

## Automatisation de la mesure de la production laitière des vaches allaitantes

SEPCHAT B., BARBET M., CHALIER P., D'HOUR P.  
INRAE, Herbipôle, 63122, Saint-Genès-Champagnelle, France

**RESUME** - La productivité des élevages bovins allaitants dépend étroitement du nombre de veaux sevrés par vache et de leur poids, car leur prix de vente est fortement lié à ce dernier critère. La distribution complémentaire d'aliments concentrés pouvant débiter depuis l'âge de 3 mois, elle est devenue une manière privilégiée de sécuriser la production pondérale. Hors, le lait est l'élément clé de l'alimentation du veau, la réduction des charges alimentaires nécessite donc de maintenir et/ou de développer le potentiel laitier des vaches allaitantes (VA). C'est l'objet d'un projet visant à développer un modèle de référence validé, apte à prédire la production de lait de la VA sur 9 mois et à disposer sur le terrain d'une information plus étoffée concernant la mesure du lait bu par le veau. Pour quantifier la production laitière de la VA, la méthode basée sur la pesée du veau avant et après la tétée reste la technique de référence. Cette méthode simple à mettre en place, demande du temps et de la main-d'œuvre, elle est peu réalisée et uniquement en station expérimentale. Grâce à l'automatisme de pesées et à l'identification électronique des animaux, une alternative se dessine qui pourrait se développer plus largement et devenir méthode de référence. Le principe de cette méthode est de laisser le veau téter sa mère librement avec un passage obligatoire entre son parc de repos et celui de sa mère. Les poids enregistrés font l'objet d'un traitement informatique pour estimer la production laitière. Un prototype de pesée a été conçu et testé pendant 6 hivers consécutifs sur 101 vaches (71 charolaises (CH) et 30 salers (SA)). Le poids moyen des vaches était de  $790 \pm 64$  kg pour CH et  $750 \pm 83$  kg pour SA. Les vaches et les veaux ont été nourris avec du fourrage à base d'herbe, les veaux n'ont pas reçu de concentré. Afin de valider le dispositif, chaque hiver a été découpé en 6 périodes consécutives de 14 jours. Du vêlage jusqu'au 5e mois de lactation, la PL a été quantifiée alternativement selon la méthode de référence (CL) (4 jours, 2 tétées par jour) ou selon le dispositif sur 10 jours de tétées libres (TL) avec une pesée automatique à chaque changement de parc. Un algorithme a été développé pour traduire les poids des veaux mesurés sur une période de 24 h, en production laitière (kg lait/j). Les veaux ont tété  $3,1 \pm 1,5$  fois/j durant la première période contre  $4,5 \pm 1,7$  pour la dernière. La PL estimée par le dispositif était de  $6,9 \pm 1,3$  kg/j pour CH vs  $8,3 \pm 2,1$  kg/j pour SA, avec une bonne corrélation avec la méthode de référence ( $r^2$  de 0,80 à 0,74 de période 1 à 6). La production de lait totale diffère selon la race :  $1840 \pm 355$  kg en Charolais et  $2250 \pm 470$  kg en Salers. Le Gain de poids Moyen Quotidien (GMQ) des veaux était de 900 g pour CH, 1000g pour SA. Une meilleure production laitière conduit à un GMQ de 60 à 80g/l de lait bu en plus, correspondant à 70 kg de gain de poids vif pour une lactation de 2300 kg vs 1200 kg. Ce dispositif est aujourd'hui validé et répliquable. Il sera étendu à d'autres stations expérimentales bovines allaitantes afin d'élargir à d'autres races la mesure de la production de lait, d'affiner l'indexation des qualités maternelles qui pourront être intégrées aux stratégies d'élevage et aux schémas de sélection.

