de pédiluvre, une ou deux fois semaine, on y fait circuler lentement les groupes de vaches à une ou deux reprises. Malgré le dérangement causé aux vaches par cette opération, cette stratégie permet de garder les produits chimiques loin du lait et du STR. Moins exposé aux déjections qui peuvent diluer le produit, les agents actifs du pédiluve seront plus efficaces tout en exposant les vaches aux produits le même nombre de fois. Le lieu idéal où installer le bassin de pédiluve se trouve dans une allée de séparation des vaches tout près de la sortie du robot comme indiqué à la figure 2. Cela permet d'en faire une utilisation plus stratégique du pédiluve pour y contrôler son accès à l'aide de l'ordinateur. L'opérateur remplit le bain et programme l'ordinateur tout simplement.

Diriger et aller chercher les vaches retardataires devraient être simple et logique, afin que cette tâche soit effectuée en même temps que le nettoyage des logettes afin d'optimiser l'efficacité du travail. Les barrières entourant le STR et aux localisées aux intersections devraient être conçues pour éliminer la possibilité pour les vaches de s'échapper et de les manipuler de manière sécuritaire. Il devrait être possible de les ouvrir et de les fermer le long du trajet de « récupération » sans avoir à reculer. Plusieurs aménagements d'étables comprennent une aire aménagée avec plus d'un robot. Bien que cela soit plus commode pour le nettoyage et l'entretien, c'est plus difficile pour l'éleveur d'y détecter les fuites d'air et de vide en raison des distances, de même que d'entendre les roulements à billes et les articulations défectueuses, que s'il n'y a qu'une salle par STR. Accéder à un STR à partir de plus d'une aire de l'étable et de l'aire de séparation après traite est plus difficile lorsqu'il y a plus d'un STR par aire. Les unités comprenant deux stalles de traite côte à côte desservies par un robot sont courantes (Insentec et Boumatic). Bien que la séparation des vaches après la traite demeure une option avec cette configuration, de même qu'avec celle dont les robots sont postérieurs à postérieurs, rediriger les vaches après la traite pour leur permettre de se faire traire à nouveau peut présenter un défi pour les vaches qui ont été séparées.

Pour le système à circulation libre, il est nécessaire d'avoir un « enclos de récupération » utilisé uniquement pour les vaches retardataires. Dans les installations utilisant un seul robot, on recommande un enclos de 8 à 10 m² permettant d'accueillir quatre ou cinq vaches. L'enclos de regroupement ne devrait pas donner accès à de l'eau, de la nourriture ou à des logettes. Une barrière est nécessaire pour diriger les vaches retardataires dans cet enclos de regroupement sans avoir possibilité d'en sortir de cette aire sans avoir passé par le robot. Beaucoup de plans, surtout ceux à circulation contrôlée utilisent un enclos d'attente que toutes les vaches doivent franchir avant la traite. Cette situation occasionne un stress additionnel aux vaches les plus timides. Dans cette situation il est préférable d'avoir un enclos temporaire de regroupement spécifiquement conçu pour les vaches retardataires. Une solution intéressante pour retenir et pour entraîner les vaches retardataires consiste à utiliser « l'enclos de récupération à double entrées » conçu par DairyLogix. Comme indiqué à la figure 2, cet enclos de regroupement est utilisé seulement pour les vaches retardataires. Ces vaches accèdent au STR par une barrière pivotante à l'arrière de la stalle de traite. Les vaches de l'étable principale continuent d'accéder au robot par l'autre côté du robot. L'utilisation de ce système évite aux vaches timides le stress causé par la présence des

vaches dominantes qui arrivent de l'enclos de regroupement. Au moyen d'une barrière attachée au coin de la chambre du robot, une personne peut facilement amener une nouvelle taure à l'entrée du STR et l'y pousser pour sa première visite. Par la suite, la taure peut être « incitée » par la même barrière munie d'une chaîne qui la force à avancer. Cela facilite son entrée volontaire dans le robot à partir de l'enclos de regroupement ce qui lui donne un léger avantage vu que le STR s'ouvre à elle en premier. Grâce à cette opération par étape, la taure se déplacera rapidement et volontairement vers le STR.

