

# Est-il conciliable de faire pâturer ses vaches et de les traire au robot ?

D. Bizeray-Filoche<sup>1,3</sup>, J. Caudrillier<sup>1,3</sup>, C. Morin<sup>1,3</sup>, L. Bouton<sup>1</sup>, J. Lensink<sup>2,3</sup>

Installer un robot de traite est une solution de plus en plus courante pour diminuer le travail d'astreinte de l'éleveur et améliorer ses conditions de travail. Le système d'élevage en est généralement modifié et le pâturage souvent remis en question. Peut-on optimiser un système de traite robotisée couplé au pâturage en jouant sur les conditions d'accès à la pâture ?

## RÉSUMÉ

Les performances et le comportement de vaches laitières traites au robot et conduites en pâturage partiel selon 2 modalités d'accès au pâturage ont été comparés sur 7 semaines. La fréquence de traite et la production laitière du lot en zéro pâturage ont été légèrement plus importantes que celles des lots avec accès au pâturage (accès libre ou seulement si la vache a été traitée depuis moins de 8 h) ; de même pour les problèmes de locomotion des vaches. L'utilisation de la pâture a diminué avec l'avancement de la saison, mais la mise à disposition d'herbe jeune a augmenté la consommation en pâture. La sortie au pâturage est donc possible avec un robot, même si cela peut diminuer légèrement la production laitière.

## SUMMARY

### **Can the grazing of cows be conciliated with their automatic milking ?**

Automatic milking devices are an equipment in increasing use among farmers, for they reduce their obligations and improve their working conditions. They are generally accompanied by a change in the system of livestock husbandry, and the grazing of dairy cows is often questioned. A trial lasting 7 weeks compared the performances and the behaviour of dairy cows milked by an automatic device (robot) and partly grazed according to 2 kinds of access to the pastures. With the zero-grazing batch, the milking frequency was slightly higher and the milk yield slightly larger than with the batches having access to grazing (free access or only when the cows had been milked less than 8 hours before); similar results were obtained regarding the lameness problems. The later in the season the cows were led to graze, the less time they spent on the pastures, but when they were given access to young grass, they grazed more. It is thus possible to give the cows access to pastures for grazing and at the same time having them automatically milked, even if this entails a slightly lower milk yield.

## 1. Objectifs de l'étude

Les élevages laitiers équipés de robot(s) de traite représentent environ 6% des exploitations laitières françaises et leur nombre est en augmentation depuis une dizaine d'années. Cette robotisation améliore en moyenne les conditions de travail de l'éleveur et les performances techniques des élevages concernés. Cependant, ceci se fait souvent au détriment du pâturage qui est pourtant une source d'aliments très bon marché et en accord avec la demande sociétale : environ 20% des élevages instal-

lant un robot de traite passent du pâturage limité ou total au zéro pâturage (BONY et POMIÈS, 2002).

Toutefois, le pâturage reste possible avec un robot de traite puisqu'environ **un tiers des élevages robotisés maintiennent une sortie au pâturage** pendant une partie de l'année. Dans ces élevages, les éleveurs ont appliqué des solutions diverses pour autoriser les sorties au pâturage des vaches (selon la localisation de la porte de sortie, des heures d'ouverture, etc.). On peut supposer que le système de sortie vers le pâturage influence les

## AUTEURS

1 : Institut Polytechnique LaSalle Beauvais, Rue Pierre Waguet, BP30313, F-60026 Beauvais cedex ; Dorothee.Bizeray@lasalle-beauvais.fr

2 : Groupe ISA, 48, Boulevard Vauban, F-59046 Lille cedex

3 : Équipe Comportement Animal et Systèmes d'Élevage (CASE)

**MOTS CLÉS** : Bien-être animal, gestion du pâturage, gestion du troupeau, ingestion, pâturage, production laitière, travail.

**KEY-WORDS** : Animal well-being, dairying, grazing, grazing management, herd management, intake, work.

**RÉFÉRENCE DE L'ARTICLE** : Bizeray-Filoche D., Caudrillier J., Morin C., Bouton L., Lensink J. (2010) : "Est-il conciliable de faire pâturer ses vaches et de les traire au robot ?", *Fourrages*, 203, 225-230.

