

## Production laitière des vaches allaitantes : Caractérisation et étude des principaux facteurs de variation

SEPCHAT B. (1), D'HOURL P. (2), AGABRIEL J. (1)

(1) INRA UMR1213 Herbivores, F-63122 St-Genès - Champanelle, France

(2) INRA UE1296 Monts d'Auvergne, F-63820 Laqueuille, France

### RESUME

Les mesures de production laitière des vaches allaitantes consistent à évaluer la quantité de lait bu par le veau grâce à deux pesées répétées avant et après tétée mais elles restent difficilement réalisables et limitées aux unités expérimentales. Une base de données expérimentales regroupant 12000 mesures de lait bu réalisées depuis 15 ans dans les troupeaux Charolais, Limousin et Salers de l'Unité Expérimentale des Monts d'Auvergne (UEMA) (plus de 1000 vaches contrôlées et 7 mesures au minimum par vache et par lactation) a été constituée pour actualiser nos connaissances quantitatives sur la production de ces vaches et en étudier les principaux facteurs de variation.

Le niveau de production est différent selon la race :  $1600 \pm 313$  kg lait/lactation en Limousin,  $1840 \pm 355$  kg en Charolais et  $2250 \pm 470$  kg en Salers et on observe toujours environ 11% d'écart entre primipares et multipares soit environ 1kg/j.

Dans un système « classique » de production de broutards, avec vêlage d'hiver et conduite semi-extensive au pâturage, 2 pics de production sont observés. Le premier a lieu 1 mois après le vêlage et le second, plus important, peu après la mise à l'herbe. Ces pics varient de + 0,8 à + 2,3 kg selon la race, la parité et la période de vêlage. L'étude a permis de quantifier la persistance de la lactation et sa variabilité, (-17 à -27 g lait bu/jour). La persistance est meilleure pour les vaches faiblement productrices (-0,5 contre -0,9 kg lait/j en moins par mois). Une meilleure PL amène un meilleur gain de poids des veaux. Sur toute la lactation, le gain moyen est de 60 g/litre de lait bu en plus, soit 70 kg de gain de poids vif pour une lactation de 2300 kg par rapport à une lactation de 1200 kg.

## Milk production of suckler cows: characterization and study of the main variation factors

SEPCHAT B. (1), D'HOURL P. (2), AGABRIEL J. (1)

(1) INRA UMR1213 Herbivores, F-63122 St-Genès - Champanelle, France

### SUMMARY

Measuring suckler cow milk production consists in evaluating the milk drunk by the calf during two repeated weighings before and after suckling. The measure is difficult to implement and limited to experimental units. A database was created to record the drunk milk measured during 15 years in Charolais cattle, Limousin and Salers from UEMA (more than 12,000 measures, over 1000 cows controlled at least seven times per cow and lactation). The objective of this study was to renew our quantitative knowledge on the production of suckler cows and to study the major variation factors. Breed is a major factor of production :  $1600 \pm 313$  kg milk / lactation in Limousin,  $1840 \pm 355$  kg in Charolais and  $2250 \pm 470$  kg in Salers as parity ( $\approx 10\%$  difference between primiparous and multiparous regardless of breed),

In a "classic" system of broutards production with calvings in winter and semi-conducting extensive pasture, two production peaks were observed. The first took place one month after calving and the second largest at access to pasture. This peak varied from 0.8 to 2.3 kg depending on the breed, parity and calving period. A focus was made on the factors modulating the peak around access to pasture. The study quantified the persistence of lactation and its variability, (-17 to -27 g drunk milk / day). Persistence was best for low-producing cows (-0.5 against -0.9 kg milk / day less per month). Better PL led to a better weight gain of the calves. Throughout lactation, the average gain was 60 g / liter of additional milk drunk, or 70 kg of liveweight gain for a lactation of 2300 kg compared to a lactation of 1200 kg.

