

Cet article de la revue **Fourrages**,  
est édité par l'Association Française pour la Production Fourragère

Pour toute recherche dans la base de données  
et pour vous abonner :

**[www.afpf-asso.org](http://www.afpf-asso.org)**

# Composition fine du lait en lien avec le type de vaches laitières et leur conduite alimentaire à l'échelle de la lactation

M. Gelé<sup>1</sup>, L. Delaby<sup>2</sup>, S. Leurent-Colette<sup>3</sup>

Alors que depuis 2012 le lait peut être payé en fonction de sa teneur en acides gras et fractions protéiques, ces composants varient de façon notable selon le type génétique des vaches et leur alimentation. Ces variations persistent-elles lorsqu'on les étudie à l'échelle de la lactation ? C'est la question à laquelle cet article tente de répondre.

## RÉSUMÉ

Le type génétique des vaches et la stratégie d'alimentation ont un impact sur les performances laitières, dont la composition fine du lait. L'expérimentation « Quelle vache pour quel système ? » combine 2 stratégies alimentaires et 2 types de potentiels génétiques. Cette étude (conduite sur 290 lactations de vaches Normande ou Holstein) confirme l'effet du type génétique, de la stratégie d'alimentation, du stade de lactation et de la parité sur le volume de lait produit et sa composition (taux butyreux et protéique, teneurs en acides gras, caséines et calcium). Ces résultats originaux, obtenus sur un temps long (5 années), vont contribuer à l'orientation de la sélection génétique et des pratiques d'élevage.

## SUMMARY

### **The influence of cow breed and diet during lactation on the fine-scale composition of milk**

A cow's genetic background and dietary regime impact milk production, including the fine-scale composition of milk. In the study "Which cow for which system?", the effects of two genetic backgrounds and two dietary regimes were explored. A total of 290 milk samples from Normande or Holstein cows were analysed. The results showed that cow breed, dietary regime, lactation stage, and parity had an effect on milk volume and composition (i.e., fat, protein, fatty acid, casein, and calcium content). Collected over a long period of time (5 years), these new findings will help inform breeding choices and livestock farming practices.

Le type génétique des vaches laitières et la stratégie d'alimentation appliquée en élevage ont un impact fort sur les performances des animaux. Les variations de la composition fine à l'échelle de la lactation, selon l'animal et son alimentation, sont peu décrites. Au-delà de leur intérêt en nutrition humaine, ces composants offrent des perspectives intéressantes pour un meilleur pilotage du troupeau laitier. Certains acides gras (AG) reflètent la mobilisation des réserves adipeuses tandis que

le calcium pourrait avoir un lien avec la mobilisation des réserves osseuses. Enfin, la teneur en certains AG du lait pourrait aider à la prédiction des émissions de méthane entérique. L'expérimentation « Quelle vache laitière pour quel système ? » conduite sur le domaine INRA du Pin-au-Haras depuis 2006 offre la possibilité de comparer les performances de production laitière en quantité et en qualité en fonction de la race et de la stratégie d'alimentation à l'échelle de la carrière.

## AUTEURS

1 : Institut de l'Élevage, 42, rue Georges Morel, CS 600057, F-49071 Beaucouzé cedex ; marine.gele@idele.fr

2 : INRA, Agrocampus Ouest, UMR 1348, Pegase, F-35590 Saint-Gilles

3 : INRA, Domaine expérimental du Pin, UE 326, Borculo, Le Pin-au-Haras, F-61310 Exmes

**MOTS CLÉS** : Acide gras essentiel, composition chimique, production laitière, qualité du lait, race bovine, ration alimentaire, sélection animale, système d'élevage, système herbager.

**KEY-WORDS** : Animal breeding, cattle breed, chemical composition, dairying, diet, essential fatty acid, grass-based system, livestock system, milk quality.