Selon sa condition physique et sa santé, après le vêlage, pour un ou deux jours, il peut être avantageux de garder la vache fraîche vèlée séparée du troupeau principal. Les vaches souffrant de boiteries bénéficient aussi du fait d'être logées séparément du troupeau pour diminuer la distance à marcher et leur permettre plus de repos dans un environnement moins stressant. Idéalement, ces vaches devraient être logées dans un endroit muni d'une bonne litière, près du STR avec accès à volonté. Beaucoup de vaches n'iront pas d'elles-mêmes. Toutefois, les regrouper dans un tel enclos exige peu de temps et une courte marche pour l'éleveur. C'est là la première et la meilleure utilisation du « second groupe logé derrière le robot ».

La manutention des vaches (saillie, contrôle de la gestation, vaccinations, traitements, tonte, soin des sabots, flambage du pis, etc.) présente quelques défis dans un troupeau STR. Dans les troupeaux où l'on utilise un salon de traites, les vaches sont surveillées de près dans la salle de traite. Il est possible de les identifier et de les trier en peu de temps dans l'allée du retour. Vu qu'elles ont faim après la traite, elles se rendent d'elles-mêmes à la mangeoire. Dans un troupeau STR, où les moments de la traite ne peuvent être prévus, le tri d'un animal précis peut exiger jusqu'à quinze heures de temps. Voilà pourquoi un bon enclos de triage doit comprendre une source d'eau et de nourriture, un espace de repos, de même que la possibilité de retourner au robot pour se faire traire. Les carcans des étables STR posent problème parce que beaucoup de vaches ne sont pas intéressées à aller à la mangeoire quand la ration est servie, car elles ont peur de se faire immobiliser par la barrière. Pour effectuer les traitements, beaucoup de troupeaux avec STR rassemblent les vaches dans la section des logettes pour ensuite les diriger vers les carcans, ou en allant les chercher dans l'aire d'attente uniquement pour faire un tri ponctuel. Cet aspect de la régie avec un ou des STR est mal défini concernant quel système de manutention serait le mieux adapté pour minimiser le travail du producteur et le stress des vaches. Les carcans offrent une façon très efficace d'effectuer certaines tâches particulières, comme par exemple le flambage des poils du pis. Cette opération a lieu cinq à six fois l'an chez les troupeaux avec STR pour accroître la propreté du pis et le taux de succès de l'attachement de l'unité de traite aux trayons.

La manutention et le traitement des vaches dans les salons de traites ou dans la stalle de traite du robot ne sont pas recommandés, car ils font vivre une mauvaise expérience aux vaches à un endroit qui devrait être agréable pour l'animal. Bien que je n'aie pas de recherche pour appuyer cela, la manutention dans les carcans pourrait aussi ajouter du stress au moment de l'alimentation et rendre certaines vaches plus timides. En effet, puisque les carcans stabilisent beaucoup de vaches qu'on n'a pas besoin de traiter, ces vaches subissent un stress inutile. Les plans d'étables qui incluent une grande aire de séparation offrent l'occasion de ne pas utiliser les carcans. L'accès des animaux à un couloir de contention, ou deux couloirs côte à côte, ou à une cage de palpation située près de l'aire de triage constitue une solution de rechange. Si les vaches taries sont logées derrière le STR, une barrière déplaçable peut leur offrir un espace adéquat tout en permettant de réduire l'espace lorsqu'un minimum de tris a lieu. Grâce à la relocalisation des barrières, ce même espace pourrait loger les vaches taries entre douze à quinze heures durant les jours où on fait le tri d'un second groupe de vaches. Une autre aire de séparation pourrait servir pour une deuxième utilisation valable dans le cas de solution de rechange pour un second groupe. Une seconde aire de séparation permettant d'accéder au robot pourrait avoir une troisième utilité en permettant l'alimentation, de même que l'entraînement au robot des taures et des vaches inexpérimentées avant le vêlage. Dans une étable avec trois robots ou plus, des enclos peuvent être prévus entourant une aire centrale de manutention, les trois utilisations mentionnées plus haut peuvent être incluses dans cet aménagement. L'accès par plusieurs groupes à une aire centrale de manutention est facilité si les vaches n'ont pas à traverser une allée d'alimentation. Voilà pourquoi, les étables avec STR fonctionnent de façon optimale lorsque les mangeoires sont situées sur le périmètre. Cela permet aussi de garder la pluie, le soleil et la gelée en dehors des aires de repos des vaches, ce qui ajoute à leur confort. Une allée de six à