### INTRODUCTION

La production laitière des vaches allaitantes est considérée par les éleveurs comme importante mais souvent comme un trait génétique subit. Elle n'est connue qu'indirectement par la croissance des veaux dont 50 % de la variabilité dépend de leur propre génotype. L'alourdissement des mâles maigres exportés combiné à la recherche de croissances élevées sous la mère, font que la distribution aux veaux d'aliments concentrés est devenue la pratique privilégiée de sécurisation des objectifs de production. La complémentation avec aliments donnés en libre-service est devenue habituelle quelles que soient les races. Pourtant un kg de lait bu supplémentaire correspond pour un veau à un gain marginal de croissance journalière d'environ 90 g, soit l'équivalent d'un apport de 500 g de concentré (Petit, 1988). De plus, ce gain de poids marginal réalisé grâce au lait supplémentaire n'a pas la même composition que celui réalisé avec du concentré comme l'ont

montré Garcia *et al* (2008). Il est moins riche en lipides et donc conduit à accroître davantage la masse maigre (format). Sur les mâles cet effet a par la suite des conséquences intéressantes lors de la finition (Sepchat *et al* 2011). Une meilleure caractérisation de la production laitière (PL) de la vache allaitante semble donc importante afin de pouvoir, dans un premier temps, la quantifier et par la suite, l'optimiser. Toutefois, contrairement aux vaches laitières, la PL est difficilement mesurable. Elle ne peut être estimée quantitativement qu'à partir du lait bu par le ou les jeune(s) lors de l'allaitement (Le Neindre *et al* 1976). Qualitativement la composition de ce lait bu reste hypothétique.

Dans ce contexte notre projet de recherche comprend deux volets complémentaires, modéliser la courbe de production et développer une méthode de mesure automatisée. Le travail présenté ici se focalise sur le premier. Il analyse une base de données constituée des mesures (1999 – 2014) réalisées à l'unité expérimentale des Monts d'Auvergne (UEMA).

## 1. MATERIEL ET METHODES

### 1.1 MESURE DE LA PRODUCTION LAITIERE

La base de données initiale regroupe plus de 5000 lactations observées de 1995 à 2014 sur des vaches de races Charolaise, Limousine et Salers. La mesure porte sur la quantité de lait bu par le veau ramenée à 24 h (Le Neindre et Dubroeuq, 1973), c'est la méthode de référence utilisée à l'UEMA. Elle consiste à i) maîtriser la vidange de la mamelle par le veau (séparation) puis ii) réaliser la pesée du veau avant et après chacune des deux tétées suivantes (du matin et du soir). Les conditions de la mesure, âge, date de mise bas, état corporel de la vache ont été considérées comme facteurs de variations de la production.

### 1.2. EXPLOITATION DES BASES DE DONNEES

Les mesures de production laitière ont été régulièrement enregistrées au fil des ans dans une base relationnelle (ALADIN=Application de gestion des troupeaux Laitiers et Allaitants des Domaines INra). Des extractions individuelles ont été réalisées puis sélectionnées. Par convention, les vêlages entre le 1er décembre et le 14 janvier sont définis comme des vêlages précoces, les vêlages du 15 janvier au 1er mars correspondent à des vêlages d'hiver « classiques », et au-delà il s'agit de vêlages de printemps. Les lactations ayant moins d'un contrôle laitier tous les 15 jours en hiver et moins d'un par mois de la mise à l'herbe au sevrage ont été supprimées. De plus, afin d'étudier précisément la persistance, les lactations de moins de 4 contrôles après la mise à l'herbe ont aussi été supprimées. Ainsi sur 5000 lactations disponibles, 1262 ont été retenues (25%), qui correspondent aux lactations longues décrites par plus de 7 contrôles laitiers réguliers. En appliquant la valeur du premier contrôle dès le vêlage, et celle du dernier jusqu'au tarissement, l'aire sous la courbe formée par ces contrôles correspond à la production laitière totale (PLT). Les productions cumulées aux périodes types 90 j, 120 j et 210 j ont été également calculées et retenues.

Afin de mettre en relation croissance des veaux et PL des mères, un fichier supplémentaire a été constitué avec les caractéristiques disponibles des couples : date et période du vêlage, numéro de lactation, poids et note d'état corporel (NEC) à la mise bas d'une part et sexe, race, poids à la naissance, à 90, 120 et 210 jours ainsi que Gains Moyens Quotidiens (GMQ) entre ces âges types d'autre part. Les poids à âge type (PAT) avaient été calculés par régression linéaire à partir des mesures effectuées, en conservant cinq valeurs entourant la date pour le calcul. Ainsi, une liste potentielle de 1578 veaux Salers et Limousins et 1553 Charolais a été extraite de la base de données. En combinant les contraintes sur les mères et sur les veaux, au final 281 couples mère/veau Salers, 182 couples mère/veau Limousins et 410 couples mère/veau Charolais sont utilisés dans l'analyse statistique.

