

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

II. — ANALYSE DE LA VARIATION DE LA QUANTITÉ DE LAIT

C. DECAEN,* S. CALOMITI** et M. POUTOUS**

avec la collaboration technique de Henriette CHAVANNE

* *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

Sur un échantillon de 969 lactations, dont les résultats journaliers de production laitière ont été recueillis sur deux troupeaux expérimentaux de Jouy-en-Josas entre 1951 et 1964, nous étudierons les variations de 8 paramètres définissant l'évolution journalière de la quantité de lait produite par une vache au cours des deux premiers mois de lactation, sous l'influence du numéro de lactation, de la saison de vêlage, de l'année de lactation, du troupeau, de la race et du facteur animal proprement dit.

Le numéro de lactation est le facteur le plus important : nous avons calculé les coefficients d'accroissement de la production journalière maximale au cours des lactations successives. La saison de vêlage agit également, non seulement par l'intermédiaire de l'alimentation, mais également, nous semble-t-il, directement sur l'organisme de l'animal. Les différences entre les deux troupeaux sont presque aussi importantes que les différences que nous observons entre les races *Normande* et *Frisonne*. Nous suggérons l'utilisation par l'éleveur de la production journalière au 5^e jour de lactation comme base de sélection et attirons l'attention sur le fait que les résultats de la 2^e lactation peuvent être moins représentatifs du potentiel de l'animal que ceux des autres lactations, notamment de la première.

Par ailleurs, nous proposons des formules de prédiction individuelle de la production journalière maximale et de la production au 60^e jour de lactation à partir des résultats précocement connus du 5^e jour.

INTRODUCTION

Dans la première partie de cette étude, nous avons donné une description de l'évolution journalière moyenne de la quantité de lait produite par la vache laitière au cours des deux premiers mois de la lactation (DECAEN, JOURNET, POUTOUS, 1970). Or, cette évolution varie en fonction des facteurs héréditaires ou de ceux liés au

milieu. De nombreux auteurs ont étudié les variations de la production maximale et de la durée de la phase ascendante avec l'âge (SANDERS, 1928 ; SIKKA, 1950 ; RAKES *et al*, 1959 ; BLAU, 1961 ; MAYMONE et MALOSSINI, 1961 ; SUCHANEK, 1962 ; DECAEN et POUTOUS, 1965), les niveaux d'alimentation avant et après vêlage (FLUX, 1950 ; FLUX et PATCHELL, 1955 ; JARRIGE et JOURNET, 1959 ; SWANSON et HINTON, 1962), la saison de vêlage (cf. revue de DECAEN et JOURNET, 1966), les facteurs héréditaires (RAKES *et al*, 1959 ; JOHANSON, 1961 ; DECAEN et POUTOUS, 1965). Dans cette deuxième partie de l'étude, nous nous proposons d'analyser les variations de 8 paramètres qui semblent définir au mieux la forme de la courbe de lactation durant les deux premiers mois de la lactation. Les causes de variation étudiées seront : le numéro de lactation, le troupeau, l'année et la saison de vêlage et le facteur animal proprement dit.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

Définition des symboles utilisés

a) Paramètres numériques.

Les quatre premiers paramètres, exprimés en kg, caractérisent des productions à certains stades de lactation, les 4 derniers étant plutôt des paramètres d'évolution, le jour de vêlage étant considéré comme le jour de lactation numéro 1.

1. P_1 , production initiale : moyenne journalière des quantités de lait produites au cours des 4, 5 et 6^e jours de la lactation, c'est-à-dire la production laitière juste à la fin de la période colostrale.

2. P_m , production journalière maximum : valeur la plus élevée observée des moyennes journalières mobiles des quantités de lait produites au cours de 3 jours consécutifs, la moyenne mobile du jour j étant la moyenne de production des jours $(j - 1)$, j et $(j + 1)$.

3. P'_m , production journalière maximum : valeur la plus élevée des moyennes journalières calculées sur les 7 jours des différentes semaines de lactation.

4. P_{60} , production au 60^e jour de lactation : moyenne journalière des quantités de lait produites les 59, 60 et 61^e jours de la lactation.

5. Δ , accroissement de la quantité de lait durant la phase ascendante de la courbe de lactation : $\Delta = P_m - P_1$.

6. D_m , durée de la phase ascendante : intervalle en jours entre le vêlage et le jour correspondant à la production maximum P_m .

7. p_1 , vitesse initiale d'accroissement de la quantité de lait : exprimée en g/jour, $p_1 = (P_{10} - P_1) \times 200$ (P_1 et P_{10} étant les quantités moyennes de lait produites aux 5 et 10^e jours de la lactation).

8. p_2 , vitesse de décroissance de la quantité de lait au cours du 2^e mois : exprimée en g/jour, $p_2 = (P_{40} - P_{60}) \times 50$ (P_{40} et P_{60} étant les quantités de lait produites aux 40 et 60^e jours de la lactation).

Les courbes de fréquence présentées à la figure 1, montrent des distributions nettement dissymétriques pour tous les paramètres qui ne représentent pas des quantités ; de ce fait, les résultats des tests statistiques les concernant doivent être interprétés avec prudence.

b) Facteurs de variation.

Les 969 lactations analysées dans ce rapport font partie du même dossier que celles de la première partie de l'étude (DECAEN, JOURNET, POUTOUS, 1970). Les données de base ont été recueillies de 1951 à 1964, dans les étables de Jouy et de la Minière sur les troupeaux expérimentaux de la Station de Recherches sur l'Élevage des Ruminants : les vaches traites deux fois par jour ont été alimentées individuellement selon les normes.

Nous disposons d'un programme d'analyse de variance, ne permettant qu'un maximum de 26 niveaux élémentaires de classification, nous avons dû diviser chaque facteur de variation en classes de la manière suivante :

E, étable : E₁, Jouy ; E₂, la Minière.

L, numéro de lactation : L₁ à L₄ correspondant aux vêlages d'ordre 1, 2, 3, 4 et plus.

S, saison de vêlage : S₁ à S₆ correspondant aux vêlages de 2 mois consécutifs (janvier-février, mars-avril, etc.).