**RÉFÉRENCE DE L'ARTICLE** : Gelé M., Delaby L., Leurent-Colette S. (2019) : "Composition fine du lait en lien avec le type de vaches laitières et leur conduite alimentaire à l'échelle de la lactation", *Fourrages*, 239, 203-206

## 1. Matériel et méthodes

### ■ Le troupeau expérimental

L'objectif de l'expérimentation pluriannuelle « Quelle vache laitière pour quel système ? » est d'évaluer, au cours de plusieurs lactations successives, les réponses de différents types de vaches laitières à deux pratiques d'alimentation opposées (traitements « Haut » et « Bas »). En début d'expérimentation (2006), les vaches ont été affectées à l'une des deux stratégies d'alimentation « Haut » ou « Bas » selon leur race, leur parité, leur date de vêlage. Puis, chaque année, des primipares ont été introduites dans les 2 troupeaux afin d'assurer le renouvellement. Dans cette expérimentation, les vêlages sont groupés sur seulement trois mois entre janvier et début avril, afin de produire le maximum de lait pendant la saison de pâturage.

La période d'étude détaillée ici (2010-2014) comporte **290 lactations** issues de **vaches Holstein** (Ho = 126) ou **Normande** (No = 164), de **potentiel génétique orienté vers le niveau de production** (famille génétique « Lait » = 143) ou **vers les taux butyreux et protéique** (famille génétique « Taux » = 147), **primipares** (129) ou **multipares** (161) et conduites en vue d'un **1<sup>er</sup> vêlage à 2 (125) ou 3 ans** (165 lactations). La répartition de ces lactations selon les différentes modalités est détaillée sur la figure 1.

### ■ Les stratégies d'alimentation

Les deux stratégies d'alimentation se distinguent durant les trois périodes que sont la période hivernale, la période de pâturage et la période automnale. La période hivernale correspond à la période des vêlages et débute fin décembre. La mise à l'herbe a lieu début avril sur des parcelles distinctes entre les lots « Haut » et « Bas » et le retour à l'étable intervient fin novembre.

Le **traitement « Haut »** permet d'exprimer le potentiel génétique des vaches grâce à des apports nutritifs élevés durant toute la lactation. En hiver, les vaches reçoivent une

ration constituée de 55 % d'ensilage de maïs (EM) associé à de la luzerne déshydratée (15 % de la MS totale) et un concentré complet (30 % de la MS totale). A partir d'avril, les vaches pâturent (35 ares/vache) et reçoivent 4 kg brut de concentré et 250 g d'aliment minéral vitaminé (AMV). De l'ensilage de maïs est distribué autant que nécessaire, le plus souvent dès la mi-juillet. A la rentrée à l'étable et jusqu'au tarissement, ces vaches reçoivent 5 kg MS d'ensilage de maïs, 4 kg brut de concentré et de l'ensilage d'herbe à volonté.

Le **traitement « Bas »** vise à valoriser au mieux les ressources locales et repose sur la capacité d'adaptation des animaux. En hiver, les vaches sont nourries exclusivement de fourrages : ensilage d'herbe (50 % de la MS totale) et mi-fané (48 % de la MS totale), avec un apport d'AMV. Pendant la période de pâturage, les vaches ne reçoivent aucune complémentation à l'exception d'un AMV (500 g par vache par jour) et disposent de 55 ares d'herbe par vache. A la rentrée à l'étable, ces vaches reçoivent uniquement de l'ensilage d'herbe à volonté.

### ■ Les mesures réalisées

La production laitière individuelle (PL) est mesurée quotidiennement sur les 2 traites. Les taux butyreux (TB) et protéique (TP) ont été mesurés chaque semaine sur 6 traites consécutives. Les spectres moyen infrarouge (MIR) individuels ont été collectés une fois par mois sur la traite du matin et sur la traite du soir. Les teneurs en acides gras (AG), caséines et calcium du lait ont été prédites à partir des spectres MIR en utilisant les équations développées dans les programmes PhénoFinlait et FaVaCal (FERRAND-CALMELS *et al.*, 2014 ; GELÉ *et al.*, 2014b ; GOVIGNON-GION *et al.*, 2015).

### ■ Analyses statistiques

Les données ont été traitées à l'aide du logiciel SAS (proc Mixed). Le modèle utilisé inclut 8 effets fixes (année, race, parité, famille génétique intra race, âge au 1<sup>er</sup> vêlage, stratégie d'alimentation, moment de prélèvement et jour d'analyse) et un effet aléatoire (animal).