## Automation of measurement of sucklers cows milk production

SEPCHAT B., BARBET M., CHALIER P., D'HOUR P.  
INRAE, Herbipôle, 63122, Saint-Genès-Champagnelle, France

**SUMMARY** - The productivity of suckler cows depends closely on the number of weaned calves per cow and their weight, as they are sold on the basis of the latter. As supplementary feeding of concentrates can start very early, even from the age of 3 months, it has become a preferred way to secure weight production. The reduction of feed costs requires maintaining and/or developing the milk potential of suckler cows. This is the purpose of a project aimed at developing a validated reference model capable of predicting the milk production of VAs over 9 months and at having more information in the field concerning the measurement of milk drunk by the calf.

To quantify the milk production of the calf, the method based on weighing the calf before and after suckling remains the reference technique. This method, which is simple to set up, requires time and manpower, and is rarely carried out, and only on an experimental station. Thanks to automatic weighing and electronic identification of the animals, an alternative is emerging that could be developed in all experimental farms and become the reference method. The principle of this method is to let the calf suckle its mother freely with a compulsory passage between its resting pen and that of its mother. Weighing data collected automatically is processed by computer to estimate milk production. A prototype weighing system was designed and tested during 7 consecutive winters on 101 cows (71 Charolais (CH) and 30 Salers (SA)). The average weight of the cows was  $790 \pm 64$  kg for CH and  $750 \pm 83$  kg for SA. The cows and calves were fed grass-based fodder, the calves did not receive any concentrate. In order to validate the system, each winter was divided into 6 consecutive 14-day periods. From calving to the 5th month of lactation, the LF was quantified alternatively according to the reference method (4 days, 2 feedings per day) or according to the 10-day free-feeding scheme with automatic weighing at each pen change. An algorithm was developed to transform the weights of the calves available over 24 hours into milk production (kg milk/d). The calves suckled  $3.1 \pm 1.5$  times/d during the first period compared to  $4.5 \pm 1.7$  during the last period. The PL estimated by the device was  $8.3 \pm 2.1$  kg/d for SA vs.  $6.9 \pm 1.3$  kg/d for CH, with a good correlation with the reference method ( $r^2$  from 0.80 to 0.74 from period 1 to 6). Total milk production differed by breed:  $1840 \pm 355$  kg in Charolais and  $2250 \pm 470$  kg in Salers. The average daily weight gain (ADWG) of the calves was 900 g for Ch vs 1000g for SA. Better milk production led to a GMQ of 60 to 80 g/l of milk drunk more, corresponding to a 70 kg gain in live weight for a lactation of 2300 kg vs 1200 kg.

This system is now validated and can be duplicated. It will be extended to other experimental suckler cattle stations in order to extend the measurement of milk production to other breeds and to refine the indexation of maternal qualities that can be integrated into breeding strategies and selection schemes