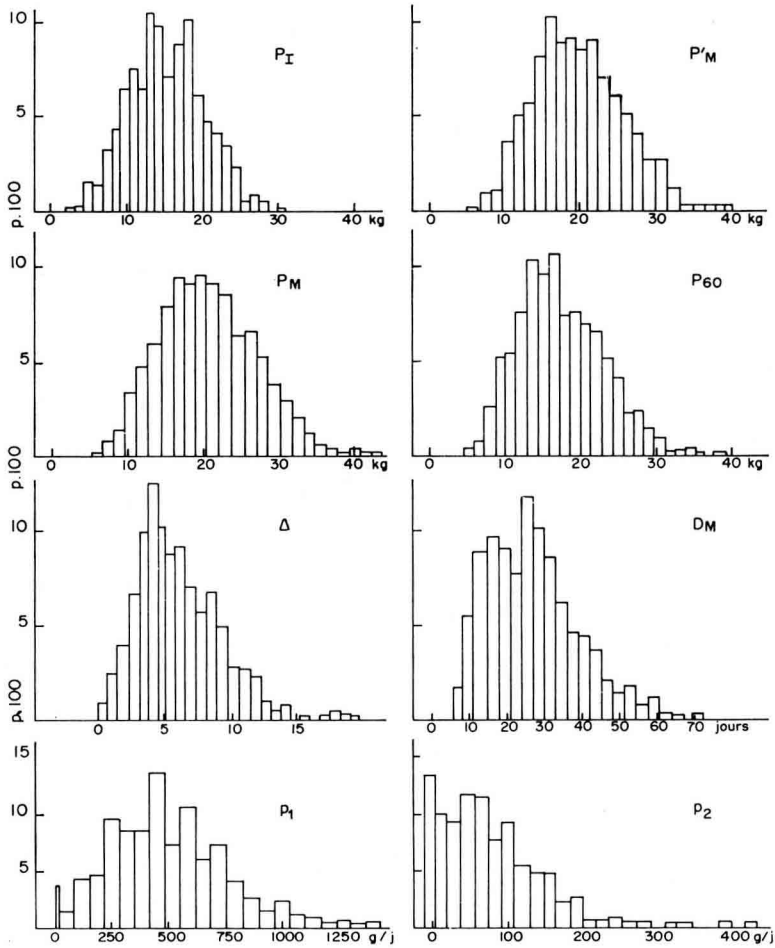


FIG. 1. — Histogrammes de fréquence des différents paramètres de la courbe de lactation

A, année de vêlage : A₅₅ à A₆₄, A₅₅ correspondant aux vêlages groupés de 1951 à 1955 (les effectifs par année étant faibles), A₅₆ correspondant aux vêlages de 1956, etc. L'année de vêlage débute en octobre, époque correspondant au début de la concentration des mises bas (surtout pour les primipares) et où commençait la distribution à l'étable des fourrages de la récolte précédente.

R, race des vaches : 1 : Française Frisonne Pie Noire, 2 : Normande ; nous n'avons pas retenu les quelques données de Pie Rouge de l'Est, vu les faibles effectifs.

La distribution des données par classes et sous-classes est très irrégulière (tabl. 1 et 2). Si la répartition par étables est globalement équilibrée, le troupeau de la Minière, plus tardivement constitué que celui de Jouy prend de plus en plus d'importance avec les années ; à la Minière, la moyenne d'âge est également plus faible. On remarque que lorsque le numéro de lactation aug-

TABLEAU I
Répartition des effectifs des animaux selon l'année de lactation, la saison de vêlage, le numéro de lactation et l'étable

| | A ₅₅ | A ₅₆ | A ₅₇ | A ₅₈ | A ₅₉ | A ₆₀ | A ₆₁ | A ₆₂ | A ₆₃ | A ₆₄ | S ₁ | S ₂ | S ₃ | S ₄ | S ₅ | S ₆ | L ₁ | L ₂ | L ₃ | L ₄ | E ₁ | E ₂ |
|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| E ₁ | 108 | 57 | 84 | 71 | 112 | 115 | 133 | 127 | 114 | 48 | 263 | 232 | 98 | 21 | 45 | 310 | 329 | 221 | 149 | 270 | 485 | 969 |
| E ₂ | 102 | 39 | 42 | 30 | 42 | 46 | 54 | 55 | 48 | 27 | 115 | 111 | 45 | 9 | 18 | 187 | 140 | 105 | 82 | 158 | 484 | |
| L ₁ | 6 | 18 | 42 | 41 | 70 | 69 | 79 | 72 | 66 | 21 | 148 | 121 | 53 | 12 | 27 | 123 | 189 | 116 | 67 | 112 | | |
| L ₂ | 36 | 26 | 36 | 25 | 34 | 29 | 44 | 30 | 42 | 27 | 79 | 50 | 21 | 5 | 19 | 155 | | | | | | |
| L ₃ | 25 | 10 | 26 | 22 | 26 | 30 | 16 | 33 | 21 | 12 | 65 | 48 | 25 | 9 | 10 | 64 | | | | | | |
| L ₄ | 17 | 7 | 9 | 13 | 26 | 20 | 22 | 12 | 17 | 6 | 49 | 38 | 10 | 3 | 7 | 42 | | | | | | |
| L ₅ | 30 | 14 | 13 | 11 | 26 | 36 | 51 | 52 | 34 | 3 | 70 | 97 | 42 | 4 | 8 | 49 | | | | | | |
| S ₁ | 23 | 13 | 17 | 34 | 41 | 28 | 37 | 35 | 35 | 0 | | | | | | | | | | | | |
| S ₂ | 44 | 12 | 20 | 16 | 30 | 30 | 28 | 28 | 24 | 0 | | | | | | | | | | | | |
| S ₃ | 15 | 10 | 16 | 3 | 8 | 11 | 13 | 15 | 7 | 0 | | | | | | | | | | | | |
| S ₄ | 3 | 3 | 9 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 2 | 0 | | | | | | | | | | | | |
| S ₅ | 4 | 1 | 3 | 4 | 6 | 4 | 7 | 8 | 2 | 9 | | | | | | | | | | | | |
| S ₆ | 19 | 18 | 19 | 14 | 27 | 40 | 46 | 41 | 44 | 42 | | | | | | | | | | | | |

A Année de lactation

55 de 1951 à 1955

56 1956

— —

64 1964

L Numéro de lactation

1 1

2 2

3 3

4 4

5 5

6 6

S Saison de vêlage

1 Janvier-février

2 Mars-avril

3 Mai-juin

4 Juillet-août

5 Septembre-octobre

6 Novembre-décembre

E Étable

1 Jouy

2 La Minière

TABEAU 2

Répartition des effectifs des animaux de races frisonne et normande selon la saison de vêlage (S), le numéro de lactation (L), l'étable (E) et la race (R)

| | S ₁ | S ₂ | S ₃ | S ₄ | S ₅ | S ₆ | L ₁ | L ₂ | L ₃ | L ₄ | E ₁ | E ₂ | R ₁ | R ₂ | Total |
|----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------|
| Total | 254 | 207 | 78 | 17 | 46 | 276 | 299 | 203 | 134 | 242 | 467 | 411 | 529 | 349 | 878 |
| R ₁ | 159 | 126 | 43 | 5 | 19 | 177 | 161 | 418 | 73 | 177 | 323 | 206 | | | |
| R ₂ | 95 | 81 | 35 | 12 | 27 | 99 | 138 | 85 | 61 | 65 | 144 | 205 | | | |

