

ÉVOLUTION DE LA PRODUCTION LAITIÈRE DE LA VACHE AU COURS DES DEUX PREMIERS MOIS DE LA LACTATION

I. — DESCRIPTION GRAPHIQUE DE L'ÉVOLUTION JOURNALIÈRE
DE LA QUANTITÉ DE LAIT SÉCRÉTÉE, DU TAUX BUTYREUX
ET DE LA QUANTITÉ DE MATIÈRES GRASSES SÉCRÉTÉE

C. DECAEN *, M. JOURNET * et M. POUTOUS **

avec la collaboration technique de Henriette CHAVANNE, B. MARQUIS et S. CALOMITI

* *Station de Recherches sur l'Élevage des Ruminants,
Centre de Recherches de Clermont-Ferrand, 63 - Saint-Genès-Champagnelle*

** *Laboratoire de Génétique quantitative et appliquée,
Centre national de Recherches zootechniques 78 - Jouy-en-Josas
Institut national de la Recherche agronomique*

RÉSUMÉ

A partir de résultats journaliers et individuels de production laitière, enregistrés sur des vaches de race *Pie Noire*, *Normande* ou *Pie Rouge*, conduites rationnellement dans 2 troupeaux, nous avons dressé graphiquement l'évolution journalière moyenne, au cours des deux premiers mois de lactation :

- de la quantité de lait produite (665 lactations) ;
- du taux butyreux et de la quantité de matières grasses produite (424 lactations).

Différents types d'expressions mathématiques ont été ajustés à ces courbes, une expression polynomiale a été retenue. Elle traduit avec précision les courbes d'évolution des quantités journalières de lait et de matières grasses, et du taux butyreux en fonction du stade de lactation.

Nous avons étudié l'influence du numéro de lactation sur les courbes d'évolution, et ainsi fourni des expressions mathématiques relatives à un numéro de lactation donné. Ces équations permettent d'estimer la production d'un jour x de lactation, connaissant celle d'un jour y , ceci dans le cadre des 2 premiers mois de lactation et pour des lots d'animaux.

INTRODUCTION

Les deux premiers mois de la lactation représentent une des phases les plus intéressantes du cycle de production de la vache laitière. Après le repos précédant la mise bas, la mise en activité de la glande mammaire soulève de nombreuses questions physiologiques. L'augmentation brutale des besoins nutritifs qu'elle provoque,

pose des problèmes nutritionnels, dont les solutions sont nécessaires à l'élaboration de plans de rationnement adaptés. De plus, les variations importantes de la composition de lait observées durant cette période sont intéressantes à connaître pour le technologiste. Enfin, certains paramètres de production, choisis au cours de la phase initiale de la lactation, pourraient servir de critères pour une sélection précoce des vaches laitières.

Or, malgré son intérêt, l'évolution de la production laitière au début de la lactation n'a fait l'objet que d'un nombre limité d'études descriptives précises. De nombreux auteurs, ne disposant que de résultats de contrôle laitier mensuel ou bimensuel ont étudié la courbe de lactation dans son ensemble mais n'ont pas pu décrire l'évolution importante, mais rapide du début (cf. DELAGE *et al.*, 1953 ; WAITE *et al.*, 1956 ; POLITIEK, 1957 ; cf. JOHANSSON et HANSSON, 1940 ; ROOK et CAMPLING, 1965). Certains, à partir de données journalières, se sont intéressés aux variations de paramètres des courbes de lactation en leur début, notamment la production maximum et la durée de la phase ascendante (TURNER *et al.*, 1923 ; DRAKELEY et WHITE, 1927 ; RAKES *et al.*, 1959 ; MAKELA, 1962 ; DECAEN et POUTOUS, 1965). Rares sont les études fournissant une description précise et continue des variations journalières de la production de lait (MAYMONE et MALOSSINI (1959) et (1961)) et de ses composants (JOURNET et JARRIGE, 1960). C'est la raison pour laquelle, à partir des données assez nombreuses recueillies chaque jour sur les vaches des troupeaux de la Station de Recherches sur l'Élevage des Ruminants, nous nous proposons, dans cette première partie, de décrire avec précision l'évolution journalière moyenne de la quantité de lait, du taux butyreux et de la quantité de matières grasses. Dans une deuxième et troisième partie, nous analyserons l'influence de certaines causes de variation (numéro de lactation, saison de vêlage, troupeau, race, facteurs liés à l'animal...) sur différents paramètres qui traduisent ces courbes d'évolution.

MATÉRIEL, ET MÉTHODES

Origine des données

Les données de production et de composition du lait ont été enregistrées, chaque jour, de 1952 à 1964, dans 2 troupeaux expérimentaux du Centre national de Recherches zootechniques (étables de Jouy et de la Minière) placés sous la direction de la Station de Recherches sur l'Élevage des Ruminants. A partir d'un dossier de plus de mille lactations et après avoir éliminé les données jugées anormales (maladies, accidents, sous-alimentation expérimentale...), nous avons retenu les résultats de 665 lactations pour le lait et 424 lactations pour le taux butyreux et la quantité de matières grasses.