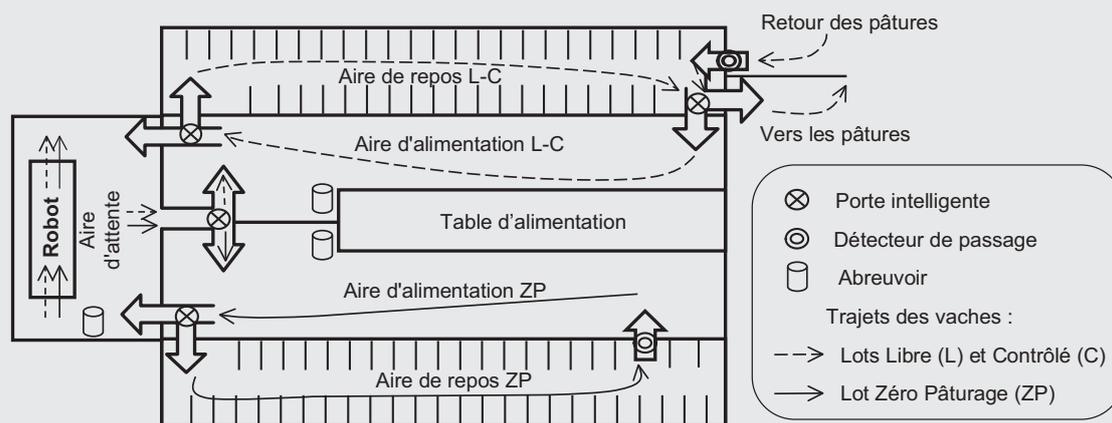


FIGURE 1 : Plan du bâtiment d'étude et position des divers équipements.  
 FIGURE 1 : Plan of the study's building and situation of the various equipments.

déplacements des animaux entre le bâtiment et la pâture, les retours au bâtiment et donc la fréquence de traite.

L'objectif de cette étude était de **comparer le comportement et les performances laitières de vaches traites au robot dans trois conditions d'accès au pâturage différentes** (zéro pâturage, libre accès au pâturage, accès au pâturage sous réserve d'avoir été traitée), afin de mieux conseiller les éleveurs souhaitant conserver du pâturage dans leur système d'alimentation.

## 2. Matériel et méthodes

### ■ Dispositif

Le dispositif d'étude, situé à l'Institut Polytechnique LaSalle Beauvais, a comparé 3 lots de vaches répartis dans 2 troupeaux (lots Libre et Contrôlé, L et C, d'une part, et lot Zéro Pâturage, ZP, d'autre part) ; chacun des

2 troupeaux comprenait 34 vaches utilisant le même robot, en circulation dirigée et "inversée" (cela signifie que les vaches accédant et revenant du robot passent à chaque fois par l'aire d'alimentation, ce qui induit un temps de présence accru dans l'aire d'alimentation, et donc probablement une ingestion et une production supérieures). Chaque troupeau avait sa propre aire d'alimentation et de repos (figure 1). Pour accéder au robot, les vaches devaient passer par l'aire d'alimentation puis par une aire d'attente au robot commune aux 2 troupeaux. L'accès et le retour de pâture du troupeau L-C se faisaient par l'aire de repos. Les accès aux différentes aires du bâtiment étaient gérés par des portes intelligentes et des détecteurs de passage. Pour les 2 troupeaux, la distribution d'ensilage de maïs avait lieu dans le bâtiment (en complément du pâturage pour L et C). Des abreuvoirs étaient à disposition des animaux dans chaque aire d'alimentation, dans l'aire d'attente du robot et dans le couloir d'accès aux pâtures pour le troupeau L-C.