R₁ : Frisonne
R₂ : Normande

TABEAU 3

Caractéristiques statistiques de la distribution des 8 paramètres de l'évolution de la quantité de lait sécrétée au cours des 2 premiers mois de lactation (969 données)

| | P ₁ (kg) | P _m (kg) | P' _m (kg) | P ₆₀ (kg) | Δ (kg) | D _m (jour) | P ₁ (g/l) | P ₂ (g/l) |
|--|------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Moyenne | 15,4 | 21,0 | 19,8 | 17,1 | 5,6 | 27,1 | 485 | 76 |
| Écart-type | 4,9 | 6,1 | 5,8 | 5,6 | 2,7 | 12,1 | 271 | 72 |
| Coefficient de variation (p. 100) | 32 | 29 | 29 | 33 | 48 | 45 | 56 | 95 |
| Classe modale | 13,0-14,2 | 19,5-21,0 | 15,4-18,4 | 15,7-17,1 | 3,6-4,3 | 25-27 | 418-485 | 0-40 |
| Médiane | 14,5 | 19,9 | 18,7 | 15,8 | 4,9 | 24,4 | 423 | 53 |

mente, les effectifs diminuent, fait résultant d'une réforme prématurée due à des causes accidentelles ; les premières lactations sont plus nombreuses (34 p. 100) que dans les troupeaux français en moyenne (20-25 p. 100). Les vêlages de novembre à avril représentent 83 p. 100 du total, l'objectif de concentrer les mises bas, et plus particulièrement celles des primipares d'octobre à décembre étant de mieux en mieux atteint au cours des années, surtout dans le troupeau de Jouy. Par rapport à l'ensemble, les effectifs de *Frissonnes* sont plus importants (60 p. 100 du total) que ceux des *Normandes*, ils représentent la plus grande part des lactations d'ordre égal ou supérieur à 4 (73 p. 100) et de celles du troupeau de Jouy (70 p. 100).

Techniques d'étude

Après avoir établi les principales caractéristiques statistiques des distributions des 8 paramètres (tabl. 3), nous avons calculé les coefficients de corrélation entre ces paramètres, puis testé l'influence des facteurs de variation. Le calcul global des coefficients de corrélation des paramètres pris 2 à 2 (tabl. 4) a permis de fournir des méthodes d'estimation de P_m et P_{60} à partir de P_1 (tabl. 5)

Ensuite, la signification statistique de l'influence des facteurs de variation et de leurs interactions globales a été testée et les valeurs des effets ont été estimées pour chaque niveau. L'inégalité de répartition des données nous a obligé à utiliser une méthode d'analyse de variance par les moindres carrés ; cette technique a le grand avantage de fournir l'estimation des effets de nature additive de chacun des facteurs concernés, en éliminant l'interférence des autres facteurs étudiés simultanément ; elle permet donc d'interpréter nos données malgré leur répartition irrégulière. Désirant étudier 5 facteurs, nous ne disposions que d'un programme, sur ordinateur IBM 1 620, qui n'autorisait qu'un nombre maximum de 4 facteurs de classification ; nous avons donc effectué deux analyses distinctes, l'une avec les facteurs race, troupeau, numéro de lactation et saison de vêlage, l'autre avec les facteurs numéro de lactation, saison et année de vêlage, troupeau. Bien que portant sur des effectifs différents, les estimations des effets des facteurs étudiés en commun (troupeau, numéro de lactation, saison de vêlage) étaient voisines dans chacune des analyses, nous avons en conséquence rapporté une combinaison des deux séries de résultats dans un seul tableau (tabl. 6) afin d'en faciliter l'exposé.

Enfin les coefficients de répétabilité ont été calculés par une décomposition de la variance suivant un modèle hiérarchique (animal — lactations) pour différentes combinaisons de numéros de lactation (tabl. 8).

RÉSULTATS

Relations entre les différents paramètres (tabl. 4).

Les deux paramètres qui traduisent la production maximale journalière (P_m et P'_m) sont extrêmement liés ($r = + 0,995$), ce qui montre que la courbe de lactation se présente autour de son maximum de manière très repérable, nous ne parlerons plus de P_m dans l'exposé des résultats.

TABLEAU 4

Coefficients de corrélation entre les différents paramètres
(969 données)

| | P_1 | P_m | P'_m | P_{60} | Δ | D_m | P_1 |
|----------------|---------|-------|--------|----------|----------|---------|-------|
| P_m | 0,904 | | | | | | |
| P'_m | 0,905 | 0,995 | | | | | |
| P_{60} | 0,809 | 0,974 | 0,980 | | | | |
| Δ | 0,222 | 0,616 | 0,604 | 0,675 | | | |
| D_m | — 0,115 | 0,129 | 0,128 | 0,286 | 0,442 | | |
| P_1 | 0,060 | 0,308 | 0,309 | 0,314 | 0,595 | 0,045 | |
| P | 0,316 | 0,292 | 0,286 | 0,079 | 0,084 | — 0,146 | 0,046 |

Les paramètres de production P_I , P_m et P_{60} dépendent très étroitement les uns des autres. L'accroissement de la quantité de lait Δ varie dans le même sens que P_m et P_{60} ; il est essentiellement fonction de la vitesse d'accroissement P_1 et de la durée de la phase ascendante D_m . Les valeurs des autres coefficients de corrélation sont peu différentes de zéro, ce qui signifie que les paramètres intéressés, pris deux par deux, varient statistiquement indépendamment; cette remarque est valable particulièrement pour P_I , P_1 , D_m et Δ .

Étant donné la liaison linéaire existant entre P_I , P_m et P_{60} , nous avons calculé des équations de prédiction d'une part de P_m à partir de P_I , d'autre part de P_{60} à partir de P_I ou P_{60} , séparément pour les lactations d'ordre 1 et celles d'ordre supérieur ou égal à 2 (les intervalles de confiance (I) et les coefficients de corrélation (r) chiffrent la précision des estimations) :

1^{res} lactations (329 données)

$$P_m = 1,059 P_I + 4,547; \quad I = 1,96 \sqrt{0,0153 + 0,00134 (P_I - 11,2)^2}$$

$$r = 0,84$$

$$P_{60} = 0,922 P_m - 1,418; \quad I = 1,96 \sqrt{0,0058 + 0,00032 (P_m - 16,4)^2}$$

$$r = 0,94$$

$$P_{60} = 0,926 P_I + 3,305; \quad I = 1,96 \sqrt{0,0220 + 0,00192 (P_I - 11,2)^2}$$

$$r = 0,76$$

Lactations d'ordre supérieur ou égal à 2 (640 données)

$$P_m = 1,299 P_I + 2,560; \quad I = 1,96 \sqrt{0,0082 + 0,00054 (P_I - 16,0)^2}$$

$$r = 0,91$$

$$P_{60} = 0,938 P_m - 4,665; \quad I = 1,96 \sqrt{0,0091 + 0,00030 (P_m - 23,4)^2}$$

$$r = 0,94$$

$$P_{60} = 1,134 P_I - 0,909; \quad I = 1,96 \sqrt{0,0166 + 0,00110 (P_I - 16,0)^2}$$