## INTRODUCTION

En France, l'élevage de bovins allaitants produit majoritairement des veaux élevés sous la mère, appelés communément brouards et destinés à l'engraissement. Ceux-ci se nourrissent surtout de lait maternel et d'herbe jusqu'au sevrage vers l'âge de 7 à 10 mois. Ils sont ensuite vendus à un poids vif moyen de 320 kg. La productivité des élevages allaitants dépend étroitement du nombre de veaux sevrés par vache et de leur poids car leur prix dépend de ce critère. La recherche de la meilleure efficacité économique des systèmes d'élevage bovins allaitants a trop souvent été confondue avec la maximisation des prix de vente de ces jeunes brouards mâles car le poids et la conformation étaient bien valorisés sur le marché à l'exportation notamment celui du maigre en Italie. L'alourdissement des brouards a été considéré comme un objectif de production prioritaire dans les élevages qui en ont fait leur spécialité, dans le charolais notamment. Ainsi le prix de vente à la tête a été souvent privilégié par rapport au prix de revient de l'animal par une recherche de croissances élevées sous la mère quelles que soient les années, l'abondance de l'herbe, le potentiel pédoclimatique de l'exploitation ou le potentiel génétique du troupeau. Cela a modifié les pratiques d'élevage des veaux : la distribution complémentaire d'aliments concentrés peut débuter très tôt, même depuis l'âge de 3 mois. Elle est devenue une manière privilégiée de sécuriser la production pondérale. Cette tendance s'est observée au sein de toutes les races (Veysset *et al* 2005). La complémentation se réalise le plus souvent avec des aliments donnés en libre-service aussi bien à l'étable qu'au pâturage. Pourtant la croissance du veau dépend de tous les aliments dont il dispose : le lait bu, l'herbe pâturée (ou tout autre fourrage) et enfin l'aliment concentré. Un kg de lait bu supplémentaire correspond en moyenne pour un veau à un gain marginal de croissance journalière d'environ 80 g, soit l'équivalent d'un apport de 250 à 300 g d'aliment concentré à base de céréales (Sepchat *et al* 2017). Au sevrage, ce gain de poids marginal, réalisé grâce au lait supplémentaire, n'a pas tout à fait la même composition que celui réalisé avec un aliment concentré comme l'ont montré Garcia-Launay *et al* (2008). Il serait en effet moins riche en lipides et permettrait d'accroître davantage la masse maigre (format). Sur les mâles, cet effet a des conséquences intéressantes par la suite, lors de la finition (Sepchat *et al* 2011). La production laitière des vaches allaitantes est souvent considérée par les éleveurs comme un trait génétique subi et non estimable. Le regroupement des mesures de lait bu réalisées depuis 15 ans dans les troupeaux charolais, limousins et salers de l'unité expérimentale Herbipôle a permis de décrire finement leurs courbes de lactation, et ses facteurs de variations. Cette analyse reste liée au troupeau INRAE, il convient donc d'estimer ce phénotype sur un ensemble plus large de vaches.

C'est pour cela que l'UE Herbipôle a développé, depuis 2014, un projet visant à mesurer, moduler et à terme modéliser la PL des vaches allaitantes (3M). Un prototype a été testé sur des vaches salers et charolaises, il a permis d'approfondir les connaissances méthodologiques et comportementales d'estimation de la production laitière de la vache allaitante. Afin de s'approcher au plus près des « vraies » valeurs de production laitière et d'élargir les mesures à d'autres types génétiques, il devient nécessaire d'élargir ce dispositif à diverses stations bovins viande pour : étendre le phénotypage de la production laitière, affiner l'indexation des aptitudes laitières et rendre plus précise la sélection sur les qualités maternelles.

## 1. MATERIEL ET METHODES

### 1.1 DISPOSITIF EXPERIMENTAL

L'expérimentation a été réalisée pendant 6 ans sur le site Herbipôle de Laqueuille (<https://doi.org/10.15454/1.5572318050509348E12>). Le

dispositif expérimental est basé sur la comparaison de deux méthodes de mesure de la production laitière des vaches allaitantes. La première, appelée CL pour « contrôle laitier » est basée sur la méthode standardisée décrite par Le Neindre et Petit, (1975) utilisée de manière permanente à Herbipôle. Elle consiste i) à maîtriser la vidange de la mamelle par le veau (séparation) puis ii) à réaliser autour des deux tétées qui suivent les pesées du veau avant et après chaque buvée. Cette méthode qui a servi de témoin est mise en comparaison avec le dispositif appelé « tétées libres ». Ce dispositif prototype d'estimation du lait bu par les veaux combine l'identification électronique des animaux et l'automatisme de pesées des veaux. Il repose sur le développement d'un système automatique de pesées des veaux et d'un logiciel de traitement de l'information des poids par un algorithme original reposant sur la connaissance du comportement et de la physiologie du couple mère-veau. Dans le dispositif, le veau apprend à passer dans un automate de pesée avant et après ses tétées et les écarts de pesées sont associés à la production de lait de la mère. La phase d'habitation des veaux a consisté à entraîner les veaux à circuler dans le dispositif dès leur plus âge. Ce dispositif ne nécessite pas ou peu d'intervention humaine. La phase expérimentale est constituée de 6 périodes de 14 jours successifs de mesures par hiver.