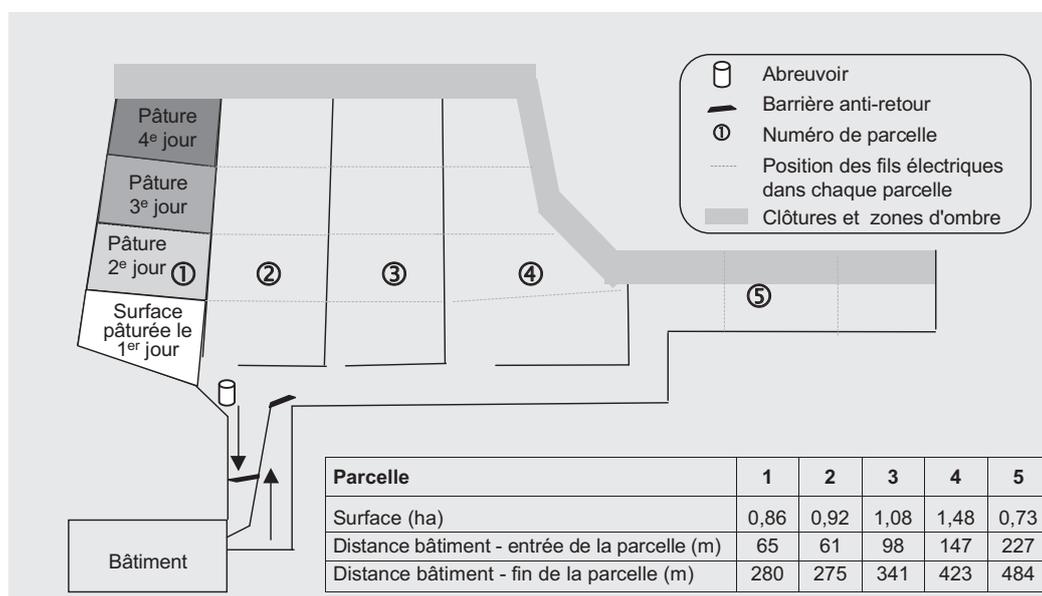


FIGURE 2 : Plan et caractéristiques des parcelles pâturées par les lots L et C autour de la stabulation.

FIGURE 2 : Plan and characteristics of the plots grazed by the L and C batches, around the stabulation.

Lot	Troupeau	Portes intelligentes d'accès au pâturage			Portes intelligentes d'accès au robot		
		Durée depuis la dernière traite	Ouverture vers l'alimentation	Ouverture vers le pâturage	Durée depuis la dernière traite*	Nb vaches dans l'aire d'attente	Ouverture vers l'aire d'attente
Libre (L)	L-C	indifférent	Oui	Oui	> 6 h et < 8 h	< 7 vaches	Oui
					> 6 h et < 8 h	> 7 vaches	Non
					> 8 h	indifférent	Oui
Contrôlé (C)	L-C	< 8 h ≥ 8 h	Oui	Oui	> 6 h et < 8 h	< 7 vaches	Oui
					> 6 h et < 8 h	> 7 vaches	Non
					> 8 h	indifférent	Oui
Zéro pâturage (ZP)	ZP	indifférent	Oui	Pas de porte	> 6 h et < 11 h	< 7 vaches	Oui
					> 6 h et < 11 h	> 7 vaches	Non
					> 11 h	indifférent	Oui

\* lorsque la durée depuis la dernière traite est < 6 h, les portes d'accès sont fermées

TABLEAU 1 : Position des portes intelligentes orientant les animaux de chaque lot vers le pâturage ou vers le robot de traite en fonction de l'intervalle de temps depuis la dernière traite de la vache et du nombre de vaches présentes dans l'aire d'attente.

TABLE 1 : Position of 'intelligent' doors giving access to the animals of each batch to the grazing areas or to the milking robot, according to the time elapsed from the previous milking and to the number of cows present in the waiting areas.

## ■ Pâtures

Seul le troupeau L-C avait accès aux pâtures, via un chemin à 2 voies avec un couloir de sortie équipé d'une porte antiretour et d'un couloir de retour en entonnoir (figure 2). Les pâtures représentaient 5 ha (14,7 ares par vache). Elles étaient constituées d'un mélange de ray-grass et de trèfle blanc. Afin de proposer régulièrement de l'herbe jeune à pâturer, les parcelles étaient conduites en système de fil avant : les parcelles étaient divisées en 3 ou 4 carrés par des fils électriques, et un fil était retiré tous les un ou deux jours (voir schéma sur la parcelle 1).