De 1952 à 1961, les troupeaux étant en voie de constitution, le souci d'augmenter les effectifs, sans achats importants d'animaux, n'a pas permis une sélection sévère, la cause d'élimination étant rarement le niveau de production jugé insuffisant, mais le plus souvent l'état sanitaire ; c'est seulement en 1962 que la sélection a commencé. Les caractéristiques des animaux sont rapportées dans le tableau 1. Le troupeau de Jouy a toujours fait l'objet d'observations à caractère expérimental alors que celui de la Minière servait plutôt de réserve d'animaux ; à Jouy, le nombre de déterminations du taux butyreux est plus élevé et il y a moins de résultats de primipares. Les premières années, les vaches étaient environ pour moitié de race *Frisonne*, pour moitié de race *Normande*, la proportion des animaux de cette dernière race a diminué par la suite, surtout dans le troupeau de Jouy ; on peut également noter à la Minière la présence de quelques *Pie Rouge de l'Est*.

Les vaches, traitées deux fois par jour, ont été alimentées individuellement et selon leurs besoins théoriques. De novembre à avril, elles recevaient, à l'auge, une ration à base de foin, d'ensi-

age et de betteraves, complétée par un apport d'aliment concentré ajusté chaque semaine. De mai à octobre, elles pâturaient des prairies temporaires à base d'une seule graminée (Ray-Grass Dactyle, Fétuque des prés) ou d'une seule légumineuse (Luzerne) ; elles recevaient un complément (ensilage, drêches de brasserie ou aliment concentré) lorsque la prairie s'avérait insuffisante pour couvrir leurs besoins.

TABLEAU I

Répartition des données selon certains critères de classification

Variable	Quantité de lait		Taux butyreux et Quantité de matières grasses	
	Effectif	Fréquence relative	Effectif	Fréquence relative
Total	665		424	
Race :				
Frisonne	405	61	300	70
Normande	197	30	118	28
Diverses	63	9	6	2
Troupeau :				
Jouy	386	58	274	65
La Minière	279	42	150	35
Numéro de lactation :				
1	176	26	113	27
2	138	21	90	21
3	117	18	74	18
4	90	14	52	12
5	144	21	95	22
Saison de vêlage :				
Janvier-février	189	28	133	31
Mars-avril	159	24	76	18
Mai-juin	59	9	32	8
Juillet-août	11	2	1	—
Septembre-octobre	28	4	15	4
Novembre-décembre	219	33	166	39

Les plans de saillies prévoyaient le vêlage des primipares en novembre ou en décembre à l'âge de 30 à 36 mois et un écart moyen entre vêlage d'un an. Cependant ces plans n'ont pas toujours pu être suivis : plus de 80 p. 100 des mises bas ont eu lieu entre novembre et avril ; les vaches qui ont vêlé à l'automne étaient, en moyenne, plus jeunes que celles ayant mis bas en hiver ou au printemps.

Ces conditions d'élevage font que nos données sont inégalement réparties suivant certains critères de classification : troupeau, numéro de lactation, saison de vêlage, race... (tabl. 1) il sera nécessaire d'en tenir compte dans l'analyse de l'influence des facteurs de variation.

Recueil et exploitation des données

La production de lait a été mesurée, par pesée à 0,1 kg près, à chacune des 2 traites journalières et le taux butyreux déterminé par la méthode Gerber sur un échantillon individuel moyen représentatif des deux traites du jour ; la quantité de matières grasses produite a été estimée à partir de ces deux résultats.

Les moyennes arithmétiques journalières de chacune de ces 3 variables (quantité de lait, taux butyreux, quantité de matière grasse) ont été calculées jour par jour entre le 4^e et 63^e jour de la lactation. Cette évolution journalière moyenne de chacune des 3 variables, au cours des 2 premiers mois de lactation, a été représentée graphiquement (fig. 1 et 2).

Nous avons ensuite recherché l'expression mathématique susceptible de rendre compte le plus fidèlement possible de la variation de la production moyenne (Y) en fonction du stade de lactation (X), X étant le nombre de jours écoulés entre le vêlage (X = 1) et le jour de lactation considéré.

Deux types d'équations ont été essayés :

$$Y = a + \frac{b}{X^2} + \frac{c}{X} + dX + eX^2 \text{ (fonction polynomiale du 4^e degré). (1)}$$

$$Y = a + \frac{b}{X} + \frac{c \log X}{X} \text{ (fonction proposée par MAYMONE et MALLOSSINI, 1959) (2)}$$

La valeur des différents coefficients a été établie à partir des résultats d'une analyse de régression multiple. La précision de l'ajustement a été estimée par les coefficients r de régression multiple, l'ajustement étant d'autant plus précis que ce coefficient est plus proche de 1. L'équation (1) a été ajustée à la courbe moyenne prise entre les 4^e et 63^e jours, pour chacune des 3 variables. De plus, pour la quantité de lait, nous avons ajusté l'équation (2) à l'ensemble de la courbe et l'équation (1) séparément pour les portions comprises entre les 4^e et 31^e jours de lactation et entre les 31^e et 63^e jours de lactation ; pour la quantité de matière grasse nous avons appliqué l'équation (1) à 2 portions de courbe en deçà et au-delà du 15^e jour. Nous avons réalisé ces différents découpages et ajustements, d'une part pour voir si le fait de considérer séparément les phases ascendante et descendante des courbes améliorerait la précision de la traduction mathématique, d'autre part pour comparer nos résultats avec ceux de MAYMONE et MALLOSSINI (1959) et de JOURNET et JARRIGE (1960) qui ont travaillé sur des équations et sur des durées différentes.