$$r = 0,81$$

Ces résultats confirment que la forme de la courbe de lactation est différente pour les primipares : la quantité de lait diminue moins rapidement après le maximum. Le niveau de production initial P_I conditionne moins étroitement la forme de la courbe de lactation des primipares. Si on peut supposer, avec un faible risque d'erreur que, chez les primipares, lorsque le niveau de production initial varie, les courbes se déduisent les unes des autres par translation, on doit reconnaître que pour les lactations d'ordre supérieur ou égal à 2, il n'en est pas de même (la convergence de la courbe augmentant avec le numéro de lactation). Dans les 2 cas, néanmoins, il est possible de prévoir, avec une précision de 2 à 4 p. 100, P_m à partir de P_I et P_{60} à partir de P_I , ou de préférence P_m . Ces méthodes d'estimation s'appliquent à des valeurs individuelles ce qui constitue un gros avantage sur celles proposées dans la première partie de cette étude (DECAEN, JOURNET, POUTOUS, 1970) qui n'étaient utilisables que pour des moyennes de lots d'animaux. Pour une utilisation pratique, nous avons rapporté au tableau 5 les valeurs prédites de P_m à partir de P_I et de P_{60} à partir de P_I et P_m , avec leur intervalle de confiance.

Analyse des variations

Tests statistiques (tabl. 6).

Chacun des 5 facteurs de variation considérés a une influence hautement significative sur les paramètres de production P_1 , P_m , P_{60} et Δ ; s'ils agissent de façon additive sur P_1 et P_m (interaction globale non significative), il n'en est pas de même sur P_{60} et Δ . Étant donné la répartition non normale de D_m , p_1 et p_2 , les tests qui les concernent doivent être interprétés avec prudence : tous les facteurs, sauf la saison de vêlage, ont une influence significative sur D_m , alors que p_1 ne varie qu'avec la race et le troupeau et p_2 qu'avec le numéro de lactation.

TABLEAU 5

Estimation, pour les lactations d'ordre 1 d'une part et pour les lactations d'ordre supérieur ou égal à 2, premièrement de la production maximum P_m et de la production au 60^e jour P_{60} à partir de la production au 5^e jour pour P_1 , deuxièmement de la production au 60^e jour à partir de la production maximale

| Lactation d'ordre 1 | | | | |
|---------------------|-----------------|--------------------|----------------|--------------------|
| P_1 donné | P_m estimé | P_{60} estimé | P_m donné | P_{60} estimé |
| 8 | 13,02 ± 0,33 | 10,74 ± 0,39 | 13 | 10,57 ± 0,19 |
| 9 | 14,08 ± 0,29 | 11,67 ± 0,35 | 14 | 11,49 ± 0,17 |
| 10 | 15,14 ± 0,25 | 12,60 ± 0,31 | 15 | 12,41 ± 0,16 |
| 11 | 16,20 ± 0,24 | 13,52 ± 0,29 | 16 | 13,33 ± 0,15 |
| 12 | 17,26 ± 0,25 | 14,45 ± 0,30 | 17 | 14,26 ± 0,15 |
| 13 | 18,31 ± 0,27 | 15,38 ± 0,33 | 18 | 15,19 ± 0,16 |
| 14 | 19,37 ± 0,31 | 16,31 ± 0,38 | 19 | 16,10 ± 0,17 |
| 15 | 20,43 ± 0,36 | 17,24 ± 0,44 | 20 | 17,02 ± 0,20 |

| Lactation d'ordre supérieur ou égal à 2 | | | | |
|---|-----------------|--------------------|----------------|--------------------|
| P_5 donné | P_m estimé | P_{60} estimé | P_m donné | P_{60} estimé |
| 12 | 18,15 ± 0,25 | 12,70 ± 0,36 | 18 | 12,22 ± 0,26 |
| 13 | 19,44 ± 0,22 | 13,83 ± 0,32 | 19 | 13,16 ± 0,24 |
| 14 | 20,75 ± 0,20 | 14,97 ± 0,29 | 20 | 14,10 ± 0,22 |
| 15 | 22,05 ± 0,18 | 16,10 ± 0,26 | 21 | 15,03 ± 0,20 |
| 16 | 23,34 ± 0,18 | 17,24 ± 0,25 | 22 | 15,97 ± 0,19 |
| 17 | 24,64 ± 0,18 | 18,37 ± 0,26 | 23 | 16,91 ± 0,19 |
| 18 | 25,94 ± 0,20 | 19,50 ± 0,28 | 24 | 17,85 ± 0,19 |
| 19 | 27,24 ± 0,22 | 20,64 ± 0,32 | 25 | 18,79 ± 0,20 |
| 20 | 28,54 ± 0,25 | 21,77 ± 0,36 | 26 | 19,72 ± 0,21 |
| 21 | 29,84 ± 0,29 | 22,91 ± 0,41 | 27 | 20,66 ± 0,22 |
| | | | 28 | 21,60 ± 0,24 |
| | | | 30 | 23,48 ± 0,29 |

Valeurs estimées des effets.

Pour chaque facteur, les valeurs estimées des effets correspondant aux différents niveaux de classification se rangent dans un même ordre, tout au moins en ce qui concerne les paramètres de production. Ceci confirme la liaison statistique de ces paramètres, fait mis en évidence par le calcul des coefficients de corrélation.

Avec le numéro de lactation, tous les paramètres sauf p_1 varient ; la quantité de lait produite augmente, surtout entre les première et deuxième lactations. Au cours de la première lactation, la production journalière croît plus longtemps, puis diminue moins rapidement, de sorte que les différences par rapport aux lactations ultérieures

TABLEAU 6

Effets des facteurs : numéro de lactation, saison de vêlage, année de lactation, troupeau, race estimés par la méthode des moindres carrés, appliquée dans deux analyses de variance à 4 voies