## ■ Animaux

Parmi les 68 vaches des 2 troupeaux, 3 lots homogènes de 15 vaches (sélectionnées selon leur troupeau, leur stade de lactation, leur parité, leur hiérarchie sociale et le niveau de production) ont été suivis pendant 7 semaines entre mi-mai et fin juin 2009. Les vaches hors essai (au maximum 4 vaches dans le troupeau L-C et 19 vaches dans le troupeau ZP) sont restées dans leur troupeau et ont été traitées avec les vaches étudiées. Les conditions de circulation des vaches de chaque lot sont présentées dans le tableau 1.

Les 15 vaches du lot **"libre"** (L) avaient accès au pâturage 24/24 h, quel que soit leur intervalle de traite. Les 15 vaches du lot **"contrôlé"** (C) avaient, si elles le souhaitaient, accès au pâturage seulement si elles étaient traitées depuis moins de 8 heures ; sinon, elles étaient orientées vers l'aire d'alimentation par la porte intelligente. Les 15 vaches du lot **"zéro pâturage"** (ZP) n'avaient jamais accès au pâturage. Les vaches des lots L et C partageaient les mêmes pâtures.

## ■ Observations et mesures sur les animaux

Chaque vache a été notée individuellement une fois par mois (de mars à juillet) par 2 observateurs pour la facilité de déplacement, entre les scores 1 (démarche normale) et 5 (animal se déplaçant avec grande difficulté) selon l'échelle de SPRECHER *et al.* (1997). Toutes les vaches avaient été parées en mars. Le logiciel gérant la traite automatisée et les déplacements des animaux a permis de collecter automatiquement l'heure de passage de chaque vache dans chaque porte intelligente, au robot et à chaque détecteur de passage du bâtiment, ainsi que de connaître les quantités de lait produites à chaque traite.

## ■ Mesures de l'herbe consommée

Une fois par semaine, 25 à 30 relevés de hauteur de l'herbe (H) ont été effectués dans chaque parcelle grâce à un herbomètre afin de suivre l'avancement de la pousse de l'herbe. Ces mesures ont aussi été effectuées la veille de l'ouverture d'une nouvelle parcelle et le jour de la sortie des vaches d'une parcelle. La Matière Sèche d'herbe disponible (MSdispo), le Volume d'Herbe Disponible (VHD), la quantité de MS ingérée par vache par jour (Conso) et le pourcentage d'herbe refusée ont été calculés comme suit :

$$\text{MSdispo} = (H-5) \times 250 \text{ kg MS/ha (avec H, en cm)}$$

$$\text{VHD/VL} = \frac{\sum (\text{MSdispo} \times S)}{N} \text{ (avec S : surface du parcellaire (ha) ; N : nombre d'animaux présents)}$$

$$\text{Conso} = (\text{VHDentrée} - \text{VHDsortie}) / (N \times \text{nombre de jours sur la parcelle}) \text{ (avec Conso, en kg MS/VL/jour)}$$

$$\% \text{ herbe refusée} = (\text{MSdispo} - \text{Conso}) / \text{MSdispo} \times 100$$

Les lots L et C partageant la même table d'alimentation dans le bâtiment, il était impossible de calculer la quantité d'ensilage de maïs consommé par chaque lot. Ces données ne seront donc pas présentées.

## ■ Analyses statistiques

La production laitière (PL), la fréquence de traite (FT) et le comportement des animaux (fréquences d'accès à l'aire d'alimentation, au pâturage et temps passé en pâture) ont été calculés par vache et par jour, ce qui a permis de calculer les moyennes par lot et par jour. Les performances de production (FT et PL) ont été comparées entre les 3 lots par le test de Kruskal Wallis avec le logiciel Statview 5.0. Si la probabilité de différence entre les 3 lots était inférieure à 10%, les lots étaient comparés deux à deux par le test de Mann Whitney. Les corrélations entre performances de production, comportement et consommation au pâturage ont été calculées au sein de chaque lot par un test de Spearman.