Enfin, pour mettre en évidence l'influence du numéro de lactation et du troupeau, nous avons construit les courbes moyennes pour les vaches en 1^{re}, 2^e, 3^e et 4^e lactation d'une part, nous avons ajusté l'équation (1) à ces différentes courbes.

RÉSULTATS

I. — *Évolution moyenne de la quantité de lait, du taux butyreux et de la quantité de matières grasses*

Quantité de lait.

Sur la moyenne d'un ensemble de 665 lactations de vaches d'un niveau de production voisin de 4 000 kg environ par an, on observe l'évolution suivante (fig. 1) : de 16,3 kg au 5^e jour de la lactation la quantité de lait augmente très rapidement (380 g par jour environ) au cours des 2 premières semaines qui suivent le vêlage, puis plus lentement, pour atteindre un palier maximum de l'ordre de 20 kg au cours des 4^e et 5^e semaines de lactation. A partir de la fin de la 5^e semaine, elle diminue assez régulièrement de 66 g par jour, soit environ 10 p. 100 par mois.

Des différents découpages et ajustements réalisés (tabl. 2) nous avons retenu l'expression polynomiale du 4^e degré (1) étendue à l'ensemble des 2 premiers mois. En effet, quelles que soient les méthodes employées, l'ajustement est excellent (l'écart maximum entre la donnée observée et la donnée estimée est inférieur à 0,5 p. 100 soit environ 100 g). Il est logique de retenir l'expression (1), car elle traduit la courbe dans son ensemble, sa précision est légèrement supérieure à celle de l'expression (2) et son emploi ne faisant pas intervenir des logarithmes est plus facile. Cette expression

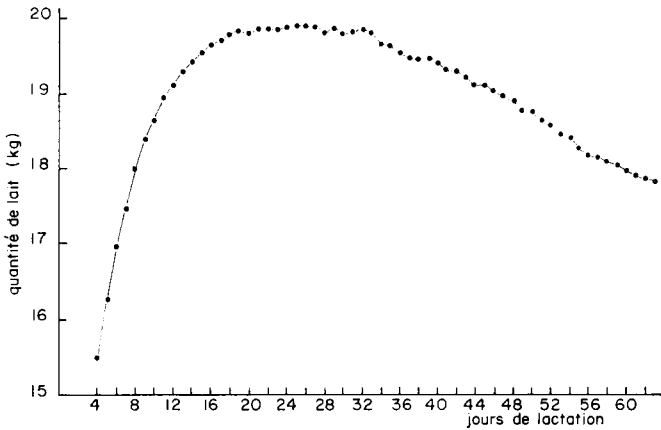


FIG. 1. — Évolution journalière de la quantité moyenne de lait produit au cours des 63 premiers jours de lactation (665 lactations)

TABEAU 2

Expressions mathématiques ajustées aux courbes d'évolution des quantités de lait et de matières grasses produites au cours des 2 premiers mois de lactation

Quantité de lait (L en kg)

Du 4^e au 30^e jour

$$(1 a) L = 23,19 + \frac{63,8}{X^2} - \frac{45,78}{X} - 0,052X - 0,0004X^2 \quad (r = 0,999)$$

$$(2 a) L = 20,58 - \frac{25,30}{X^2} - \frac{6,631}{X} \text{ Log } X \quad (r = 0,986)$$

Du 31^e au 63^e jour

$$(1 b) L = 4,75 - \frac{7\,252}{X^2} - \frac{574,3}{X} + 0,172X - 0,0013X^2 \quad (r = 0,997)$$

Du 4^e au 63^e jour

$$(1) L = 23,34 + \frac{67,6}{X^2} - \frac{47,28}{X} - 0,059X - 0,00035X^2 \quad (r = 0,997)$$

Quantité de matières grasses (M. G. en g).

Du 4^e au 15^e jour

$$M. G. = 1\,008,9 + \frac{3\,507}{X^2} - \frac{2\,044}{X} - 8,54X + 0,041X^2 \quad (r = 0,995)$$

Du 16^e au 63^e jour

$$M. G. = 1\,268 + \frac{35\,078}{X^2} - \frac{7\,381}{X} - 12,69X + 0,076X^2 \quad (r = 0,985)$$

Du 4^e au 63^e jour

$$M. G. = 924,9 + \frac{12\,155}{X^2} - \frac{1\,430}{X} + 4,97X + 0,0117X^2 \quad (r = 0,985)$$

peut d'ailleurs se mettre sous la forme suivante, en exprimant la quantité de lait (l) en pourcentage de la production au 5^e jour de lactation :

$$l = 143,17 + \frac{414,6}{X^2} - \frac{290,1}{X} - 0,361 X - 0,0021 X^2$$

Cette opération nous permet d'estimer la quantité de lait produite au cours d'un jour quelconque des 2 premiers mois de lactation, connaissant la quantité de lait produite le 5^e jour après la mise bas ou inversement.

Taux butyreux.