### 1.2 PESEE DES VEAUX ET PRODUCTION LAITIERE

Six séries de mesures ont été réalisées chaque année, chaque série dure 14 jours, elle est caractérisée par une période de 10 jours de tétées libres (TL) qui a alterné avec une période de 4 jours de tétées surveillées, rythmée par des contrôles laitiers (CL). Durant les 10 jours de tétées libres, les veaux ont eu accès au parc de leurs mères librement et ont pu aller téter via le système de pesée automatique. Les périodes de 4 jours de tétées surveillées ont été marquées par un jour de séparation suivies de 3 jours de contrôles laitiers. Durant celles-ci, vaches et veaux ont été séparés en permanence du lundi matin au jeudi soir. La tétée du lundi soir, première tétée surveillée, correspondait au point « 0 » car tous les veaux étaient séparés de leurs mères au même moment et tétaient à la même heure. Au cours des 3 jours de tétées surveillées (du mardi matin au jeudi soir), deux contrôles laitiers par jour ont été effectués, un premier le matin à 7h45 et un second le soir à 15h30.

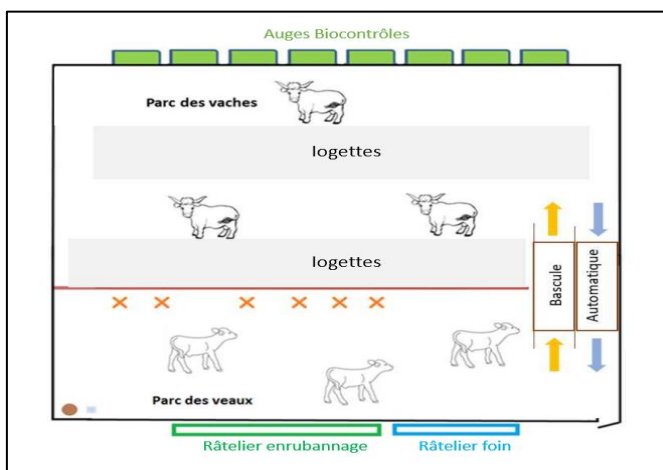
### 1.3 LE DISPOSITIF DE MESURES

Il repose sur le développement d'un système de pesées automatiques des veaux (Figure 1) et d'un traitement de l'information des poids par un algorithme original reposant sur la connaissance du comportement. Un veau parqué séparément lorsqu'il peut accéder à sa mère se met à téter dans la minute qui suit et cette tétée dure environ 10 minutes. Ainsi le veau apprend à passer par un dispositif adapté de pesées avant et après ses tétées et les écarts de pesées sont associés à la production de lait de la mère. Ce dispositif, respecte le rythme de tétées du veau, ne nécessite pas ou peu d'intervention humaine.

Figure 1 : Schéma de la stabulation et du positionnement du dispositif de pesée

### 1.4 ESTIMATION DE LA PRODUCTION LAITIERE

Le calcul de l'estimation de la PL a été effectué durant toutes les périodes de « tétées libres ». Un veau arrivant dans le parc des mères est pesé avec un poids en entrée RT pour repos



tétée et en ressort avec un poids sorti parc des mères TR pour tétée repos. La durée entre RT et TR est subie, le veau pouvant séjourner plus ou moins longtemps dans le parc des mères. Lorsque cette durée est plus longue que la durée mesurée de tétée moyenne qui est de 14 minutes, la différence de poids (TR - RT) sous-estime la prise de poids car il existe une perte de poids métabolique entre la fin de la tétée et l'heure de sortie. La durée moyenne d'une tétée a donc été ramenée à 14 minutes en prolongeant la pente entre poids TR et poids RT, calculée par régression linéaire. Cette régression s'appuie sur le fait, vérifié par des pesées réalisées toutes les heures entre la tétée du matin et celle du soir les jours des CL, montrant que la perte du poids d'un veau est linéaire entre deux tétées. Enfin, le poids estimé obtenu (TRE) est retranché au poids RT pour obtenir la quantité de lait bue ré-estimée pour ce passage (T). Dans l'exemple de la figure 2, le veau a tété 3 fois dans la journée entre 7h et 18h, ainsi en sommant les différences de poids T1, T2 et T3 nous obtenons le lait total estimé pour cette journée.