| | Effectif | P_1 (kg) | P_m (kg) | P'_m (kg) | P_{60} (kg) | Δ (kg) | D_m (jours) | p_1 (g/l) | p_2 (g/l) |
|---------------------|----------|---------------|---------------|----------------|------------------|------------------|------------------|----------------|----------------|
| Numéro de lactation | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ∅ | ** |
| 1 | 329 | 11,12 | 16,16 | 15,14 | 13,23 | 5,04 | 30,3 | 463 | 58 |
| 2 | 221 | 15,94 | 20,80 | 19,54 | 16,11 | 4,86 | 21,9 | 471 | 86 |
| 3 | 149 | 17,11 | 22,37 | 21,08 | 17,58 | 5,26 | 24,5 | 438 | 102 |
| 4 | 270 | 18,26 | 24,12 | 22,69 | 19,32 | 5,86 | 25,0 | 511 | 97 |
| Saison de vêlage | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ∅ | ∅ | ∅ |
| S_1 | 263 | 16,44 | 22,18 | 20,97 | 18,25 | 5,74 | 26,9 | 483 | 79 |
| S_2 | 232 | 16,48 | 22,61 | 21,20 | 18,26 | 6,13 | 27,1 | 502 | 86 |
| S_3 | 98 | 16,42 | 21,46 | 20,00 | 16,81 | 5,04 | 24,1 | 415 | 86 |
| S_4 | 21 | 14,40 | 18,76 | 17,61 | 13,88 | 4,36 | 24,7 | 479 | 106 |
| S_5 | 45 | 14,36 | 19,20 | 18,11 | 15,07 | 4,84 | 23,2 | 465 | 89 |
| S_6 | 310 | 15,56 | 20,76 | 19,32 | 17,01 | 5,40 | 26,6 | 481 | 78 |
| Année de lactation | | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ∅ | ∅ |
| 1952-55 | 108 | 14,83 | 19,23 | 17,88 | 14,36 | 4,40 | 19,9 | 477 | 82 |
| 56 | 57 | 15,53 | 20,26 | 18,95 | 15,78 | 4,73 | 24,1 | 465 | 92 |
| 57 | 84 | 15,77 | 20,58 | 19,38 | 16,26 | 4,81 | 23,8 | 461 | 86 |
| 58 | 71 | 15,12 | 20,54 | 19,34 | 16,23 | 5,42 | 27,8 | 459 | 88 |
| 59 | 112 | 14,57 | 19,47 | 18,32 | 15,07 | 4,90 | 25,0 | 504 | 88 |
| 60 | 115 | 14,98 | 19,99 | 18,76 | 15,83 | 5,01 | 25,2 | 447 | 84 |
| 61 | 133 | 14,91 | 19,80 | 18,70 | 15,69 | 4,89 | 25,4 | 444 | 84 |
| 62 | 127 | 16,00 | 21,72 | 20,41 | 17,63 | 5,72 | 28,8 | 463 | 78 |
| 63 | 114 | 16,76 | 23,74 | 22,44 | 19,44 | 6,98 | 28,1 | 528 | 91 |
| 64 | 48 | 17,62 | 23,30 | 22,02 | 19,29 | 5,68 | 26,1 | 445 | 85 |
| Troupeau | | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ∅ |
| Jouy | 467 | 16,42 | 22,05 | 20,80 | 17,76 | 5,63 | 26,3 | 504 | 85 |
| La Minière | 411 | 14,83 | 19,06 | 18,06 | 14,84 | 4,23 | 23,9 | 399 | 85 |
| Race | | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ∅ |
| 1 F.F.P.N. | 529 | 16,89 | 22,86 | 21,47 | 18,50 | 5,97 | 27,6 | 493 | 88 |
| 3 Normande | 349 | 14,37 | 19,06 | 17,37 | 14,10 | 4,09 | 22,6 | 410 | 82 |
| Interactions | — | ∅ | ∅ | ∅ | ** | ** | ∅ | ∅ | ** |

sont plus faibles pour P_{60} que pour P_1 . En deuxième lactation, on remarque que la quantité de lait augmente moins que pour les autres lactations et pendant une plus courte durée. Par ailleurs, pour un même numéro de lactation, en particulier le numéro un, nous avons obtenu des coefficients de corrélation positifs, mais peu élevés ($r \simeq 0,2$) entre l'âge au vêlage et les paramètres de production P_1 , P_m , P_{60} .

Bien que la précision des effets estimés pour les mois de juillet à octobre soit médiocre à cause des maigres effectifs, on peut avancer que la saison de vêlage la plus favorable pour les paramètres de production de début de lactation (P_1 , P_m , P_{60} et Δ) s'étend de janvier à avril, et la plus défavorable de juillet à septembre. En effet, après les mises bas d'hiver et de début de printemps, non seulement les productions initiales P_1 , mais aussi l'accroissement de production Δ présentent des valeurs supérieures à celles observées après les vêlages d'été. De même la persistance, estimée par $(P_{60} - P_1)$ est nettement plus élevée en hiver (+ 1,8 kg) qu'en été (60,5 kg). Les périodes de mai-juin d'une part et de septembre à décembre d'autre part, qui donnent des résultats intermédiaires, apparaissent comme des saisons de transition. Par ailleurs, quoique l'influence de la saison de vêlage ne soit pas statistiquement significative sur D_m , p_1 et p_2 , on peut remarquer que la durée de la phase ascendante D_m est maximale pour les vêlages de mai à octobre, que la vitesse initiale d'accroissement de la production p_1 est minimale après ceux de mai-juin alors que la vitesse de décroissance p_2 est maximale après les mises bas de juillet-août.

Entre 1955 et 1963, la durée de la phase ascendante a augmenté systématiquement, passant de 20 à 28 jours (tabl. 6). De 1955 à 1961, les valeurs P_1 , P_m et P_{60} ont varié de manière irrégulière et avec une faible amplitude ; cependant en 1962 et 1963, P_1 et surtout P_m et P_{60} , s'élèvent très nettement. Au cours de cette décennie l'accroissement initial de production Δ augmente passant de 4,4 kg en 1955 à 4,9 kg en 1961 et à 7,0 kg en 1963, alors que simultanément la différence $(P_{60} - P_1)$, qu'on peut considérer comme un indice de persistance, présente une évolution analogue : - 0,5 kg en 1955, + 0,8 kg en 1961, 2,7 kg en 1963. Ces valeurs estimées ayant été obtenues par une analyse n'incluant pas le facteur race, un certain biais peut exister vu que la proportion de vaches de race *Frisonne Pie Noire* a augmenté entre 1955 et 1964.

Les facteurs race et troupeau ont une action tout à fait analogue sur la courbe de lactation. Les vaches de Jouy présentent non seulement un niveau de production initiale supérieur à celui des animaux de la Minière, mais également des valeurs plus élevées pour l'accroissement de production Δ , la durée de la phase ascendante D_m

TABLEAU 7

Amplitude de la variation (en p. 100) causée par différents facteurs de production

| | P_1 | P_m | P_{60} | Δ |
|------------------------------|-------|-------|----------|----------|
| Numéro de lactation | 46 | 38 | 37 | 20 |
| Saison de vêlage | 14 | 18 | 26 | 36 |
| Année de lactation | 18 | 22 | 30 | 49 |
| Troupeau | 14 | 18 | 24 | 30 |
| Race | 16 | 21 | 27 | 35 |

et la persistance ($P_{60} - P_1$). On observe les mêmes différences entre les deux races étudiées, avec un net avantage pour les *Frisonnes Pies Noires* sur les *Normandes*. Il est intéressant de remarquer que la différence des productions maxima entre les deux troupeaux (3 kg) est égale à 68 p. 100 de la même différence entre les deux races (4,4 kg).

Globalement, dans le cas de nos données, le numéro de lactation est le facteur de variation le plus important pour les paramètres de production, surtout pour la production initiale P_1 , les autres facteurs ayant des effets moindres mais d'amplitude comparable entre eux (tabl. 7).

Coefficients de répétabilité

Les paramètres d'évolution Δ , D_m , p_1 et p_2 sont très peu stables d'une lactation à l'autre, pour un animal donné ; au contraire les paramètres de production P_1 , P_m , et P_{60} sont plus répétables (tabl. 8). Ces derniers se classent d'après leurs coefficients de répétabilité en ordre inverse de l'état d'avancement de la lactation (P_1 , puis P_m et enfin P_{60}).