Sur une moyenne de 424 lactations, le taux butyreux, de 42,2 g/kg de lait au 5^e jour de lactation, diminue très rapidement au cours des 2 premières semaines (0,5 g/kg par jour), puis plus lentement pour atteindre une valeur minimale de 35,5 g/kg au cours de la 7^e semaine ; ensuite il augmente légèrement (fig. 2). L'expression polynomiale qui traduit cette évolution est :

$$TB = 37,53 - \frac{36,38}{X^2} + \frac{31,89}{X} - 0,110 X + 0,00126 X^2$$

La précision de cet ajustement est bonne ($r = 0,9852$), bien que les variations journalières du taux butyreux soient plus importantes que celle du lait.

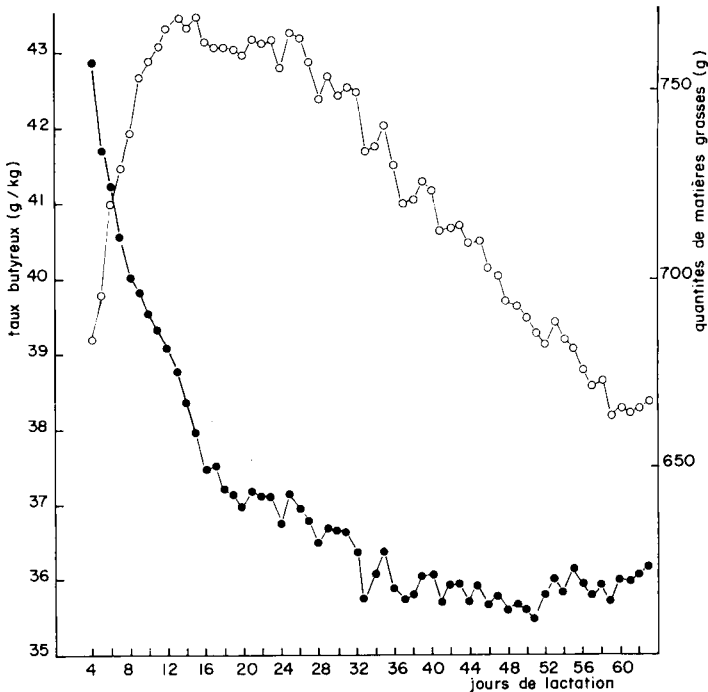


FIG. 2. — Évolution journalière du taux butyreux moyen et de la quantité moyenne de matières grasses produites au cours des 63 premiers jours de lactation (424 lactations)

Quantité de matières grasses.

Sur une moyenne de 424 lactations (fig. 2), la quantité de matières grasses, de 693 g au 5^e jour de lactation, augmente au cours des 13 premiers jours (environ 10 g par jour), atteint une valeur maximale de 770 g, puis elle se maintient sur un palier d'environ 765 g avant de diminuer au cours du 2^e mois, régulièrement de 12 p. 100 par mois. Cette évolution est traduite par les différentes expressions présentées au tableau 2. Là encore, pour les mêmes raisons que pour la quantité de lait, nous retiendrons l'expression polynomiale pour l'ensemble des 2 premiers mois. On peut également exprimer la quantité de matières grasses en pourcentage de la quantité de matières grasses produite le 5^e jour :

$$MG = 133,5 + \frac{311}{X^2} - \frac{206}{X} - 0,717X + 0,00717X^2$$

II. — *Influence du numéro de lactation et du troupeau* (fig. 3)

Nous rappelons que nos résultats sont biaisés, car il y a une répartition irrégulière des données par rapport à la race, au troupeau, au numéro de lactation et à la saison de vêlage ; ce n'est que dans les 2^e et 3^e parties de notre étude que nous essaierons d'en tenir compte. Il faut donc se souvenir de ce fait pour interpréter les résultats et les utiliser.

Numéro de lactation (tabl. 3, fig. 3).

Le numéro de lactation a une influence très nette sur l'évolution des quantités de lait et de matières grasses produites au cours des 2 premiers mois de lactation. Entre la 1^{re} et la 2^e lactation, on observe une augmentation de la production qui va en diminuant quand la lactation avance : de 5,3 kg au 5^e jour, elle est de 4,9 kg au 20^e, 4,2 kg au 30^e et 3,0 kg au 60^e. Après la 2^e lactation, la quantité de lait continue d'augmenter, jusqu'à la 4^e lactation, mais de manière beaucoup plus faible. De plus, la forme de la courbe en 1^{re} lactation est différente de celle des autres lactations : la quantité de lait y atteint sa valeur maximale plus tard (5^e au lieu de 3^e semaine) et diminue moins rapidement au cours du 2^e mois de lactation (8 p. 100 au lieu de 11 p. 100 par mois). Au cours des lactations successives d'ordre supérieur ou égal à 2, les courbes d'évolution du lait se déduisent pratiquement l'une de l'autre par translation. Cette différence d'évolution entre la première lactation et les autres est importante à connaître quand, disposant de la production à une date donnée, on veut estimer la production à une autre date.