## 3. Résultats et discussion

### ■ Effets du pâturage sur les performances zootechniques

Les vaches du lot ZP ont été traitées significativement plus souvent par jour que les vaches des lots L et C (fréquence de traite quotidienne ( $\pm$  erreur standard) : L :  $2,18 \pm 0,15$  ; C :  $2,15 \pm 0,20$  ; ZP :  $2,39 \pm 0,19$ ,  $p < 0,001$ ), et la production laitière a été augmentée chez les vaches du groupe ZP par rapport aux vaches du groupe C (lot L :  $29,0 \pm 1,4$  kg de lait par jour par vache ; lot C :  $28,7 \pm 2,0$  ; lot ZP :  $29,6 \pm 1,8$  ;  $p < 0,05$ ), mais aucune différence avec le groupe L ne s'est révélée statistiquement significative pour ce paramètre.

### ■ Diminution du temps passé au pâturage et de la production laitière avec le temps

L'étude des corrélations (résumées dans le tableau 2 et la figure 3) montrent que, **au sein des lots ayant accès au pâturage, plus la saison avance (Sem), plus la**

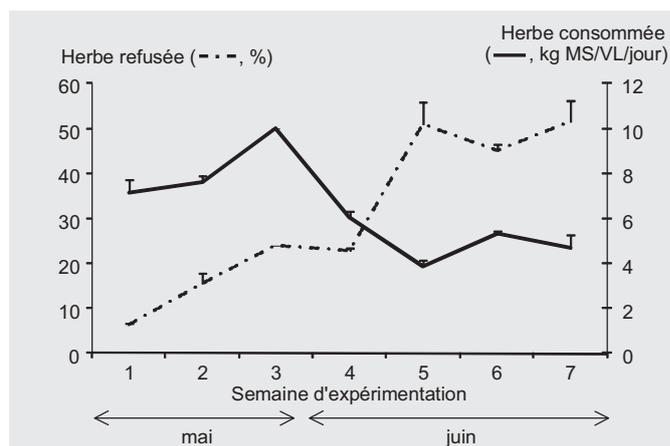


FIGURE 3 : Évolution, par semaine d'expérimentation (lots L et C), de la quantité moyenne d'herbe consommée sur la parcelle et du pourcentage moyen d'herbe refusée (et erreurs standard).

FIGURE 3 : For each week of the trial (L and C batches), changes in the mean intakes of grass on the grazed area and the mean percentages of refuse (with standard deviations).

**consommation d'herbe diminue** ( $R=-0,69$ ), plus les refus augmentent en pâture ( $R=0,9$ ), **plus le temps passé au pâturage (TPa) diminue** (lot L :  $R=-0,49$  et lot C :  $-0,43$ ), et plus la production laitière diminue (respectivement  $R=-0,56$  et  $-0,31$ ). Comme l'ont montré KETELAAR-DE-LAUWEERE et al. (2000), le temps passé à l'intérieur du bâtiment augmente quand la hauteur de l'herbe diminue. La diminution de la production laitière avec le temps est probablement le reflet de la diminution de la qualité de l'herbe combinée à l'avancement dans le stade de lactation des vaches. Au sein du **lot ZP, la production laitière ne diminue pas significativement avec le temps**, mais le robot de traite était plus disponible pour les vaches ZP (les autres vaches étant au pâturage).

	Lot libre (L)									Lot contrôlé (C)									Lot zéro pâturage (ZP)			
	Sem	FT	PL	AA	AP	TPa	Conso	MaD	Refus	Sem	FT	PL	AA	AP	TPa	Conso	MaD	Refus	Sem	FT	PL	AA
Sem	1	ns	-0,56	ns	-0,29	-0,49	-0,69	ns	0,90	1	ns	-0,31	ns	ns	-0,43	-0,69	ns	0,90	1	0,31	ns	ns
FT		1	0,37	0,76	0,25 <sup>+</sup>	-0,50	ns	-0,40	ns		1	0,51	0,48	ns	ns	ns	-0,30	ns		1	0,67	0,27 <sup>+</sup>
PL			1	ns	0,39	ns	0,29	ns	-0,41			1	ns	0,47	ns	ns	-0,26 <sup>+</sup>	-0,28 <sup>+</sup>			1	ns
AA				1	0,32	-0,50	-0,26 <sup>+</sup>	-0,39	ns				1	0,33	-0,24 <sup>+</sup>	-0,34	-0,39	ns				1
AP					1	0,32	ns	ns	-0,27 <sup>+</sup>					1	0,60	ns	ns	ns				
TPa						1	0,61	0,43	-0,45						1	0,58	0,33	-0,42				
Conso							1	0,41	-0,76							1	0,41	-0,76				
MaD								1	ns								1	ns				
Refus									1									1				