On doit remarquer que les coefficients de répétabilité sont plus élevés lorsqu'ils sont calculés sur des échantillons ne comprenant pas de résultats de deuxième lactation. Ainsi, d'après nos données, la première lactation d'un animal serait plus représentative que la deuxième de son potentiel de production.

TABLEAU 8

Coefficient de répétabilité des différents paramètres

| Mode d'échantillonnage | Effectif | P_1 | P_m | P'_m | P_{60} | Δ | D_m | p_1 | p_2 |
|--|----------|-------|-------|--------|----------|----------|-------|-------|-------|
| Ensemble des lactations | 969 | 0,473 | 0,407 | 0,401 | 0,293 | 0,077 | 0,066 | 0,012 | 0,077 |
| Lactations d'ordre 1 et 2 de vaches ayant vêlé deux fois | 416 | 0,469 | 0,357 | 0,354 | 0,191 | 0,192 | 0,005 | 0,002 | 0,134 |
| Lactations d'ordre 1 et 2 de vaches ayant vêlé 3 fois | 248 | 0,475 | 0,370 | 0,369 | 0,206 | 0,187 | 0,004 | 0,021 | 0,054 |
| Lactations d'ordre 1 et 3 de vaches ayant vêlé 3 fois | 248 | 0,631 | 0,555 | 0,552 | 0,395 | 0,055 | 0,045 | 0,007 | 0,212 |
| Lactations d'ordre 2 et 3 de vaches ayant vêlé 3 fois | 248 | 0,105 | 0,106 | 0,110 | 0,084 | 0,044 | 0,021 | 0,009 | 0,037 |
| Lactations d'ordre 1, 2 et 3 de vaches ayant vêlé 3 fois | 372 | 0,462 | 0,389 | 0,389 | 0,249 | 0,101 | 0,022 | 0,008 | 0,125 |

De l'ensemble de ces résultats, il semble que l'on puisse tirer la conclusion générale suivante : les variations des paramètres de production et plus particulièrement P_I , seraient surtout d'origine intrinsèque alors que celles des paramètres d'évolution et plus spécialement Δ , seraient d'origine extrinsèque.

DISCUSSION

Remarques générales

Nos données présentent certaines caractéristiques qui peuvent limiter la portée des conclusions auxquelles nous aboutissons. Tout d'abord, leur répartition irrégulière diminue la précision des estimées statistiques. De plus, c'est dans des troupeaux expérimentaux bien suivis, situés dans une même région que nos données ont été recueillies ; de ce fait, nos conclusions ne sont directement applicables que pour des vaches entretenues dans des conditions semblables d'élevage et de climat, qui correspondent en général à celles de bons troupeaux de la région parisienne ; cette restriction se justifie surtout dans le cas de l'influence de la saison de vêlage, influence variable d'une année et d'une région à l'autre.

En revanche, la qualité du recueil des données peut être considérée comme excellente (contrôles quotidiens effectués dans une station expérimentale). Par ailleurs, l'absence de sélection ou tout au moins sa faible importance, permet une analyse correcte de certaines causes de variation, principalement le numéro de lactation ; en effet, les vaches ayant réalisé un nombre élevé de lactations n'avaient pas un

TABLEAU 9

Production initiale P_I et production maximale P_m enregistrées selon le numéro de lactation et le nombre de lactations successives réalisées par la vache

| Nombre de lactations réalisées | Effectif (vaches) | Numéro de lactation | | | | | | |
|--------------------------------|-------------------|---------------------|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 7 | 8 | 11,9 16,8 | 15,5 20,8 | 18,2 24,1 | 18,3 24,4 | 17,6 23,5 | 17,3 23,6 | 17,6 23,6 |
| 6 | 19 | 11,8 16,8 | 16,8 21,4 | 18,3 23,8 | 19,2 24,4 | 19,5 25,9 | 19,4 26,2 | P_I P_m |
| 5 | 25 | 11,7 17,2 | 15,8 21,2 | 17,4 23,2 | 18,5 24,5 | 19,0 26,1 | P_I P_m | |
| 4 | 23 | 12,1 16,9 | 16,5 21,9 | 17,5 23,5 | 18,8 24,7 | P_I P_m | | |
| 3 | 47 | 10,8 15,4 | 15,6 20,4 | 17,7 23,2 | P_I P_m | | | |
| 2 | 82 | 11,3 16,7 | 16,8 22,0 | P_I P_m | | | | |

potentiel intrinsèque de production nettement supérieur aux autres (tabl. 9). Enfin, la méthode d'analyse de variance utilisée permet d'étudier l'influence d'un facteur indépendamment des autres : par exemple du numéro de lactation compte tenu du retard progressif dans la saison des vêlages des vaches les plus âgées.

Globalement, nous pensons que les avantages l'emportent largement sur les inconvénients et que les résultats et les conclusions que nous en tirons peuvent avoir un champ d'application important, sous réserve d'adaptations régionales.

Facteurs de variation de la production

Numéro de lactation.

Ce facteur est celui dont l'action est la plus importante. Dans le tableau 10, en parallèle avec les résultats d'autres auteurs, nous rapportons les coefficients d'accroissement de la production journalière maximum, au cours des 4 premières lactations, obtenus après correction des données pour l'influence des facteurs troupeau, saison et année de vêlage. Ces coefficients, assez voisins de ceux proposés par BLAU (1961), SUCHANEK (1962) et certains d'entre nous (DECAEN et POUTOUS, 1965) sont plus élevés que ceux de SANDERS (1928), SIKKA (1950), RAKES *et al.* (1959). Ces différences tiennent peut être, en ce qui concerne nos données, à un certain effet de la sélection, à un premier vêlage plus précoce, à des différences de race ou de conditions d'élevage. Des valeurs encore plus élevées seraient obtenues à partir des données brutes, non corrigées (tabl. 11).

TABLEAU 10

Influence du numéro de lactation sur la production journalière maximale

| Numéro de lactation | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
|---------------------|---------------|-------------|---------------------------|-------|------------|----------------|--------------------------|---------------|
| 1 | 118,2 | 123,7 | 115,4 | 118,6 | 125,7 | 131,5 | 128,5 | 129 |
| 3 | 130,7 | 134,2 | 120,7 | 123,3 | 139,0 | 145,0 | 142,8 | 138 |
| 4 | 138,8 | 139,3 | 131,2 | 132,9 | 135,0 | 147,3 | | 149 |
| Auteurs | SANDERS, 1928 | SIKKA, 1950 | RAKES, <i>et al.</i> 1959 | | BLAU, 1961 | SUCHANEK, 1962 | DECAEN. et POUTOUS, 1965 | Nos résultats |

Comme MAYMONE et MALOSSINI (1959 et 1961), VAN BRANDEN (1959), RAKES *et al.* (1959), SUCHANEK (1962), MAKELA (1963), DECAEN et POUTOUS (1965), nous mettons en évidence une durée de la phase ascendante plus courte en deuxième lactation. Nous confirmons également que les primipares présentent une meilleure persistance (JOHANSSON et HANSSON, 1940).