La quantité de matières grasses produite augmente très nettement entre la 1^{re} et la 2^e lactation : de 260 g (soit + 54 p. 100) au 5^e jour, la différence passe à 300 g (+ 52 p. 100) au 12^e jour, puis diminuant par la suite, atteint 250 g au 30^e jour (+ 43 p. 100) et seulement 139 g (+ 24 p. 100) au 60^e jour. Entre les 2, 3, et 4^e lactations, la quantité de matières grasses continue de croître légèrement, les courbes d'évolution se déduisant l'une de l'autre par translation ; la forme de la courbe est différente pour la première lactation : la croissance initiale (12 jours) est suivie d'un palier (légèrement croissant jusqu'au 30^e jour puis d'une phase de décroissance modérée — 5 p. 100 par mois), alors qu'au cours des lactations ultérieures, entre le 12^e et le 30^e jour, on observe une décroissance modérée (— 5 p. 100 en 20 jours), qui s'accroît

par la suite (— 13 p. 100 par mois). Le numéro de lactation a un effet peu marqué sur l'évolution du taux butyreux, notons toutefois qu'en première lactation le taux butyreux atteint sa valeur minimale plus tôt (4^e au lieu de 6 ou 7^e semaine) et que sa valeur minimale est plus faible à la 4^e lactation.

TABLEAU 3

Expressions polynomiales traduisant l'évolution journalière de la quantité de lait, du taux butyreux et de la quantité de matières grasses, au cours des 2 premiers mois de chacune des 4 premières lactations
(L_i , TB_i , MG_i paramètres de la lactation d'ordre i ,
 n_i = effectif correspondant, R coefficient de régression multiple)

Quantité de lait (kg)		
$L_1 = 17,98 + \frac{57,6}{X^2} - \frac{41,3}{X} - 0,015X - 0,0005X^2$		$n_1 = 176$ et $r = 0,993$
$L_2 = 24,83 + \frac{69,5}{X^2} - \frac{49,51}{X} - 0,106X - 0,00005X^2$		$n_2 = 138$ et $r = 0,988$
$L_3 = 26,54 + \frac{126,1}{X^2} - \frac{68,67}{X} - 0,119X + 0,00005X^2$		$n_3 = 117$ et $r = 0,974$
$L_4 = 27,39 + \frac{74,7}{X^2} - \frac{55,47}{X} - 0,114X + 0,0003X^2$		$n_4 = 90$ et $r = 0,978$
Taux butyreux (g/kg)		
$T. B._1 = 37,99 + \frac{12,7}{X^2} + \frac{13,12}{X} - 0,143X + 0,0018X^2$		$n_1 = 113$ et $r = 0,944$
$T. B._2 = 39,05 - \frac{50,7}{X^2} + \frac{29,62}{X} - 0,150X + 0,0017X^2$		$n_2 = 90$; et $r = 0,952$
$T. B._3 = 32,11 - \frac{262,2}{X^2} - \frac{105,65}{X} + 0,062X - 0,00014X^2$		$n_3 = 74$ et $r = 0,926$
$T. B._4 = 38,06 - \frac{26,5}{X^2} + \frac{16,63}{X} - 0,114X + 0,00097X^2$		$n_4 = 52$ et $r = 0,923$
Quantité de matières grasses (g)		
$M. G._1 = 709 + \frac{2484}{X^2} - \frac{1494}{X} - 3,21X + 0,0414X^2$		$n_1 = 113$ et $r = 0,913$
$M. G._2 = 987 + \frac{1151}{X^2} - \frac{1234}{X} - 6,59X + 0,0305X^2$		$n_2 = 90$ et $r = 0,969$
$M. G._3 = 936 + \frac{921}{X^2} - \frac{995}{X} - 3,57X - 0,0021X^2$		$n_3 = 74$ et $r = 0,941$
$M. G._4 = 1063 + \frac{2509}{X^2} - \frac{1685}{X} - 8,05X + 0,0453X^2$		$n_4 = 52$ et $r = 0,941$

Troupeau (fig. 3).

On observe des différences dans le niveau de production et l'évolution des quantités de lait et de matières grasses produites entre les troupeaux de Jouy et de la Minière. A Jouy, la quantité de lait, le taux butyreux et la quantité de matières grasses sont plus élevés ; dans cette étable, la quantité de lait atteint sa valeur maximale plus tard (4^e semaine au lieu de la 3^e) et diminue moins rapidement au cours du 2^e mois (10 p. 100 au lieu de 12 p. 100) ; la différence de quantité de lait observée entre les 2 troupeaux s'accroît au cours du premier mois de lactation et se maintient par la

