



HAL
open science

APPÉTIT DE LA VACHE LAITIÈRE. I. VARIATIONS INDIVIDUELLES DES QUANTITÉS D'ALIMENTS INGÉRÉES

M. Journet, M. Poutous, S. Calomiti, Marie-Claire Engrand, J.-F. Cristofini,
Y. Manis, B. Marquis

► **To cite this version:**

M. Journet, M. Poutous, S. Calomiti, Marie-Claire Engrand, J.-F. Cristofini, et al.. APPÉTIT DE LA VACHE LAITIÈRE. I. VARIATIONS INDIVIDUELLES DES QUANTITÉS D'ALIMENTS INGÉRÉES. *Annales de zootechnie*, 1965, 14 (1), pp.5-38. hal-00886835

HAL Id: hal-00886835

<https://hal.science/hal-00886835>

Submitted on 11 May 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

APPÉTIT DE LA VACHE LAITIÈRE

I. VARIATIONS INDIVIDUELLES DES QUANTITÉS D'ALIMENTS INGÉRÉES

M. JOURNET, M. POUTOUS et S. CALOMITI

avec la collaboration technique de
Marie-Claire ENGRAND, J.-F. CRISTOFINI, Y. MANIS et B. MARQUIS

*Station de Recherches sur l'Élevage des Ruminants,
Station centrale de Génétique animale,
Centre national de Recherches zootechniques, Jouy-en-Josas (Seine-et-Oise)*

SOMMAIRE

De 1956 à 1961 l'appétit de 141 animaux (au total 242 lactations) a été mesuré par la quantité de matière sèche consommée au cours du 2^e mois de lactation (5^e à la 9^e semaine) et, en plus, de 1959 à 1961, par la quantité de matière organique indigestible (« ballast ») au cours de la même période de la lactation. Le régime était constitué de foin et d'ensilage distribués à volonté, de 20 kg de betteraves à 16-18 p. 100 de matière sèche et d'aliment concentré ajusté aux besoins des animaux. Nous avons analysé l'action des facteurs intrinsèques suivants : poids vif, niveau de production laitière, numéro de lactation. La méthode de calcul utilisée a permis de tenir compte des facteurs extrinsèques représentés par le numéro de l'étable (2) et le numéro de l'année de contrôle (6).

La quantité de matière sèche consommée varie dans le même sens que le poids vif, d'environ 1 kg de matière sèche par 100 kg de poids vif ; exprimée en p. 100 de ce poids, elle varie en sens inverse d'environ 0,3 kg

La quantité de matière sèche consommée varie dans le même sens que la quantité de lait produite, d'environ 280 g par kg de lait à 4 p. 100. Cette augmentation est due presque entièrement à l'aliment concentré ; la ration de fourrage n'augmente que de 30 g.

L'accroissement de la quantité de matière sèche consommée avec le numéro de lactation est dû à l'augmentation du poids vif et de la production de lait, à l'exception de la 2^e lactation pour laquelle l'appétit est intrinsèquement plus élevé.

Les consommations varient autant, ou plus, sous l'action des facteurs extrinsèques (numéro de l'étable et numéro de l'année) que sous l'action des facteurs intrinsèques étudiés ; pour la ration de fourrage notamment, les facteurs extrinsèques expliquent 36 p. 100 des variations de consommation de matière sèche contre 8 p. 100 pour les facteurs intrinsèques.

Les facteurs propres à chaque animal semblent avoir une action importante sur les consommations puisque l'ensemble des facteurs étudiés, intrinsèques et extrinsèques, n'explique, pour la ration totale, que 76 p. 100 des variations de consommation.

Les variations de consommation de matière sèche observées d'une année à une autre sont dues, en partie seulement, à la variation de la concentration énergétique des fourrages, du foin en particulier. En effet, les quantités de « ballast » consommées varient parallèlement aux quantités de matière sèche, alors qu'elles devraient rester constantes.