Seuils de signification : ns : non significatif ; + :  $p < 0,1$  ; en gras :  $p < 0,05$   
 Abréviations des variables : Sem : numéro de semaine ; FT : fréquence de traite (/24h/VL) ; PL : production laitière quotidienne moyenne d'un lot (kg de lait/24h/VL) ; AA : fréquence moyenne d'Accès à l'aire d'Alimentation quotidienne d'un lot (/24h/VL) ; AP : fréquence quotidienne moyenne d'Accès au Pâturage d'un lot (/24h/VL) ; TPa : Temps moyen passé en Pâturage (min/24h/VL) ; Conso : kg MS d'herbe consommée au pâturage/VL/jour ; MaD : présence ou non de nouvelle herbe Mise à Disposition ; Refus : % d'herbe non consommée par rapport au volume d'herbe disponible/VL/jour (moyenne par vache sur la période de pâturage de la parcelle)

TABLEAU 2 : Matrices des corrélations de Spearman au sein de chaque lot.

TABLE 2 : Spearman's correlation matrices within each batch.

## ■ Effets du contrôle des accès aux aires de vie en fonction de l'intervalle de traite

Plus le nombre d'Accès au Pâturage par jour (AP) augmente, plus le temps passé au pâturage augmente (pour les lots L et C,  $R=0,32$  et  $0,33$  respectivement) et plus la production laitière augmente par lot ( $R=0,39$  et  $0,47$ ). Cependant, il n'y a pas de corrélation directe entre le temps passé au pâturage et la production laitière, donc on ne peut pas clairement relier une augmentation de la production laitière et une consommation au pâturage plus importante. Il semble que plus une vache circule entre le bâtiment et la pâture (mesuré par le nombre d'accès au pâturage), plus elle a de chance de passer par l'aire d'alimentation et par le robot, et plus sa production augmente. Par contre, plus le temps passé au pâturage augmente, plus la fréquence de traite diminue, mais uniquement dans le cas du lot libre ( $R=-0,5$ ). Ce résultat suggère que le fait de contrôler les sorties des vaches en fonction de leur intervalle de traite (cas du lot C) atténue la diminution de la fréquence de traite induite par le pâturage.

La relation entre la production laitière et la fréquence de traite est assez forte au sein du lot ZP ( $R=0,67$ ), et plutôt modérée au sein des lots L ( $R=0,37$ ) et C ( $R=0,51$ ). Ces différences suggèrent que plus les déplacements des animaux sont maîtrisés par l'éleveur (accès ou pas au pâturage, en fonction ou non de l'intervalle de traite), plus la relation sera forte entre la quantité de lait produite et le nombre de traites par jour, car la possibilité de choix par l'animal lui-même sera réduite. De même, le nombre d'Accès à l'aire d'Alimentation (AA) est positivement corrélé à la fréquence de traite dans chacun des lots. On peut remarquer que cette corrélation est plus forte au sein du lot L ( $R=0,76$ ) qu'au sein des lots C ( $R=0,48$ ) ou ZP ( $R=0,27$ ), suggérant que la variabilité interindividuelle dans les déplacements des animaux au sein du bâtiment a plus d'impact sur la fréquence de traite quand le système de circulation laisse plus de liberté à l'animal.

## ■ Influence de l'ouverture de nouvelles parcelles d'herbe jeune

La Mise à Disposition d'herbe nouvelle (MaD) au pâturage augmente significativement le temps passé au pâturage dans les lots qui y ont accès (lot L :  $R=0,43$  ; lot C :  $R=0,33$ ) et la consommation d'herbe ( $R=0,41$ ), réduit le nombre d'accès à l'aire d'alimentation ( $R=-0,39$ ) et, par conséquent, la fréquence de traite (lot L :  $R=-0,40$  ; lot C :  $R=-0,30$ ). Quand les vaches ont un accès libre au pâturage, la mise à disposition d'herbe nouvelle n'a pas d'influence sur la production laitière. En revanche, si l'accès au pâturage dépend de l'intervalle de traite (lot C), la mise à disposition d'herbe nouvelle tend à être corrélée à une diminution de la quantité de lait produite ( $R=-0,26$ ,  $p<0,10$ ).