### 1.3. ANALYSES REALISEES

Elles ont porté sur :

i) la PL cumulée à différents stades, 0-90 j, 0-120 j, 120-210 j, en fonction de la race, de la parité et de la période de vêlage, ii) le rebond de PL au moment de la mise à l'herbe selon ces mêmes facteurs, iii) la perte de lait journalière après le pic ou persistance (PERS) de la PL en considérant pour chaque lactation la définition donnée par Jenkins *et al.* (2000),  $PERS (g \cdot j^{-1}) = (PL_{max} - PL_F) \times 1000 / D$  avec  $PL_{max}$  et  $PL_F$  ( $g/j$ ) représentant respectivement la PL maximale et celle de fin de lactation et D leur intervalle en jours.  $PL_F$  est ici retenue comme la production moyenne des 3 derniers contrôles, iv) la semaine de lactation d'occurrence de la  $PL_{max}$ , et sa courbe de fréquence dans l'échantillon v) les liens entre les divers GMQ, et les mesures de PL, PLT, PL max et PERS en fonction des facteurs maîtrisés.

Les traitements statistiques ont été réalisés à l'aide du logiciel SAS version 9.3. Les variables d'intérêt ont été traitées initialement par statistiques descriptives puis pour comparer

les effets des facteurs de variation par analyses de variances (procédure General Linear Model). Nous avons testé les effets fixes de la race, de la parité, de la période de vêlage et leurs interactions. L'intervalle de confiance utilisé est de 95%. Les résultats significativement différents ( $p < 0,05$ ) seront présentés avec une lettre minuscule en exposant.

## 2. RESULTATS

### 2.1. PRODUCTION LAITIERE TOTALE

#### 2.1.1. Effets race et parité

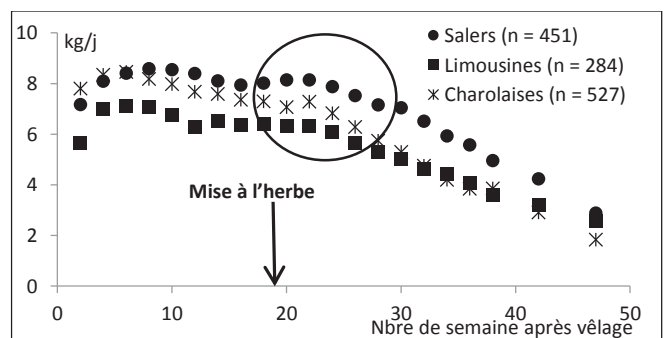
Les productions laitières totales moyennes des trois races sont significativement différentes. Pour des durées respectives de  $271 \pm 21$ ,  $276 \pm 19$  et  $266 \pm 26$  jours de lactation, elles s'élèvent à  $2247 \pm 470$  kg,  $1628 \pm 313$ , et  $1840 \pm 355$  pour les Salers Limousines et Charolaises, soit  $8,3 \pm 2,1$ ,  $5,9 \pm 1,2$  et  $6,9 \pm 1,3$   $kg \cdot j^{-1}$  (Tableau 1 et Figure 1).

**Tableau 1** : Production laitière totale par race et parité des vaches choisies de l'échantillon (lactation longue)

Race	Parité	N	PLT (kg)		PL moyenne (kg/j)	
			Moyenne	Ecart type	Moyenne	Ecart type
Salers	multi	372	2298	478	8,5	2,2
	primi	79	2008	343	7,3	1,4
	total	451	2247 <sup>a</sup>	470	8,3 <sup>a</sup>	2,1
Limousine	multi	232	1661	310	6,1	1,2
	primi	52	1482	287	5,3	0,9
	total	284	1628 <sup>c</sup>	313	5,9 <sup>c</sup>	1,2
Charolaise	multi	299	1932	338	7,3	1,3
	primi	128	1732	344	6,5	1,3
	total	527	1840 <sup>b</sup>	355	6,9 <sup>b</sup>	1,3

Sur la même colonne, 2 moyennes indexées par des lettres différentes sont significativement différentes pour  $\alpha = 5\%$ .

Quelle que soit la race, la PLT des vaches multipares est plus élevée que celle des primipares (Tableau 1) sans qu'il soit nécessaire de différencier les numéros de lactation des multipares. Les primipares Salers, Limousines et Charolaises produisent respectivement 280 kg, 179 kg et 200 kg de moins que les multipares soit toujours entre 11 et 12% de moins.