Troupeau.

Nos résultats mettent en évidence des différences systématiques importantes entre les deux troupeaux de Jouy et de la Minière. Compte tenu de la façon dont le cheptel a été constitué, il paraît peu vraisemblable que la totalité de ces différences

ait une origine génétique. A notre avis, l'écart d'origine génétique est, au maximum, égal à l'écart entre les productions initiales P_1 , c'est-à-dire 1,6 kg en moyenne ; or la différence pour les productions maxima P_m et les productions au 60^e jour est de 3,0 kg. Il reste donc une très importante part de la différence due à des facteurs du milieu. Étant donné que la direction technique générale des deux troupeaux était assurée par les mêmes personnes, certaines conditions de conduite du troupeau (habitat, qualité des soins et surtout de la traite) paraissent avoir joué le rôle le plus important. On peut penser que l'augmentation que nous observons au cours des années successives, du niveau de production et plus particulièrement de l'accroissement initial de production Δ , résulte également de l'amélioration des conditions de conduite du troupeau.

TABLEAU II

Influence du numéro de lactation sur la production maximale (données brutes)

| Nombre de lactations successives | Effectif | 1 | 2 | 3 | ≥ 4 |
|----------------------------------|----------|-----|-----|-----|----------|
| 2 | 83 | 100 | 132 | — | — |
| 3 | 47 | 100 | 132 | 151 | — |
| 4 | 23 | 100 | 130 | 139 | 146 |
| 5 | 25 | 100 | 123 | 134 | 150 |
| 6 | 19 | 100 | 127 | 141 | 152 |

Dans la pratique, les différences entre troupeaux seraient encore plus grandes, par suite d'une hétérogénéité bien plus élevée des conditions d'alimentation. La part des facteurs non génétiques dans les variations de production laitière entre les troupeaux serait en général au moins de 80 p. 100 (BOYAZOGLU, POLY et POUTOUS, 1964) ; rappelons à ce sujet que BRUMBY (1961) estime que, dans les conditions relativement homogènes d'élevage laitier en Nouvelle Zélande 50 p. 100 des différences entre troupeaux laitiers sont d'origine non génétique, la traite étant alors un des facteurs les plus importants d'hétérogénéité (SCOTT et PHILLIPS, 1959). Bien qu'elle soit d'origine complexe et difficile à analyser, la ressemblance entre les animaux d'un même troupeau est une réalité dont il faut tenir compte pour définir les méthodes de sélection ou d'élevage et pour interpréter les données recueillies dans des stations expérimentales, où il est difficile de standardiser, même dans ce cas, les conditions de milieu.

Saison de vêlage.

La quantité de lait produite durant les deux premiers mois de la lactation varie avec la saison de vêlage. La saison la plus défavorable est juillet-août, la plus favorable mars-avril. Ce phénomène, observé par de nombreux auteurs (en particulier WAITE, WHITE et ROBERTSON, 1956 ; DECAEN et JOURNET, 1966 ; SPIKE et FREEMAN, 1967) est très souvent expliqué par des variations dans l'alimentation qui est, en général, bonne au printemps au moment de la mise à l'herbe, et médiocre en été. Cependant, une telle explication ne semble pas entièrement satisfaisante dans notre cas, l'alimentation ayant été ajustée aux besoins des animaux en toute saison. De

plus, nos résultats montrent que les variations saisonnières de la production initiale P_1 , paramètre qui dépend plutôt des facteurs intrinsèques, sont plus grandes que celles de l'accroissement initial de production Δ qui est plus sensible, quant à lui, à l'action des facteurs extrinsèques. Ainsi nous pensons que la saison n'agit pas uniquement par l'intermédiaire de l'alimentation, mais pourrait avoir une action directe sur l'organisme de l'animal. Il ne semble pas que les températures estivales, en région parisienne, atteignent des maxima suffisamment élevés pour provoquer un effet dépressif aussi marqué sur la production laitière que celui que nous observons. Il se pourrait alors que le facteur le plus important soit les variations de la durée du jour ; en effet, la saison la plus favorable correspond à la période de croissance de la durée du jour (hiver, printemps), la plus défavorable à la période de décroissance (été surtout, automne) ; le rendement du sens de variation de la durée du jour au solstice d'été semblerait avoir un effet dépressif particulièrement marqué. Chez les animaux domestiques et, en particulier chez les Ruminants, il a été montré que la durée du jour intervient dans la régulation de l'activité hypophysaire (revue d'ORVATANT, MAULÉON et THIBAUT, 1964) ; de plus, certaines activités cellulaires mammaires semblent influencées par le rythme nyctéméral, tout au moins chez la Souris (revue de DENAMUR, 1969). Mais aucune expérience n'a mis en évidence une relation entre la durée d'éclairément et la production laitière.

Utilisation pratique des résultats

Nos résultats, obtenus sur des animaux nourris avec soin, notamment avant la mise-bas, fournissent des valeurs estimées de manière objective pour les différents niveaux de facteurs étudiés ; ils offrent ainsi des bases de comparaison, sous la réserve précédemment faite d'adaptations régionales. Ils montrent également l'importance des facteurs extrinsèques (et en particulier de la conduite du troupeau), facteurs dont l'éleveur est en partie maître.

Nous fournissons une méthode d'estimation assez précise pour prédire, à partir de la production du 5^e jour, la production maximale et la production à 60 jours. Par ce moyen, l'on pourra établir plus facilement un plan de rationnement prévisionnel pour le début de la lactation, technique importante dont la réussite conditionne non seulement un bon départ en lactation, mais un bon déroulement de l'ensemble du cycle de production, notamment chez les vaches fortes productrices (FLUX et PATCHELL, 1954 ; JOURNET). Si cette méthode de prédiction est en progrès sur celle proposée dans la première partie de cette étude (DECAEN, JOURNET, POUTOUS, 1970), elle ne représente cependant qu'un des moyens d'approche possibles ; il serait utile de reprendre ce problème de manière plus approfondie pour rechercher la meilleure formule de prédiction. Comme base de sélection, la production initiale P_1 est, parmi les paramètres de production étudiés, le plus intéressant. En effet, il est le plus répétable, le plus facile à estimer (moyenne de 4, 5 et 6^e jours de lactation) et celui connu le plus tôt (environ 3 semaines avant P_m) ; il est même meilleur, de ce point de vue, que la production journalière maximale P_m que certains d'entre nous avaient précédemment proposée comme critère de choix (DECAEN et POUTOUS, 1965). Rappelons que P_m , étroitement lié à P_1 , permet une bonne estimation de la production totale par lactation (BLAU, 1961 ; BRANTON et MILLER, 1959 ; DECAEN

et POUTOUS, 1965 ; LENNON et MIXNER, 1958 ; RAKES *et al.*, 1959 ; MAYMONE et MALOSSINI, 1959 ; SIKKA, 1960). Toutefois il ne peut s'agir dans les conditions actuelles que d'une sélection par l'éleveur, l'organisation actuelle du contrôle laitier ne permettant pas de mesurer la production à intervalle fixe après le vêlage.