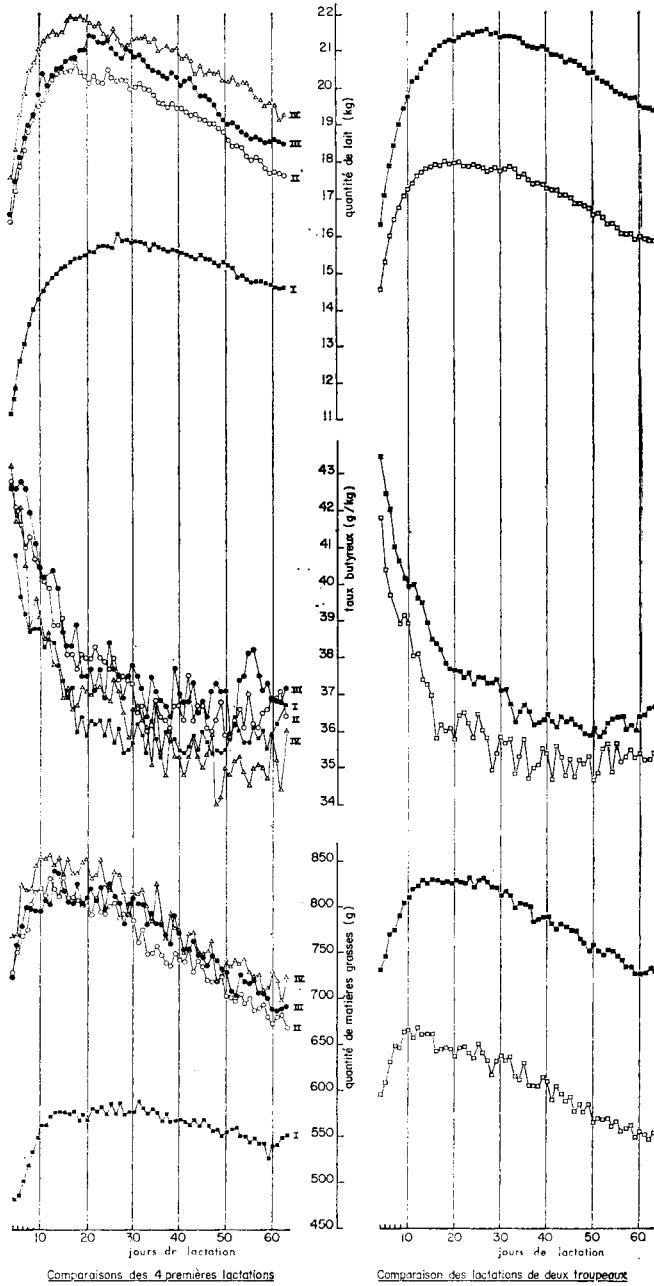


FIG. 3. — Courbes de lactation (lait, taux butyreux, matières grasses)
 Comparaison entre les lactations d'ordre I (■), 2 (○), 3 (●) et supérieur ou égal à 4 (△)
 Comparaison entre les lactations des vaches des troupeaux de Jouy (■) et de la Minière (□)

suite. A la Minière, le taux butyreux est plus faible, présente des variations journalières plus importantes et atteint sa valeur minimale un peu plus tôt (6^e semaine au lieu de 7^e). La quantité de matières grasses produite est nettement plus élevée (+ 20 à + 25 p. 100) à Jouy qu'à la Minière ; si dans chaque troupeau, elle atteint sa valeur maximale après 2 semaines de lactation, à la Minière elle commence à diminuer plus tôt (3^e semaine au lieu de 5^e) ; la différence absolue entre les 2 troupeaux se maintient sur la fin du 2^e mois de lactation.

DISCUSSION

Nos résultats confirment ceux des auteurs qui ont étudié l'évolution de la quantité de lait produite au cours de la phase ascendante de la lactation (TURNER *et al.*, 1923 ; DRAKELEY et WHITE, 1927 ; RAKES *et al.*, 1959 ; MAYMONE et MALOSSINI, 1959 et 1961 ; MAKELA, 1962 ; DECAEN et POUTOUS, 1965). Les courbes moyennes que nous présentons et les expressions mathématiques par lesquelles nous les traduisons sont très voisines de celles proposées par MAYMONE et MALOSSINI (1959) et par JOURNET et JARRIGE (1960) ; cependant, si l'on exprime la quantité de lait en pourcentage de la quantité maximum, on remarque que notre courbe commence par des valeurs relativement plus faibles et atteint son maximum plus tôt. Par ailleurs, nos résultats sont plus complets car ils portent sur 2 mois au lieu d'un et plus précis car l'effectif est plus nombreux. De plus, ayant considéré séparément les lactations d'ordre différent de 1 à 4, l'utilisation de ces courbes comme référence est plus efficace. La diminution du taux butyreux que nous observons au début de la lactation est un fait bien connu (WAITE *et al.*, 1956 ; POLITIEK, 1957 ; NICHOLSON *et al.*, 1958 ; JARRIGE et JOURNET, 1959 ; ROOK, 1961 ; SENFT et RAPPEN, 1964 ; ROOK et CAMPLING, 1965) mais peu d'études en avaient donné une description journalière (JOURNET et JARRIGE, 1960). Comme ces derniers auteurs, nous mettons en évidence l'augmentation de courte durée de la quantité journalière de matières grasses produite au cours des premières semaines de la lactation.

L'accroissement de la production de lait et de matières grasses que nous observons en début de lactation, simultané à celui des productions de lactose et de protéines rapporté par JOURNET et JARRIGE (1960), illustre une croissance de l'activité sécrétrice mammaire, qui se poursuit au moins pendant 15 jours. Il est intéressant de rapprocher ces observations assez grossières sur vaches de phénomènes physiologiques observés le plus souvent sur des animaux de laboratoire : le nombre de cellules sécrétrices mammaires augmenterait durant la dernière phase de la gestation et juste après la parturition (MUNFORD, 1964 ; DENAMUR, 1969), mais le développement de la lactation serait soumis à des mécanismes de régulation métabolique qui limiteraient l'activité sécrétrice mammaire avant la mise bas et dans les premiers jours de la lactation (BALDWIN, 1969).