**Figure 1** : Evolution de la production laitière selon la race: Salers (●), Limousine (■), Charolaise (\*).

#### 2.1.2. Effet période de vêlage

A même numéro de lactation, les vaches salers ayant mis bas précocement ont une PL journalière moyenne inférieure à celle des vaches aux vêlages classiques ( $7,0 \pm 1,5$   $kg \cdot j^{-1}$  vs  $7,7 \pm 1,7$   $kg \cdot j^{-1}$   $p < 0,05$ ). Ce n'est qu'une tendance pour les vaches limousines ( $5,5 \pm 1$  kg vs  $6,1 \pm 1,3$  kg) qui se retrouve peu sur les charolaises ( $6,4 \pm 1,5$  kg vs  $6,7 \pm 1,4$  kg). Il convient de remarquer que quelle que soit la race, la durée de lactation des vaches aux vêlages précoces ( $292 \pm 18$ j) est globalement supérieure à celle des vaches aux vêlages classiques ( $264 \pm 18$ j). Ceci résulte de la conduite des troupeaux, les vaches sont en effet toutes tarées simultanément au moment de la rentrée étable. L'effet de cet écart de durée de lactation est néanmoins à minimiser puisqu'il ne joue que sur 1,5 kg de lait en plus par

jour de lactation supplémentaire soit 42 kg sur le total de la lactation (vaches Salers).

## 2.2. PIC DE LACTATION ET REBOND A LA MISE A L'HERBE

Les PLmax des salers, limousines et charolaises multipares sont respectivement de 10,4 8,3 et 10,3 kg/j, celles des primipares 9,5 7,4 et 8,9 kg/j. L'analyse des fréquences de l'occurrence du pic de lactation (en semaine) montre que 22 à 23% des vaches Salers, tous numéros de lactation confondus, présentent leur PLmax entre les semaines 5 et 8 après la mise bas. Cela correspond à la réalisation du pic de production d'une vache laitière. Mais souvent la forme de la courbe est bimodale et 23,7 % des vaches expriment PLmax après la mise à l'herbe (MH), entre la 21e et la 24e semaine après mise bas. Les limousines et les charolaises atteignent majoritairement (33,9 et 34,8 %) leurs PLmax entre les semaines 5 et 8 et 13,3 et 14,5 % entre les semaines 21 et 24 (Figure 2).

Les distributions de cette occurrence des pics de lactation sont significativement différentes, entre race Salers d'une part et autres races d'autre part (test du chi 2) ; il n'y a pas de différence entre les limousines et les charolaises. Il y a aussi une différence entre races sur la forme et l'importance du rebond de PL après la mise à l'herbe. Ce rebond arrive en moyenne 20 jours après la mise à l'herbe, il est de +1,2 kg pour les salers, +0,9 kg pour les charolaises et ne se manifeste quasiment pas pour les limousines. Il est également supérieur pour les multipares que pour les primipares (+0,7 kg pour les salers).

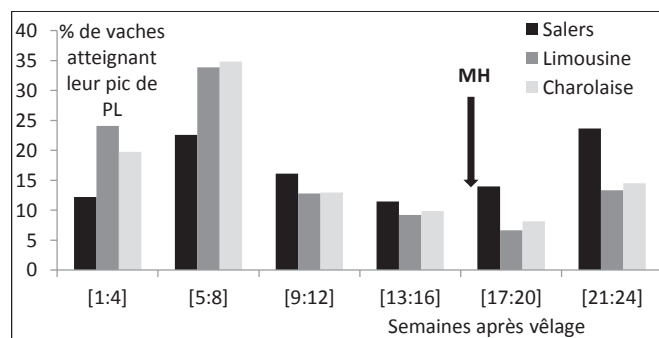


Figure 2 : Réalisation des maxima de PL (PLmax) selon la race.