huit pieds (1,83 à 2,44 mètres) sur toute la largeur de l'étable, à au moins une de ses extrémités permet de la traverser à l'intérieur pour pousser les aliments.

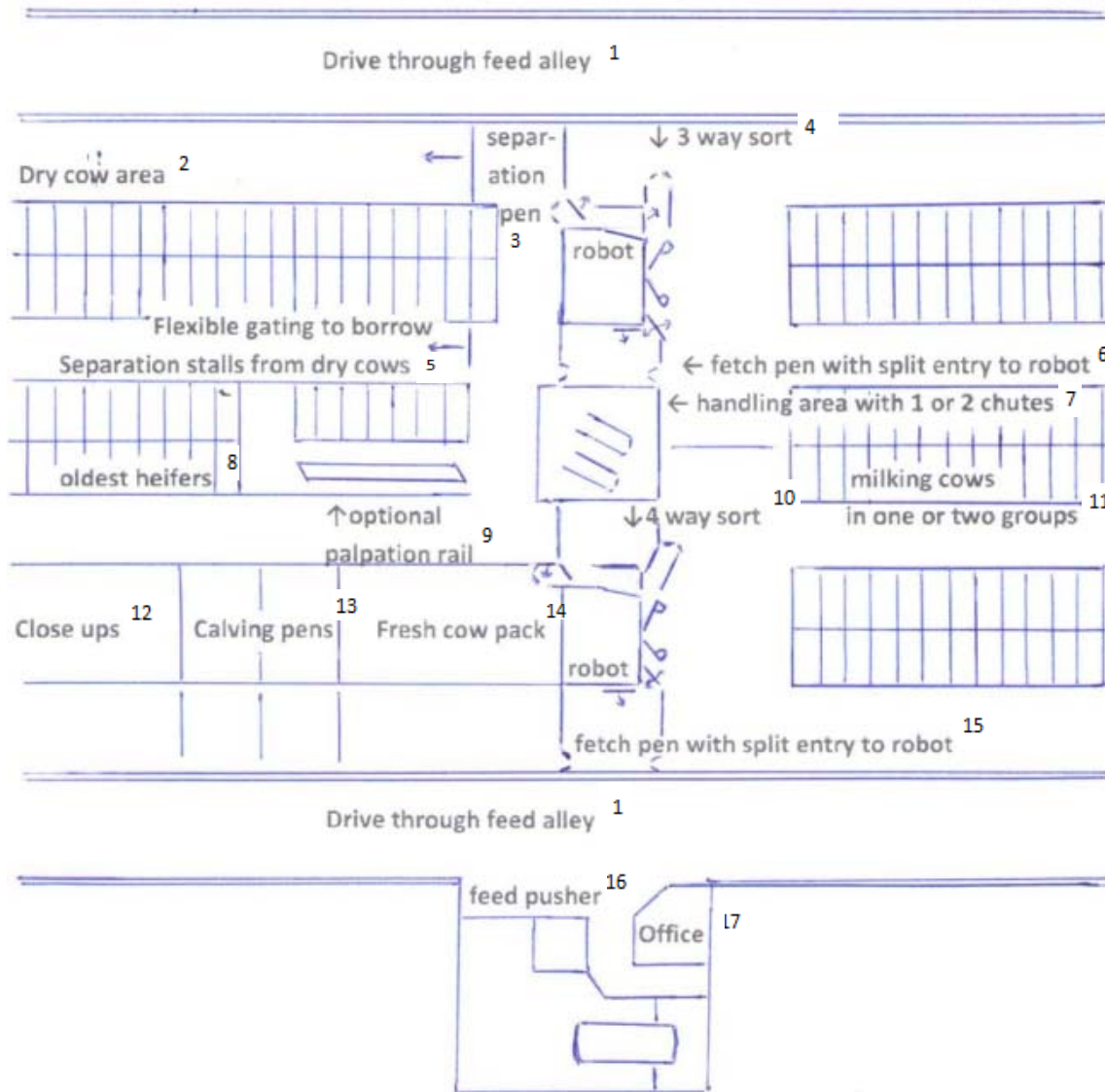
Dans une étude-terrain réalisée chez onze troupeaux en Hollande et un au Canada, les vaches pouvaient accéder à plus d'une stalle de traite robotisée. On a constaté qu'avec différents d'aménagements, 39 % des vaches ont utilisé les deux robots de 40 à 60 % du temps, c'est ce que l'on appelle une « utilisation croisée ». Par ailleurs, 20 % des vaches ont utilisé l'un ou l'autre robot plus de 90 % du temps, appelée « utilisation sélective ». Une comparaison des aménagements a démontré que l'utilisation sélective était à son plus faible lorsque tous les robots étaient orientés dans la même direction (Gerlauf et coll, 2009). Nous avons aussi observé que lorsque les vaches passaient d'un groupe à un autre, elles s'y adaptaient beaucoup plus facilement si le robot du groupe receveur était orienté de la même façon que celui d'où elles venaient.