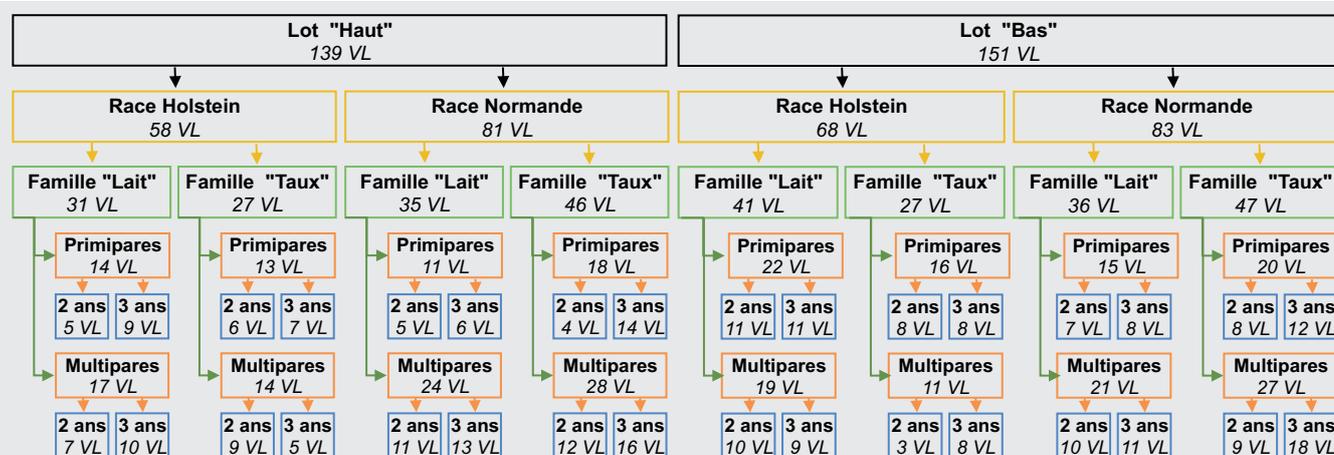


FIGURE 1 : Répartition des 290 lactations de l'étude entre les différents facteurs (stratégie d'alimentation, race, famille génétique, parité et âge au 1<sup>er</sup> vêlage).

FIGURE 1 : Information about the 290 milk samples (which came from cows that varied in dietary regime, breed, genetic background, parity, and age at first calving).

## 2. Résultats

### ■ Production laitière et composition du lait

La race et la stratégie d'alimentation influencent significativement les performances de production et la composition du lait. En moyenne, les vaches Holstein ont produit 6,7 kg de lait de plus par jour que les vaches Normande. Les TB et TP sont plus faibles (-4 g/kg de TB et -3,1 g/kg de TP) mais leur production journalière de matière utile (MU) est supérieure de 350 g ( $p < 0,0001$ ). Quelle que soit la race, les vaches du lot «Haut» ont produit en moyenne 5,9 kg de lait par jour de plus que le lot «Bas» avec un meilleur TP (+1 g/kg) et un TB plus faible (-2,3 g/kg). Cependant **l'écart de production laitière entre Holstein et Normande est significativement plus important chez les vaches du lot «Haut»** (tableau 1).

Comme attendu, les vaches de la famille «Lait» ont produit une quantité de lait plus importante mais un lait moins riche en matières grasses et protéiques que leurs homologues de la famille «Taux», et ce **sans effet sur les quantités totales de matières produites**. Les vaches multipares ont produit significativement plus de lait (+3,8 kg/j en 2<sup>e</sup> lactation,  $p < 0,0001$ ) et de MU que les primipares, avec des taux plus élevés (en 2<sup>e</sup> lactation : +0,8 g/kg de TB,  $p = 0,0038$  ; +1,5 g/kg de TP,  $p = 0,0061$ ), quel que soit leur rang de lactation. Un âge au premier vêlage précoce pénalise la PL (-1,5 kg/j,  $p < 0,0001$ ) sans effet significatif sur les taux.