Ainsi, la quantité de matières grasses produite étant maximum deux semaines après le vêlage, la vache exporte son maximum d'énergie très tôt après la mise bas. Or l'appétit de la vache laitière est minimum au moment de la mise bas, augmentant lentement au cours des 3 à 5 premiers mois de la lactation (GRAVES *et al.*, 1938 ; JARRIGE, 1958 ; HUTTON, 1963 ; JOURNET). Il en résulte que les vaches sont souvent

sous-alimentées au cours du premier mois de la lactation et qu'il est difficile d'éviter ce déséquilibre énergétique. Cette sous-alimentation a des répercussions sur le métabolisme et sur la production et la composition du lait. Nous avons d'ailleurs montré que parallèlement à la diminution du taux butyreux que nous observons au cours des deux premiers mois de lactation, les proportions d'acides gras longs (stéarique et surtout oléique) dans les matières grasses du lait diminuent (DECAEN et ADDA, 1966) et que cette évolution semble liée, pour une grande part, à la mobilisation des réserves corporelles (DECAEN et JOURNET, 1967). D'un point de vue pratique, il serait intéressant de savoir si par un rationnement mieux adapté, il est possible de réduire, sinon de supprimer, la sous-alimentation après le vêlage et de voir alors ce que deviendrait l'évolution de la sécrétion lactée.

TABLEAU 4

Estimation des quantités journalières de lait produites aux 10^e, 20^e, 30^e, et 50^e jours de lactation, connaissant la quantité du 5^e jour (X en kg)

	Numéro du jour de lactation			
	10	20	30	60
1 ^{re} lactation.....	X + 2,3	X + 3,6	X + 3,8	X + 2,7
2 ^e lactation	X + 2,3	X + 3,1	X + 2,8	X + 0,2
3 ^e lactation	X + 2,5	X + 3,8	X + 3,3	X + 1,4
4 ^e lactation	X + 2,7	X + 3,9	X + 3,7	X + 1,8

Cependant le but essentiel de cette étude était d'obtenir une courbe d'évolution moyenne des quantités de lait et de matières grasses produites au cours des deux premiers mois de la lactation et d'en donner une expression mathématique fidèle et suffisamment simple pour être utilisée en pratique. Il est en effet intéressant d'estimer la production journalière d'une vache au cours des deux premiers mois de lactation, connaissant la production de l'un quelconque des jours de cette période. Pour établir un plan de rationnement prévisionnel, on peut, à partir des résultats des premiers jours après le vêlage (production du 5^e jour par exemple) estimer les productions journalières ultérieures et par là même les besoins nutritionnels de la vache. Pour mieux utiliser les 2 premiers résultats du contrôle laitier, recueillis à des stades de lactation très variables allant du 5^e au 60^e jour de la lactation, on peut envisager de les transformer en données de jours de lactation déterminés (5^e, 30^e ou 60^e jour, par exemple), la comparaison des performances des animaux en serait rendue plus aisée et plus efficace. Si on suppose que la forme des courbes de lactation est indépendante du niveau de production initial pour les premières lactations d'une part, et pour les lactations ultérieures d'autre part, on peut considérer que nos résultats rapportés au tableau 3 et sur la figure 3 fournissent une solution à ces problèmes

d'estimation ; d'après des observations que nous rapportons dans la deuxième partie de cette étude, il semble raisonnable, dans une première approche, de considérer l'hypothèse exposée ci-dessus, comme plausible, davantage pour les premières lactations que pour les autres. Au tableau 4, nous proposons un exemple d'utilisation de nos données : l'estimation des quantités de lait produites aux 10^e, 20^e, 30^e et 60^e jours de lactation, connaissant la quantité de lait produite au 5^e jour. Cependant cette méthode de prédiction des performances, appliquée à des individus, ne donnera que des estimations approchées, car elle est basée sur des courbes moyennes obtenues sur des lots d'animaux ; la précision des estimations serait améliorée si on travaillait sur des données individuelles. Toutefois, au stade des conseils donnés aux éleveurs, les courbes que nous proposons peuvent servir de référence pour, éventuellement, détecter certaines perturbations dans le déroulement du début de lactation des vaches de leur troupeau.

Reçu pour publication en mai 1970.

REMERCIEMENTS

Nous remercions le personnel de l'atelier mécanographique de la Station centrale de Génétique animale, qui a exécuté le traitement des données.

SUMMARY

MILK YIELD DEVELOPMENT IN THE COW DURING THE FIRST TWO MONTHS OF LACTATION

I. — GRAPHICAL DESCRIPTION OF THE DAILY MILK SECRETION, BUTTER FAT PERCENTAGE AND AMOUNT OF FAT SECRETED

Individual milk yield recordings were made every day on cows of the « *Pie Noire* », « *Normande* » and « *Pie Rouge* » breeds in two dairy herds belonging to the Cattle Husbandry Research Station of the C. N. R. Z. (National Center for Animal Husbandry Research).

Curves representing the change in daily mean values during the first two months of lactation were drawn in order to show :

- the amount of milk produced (665 lactations, fig. 1),
- the butterfat percentage and the amount of milk fat (424 lactations, fig. 2).

In order to explain these curves by mathematical expressions, we studied several formulae and finally chose a polynomial equation (table 2), which is the following for the amount of milk produced :

$$L = 23,34 + \frac{67,6}{X^2} - \frac{47,28}{X} - 0,0589 X - 0,000351 X^2$$

(L is the amount of milk produced (kg) on day X of lactation, X = 1, the day of calving and 4 < X < 63).