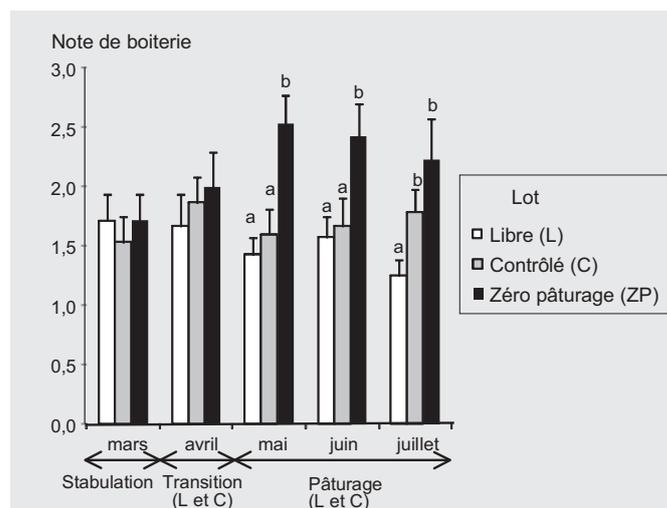


FIGURE 4 : Évolution de la note mensuelle moyenne de boiterie par vache (et erreur standard) selon le lot (note 1 : démarche normale ; note 5 : ne peut plus se lever ; les histogrammes avec des lettres différentes ont des moyennes significativement différentes entre les lots,  $p<0,05$ ).

FIGURE 4 : Changes in the mean monthly assessments of lameness (with standard deviations) according to each batch (score 1: normal gait; score 5: the cow can no longer get up; histograms with different letters show significantly different means between batches;  $p<0.05$ ).

## ■ Amélioration des capacités locomotrices des animaux qui sortent au pâturage

La note de facilité de déplacement des vaches des lots L et C est significativement meilleure que celle des vaches du lot ZP pour les mois de mai et juin ( $p<0,05$ , figure 4). Au mois de juillet, le lot L a une note de démarche significativement meilleure que les lots C et ZP ( $p<0,05$ ), mais il n'y a plus de différence significative entre les lots C et ZP. Aucune différence significative ne ressort entre les lots pour les mois de mars, et avril. Ces résultats corroborent ceux de HERNANDEZ-MENDO *et al.* (2007) et OLMO *et al.* (2009) qui démontrent l'effet positif de la sortie au pâturage sur la démarche des vaches laitières.

## Conclusions

Ces résultats démontrent que la sortie au pâturage diminue légèrement la fréquence de traite par rapport à celle d'un troupeau en zéro pâturage. La chute de 0,2 à 0,3 traite par jour corrobore les résultats de travaux antérieurs (KETELAAR-DE-LAUWERE *et al.*, 1999). Cependant, le lot ZP a eu plus facilement accès au robot, ce qui peut expliquer les traites plus fréquentes. Quand les vaches avaient un accès libre au pâturage, il n'y a pas eu de chute significative de la quantité de lait produite par rapport au lot ZP, contrairement au lot C. Cependant, cette absence de différence est difficile à interpréter car les vaches du lot ZP ayant eu plus facilement accès au robot,

elles ont pu exprimer plus facilement leur potentiel laitier. Il serait intéressant de renouveler cette expérimentation dans un dispositif évitant ce biais expérimental, en comparant par exemple 2 troupeaux conduits de façons identiques et traits dans des robots différents.

L'accès au pâturage, même partiel, améliore significativement les capacités locomotrices des vaches, et donc leur niveau de bien-être. On peut donc recommander de faire sortir les vaches au moins sur une partie de l'année quand cela est possible, car cela sera bénéfique pour la santé des animaux.