### ■ Composition fine du lait

**Les vaches Normande ont produit un lait plus riche en AG saturés (AGS), en caséines et en calcium** (respectivement +1,7 point, +0,6 point et +118,8 g/kg,  $p < 0,0001$ ) que les vaches Holstein. La stratégie alimentaire a eu un impact sur la teneur en calcium du lait, plus importante chez les vaches du lot «Haut» (+23,8,  $p = 0,0073$ ) sans interaction avec la race. En revanche, l'effet est plus faible sur les autres composants fins. Les vaches du lot «Bas» ont produit un lait moins riche en AGS (-0,7 point,  $p = 0,0490$ ) mais aucune différence significative n'a été observée sur les teneurs en AG polyinsaturés (AGPI), acide palmitique (C16:0) et caséines.

**Les vaches des familles génétiques «Taux» ont produit un lait plus riche en C16:0 et calcium.** Les résultats mettent en évidence un effet de la parité sur la composition en AG : le lait est plus riche en AGS et C16:0 (respectivement +1,9 et +1,1 point,  $p < 0,0001$ ) et moins riche en calcium (-4,9 g/kg,  $p = 0,0051$ ) chez les multipares par rapport aux primipares. En revanche, la parité n'a pas eu d'influence significative sur la teneur en caséines totales. Enfin, l'âge au vêlage n'influence pas la composition fine du lait.

## 3. Discussion

**L'effet de la race** sur le volume de lait produit et sur sa composition en matières grasses et protéiques est conforme à la littérature (+6,7 kg de lait, -3,9 g/kg de TB et -2,6 g/kg de TP chez la Holstein par rapport à la Normande : GELÉ *et al.*, 2014b) et aux résultats du contrôle laitier 2012 (+6,4 kg de lait, -3,8 g/kg de TB et -2,8 g/kg de TP chez la Holstein, résultats de lactations brutes, DOUGUET, 2013). GELÉ *et al.* (2014b) ont également montré une différence significative de l'ordre de 1,1 point d'AGS entre les vaches Holstein et les vaches Normande, différence retrouvée dans cette étude. Les effets de la race sur la teneur en caséines totales et en calcium observés ici sont conformes à ceux observés précédemment (+0,6 point de caséines chez la Normande (SANCHEZ *et al.*, 2013), +95 g/kg de calcium chez la Normande (GOVIGNON-GION *et al.*, 2015)).

**Les effets observés de la parité** sur le volume de lait produit et les taux sont un peu plus importants que les différences de résultats du contrôle laitier 2012 (+3 et +2 kg de lait en 2<sup>e</sup> lactation respectivement en races Holstein et Normande, +1 et +0,2 g/kg de TB respectivement en races Holstein et Normande tous rangs de lactation confondus et pas de différence de TP, résultats de lactations brutes : DOUGUET, 2013). L'effet de la parité sur la composition fine du lait est conforme à la littérature : +0,95 à +1,15 point d'AGS chez les vaches en 2<sup>e</sup> lactation selon la race et +1 point de C16:0 (LEGARTO *et al.*, 2014). Dans cette étude comme dans celle de GELÉ *et al.* (2014a), aucune différence de teneur en caséines entre parités n'a été observée.

Dans cette étude, **l'âge au premier vêlage** n'a eu d'effet que sur le volume de lait produit. Cet effet confirme celui observé dans la littérature (+0,5 à -0,7 kg de lait selon

Paramètre étudié	Race x Stratégie alimentaire				Influence des effets		
	Ho Haut	Ho Bas	No Haut	No Bas	Race	Alim.	Race x Alim.
Production laitière (kg/jour)	28,6	21,1	20,3	15,9	***	***	***
Taux Butyreux (g/kg)	36,7	39,4	41,1	43,0	***	***	NS
Taux Protéique (g/kg)	31,8	30,8	35,0	33,7	***	***	NS
Matière grasse (g/j)	1 042,2	813,4	807,2	668,2	***	***	***
Matière protéique (MP, g/j)	897,5	636,3	686,7	525,4	***	***	***
AG Saturés (% des AG totaux)	68,2	67,8	70,1	69,2	***	**	NS
AG Monoinsaturés (% des AG totaux)	28,1	28,6	26,4	27,2	***	**	NS
AG Polyinsaturés (% des AG totaux)	3,48	3,41	3,33	3,31	***	NS	NS
C16:0 (% des AG totaux)	28,7	29,4	28,5	28,9	***	NS	NS
Caséines (% de la MP)	83,7	83,6	84,2	84,3	NS	NS	NS
Calcium (g/kg)	1 204,8	1 175,5	1 318,1	1 299,7	***	***	NS

TABLEAU 1 : Effets de la race et du traitement alimentaire sur la production laitière et la composition du lait.