Les résultats de cette étude nous fournissent des valeurs de consommation de référence pour un régime mixte du type de celui utilisé ; ils nous permettent en outre de dégager un principe général pour le rationnement des vaches laitières, à savoir : le niveau de consommation de la ration de fourrages, lorsque ceux-ci sont distribués à volonté, est quasi indépendant du niveau de production laitière des animaux.

INTRODUCTION

Pour établir des plans de rationnement corrects, il faut connaître non seulement les besoins des animaux et la valeur nutritive des aliments, mais encore la quantité d'aliments consommée. Ce dernier aspect a été beaucoup moins étudié que les deux autres, bien qu'il présente un intérêt économique, les fourrages produits sur l'exploitation ayant le plus souvent un prix de revient moins élevé que les aliments concentrés. Il s'agit donc, de faire consommer aux animaux, et plus spécialement aux vaches laitières, les quantités maximum de fourrages (herbe, foin, ensilage...) tout en couvrant leur différents besoins.

La quantité d'aliments consommée par les ruminants dépend de facteurs extrinsèques : milieu de vie et alimentation (nature, qualité, mode de présentation et de distribution des aliments) et de facteurs intrinsèques : âge, format, type et niveau de production, état physiologique...

Les facteurs de variation de la quantité d'aliments consommés, liés à l'animal, sont essentiellement de nature physique, physiologique et génétique. L'attention a particulièrement été attirée sur la nature physique des mécanismes de variation de l'appétit du ruminant (BALCH et CAMPLING, 1962) selon lesquels la consommation d'aliment est limitée par le volume des cavités digestives. Celui-ci étant lié au poids vif, une liaison positive a été trouvée par de nombreux auteurs entre le poids vif et la quantité de matière sèche consommée. Des lois de variation ont été recherchées : chez le mouton, les variations individuelles d'appétit ont pu être réduites en exprimant les quantités de matière sèche consommées en pourcentage du poids vif, ou d'une puissance du poids vif (DONEFER et *al.*, 1960) ; chez les bovins (MATHER et RIMM, 1958; HOLMES et *al.*, 1961) et particulièrement chez la vache laitière, la liaison qui existe entre le poids vif des animaux et leur appétit est moins bien connue.

L'importance des facteurs physiologiques dans la régulation de l'appétit chez les ruminants est considérée comme relativement réduite. On a cependant montré que l'appétit de la vache laitière varie au cours de la lactation (HUTH, 1960; HUTTON, 1962) et avec le niveau de production laitière des animaux (KRUGER et MULLER, 1955) bien que ces variations puissent souvent être attribuées à un changement corrélatif de la concentration énergétique de la ration.

L'étude des facteurs génétiques de l'appétit n'a été effectuée que de façon très fragmentaire et avec peu d'animaux. La répétabilité des quantités d'aliments consommées fournit une première estimation de l'héritabilité de l'appétit (MATHER, 1959).

La quantité de matière sèche consommée a été proposée dès 1912 par KELLNER pour mesurer l'appétit des ruminants ; elle présente l'inconvénient de varier avec certaines caractéristiques des aliments et en particulier avec leur digestibilité. L'emploi de la matière organique indigestible ou « ballast » avait préalablement été préconisé par

LEHMAN (1907). Le choix entre la matière sèche et le ballast a suscité de nombreuses controverses (FISSMER, 1941; LEROY, 1952; MAKELA, 1956).

L'étude qui suit a été effectuée à partir de 242 données individuelles de consommation, correspondant chacune à la moyenne de 5 semaines de mesures journalières recueillies sur 6 années consécutives dans les 2 troupeaux de vaches laitières du C.N.R.Z., Elle a eu pour objet :

— d'étudier les variations individuelles de l'appétit mesuré par la quantité de matière sèche consommée, sous l'action de facteurs intrinsèques (ou liés à l'animal) : poids vif, quantité de lait produite, âge ou n° de lactation. Cependant, en raison de la méthode de recueil des données (dans 2 étables et sur 6 années entre lesquelles l'alimentation n'a pas été rigoureusement semblable), nous avons tout d'abord étudié l'action des 2 facteurs extrinsèques : étable et année, afin de déterminer leur importance et de définir des méthodes de calcul appropriées pour l'étude de l'action des facteurs intrinsèques pris en considération;

— de comparer l'emploi de la matière sèche et du « ballast » pour mesurer l'appétit et ses variations sous l'action des facteurs intrinsèques et extrinsèques.