Voilà pourquoi, si c'est possible de le faire, nous recommandons d'orienter tous les robots de la même façon sur une même entreprise laitière. Les robots d'un aménagement qu'on appelle aussi « type poste de péage » permettent une utilisation croisée raisonnable. Ils peuvent être une solution de rechange viable mettant en présence des robots avec des entrées opposées. Dans une étable à quatre robots aménagés en « L » (décrit plus loin), l'utilisation de deux robots orientés à gauche dans un groupe et de deux orientés à droite dans l'autre facilite la direction des animaux vers une aire centrale de manutention.

Bien qu'un nombre grandissant de propriétaires aient essayé des groupes allant jusqu'à 60 vaches avec un robot, d'autres sont allés jusqu'à 180 vaches dans un seul groupe ayant accès à trois robots, il est impossible de dire lesquels réussissent mieux. Certains propriétaires optent pour un groupe « début lactation » et un autre groupe pour le reste, ou un groupe en première lactation et un autre pour les autres lactations. Toutefois, la plupart des systèmes incluent des animaux de tous âges et de tous les stades de lactation. Les avantages à garder de petits groupes et d'avoir accès à un seul robot incluent l'identification plus facile des vaches retardataires et une récupération plus facile de ces animaux. Les avantages d'avoir deux robots pour un groupe incluent des temps d'attente plus courts et moins de dérangement pour le lavage et l'entretien. Les avantages d'avoir trois robots résident dans le fait qu'ils simplifient les plans d'aménagement des grosses étables à six rangées. Les avantages liés au groupage par stade de lactation incluent la possibilité de réduire les concentrés dans la RTM des vaches qui produisent moins, l'accès à plus d'aliments dans le robot, une plus grande fréquentation, de même que la capacité de réduire les coûts d'alimentation et de prévenir une condition de chair excessive en fin de lactation. Les avantages à grouper par âge permet de regrouper les vaches de taille plus uniforme, de même que la possibilité d'ajuster la taille des stalles selon la grosseur des vaches. Les plans d'aménagement les plus flexibles qui permettent de varier les stratégies de groupage sont idéaux vu qu'il n'existe pas de réponses claires pour déterminer la meilleure stratégie.