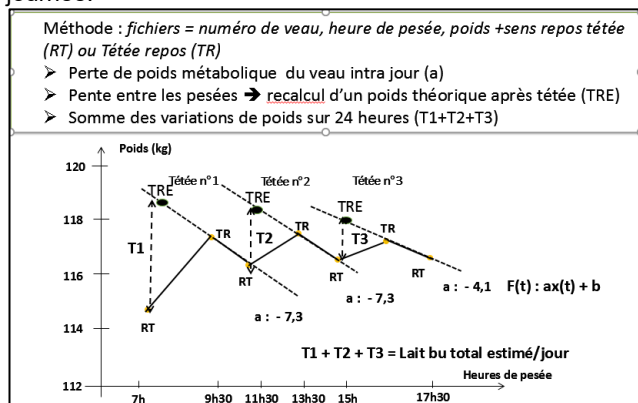


Figure 2 : Méthode d'estimation du lait bu lors des périodes de tétées libres

### 1. 5 LE LOGICIEL 3M

Le logiciel associé au dispositif permet de calculer automatiquement la production de lait, pour chaque animal. À partir des données brutes des balances, les pesées aller et retour sont associées pour définir les tétées, un premier contrôle permet d'éliminer les pesées orphelines ou invalides, grâce à des valeurs minimales et maximales de poids. Le poids théorique après tétée est calculé à partir de la méthode définie dans le paragraphe 1.4 : la perte de poids sur la durée entre la pesée actuelle et la suivante permet d'extrapoler le poids du veau au moment de la fin théorique de la tétée. Si les données de calcul sont invalides ou indisponibles, le gain de poids est défini en utilisant la moyenne de la perte de poids pour l'animal ou le groupe sur une semaine. La somme des productions de lait de chaque tétée est ramenée à 24h pour obtenir la production de lait journalière de chaque mère. Des paramètres de contrôles sur le poids, la durée de tétée, et la quantité de lait produit, modifiables par l'utilisateur, permettent d'exclure les données invalides.

## 1.1. LES MESURES COMPORTEMENTALES

Les 3 premières années, afin d'analyser le comportement des veaux des caméras vidéo ont été placées dans le parc des mères. Les 3 dernières années, une journée d'observation a été réalisée lors de chaque période de TL afin d'analyser le comportement de vols des veaux dans le parc des mères. Ce comportement correspond à la tétée d'une autre mère que la sienne ce qui modifie la production de la mère et de la vache volée. En plus des quantités de lait bu, le dispositif de pesée permet d'obtenir des données comportementales concernant le nombre de tétées, leur durée ainsi que leur répartition dans la journée (Figure 3).

## 1.2. ANALYSE DES DONNEES

La première étape a consisté à définir et à décrire les variables d'étude afin de caractériser les animaux. Les données ont été analysées selon une procédure SAS®. La seconde étape a été l'analyse du comportement des veaux grâce aux fichiers vidéo et aux journées de comportement afin d'interpréter les écarts de poids dans le parc des vaches. Les veaux ne revenant pas systématiquement dans leur parc après la tétée, la troisième étape a consisté à ré-estimer le poids des veaux et donc la quantité de lait bu après la tétée pour la période « tétées libres » (Figure 2). La ré-estimation est basée sur la perte de poids, liée au contenu digestif, journalière des veaux, une droite de régression a été appliquée au niveau de la perte de poids entre les poids TR (retour bascule) et RT (sortie bascule) pour chacune des tétées journalières). Les mesures des périodes « tétées libres » et « tétés surveillées » ont pu ensuite être mises en parallèle afin de valider les résultats des mesures en « tétées libres » grâce aux « tétées surveillées ».