Par ailleurs, pour juger un animal, il n'apparaît pas opportun d'attendre les résultats de la deuxième lactation qui sont, dans le cas de notre échantillon, beaucoup moins représentatifs de la valeur de l'individu que ceux de la première ou troisième lactation. L'attente des performances en deuxième lactation accroît l'intervalle entre générations et diminue donc les progrès génétiques annuels attendus.

Reçu pour publication en mai 1970.

SUMMARY

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

II. — ANALYSIS OF THE VARIATION IN THE QUANTITY OF MILK

The present study is based upon the daily milk production values from 969 lactations of cows belonging to the experimental dairy herd of the C. N. R. Z. (National Center Animal Husbandry Research) ; the characteristics of these data are given in tables 1 and 2.

The variations of 8 parameters which accurately define the daily mean production curve during the two first months of lactation were analyzed (table 3). Using statistical methods (regression analysis, 4 way variance analysis hierarchical, variance analysis), we studied :

- 1° the relationships between the different parameters (table 4),
- 2° the effects of variation factors such as lactation number, calving season, lactation year, herd and breed (table 6),
- 3° repeatability of the parameters from one lactation to another (table 8).

Some formula are proposed in order to forecast maximum production P_{max} and production on the 60th day of lactation P_{60} from the production on the 5th day (of lactation) P_1 (table 5). Transformation coefficients of the maximum production during successive lactations were calculated (table 10).

Our results show the importance of environmental factors for the performances of cows at the beginning of lactation ; the influence of factors such as season and herd, are discussed.

We suggest that cattle breeders use the 5th day production as a selection criterion and we recommend them not to estimate the production rate of an animal on the basis of the 2nd lactation values.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BLAU G., Untersuchungen über den verlauf der Laktations Kurve. I. Einfluss der anfangsleitung und des Laktations Alters auf die form der Laktations Kurve und der Laktationsertrag. *Züchtungskunde*, **33**, 161-177.
- BOYAZOGLU J.-C., POLY J., POUTOUS M., 1964. Aspects quantitatifs de la production laitière de brebis. III. Estimation des différences d'origine génétique et non génétique entre troupeaux. *Ann. Zootech.*, **13**, 289-297.
- BRANTON C., MILLER G. D., 1959. Some hereditary and environmental aspects of persistency of milk yield of *Holstein-Friesians* in Louisiana. *54th ann. meet. Amer. Dairy Sci. Ass. Univ. Illinois*. Urbana, P. 44.
- BRUMBY P. J., 1961. Causes of differences in production between dairy herds. *Anim. Prod.*, **3**, 277-294.

- DECAEN C., JOURNET M., 1966. Influence saisonnière sur la production et la composition du lait. *Ann. Zootech.*, **15**, 259-277.
- DECAEN C., JOURNET M., POUTOUS M., 1970. Evolution de la production laitière de la vache au cours des deux premiers mois de 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. *Ann. Zootech.*, **19**, 191-204.
- DECAEN C., POUTOUS M., 1965. Phase ascendante de la courbe de lactation chez la vache laitière. *Ann. Zootech.*, **14**, 135-143.
- DENAMUR R., 1969. Les acides désoxyribonucléiques au cours de la lactogénèse. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **9**, 287-296.
- FLUX D. S., 1950. The effect of under nutrition before calving on the quantity and composition of milk produced by two-year-old heifers. *J. Agric. Sci.*, **40**, 177-184.
- FLUX D. S., et PATCHELL M. R., 1954. The effect of undernutrition after calving on the quantity and composition of the milk produced by dairy cattle. *J. Agric. Sci.*, **45**, 246-253.
- JARRIGE R., JOURNET M., 1959. Influence des facteurs alimentaires et climatiques sur la teneur en matières grasses du lait. *Ann. Nutr. Alim.*, **13**, A 233-278.
- JOHANSSON I. HANSSON A., 1940. Causes of variation in milk and butterfat yield of dairy cows. *K. Landtbr. Akad. Haudl.*, Stockholm, **6**, 1-127.
- JOHANSSON I., 1961. *Genetic aspects of dairy cattle breeding*. Oliver and Boyd. Ltd. Edinburgh, 259 p.
- JOURNET M., (Communication personnelle.)
- MAKELA A., 1962. The lactation curve of the cow at the ascending phase, *Maataloust. Aikakausk.*, **34**, 173-186.
- MAYMONE B., MALOSSINI F., 1959. The rising phase of the lactation curve in dairy cows. *Z. Tierz. Zücht. Biol.*, **73**, 276-294.
- MAYMONE B., MALOSSINI F., 1961. La curva di lattazione delle bufale. *Alimentazione animale.*, **1**, 19-40.
- LENNON H. D. J., MIXNER J. P., 1958. Relation of lactation production in dairy cows to maximum initial milk yield and persistency of lactation. *J. Dairy Sci.*, **41**, 969-976.
- ORTAVANT R., MAULÉON P., THIBAUT C., 1964. Photoperiodic control of gonadal and hypophyseal activity in domestic mammals. *Ann. New York Acad. Sci.*, **117**, 157-192.
- RAKES J. M., STALLCUP O. T., HORTON O. H., GIFFORD W., 1959. Maximum daily milk production as affected by certain factors. *Agr. Exp. Sta. Univ. Arkansas. Fayetevill. Res. Bull.*, **615**.
- SANDERS H. G., 1928. The variations in milk yields caused by season of the year, service, age and dry period, and their elimination. Part. III. *J. Agric. Sci.*, **18**, 46-67.
- SIKKA L. C., 1950. A study of lactation, as affected by heredity and environment *J. Dairy Sci.*, **17**, 231-252.
- SCOTT J. D. J., PHILLIPS D. S. M., 1959. Management factors associated with high and low producing herds. *Proc. Ruakura Fmr's Conf.*, 198.
- SPIKE P. W., FREEMAN A. E., 1967. Environmental influence on monthly variation in milk constituents. *J. Dairy Sci.*, **50**, 1897-1904.
- SUCHANEK B., 1962. Hodnocení a vyznam tvaru laktaclik krivek dojnic. *Zivočisna Vyroba*, **7**, 549-562.
- SWANSON E. W., HINTON S. A., 1962. Effects of adding concentrates to *ad libitum* roughage feeding on the dry period. *J. Dairy Sci.*, **44**, 48-54.
- VAN BRANDEN 1960. Observations sur les courbes de lactation du bétail laitier *Frison* du Haut Katanga. *Ann. Gembloux*, **66**, 218-234.
- WAITE R., WHITE J. D. C., ROBERTSON A., 1956. Variation in the chemical composition of milk. with particular reference to the solids not fat. *J. Dairy Res.*, **23**, 65-81.