La figure 1 représente une étable dont l'aménagement à circulation libre inclut plusieurs des caractéristiques décrites plus haut. Afin d'illustrer les aires de manutention sur une plus grande échelle, les extrémités de l'étable ne sont pas représentées. Tel qu'illustré aux figures 2 et 3, cette étable de base à deux robots peut être agrandie pour accueillir jusqu'à quatre robots tout en conservant l'aire de manutention à l'extrémité gauche. En reproduisant la même disposition à gauche, il est possible de passer à huit robots avec une aire centrale de manutention. Au Canada, aux États-Unis, aux Pays-Bas, au Danemark et en Finlande, plusieurs étables en construction utilisent ce plan de base de DairyLogix pour deux à huit robots. Nous visons à profiter de l'expérience de ces producteurs afin de raffiner ce concept pour améliorer l'efficacité du travail et le confort de la vache. Nous sommes toujours à la recherche de l'étable au système de traite robotisée idéal.

Fig. 1. Une étable à circulation libre, deux STR, six rangées avec alimentation sur le périmètre de l'étable, comprenant une aire pour les vaches fraîches vèlées et de triage logique



<ul style="list-style-type: none"> 1. Allée d'alimentation 2. Vaches tarées 3. Aire de séparation 4. Triage à 3 voies au robot 5. Barrière mobile pour emprunt de stalles de séparation (vaches tarées) 6. Enclos de récupération avec entrée divisée au robot 7. Aire de manutention avec 1 ou 2 cage(s) de contention 8. Taures plus âgées 9. Rampe de palpation (opt.) 	<ul style="list-style-type: none"> 10. Tri à 4 voies 11. Vaches en lactation 1 ou 2 gr. 12. Enclos fermé 13. Enclos de vêlage 14. Stalles pour fraîches vèlées 15. Enclos de récupération avec entrée divisée 16. Robot d'affouragement 17. Bureau
--	--

Figure 2. Illustration de deux robots disposés en « L » pour un groupe de 120 vaches, comprenant une aire de regroupement pour les vaches retardataires avec entrée divisée et un pédiluve dans l'allée de séparation près du robot 2. Les vaches triées accèdent au robot 2 pour la traite. Pour l'accès au pédiluve, les vaches du robot 1 sont triées dans l'aire de regroupement, refusées au robot 2 et envoyées vers le pédiluve avant d'être redirigées vers le troupeau par les barrières de séparation contrôlées par ordinateur.