La quatrième étape a consisté à étudier la relation entre les variations de poids issues de la période « tétées libres » et celles issues de la période « tétées surveillées » par des régressions linéaires et des corrélations.

## 2. RESULTATS

### 2.1. ANALYSE DU COMPORTEMENT DES VEAUX

La figure 4 illustre, pour la totalité des périodes, le nombre de passages moyen par heure. Il est possible d'observer 3 pics de passages : entre 6 h et 9 h, entre 12 h et 15 h, entre 15 h et 18 h. Durant les périodes n°1 où les veaux étaient âgés de 70 jours, le nombre de tétées/veau/jour a été de  $3,1 \pm 1,5$ . 93 % des veaux ont effectué 3 ou 4 tétées/jour avec une variabilité comprise entre 2 à 6 tétées/veau/jour. En P6 où les veaux étaient âgés de 150 jours le nombre de tétées était de  $4,5 \pm 1,7$ . Le nombre moyen d'allers-retours dans la bascule/veau/jour a été de  $3,4 \pm 0,7$  en P1 et de  $4,8 \pm 1,1$  en P6 un aller-retour dans la bascule a donc pu être interprété comme une tétée.

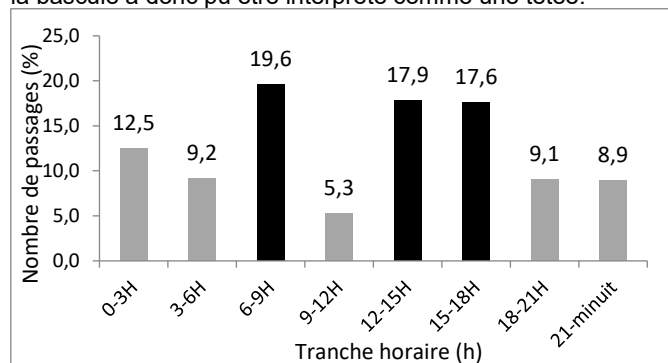


Figure 3 : Répartition des tétées dans la journée

L'analyse des fichiers vidéo et des journées de comportement indiquent qu'une fois sortis de la bascule, les veaux rejoignent rapidement leur mère pour téter (< 5 min en moyenne). Le poids du veau à la sortie du dispositif est donc très proche du poids de début de tétée. Au contraire, la durée « fin de tétée - retour bascule » est plus élevée, elle est en moyenne de  $53 \pm 25$  mn et ne varie pas d'une période à l'autre. Le poids du veau à

la fin de la tétée doit donc être recalculé pour servir de référence dans le modèle.

## 2.2 LIEN TETEEES LIBRES TETEEES SURVEILLEES

Les figures 4 et 5 illustrent pour l'année 2022 la relation entre la mesure de la PL par la méthode standard (tétée surveillée) et la méthode tétée libre. Avec une corrélation de 0,80, la relation est bonne en début de lactation (P1) et se dégrade légèrement au fur et à mesure que le veau vieillit (0,74 en P6). Cela permet donc de valider l'utilisation d'une équation linéaire pour représenter la perte de poids intra-jour afin de remonter à la production laitière de la mère. En termes de production laitière, cela s'est traduit par moyenne estimée par le dispositif en P1 de  $10 \pm 1$  kg/j vs  $9,8 \pm 1,6$  kg/j avec la méthode standard (tétée surveillée). En P6 nous avons obtenu  $9,6 \pm 0,9$  kg/j en tétée libre vs  $9,3 \pm 0,2$  kg/j en tétée surveillée.