## 2.3. PERSISTANCE

Les persistances des limousines ( $-17,7 \pm 5,9 \text{ g.j}^{-1}$ ), des salers ( $-21,6 \pm 12,3 \text{ g.j}^{-1}$ ) et des charolaises ( $-27,5 \pm 12,2 \text{ g.j}^{-1}$ ) diffèrent significativement. Les primipares ont une meilleure persistance ( $-21,2 \pm 10,2 \text{ g.j}^{-1}$ ) que les multipares ( $-24 \pm 13,7 \text{ g.j}^{-1}$ )  $p > 0,05$ . Compte tenu de la méthode de calcul, les premières se trouvent à un stade de lactation plus avancé, leur PLmax arrive plus tardivement après le vêlage. Par contre il y a peu d'effet de la période de vêlage, et la tendance mesurée (meilleure persistance des vêlages précoces) n'est pas significative.

Toutes races et âges confondus, persistance et PLT sont liées. Par exemple, les vaches dont la PLT est inférieure à 1600kg (30 %) perdent en moyenne -22 g de lait par jour après le pic de lactation (290 lactations étudiées) et celles dont la PL est supérieure à 2200 kg (35 %) en perdent -29 g (moyenne sur 195 lactations). Comme le montre la figure 3, les vaches qui ont une PLT importante ont après le pic, une perte journalière de lait plus forte et la relation paraît presque linéaire. L'écart maximum entre classes extrêmes (moins de 1300 kg plus de 2500 kg) est ainsi de 11  $\text{g.j}^{-1}$ , et dans notre échantillon la persistance d'une vache produisant peu est ainsi significativement supérieure à la persistance d'une vache qui produit beaucoup.

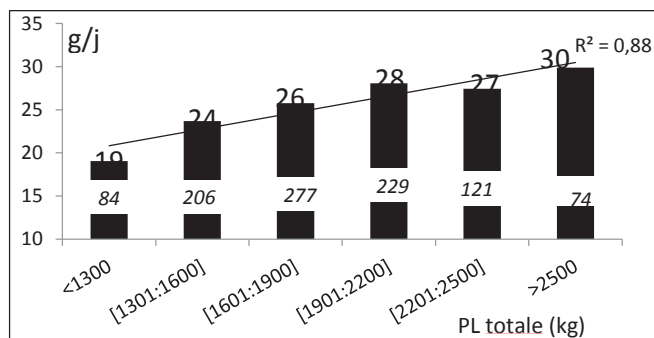


Figure 3 : Persistence ( $\text{g.j}^{-1}$ ) exprimée en valeur absolue de la perte de lait en fonction de la PLT (toutes races confondues). En italique le nombre de données par classe.

Analysée par modèle linéaire, la PLT dépend à la fois de la PLmax (coefficient multiplicateur 214), et de sa semaine d'occurrence (x19), de la persistance (x 15) et d'une valeur fixe dépendant de la race. Les interactions ne sont pas significatives.

## 2.4. CROISSANCE DU VEAU ET PRODUCTION LAITIERE

Sur 210 jours fixés, une meilleure PL amène un meilleur gain de poids des veaux (figure 4).

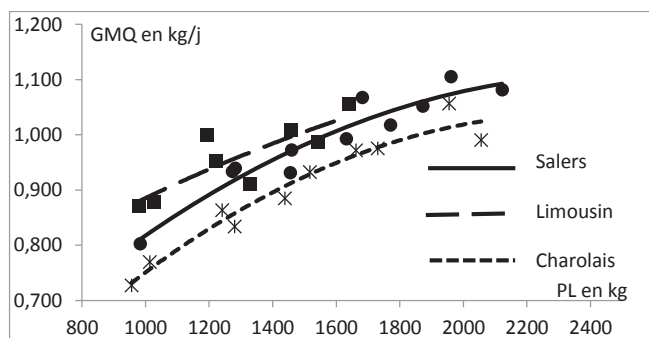


Figure 4 : Liaisons PL0-210 j. et GMQ 0-210 j. selon la race Salers (●), Limousine (■), Charolaise (\*).

Sur toute la lactation, le gain de croissance moyen est de 60 g/litre de lait bu en plus, soit 70 kg de gain de poids vif pour une lactation de 2300 kg par rapport à une lactation de 1200 kg, dont 31 kg pris entre 0 et 90 jours. La réponse du GMQ à la PL n'est pas linéaire. L'efficacité d'un niveau de potentiel plus élevé se réduit quelle que soit la race, par exemple de 70 g par litre de lait bu à 45 g/l au-delà de 1600 kg dans l'analyse à 210j.

Le GMQ du veau est toujours corrélé avec la PLmax ( $r = 0,4$  à  $0,6$ ) alors qu'il ne l'est avec la persistance que pour les Charolaises ( $r = -0,28$ ) et non sur les Salers dont le niveau de production est plus élevé.