As the development of the performances during the first lactation is slower than during subsequent ones (maximum later, better persistence, fig. 3), we used this types of formulae for each of the first 4 lactations (table 3). By means of these equations, we were able to estimate the milk production on day X of lactation from that of another day, Y, in the case of a given lactation number, for groups of animals and during the first two months of lactation (table 4).

The differences between the milk production of the two herds increase during the first month of lactation and are maintained until the end of the second month of lactation.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BALDWIN R. L., 1969. Development of milk synthesis. *J. Dairy Sci.*, **52**, 729-736.
- DECAEN C., POUTOUS M., 1965. Phase ascendante de la courbe de lactation chez la vache laitière. *Ann. Zootech.*, **14**, 135-143.
- DECAEN C., ADDA J., 1966. Évolution de la sécrétion des acides gras des glycérides du lait de vache au cours de la lactation. *XVII^e Congrès Int. Laiterie*, Munich, A, 161-167.
- DECAEN C., JOURNET M., 1967. Évolution au début de la lactation de la sécrétion des principaux acides gras du lait et de la concentration en acides gras libres du sang chez la vache. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **7**, 131-143.
- DELAGE J., LEROY A.-M., POLY J., 1953. Une étude sur les courbes de lactation. *Ann. Zootech.*, **2**, 225-267.
- DENAMUR R., 1969. Les acides désoxyribonucléiques au cours de la lactogénèse. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **9**, 287-296.
- DRAKELEY T. S., WHITE M. K., 1937. The influence of the stage of lactation and the breeds of the cows on the yield and quality of milk. *J. Agric. Sci.*, **17**, 109.
- GRAVES R. R., DAWSON J. R., KOPLAND D. V., WATT A. L., VAN HORN A. G., 1938. Feeding dairy cows on alfalfa hay alone. *Tech. Bull. U. S. Dep. Agric.*, n° 610.
- HUTTON J. B., 1963. The effect of lactation on intake in the dairy cow. *Proc. N. Z. Soc. Anim. Prod.*, **23**, 39.
- JARRIGE R., 1958. Appétit et alimentation hivernale des vaches laitières. *Journées Production Animale C. E. T. A.*, janvier 1958 E. 101.
- JARRIGE R., JOURNET M., 1959. Influence des facteurs alimentaires et climatiques sur la teneur en matières grasses du lait. *Ann. Nutr. Alim.*, **13**, 233-278.
- JOHANSON I., HANSSON A., 1940. Causes of variation in milk and butter fat yield of dairy cows. *K. Landtbr. Akad. Handl. Stockholm*, **8**, 1, 127.
- JOURNET M., JARRIGE R., 1960. Évolution de la sécrétion des matières grasses, des matières azotées et du lactose au cours du premier mois de lactation. *Ann. Zootech.*, **9**, 133-155.
- JOURNET M., (Communication personnelle).
- MAKELA A., 1962. The lactation curve of the cow at the ascending phase. *Maataloust. Aikakaush.*, **34**, 173-186.
- MAYMONE B., MALOSSINI F., 1959. The rising phase of the lactation curve in dairy cows. *Tierz. Zürcht. Biol.*, **73**, 276-294.
- MAYMONE B., MALOSSINI F., 1961. La curva di lattazione della bufale *Alimentazione Animale*, **1**, 19-40.
- MUNFORD R. E., 1964. A review of anatomical and biochemical changes in the mammary gland with particular reference to quantitative methods of assessing mammary development. *Dairy Sci. Abstr.*, **26**, 293-304.
- NICHOLSON W. S., JR., THOMAS W. R., WILLIARD H. S., BROWN D. C., 1958. Effect of stage of lactation on the solid-milk components of individual *Holstein-Friesian* cows. *J. Dairy Sci.*, **41**, 232 (Abstr.).
- POLITIEK R. D., 1957. *De invloed van erfelijkheid en milieu op de semenstelling van de melk bij Frise koeien de praktische mogelijkheid van selectie op het eiwitgehalte*. Ter Verrijging van de graad van doctor in de Landbouwkunde Drukkeurig Folkertsma. Drachten p. 176.
- RAKES J. M., STALLCUP O. T. F., HORTON O. H., GIFFORD W., 1959. Maximum daily milk production as affected by certain factors. *Agric. Exp. Stat., Univ. Arkansas, Fayetteville Bull.*, **615**.
- ROOK J. A. F., 1961. Variation in the chemical composition of milk of the cows. Part. I. *Dairy Sci. Abstr.*, **23**, 251-308.
- ROOK J. A. F., CAMPLING R. C., 1965. Effect of stage and number of lactation on the yield and composition of cow's milk. *J. Dairy Res.*, **32**, 45-55.
- TURNER W., RAGSDALE A. C., BRODY S., 1923. How the advance of the period of lactation affects the milk flow. *J. Dairy Sci.*, **6**, 527-531.
- SENFT B., RAPPEN W., 1964. Unter suchung über die Zusammensetzung der kolostralmilch bei schwarzbunten kühlen. *Milchwissenschaft*, **19**, 577-583.
- WAITE R., WHITE J. C. D., ROBERTSON A., 1956. Variations in the chemical composition of milk with particular reference to the solid-not fat. I. The effect of stage of lactation, season of year and age of the cow. *J. Dairy Res.*, **1**, 65-81.