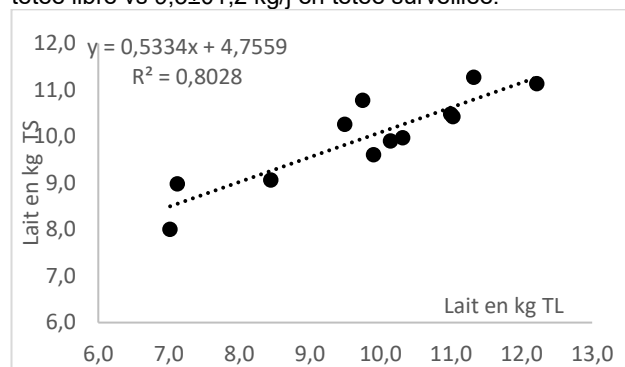


Figure 4 : Corrélation tétée libre tétée surveillée P1 2022

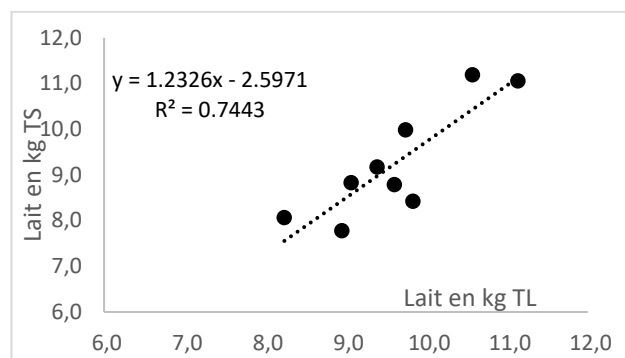


Figure 5 : Corrélation tétée libre tétée surveillée P6 2022.

## 2.3. LES APPORTS DU LOGICIEL 3M

Le logiciel associé au dispositif permet de calculer automatiquement la PL, en éliminant les valeurs aberrantes grâce à plusieurs paramètres. Les erreurs de pesée des balances sont gérées en définissant les poids minimum et maximum des veaux, ainsi que la variation de poids maximum autorisée lors d'une tétée. La durée acceptable d'une tétée permet d'éliminer les passages trop courts ou trop longs dans le parc des mères. Les paramètres de contrôle définis dans le paragraphe 1.5, permettent d'éliminer les valeurs incorrectes lors du calcul de perte de poids métabolique, et de la PL journalière. Il permet également d'éliminer les données aberrantes (veaux voleurs) en comparant les données « tétées libres » et « tétées surveillées ».

## 2.4. PRODUCTION DE LAIT ET CROISSANCE DU VEAU

La PL moyenne estimée sur les 6 années était de  $8,3 \pm 2,1$  kg/j pour SA vs  $6,9 \pm 1,3$  kg/j pour CH, avec une bonne corrélation avec la méthode de référence ( $r^2$  de 0,80 à 0,74 de P1 à P6). A partir de ces données, la courbe de lactation totale a pu être modélisée (Perochon *et al.*, 1996) (Figure 6). Elle diffère selon la race :  $1840 \pm 355$  kg pour CH et  $2250 \pm 470$  kg pour SA. Le gain de poids moyen quotidien (GMQ) des veaux était de 900 g pour CH, 1000g pour SA. L'analyse des 6 années a permis de constater qu'une meilleure PL conduit à une augmentation du GMQ de 60 à 80 g par kg de lait bu en plus, correspondant

à un gain de 70 kg de poids vif pour une production sur l'ensemble de la lactation de 2300 vs 1200 kg.