Au final l'ensemble des variables constitutives de la production laitière peuvent expliquer la croissance naissance sevrage. Elles s'intègrent dans un modèle de régression multiple du GMQ naissance sevrage mais elles n'expliquent que 28% de sa variance. Les coefficients sont alors de 37 g de croît par kg de PL pour la PLmax et de 2,5  $\text{g.j}^{-1}$  pour la persistance.

## 3. DISCUSSION

### 3.1. PRODUCTION LAITIERE

La quantité de lait produit varie avec le potentiel génétique de l'animal (Petit *et al.* 1994). Les charolaises et les limousines qui sont des races typées viande ont sur leur lactation totale des moyennes de productions laitières (lait bu/j) inférieures de 1 à 2 kg par rapport aux salers, mais les PLmax et leurs variabilités indiquent qu'une sélection efficace sur cette performance serait possible à condition de disposer de cette information. En effet, nos résultats comparés à ceux de Le Neindre en 1974, montrent une baisse globale de la production

laitière depuis 40 ans. Ce dernier mesurait des PL de 10,5 et 6,6 kg pour les salers et les limousines des unités expérimentales. Cette baisse de la production pourrait s'expliquer par l'accent mis sur les performances bouchères, car dans le même temps les vaches ont en moyenne augmenté leur format de 5 à 6 kg /an. La PL est en effet corrélée négativement avec le rendement carcasse ( $r = -0,5$ ) (Menissier *et al* 1998)).

Les primipares ont une production plus faible que les multipares (-1 kg), la glande mammaire est métaboliquement plus active chez les vaches multipares surtout en début de lactation et jusqu'au 1er pic. Ceci suggère que la production de lait des primipares, faible en début de lactation pourrait être liée au moins en partie, à une plus faible densité de cellules sécrétrices (Miller *et al* 2006).

Les effets de l'interaction mère veau ont un rôle majeur sur la tétée et donc sur la PL de la mère. En début de lactation la capacité d'ingestion du veau est le principal facteur limitant, la mamelle va alors s'adapter pour limiter sa production (Blanc *et al*, 2000). Par la suite, c'est la PL de la mère qui devient limitante et cette interaction mère-veau va permettre aux vaches à fort potentiel de ré-augmenter leur production sous l'effet des sollicitations du veau et d'une meilleure vidange de la mamelle.

### 3.2. REBOND DE PRODUCTION A LA MISE A L'HERBE

Comme ont pu l'observer Le Neindre *et al.* en 1976, le printemps est une période favorable puisque l'herbe pâturée au bon stade (1 UFL/kg MS) est très ingestible et permet de couvrir largement les besoins énergétiques et azotés des vaches, elles sont en bilan positif.

Après une restriction alimentaire hivernale modérée habituelle dans nos installations, l'aptitude de la mamelle à produire à la mise à l'herbe est influencée par la race mais aussi par le potentiel laitier. Les vaches à plus fort potentiel inter ou intra races sont capables de solliciter à nouveau les glandes mammaires pour produire plus. Ainsi pour une même vache, plus la date de vêlage est proche de la mise à l'herbe plus la mamelle est capable de rebondir dans des conditions d'alimentation plus favorables, ceci est d'autant plus vrai pour les multipares.

Par conséquent plus la date de vêlage est éloignée de la date de mise à l'herbe, moins le couple mère/veau peut tirer bénéfice de cette période et de cette aptitude au rebond. Nos résultats fortement significatifs (de 10,8 kg lait bu en vêlages tardifs à 8,4 kg/j en vêlages précoces) confondent les effets du stade de lactation et de la saison mais ce dernier n'est pas directement connu.

### 3.3. PERSISTANCE DE LA LACTATION

Dans cette première analyse de la persistance laitière des vaches allaitantes, les vaches à fort potentiel ont du mal à tenir leur bon niveau de production laitière tout au long de leur lactation et paradoxalement la persistance paraît meilleure pour les vaches à faible potentiel. Pourtant le veau devrait davantage solliciter les fortes productrices car sa capacité d'ingestion de lait ne fait qu'augmenter. La persistance est également supérieure chez les primipares ce que l'on pourrait expliquer, comme l'a fait Miller *et al.* (2006), par un meilleur renouvellement de leurs cellules sécrétrices. Dans notre fichier et compte tenu de la sélection des individus de l'échantillon (vaches ayant une durée de lactation longue), les vaches peu productives ont un pic et une PLT faibles mais une bonne persistance (limousines). L'effet de cette bonne persistance sur la croissance du veau est difficile à estimer ( $r^2=0,12$ ), elle est gommée par une PLT plus faible. La première moitié de la lactation représente en moyenne 60% de la production totale, il faut donc relativiser l'impact d'une bonne persistance qui doit être couplée à un bon niveau de production laitière pour être profitable au veau.