Le contrôle des accès au pâturage en fonction de la dernière traite semble diminuer la part de la variabilité interindividuelle dans la corrélation entre la fréquence de traite et la production laitière. KETELAAR-DE-LAUWERE *et al.* (1998) ont démontré que plus la circulation des vaches est dirigée et forcée dans le bâtiment, plus le robot est visité souvent. On peut donc conseiller de **disposer la porte de sortie vers le pâturage après le passage au robot**. Toutefois, il faudra veiller à ne pas trop entraver la libre expression du comportement des vaches, sous peine de créer des facteurs de stress pénalisant la production (par une augmentation du temps d'attente avant de passer au robot par exemple).

**L'installation d'un robot de traite au sein d'un élevage n'implique pas forcément l'arrêt du pâturage.** D'autres études ont déjà montré que la combinaison du robot de traite avec du pâturage était possible (VAN 'T LAND *et al.*, 2000 ; RUIS-HEUTINCK *et al.*, 2001). Toutefois, le pâturage implique aussi des retours de pâture en groupe, ce qui augmente la synchronisation du troupeau et donc les risques de saturation du robot à certains moments de la journée. Ces effets devront être évalués dans les prochains travaux.

Affiche scientifique présentée aux Journées de l'A.F.P.F.,  
"Les usages émergents des surfaces prairiales  
et des espèces fourragères",  
les 30-31 mars 2010.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BONY J., POMIÈS D. (2002) : *Le robot de traite : aspects techniques et économiques*, INRA Editions , 117 p.
- HERNANDEZ-MENDO O., VON KEYSERLINGK M. A. G., VEIRA D. M., WEARY D. M. (2007) : "Effects of Pasture on Lameness in Dairy Cows", *J. Dairy Sci.*, 90, 1209-1214.
- KETELAAR-DE-LAUWERE C.C., HENDRIK M.M.W.B, METZ, J.M.H., SCHOUTEN W.G.P. (1998) : "Behaviour of dairy cows under free or forced cow traffic in a simulated automatic milking system", *Appl. Anim. Behav. Sc.*, 56, 13-28.
- KETELAAR-DE-LAUWERE C.C., IPEMA A.H., VAN OUWERKERK E.N.J., HENDRIK M.M.W.B, METZ J.H.M., NOORDUIZEN J.P.T.M, SCHOUTEN W.G.P. (1999) : "Voluntary automatic milking in combination with grazing of dairy cows - Milking frequency and effects on behaviour", *Appl. Anim. Behav. Sc.*, 64, 91-109.
- KETELAAR-DE LAUWERE C.C., IPEMA A.H., LOKHORST C., METZ J.H.M., NOORDHUIZEN J.P.T.M., SCHOUTEN W.G.P, SMITS A.C. (2000) : "Effect of sward height and distance between pasture and barn on cows' visits to an automatic milking system and other behaviour", *Livest. Prod. Sc.*, 65, 131-142.
- OLMOS G., BOYLE, L., HANLON, A., PATTON, J., MURPHY, J.J., MEE, J. F. (2009) : "Hoof disorders, locomotion ability and lying times of cubicle-housed compared to pasture-based dairy cows", *Livest. Sc.*, 125, 199-207.
- RUIS-HEUTINCK L.F.M., VAN DOOREN H.J.C., VAN LENT A.J.H., JAGTENBERG C.J., HOGEVEEN H. (2001) : "Automatic milking in combination with grazing on dairy farms in the Netherlands (abstract)", *Proc. 35<sup>th</sup> Congr. Int. Soc. Applied Ethology*, Davis, U.S.A.
- SPRECHER D.J., HOSTETLER D.E., KANEENE J.B. (1997) : "A lameness scoring system that uses posture and gait to predict dairy cattle reproductive performance", *Theriogenology*, 47, 1178-1187.
- VAN 'T LAND A., VAN LENTEREN A.C., VAN SCHOOTEN E., BOUWMANS C., GRAVESTYEN D.J., HINK P. (2000) : "Effects of husbandry systems on the efficiency and optimisation of robotic milking performance and management", H. Hogeveen et A. Meijering eds., *Robotic milking*, Wageningen Pers, Wageningen, The Netherlands, 167-176.