TABLE 1 : Effects of cow breed and dietary regime on milk production and composition.

la race entre les vaches vêlant pour la première fois après 35 mois et celles vêlant avant 28 mois, LEGARTO *et al.*, 2014). L'absence d'effet de ce facteur sur le profil en AG et caséines confirme les constats de la littérature (GELÉ *et al.*, 2014a ; LEGARTO *et al.*, 2014).

Les teneurs plus importantes en AGS et en calcium observées chez les vaches de **type génétique «Taux»** sont cohérentes avec les corrélations positives observées dans la littérature entre AGS et TB (GELÉ *et al.*, 2014a) et entre taux de calcium et TB (BOICHARD *et al.*, 2014).

**La stratégie d'alimentation a un effet marqué sur les résultats** de cette étude. En effet, **les vaches du lot «Bas» produisent 26% et 20% de lait en moins par rapport aux vaches du lot «Haut» respectivement en race Holstein et Normande**. Ces résultats sont en accord avec la littérature (KOLVER et MULLER, 1998 ; FONTANELLI *et al.*, 2005 ; HORAN *et al.*, 2005) indiquant que les vaches qui ont suivi une stratégie alimentaire à haut niveau (une ration complète à base d'ensilage de maïs et de concentré) produisent, selon les études, 10 à 33% de lait de plus que celles conduites au pâturage seul. L'écart de production laitière plus important observé chez les vaches Holstein est conforme aux résultats obtenus par DELABY *et al.* (2010) montrant que les vaches de race Holstein à haut potentiel de production laitière atteignent plus rapidement leur pic et persistent mieux en système à haut niveau d'apports énergétiques que des animaux de plus faible potentiel.

Les différences observées entre les vaches du lot «Haut» et les vaches du lot «Bas» sont conformes à la littérature pour ce qui concerne les caséines. Ces résultats sont cependant inférieurs aux données connues qui indiquent des différences de teneur en AG entre EM et régimes herbagers bien plus importantes : -4 à -8 points d'AGS et de C16:0, +3 à +6 points d'AGMI et +0,75 à +1,6 point d'AGPI (PEYRAUD *et al.*, 2011; LEGARTO *et al.*, 2014). Cependant, ces études sont basées sur des analyses à l'échelle du contrôle élémentaire et obtenues dans des situations contrastées alors que les résultats présentés ici concernent des moyennes sur 5 années.

## Conclusion

Cette étude montre que le type de vache laitière ainsi que la stratégie d'alimentation et leur parité influencent fortement la production laitière en quantité et en qualité. Ces paramètres ont également un effet sur la composition fine du lait, en particulier les AG et le calcium. Cependant, les effets observés ici à l'échelle de la lactation sont moindres que ceux décrits dans la littérature à l'échelle du contrôle élémentaire. Ces résultats originaux, obtenus sur un temps long contribuent à enrichir les connaissances sur les facteurs zootechniques d'influence afin d'orienter à terme, et si nécessaire, à la fois la sélection génétique et les pratiques d'élevage pour obtenir une composition du lait en accord avec les attentes des transformateurs et de consommateurs.

Affiche scientifique présentée aux Journées de l'A.F.P.F.  
« Quels bénéfices de l'élevage à l'herbe pour l'éleveur, l'animal,  
le consommateur et le territoire ? »,  
les 12 et 13 mars 2019