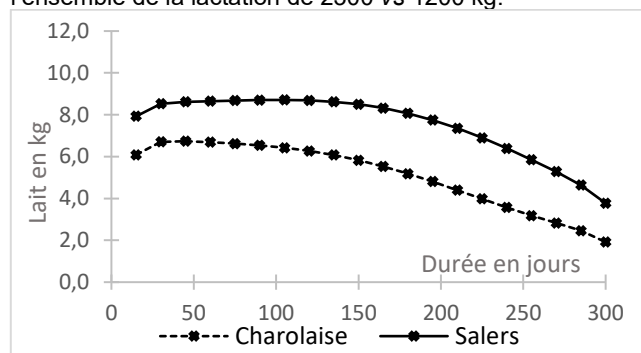


Figure 6 : Courbe de lactation multipares charolaises et salers

## 3. DISCUSSION

Le dispositif est aujourd'hui prêt à être mis à disposition d'autres structures. Il a fait l'objet d'une protection sous la forme d'un accord de savoir-faire secret, ce qui nous a permis de confier sa fabrication à un équipementier. La version « industrielle » a été testée au cours des 3 dernières années ainsi que le logiciel de paramétrage et de traduction des poids en kg de lait. Il est aujourd'hui prêt à être produit à plus grande échelle. Néanmoins il conviendra de maintenir quelques contrôles laitiers réalisés par la méthode standard en appui des périodes « tétées libres » afin d'assurer la précision et la fiabilité des mesures et d'identifier les veaux « voleurs ». Les paramètres du logiciel permettent de régler en partie ce problème en donnant la possibilité d'être plus ou moins sévère sur la validation des mesures, en donnant la possibilité d'éliminer les données s'écartant de la moyenne afin de ne pas sous ou surestimer la production laitière des vaches. La méthode de mesure « standard » très chronophage permettait d'obtenir un nombre limité de mesures entre 3 et 10 par lactation et sur très peu de vaches. Le dispositif a permis de multiplier les mesures par 10 et sur un plus grand nombre d'animaux. Outre le fait d'estimer la production laitière, le logiciel 3M permet également d'obtenir des données comportementales concernant la relation mère veau (le nombre de tétées, leurs durées, le temps passé auprès des mères...) Il convient maintenant d'adapter l'utilisation du dispositif au pâturage.

## CONCLUSION

Cette étude démontre qu'il est désormais envisageable d'estimer la production laitière de la vache allaitante à partir d'un dispositif de pesée automatique. Les 6 années d'expérimentation ont permis d'ajuster de façon très satisfaisante la production laitière estimée en période libre à celle de la période surveillée rythmée par deux contrôles laitiers. Ces résultats montrent qu'une alternative à la méthode standard, coûteuse en temps et en main-d'œuvre est maintenant possible. La fabrication du dispositif à plus grande échelle a été confiée à un industriel ce qui permettra de phénotyper d'autres types génétiques dans des situations variées et *in fine* de contribuer à affiner l'indexation des reproducteurs sur les qualités laitières. Ainsi cet outil, plus facile d'utilisation, pourrait se substituer à la méthode de référence de la mesure de la production laitière de la vache allaitante.

*Etude réalisée dans le cadre du projet 3 M : « Mesurer, Moduler, Modéliser la production laitière de la vache allaitante » mené par l'unité expérimentale HerbiPôle avec le soutien de l'UMT SESAM.*

*Nos remerciements aux collègues de l'unité expérimentale HerbiPôle et à l'ensemble des stagiaires qui ont participé à ce projet.*

- Garcia-Launay F., Garel J.P., Micol D., Agabriel J., 2008.** 18<sup>ème</sup> Rencontres Recherches Ruminants. p. 263–266.
- Le Neindre, P., Petit, M., 1975.** Ann. Zootech., 24, 559-563.
- Petit, M., Agabriel, J., D'hour, P., Garel, J.P. 1994.** INRA Prod. Anim, vol.7, p. 235-243.
- Pérochon L., Coulon J.B., Lescourret F., 1996.** Anim. Sci., 63, p. 189-200.
- Sepchat, B. et al, 2011.** 21<sup>ème</sup> Rencontres Recherches Ruminants, p. 221-224.
- Sepchat B., D'Hour, P., Agabriel J., 2017,** INRA Prod. Anim, vol. 30, p. 139-152.
- Veysset P., Lherm M., Bebin D., 2005.** INRA Prod Anim vol.18, p. 265-275.