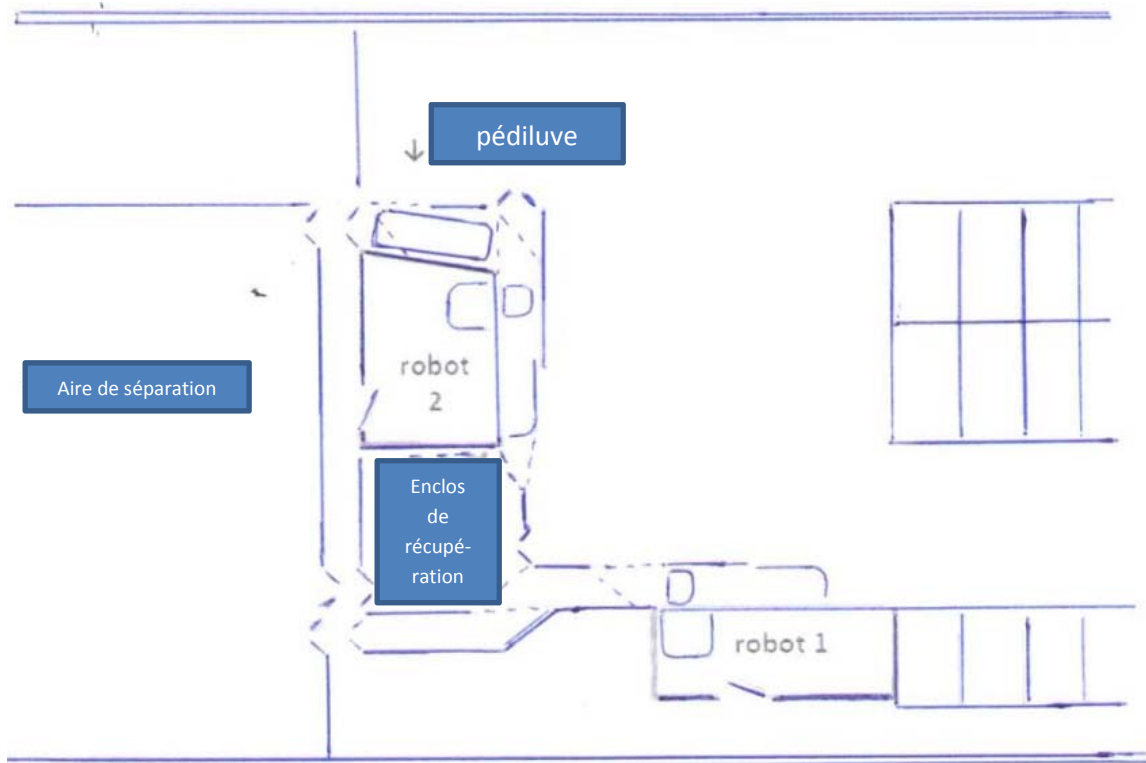
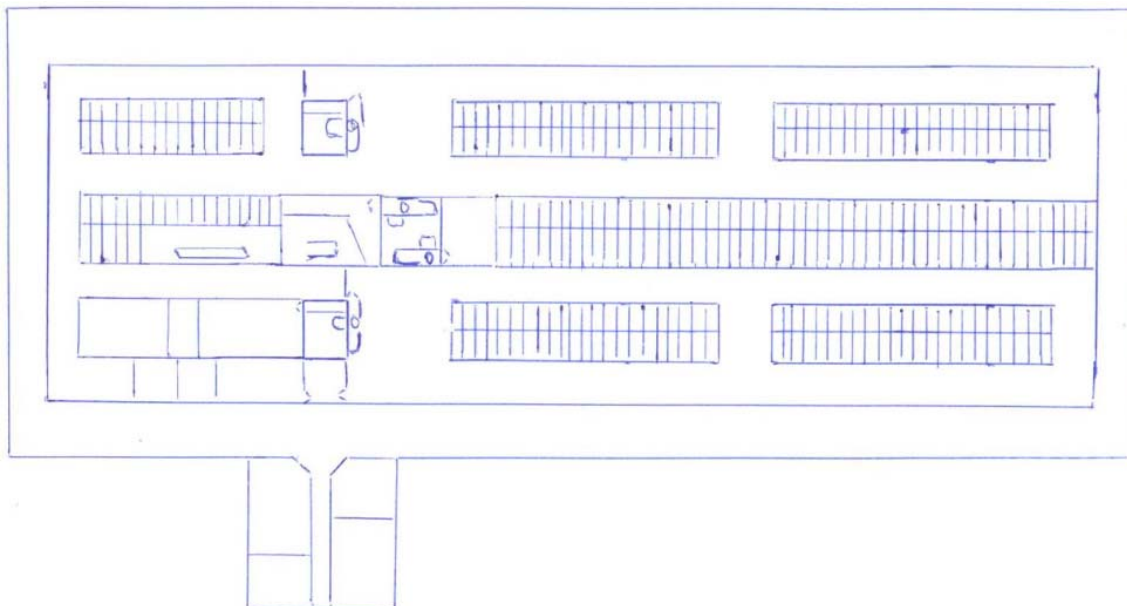


Figure 3. Un plan comprenant quatre STR, des aires de manutention et de soins spéciaux sur la gauche de même que, sur la droite, deux groupes avec chacun 120 en lactation.