**Remerciements** : Les auteurs remercient le personnel du domaine expérimental du Pin-au-Haras ainsi que Marwa Elmi pour son travail sur ces données.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BOICHARD D., GOVIGNON-GION A., LARROQUE H., MAROTEAU C., PALHIÈRE I., TOSSER-KLOPP G., RUPP R., SANCHEZ M.P., BROCHARD M. (2014) : "Déterminisme génétique de la composition en acides gras et protéines du lait des ruminants", *PhénoFinlait : Phénotypage et génotypage pour la compréhension et la maîtrise de la composition fine du lait*, Brochard M., Boichard D., Brunschwig P., Peyraud J.L. (coord.), *INRA Prod. Anim.*, 27, 283-298.
- DELABY L., HORAN B., O'DONOVAN M. *et al.* (2010) : "Are high genetic merit cow compatible with low input grazing systems?", *Grassland in a changing world, Grassland Science in Europe*, 15, 928-930.
- DOUGUET M. (2013) : *Résultats de contrôle laitier des espèces bovine, caprine et ovine- France 2012*, compte rendu n°001372011, Institut de l'Élevage, 105 p.
- FERRAND-CALMELS M., PALHIÈRE I. *et al.* (2014) : "Prediction of fatty acid profiles in cow, ewe, and goat milk by mid-infrared spectrometry", *J. Dairy Sci.*, 97, 17-35.
- FONTANELLI R.S., SOLLENBERGER L.E., LITTEL R.C., STAPLES C.R. (2005) : "Performance of Lactating Dairy Cows Managed on Pasture-Based or in Freestall Barn-Feeding Systems", *J. Dairy Sci.*, 88, 1264-1276.
- GELÉ M., FERRAND M., MIRANDA G. *et al.* (2014a) : "Profils en acides gras et protéines du lait : détermination par spectrométrie moyen infrarouge, facteurs de variation et modèle de prévision en élevage", *Renc. Rech. Ruminants*, 21, 51-54.
- GELÉ M., MINERY S., ASTRUC J.M., BRUNSCHWIG P., FERRAND M., LAGRIFFOUL G., LARROQUE H., LEGARTO J., MARTIN P., MIRANDA G., PALHIÈRE I., TROSSAT P., BROCHARD M. (2014b) : "Phénotypage et génotypage à grande échelle de la composition fine des laits dans les filières bovine, ovine et caprine", *PhénoFinlait : Phénotypage et génotypage pour la compréhension et la maîtrise de la composition fine du lait*, Brochard M., Boichard D., Brunschwig P., Peyraud J.L. (coord.), *INRA Prod. Anim.*, 27, 255-268.
- GOVIGNON-GION A., MINÉRY S., WALD M. *et al.* (2015) : "Genetic parameters for milk calcium content predicted by MIR spectroscopy in three French dairy cattle breeds", *EAAP*, Septembre 2015, Varsovie, Pologne.
- HORAN B., DILLON P., FAVERDIN P., DELABY L., BUCKLEY F., RATH M. (2005) : "The Interaction of Strain of Holstein-Friesian Cows and Pasture-Based Feed Systems on Milk Yield, Body Weight, and Body Condition Score", *J. Dairy Sci.*, 88, 1231-1243.
- KOLVER E.S., MULLER L.D. (1998) : "Performance and Nutrient Intake of High Producing Holstein Cows Consuming Pasture or a Total Mixed Ration", *J. Dairy Sci.*, 81, 1403-1411.
- LEGARTO J., GELÉ M., FERLAY A., HURTAUD C., LAGRIFFOUL G., PALHIÈRE I., PEYRAUD J.L., ROUILLÉ B., BRUNSCHWIG P. (2014) : "Effets des conduites d'élevage sur la composition en acides gras du lait de vache, chèvre et brebis évaluée par spectrométrie au moyen infrarouge", *PhénoFinlait : Phénotypage et génotypage pour la compréhension et la maîtrise de la composition fine du lait*, Brochard M., Boichard D., Brunschwig P., Peyraud J.L. (coord.), *INRA Prod. Anim.*, 27, 269-282.
- PEYRAUD J.L., ROUILLÉ B., HURTAUD C., BRUNSCHWIG P. (2011) : *Les acides gras du lait de vache : composition et maîtrise par l'alimentation*, Institut de l'Élevage - UMT Riel - Inra - Cniel, Collection Synthèse, 36 p.
- SANCHEZ M.P., GOVIGNON-GION A., FERRAND M. *et al.* (2013) : "QTL affectant la composition fine du lait en protéines dans les trois races bovines Montbéliarde, Normande et Holstein", *Renc. Rech. Ruminants*, 20, 149-152.