### 3.4. LIEN ENTRE CROISSANCE DU VEAU ET PRODUCTION LAITIÈRE

La croissance du veau et la production laitière de la mère sont liées mais avec une efficacité du litre de lait supplémentaire variable. La corrélation entre le GMQ et la PL diminue au fur et à mesure que le veau avance en âge ( $R^2=0,62$  pour PL 0-90j vs 0,18 pour PL 120-210j). Au-delà de 1600 kg de lait bu l'effet marginal du lait sur la croissance diminue. On peut interpréter cette baisse d'efficacité par l'évolution de la composition du gain avec l'augmentation du GMQ. Plus il est élevé plus le gain est riche en lipides et coûteux en énergie (Robelin, 1986).

Plus le veau avance en âge, plus il devient difficile d'interpréter le lien entre croissance du veau et production totale, car un veau plus âgé ingère de plus en plus d'autres ingrédients (fourrage concentré) (de 1,1 kg MS de fourrage à 100 jours à 5,3 kg au sevrage Sepchat *et al* 2011). Pour affiner et prédire ce lien entre lait bu et croissance, solide de 0 à 90 jours mais plus délicat à interpréter par la suite, il conviendrait de mieux étudier les phénomènes de substitution entre les 3 ingrédients principaux de la ration lait /fourrage/concentré. Au fur et à mesure du développement du rumen l'alimentation solide complète le lait sans vraiment se substituer mais le besoin et l'offre de lait se réduisent.

### CONCLUSION

Cette étude repose sur une base de données importante. Elle permet d'affiner et compléter les résultats précédents. Son originalité tient dans l'analyse du lien entre persistance de la lactation, production laitière totale et croissance du veau. L'influence de la production de lait bu sur la croissance du veau est clairement quantifiée et ses limites mises en évidence. La persistance dans la deuxième partie de la lactation varie selon la race, la parité et la place du vêlage dans la période hivernale. Son influence sur la croissance du veau est significative mais difficile à estimer bien qu'elle semble avoir un rôle plus important pour les vaches au potentiel laitier faible. Enfin, si la liaison entre croissance du veau et production laitière est solide et facilement quantifiable dans les 3 premiers mois de la vie du veau, au-delà, il conviendra de mieux préciser la répartition entre ingestion de lait et de fourrage.

*Cette étude a été menée dans le cadre des travaux de l'UMT Safe. Nos remerciements à Christiane Espinasse informaticienne à l'UMRH, aux personnels de l'Unité Expérimentale des Monts d'Auvergne ainsi qu'à Marie Falgoux et Mathieu Auboeuf stagiaires à l'UMRH.*

Jenkins T. *et al*, 2000. Journal Animal Science, 78, 7-14.

Blanc F. *et al*, 2000. In: Modelling Nutrient Utilization in Farm Animals. CAB International, Wallingford. 211-226.

Garcia-Launay F. *et al*, 2008. Renc. Rech. Ruminants, 15, 263-266

Le Neindre P. Dubroeuq H., 1973. Ann. Zootech., 22 (4), 413-422.

Le Neindre P., 1974. L'exploitation des troupeaux de vaches allaitantes. Clermont-ferrand, INRA, 398 p.

Le Neindre P. *et al*, 1976. Ann. Zootech., 25 (2), 221-224.

Menissier F. *et al*, 1998 Renc Rech Ruminants, 5, 129-135.

Miller N. *et al*, 2006. Journal of Dairy, 89 (12), 4669-77.

Petit M. 1988. Alimentation des bovins, ovins et caprins. Paris, INRA, 159-184.

Petit M. *et al*, 1994. Prod. Anim., 7, 235-243.

Robelin J. 1986. Thèse de doctorat d'état, 12-26.

Sepchat B. *et al*, 2011. Renc Rech Ruminants, 18, 221-224.