BIBLIOGRAPHIE

- Albani, F., L. Calamari, F. Calza, M. Speroni, G. Bertoni, et G. Pirlo. 2005. Welfare assessment based on metabolic and endocrine aspects in primiparous cows milked in a parlor or with an automatic milking system. *J. Dairy Sc.* 88:3542-3552.
- Bach, A. and I. Busto, 2005. Effects on milk yield of milking interval regularity and teat cup attachment failures with robotic milking systems *J. Dairy Res.* 72: 101-106.
- Bach, A., M. Dinares, M. Devant et X. Carre. 2007. Association between lameness and production, feeding and milking attendance of Holstein cows milked with an automatic milking system. *J. Dairy Res.* 74:40-46.
- Bach, A., M. Devant, C. Igleasias, et A. Ferrert. 2009. Forced traffic in automatic milking systems effectively reduces the need to get cows, but alters eating behavior and does not improve milk yield of dairy cattle. *J. Dairy Sc.* 92:1272-1280.
- Bijl, R., S.R. Kooistra et H. Hoogeveen. 2007. The profitability of automatic milking on Dutch dairy farms. *J. Dairy Sc.* 90:239-248.
- Borderas, T.F., A. Fournier, J. Rushen, et A.M.B. de Passille. 2008. Effect of lameness on dairy cows visits to automatic milking systems. *Can. J. Anim. Sc.* 88:1-8.
- Castro, A., J.M. Pereira, C. Amiama et J. Bueno. 2012. Estimating efficiency in automatic milking systems. *J. Dairy Sc.* 95:929-936.
- Dado, R.G., et M.S. Allen. 1994. Variation in and relationship among feeding, chewing and drinking variables for lactating dairy cows. *J. Dairy Sc.* 77:132-144.
- De Koning, C.J.A.M.. 2010. Automatic Milking - Common Practice on Dairy Farms. Proc. of the First North American Conference on Precision Dairy Management, pp 52 - 67.
- Deming, J.A., R. Bergeron, K.E. Leslie, et T.J. DeVries. 2013. Associations of housing, management, milking activity and standing and lying behavior of dairy cows milked in automatic systems. *J. Dairy Sci.* 96:344-351.
- Gerlauf, J.S, G.J. VanderVeen, et J. Rodenburg. 2009. "Preference Behaviour of Cows Choosing a Robotic Milking Stall". in Abstracts of the 2009 European Association of Animal Production, Wageningen Press. Voir http://www.eaap.org/Barcelona/Book_Abstracts.pdf.
- Hagen, K., D. Lexer, R. Palme, J. Troxler, S. Waiblinger. 2004. Milking of Brown Swiss and Austrian Simmental Cows in a Herringbone Parlor or an Automatic Milking Unit. *Applied Animal Behaviour Science* 88 pp 209-225.
- Harms, J., G. Wendl, et H Schon. 2002. Influence of Cow Traffic on Milking and Animal Behavior in a Robotic Milking System. in Proceedings of the First North American Conference on Robotic Milking, March 20-22, 2002, Toronto Canada, Wageningen Press, Pp II 9 - 14.
- Healey, E., 2013, Wisconsin farm shines as the most productive VMS™ operation in the world, DeLaval press release, <http://www.delaval.ca/About-DeLaval/DeLaval-Newsroom/?nid=107907>.
- Hermans, G.G.N., A.H. Ipema, J. Stefanowska, et J.H. Metz. 2003. The effect of two traffic situations on the behaviour and performance of cows in an automatic milking system. *J. Dairy Sc.* 86:1997-2004.
- Hoogeveen, H., A.J.H. van Lent, et C.J. Jagtenberg. 1998. Free and One-Way Cow Traffic in Combination with Automated Milking. Proceedings of the 4th International Dairy Housing Conference St. Louis Missouri January 28-30 1998 ASAE pp. 80-87.

Hovinen, M, et S. Pyorala. 2011. Révision sollicitée : Udder health of dairy cows in automatic milking. *J. Dairy Sci.*94:547-562.

Jacobs, J.A., K. Ananyeva, et J. M. Siegford. 2012. Dairy cow behavior affects the availability of an automatic milking system. *J. Dairy Sc.* 95:2186-2194.

Jacobs, J.A., et J.M. Siegford. 2012a. Lactating dairy cows adapt quickly to being milked by an automatic milking system. *J. Dairy Sci.*95:1575-1584.

Jacobs, J.A., et J.M. Siegford. 2012b. Révision sollicitée : The impact of automatic milking systems on dairy cow management, behaviour, health and welfare. *J. Dairy Sci.*95:2227-2247.

Konig, S., F. Kohn, K. Kuwan, H. Simianer, et M. Gauly. 2006. Use of repeated measures analysis for evaluation of genetic background of dairy cattle behaviour in automatic milking systems. *J. Dairy Sc.* 89:3636-3644.

Madsen, J., M.R. Weisbjerg, et T. Hvelplund. 2010. Concentrate composition for Automatic Milking Systems- Effect on Milking Frequency. *Livestock Science* 127, 45-50.

Melin, M., K. Svennersten-Sjaunja, et H. Wiktorsson. 2005. Feeding patterns and performance of cows in controlled cow traffic in automatic milking systems. *J. Dairy Sc.* 88:3913-3922.

Munksgaard, L., J.A. Rushen, A.M. de Passille, et C.C. Krohn. 2011. Forced vs. free traffic in an automated milking system. *Livestock Science* 138:244-250.

Prescott, N.B., T.T. Mottram et A.J.F. Webster. 1998. Relative motivations of dairy cows to be milked or fed in a Y-maze and an automatic milking system. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 57:23-33.

Rodenburg, J. et B. Wheeler. 2002. Strategies for Incorporating Robotic Milking into North American Herd Management. In: *Proceedings of the first North American Conference on Robotic Milking, Toronto, Canada*, pp III 18 – III 32.

Rodenburg, J., E. Focker, et K. Hand. 2004. Effect of the Composition of Concentrate Fed in the Milking Box, on Milking Frequency and Voluntary Attendance in Automatic Milking Systems, *Proceedings of the International Conference on Automatic Milking, Lelystad, March 2004*, pg 511.

Rodenburg, J, et H.K. House. 2007. Field Observations on barn layout and design for robotic milking of dairy cows. In *Proc. Sixth Intl. Housing Conf., Minneapolis, MN, ASABE Publication no. 701P0507e, Am. Soc. of Ag. and Biological Engineers, St. Josephs MN.*

Rodenburg, J.. 2011. Designing feeding systems for robotic milking, In *Proc. Tri-State Nutrition Conf. Fort Wayne Indiana, Ohio State University*, pp 127-138.

Rodenburg, J.. 2012. The impact of robotic milking on milk quality, cow comfort and labor issues. *Proc. of the Nat. Mastitis Council 51st Ann. Mtg. St. Pete Beach FL, Jan 2012* pg 125-137.

Thune, R.O., A.M. Berggren, L. Gravas, et H. Wiktorsson. 2002. Barn Layout and Cow Traffic to Optimize the Capacity of an Automatic Milking System. in *Proceedings of the First North American Conference on Robotic Milking, March 20-22, 2002, Toronto Canada, Wageningen Press, Pp II 45 - 50.*

Van't Land, A., A.C. Van Lenteren, E. Van Scooten, C. Bouwmans, D.J. Gravesteyn et P. Hink. 2000. Effects of Husbandry System on the Efficiency and Optimization of Robotic Milking Performance and Management. In *Robotic Milking: Proc. of the International Symposium held in Lelystad, the Netherlands 17-19 August 2000, Wageningen Press.* pp 167-176.

Vasilatos, R. et P. J. Wangsness.. 1980. Feeding behavior of lactating dairy cows as measured by time-lapse photography. *J. Dairy Sci.* 63:412.

Wenzel, C., S. Schonreiter-Fischer, et J. Unshelm. 2003. Studies on step-kick behavior and stress of cows during milking in an automatic milking system. *Livest. Prod. Sc.* 83:237-246.

Winter, A., et J.E. Hillerton. 1995. Behavior associated with feeding and milking of early lactation cows housed in an experimental automatic milking system. *Applied Animal Behavior Science* 46, 1-15.