MATÉRIEL ET TECHNIQUES

1° Principe

Les mesures d'appétit ont été effectuées avec une ration de composition identique au cours des 6 années et constituée de foin, d'ensilage, de betteraves et d'un aliment concentré. La nature et la qualité des aliments sont demeurées constantes la même année dans chaque troupeau mais leur qualité a varié, parfois de façon importante, d'une année à l'autre et d'un troupeau à l'autre. Les foins et les ensilages ont été distribués à volonté, les betteraves en quantité limitée (20 kg à 16-18 p. 100 de matière sèche). Les animaux ont été alimentés selon leurs besoins en énergie, en matières azotées et en minéraux par des apports appropriés d'aliments concentrés, complémentaires de la ration de foin, d'ensilage, et de betteraves.

Les variations individuelles d'appétit ont été étudiées en comparant les animaux au même stade de lactation. La période de référence choisie de 5 semaines (de la 5^e à la 9^e semaine de lactation) présente les caractéristiques suivantes (fig. 1) :

- a) le poids vif des animaux est relativement constant ;
- b) la production laitière a atteint son maximum et est légèrement décroissante.
- c) la quantité de matière sèche totale consommée qui croît rapidement au cours du premier mois de lactation s'est stabilisée ; cependant, celle des aliments grossiers (foin + ensilage + betteraves) continue d'augmenter.

2° Animaux

Les mesures ont été effectuées de 1956 à 1961 dans les deux stations expérimentales de Jouy et de la Minière, distantes de 8 km, sur 141 animaux suivis sur une ou plusieurs lactations consécutives, soit au total 242 lactations. La répartition des animaux par année et par station selon leur numéro de lactation figure dans le tableau 1.

3° Alimentation et mesures

Les animaux, entravés, en stabulation permanente de novembre à avril, ont été alimentés individuellement et les mesures des quantités consommées ont été effectuées chaque jour (à l'exception du dimanche), à chaque repas, par différence entre les quantités offertes et les quantités refusées de chaque aliment. Le foin et l'ensilage ont été distribués à volonté en 1 ou 2 fois par jour avec un pourcentage de refus d'environ 15 p. 100. La quantité de betteraves de type *Rod Otofte* limitée à 20 kg, a été distribuée en une seule fois. L'aliment concentré, ajusté chaque semaine pour chaque animal de façon à couvrir les besoins énergétiques, azotés et minéraux, a été distribué en 1 ou 2 fois selon la quantité.

La teneur en matière sèche des aliments aqueux, betteraves et ensilage, a été déterminée chaque jour et celle des foins 2 fois par semaine, à l'étuve à 80°. Pour obtenir la quantité de ballast

ingérée (de 1959 à 1961), la digestibilité des foins a été mesurée avec des moutons. Les périodes pré-expérimentales de mise en régime ont été de 15 jours, les périodes expérimentales de 10 jours et l'effectif des béliers utilisés a varié de 4 à 6. La teneur en matière organique indigestible ou « ballast » des aliments a été déterminée à partir des coefficients d'utilisation digestive ainsi obtenus pour les foins, et elle a été estimée à partir des tables hollandaises¹ pour les autres aliments. Il faut remarquer que les quantités de « ballast » ainsi obtenues ne sont pas rigoureusement exactes car on n'a pas tenu compte de la composition particulière des refus, et que l'estimation de la digestibilité de l'ensilage en particulier, à partir des teneurs en cellulose brute, est peu précise. Cette dernière erreur est cependant limitée car l'ensilage ne représente en matière sèche que 1/5 de la ration de base environ.

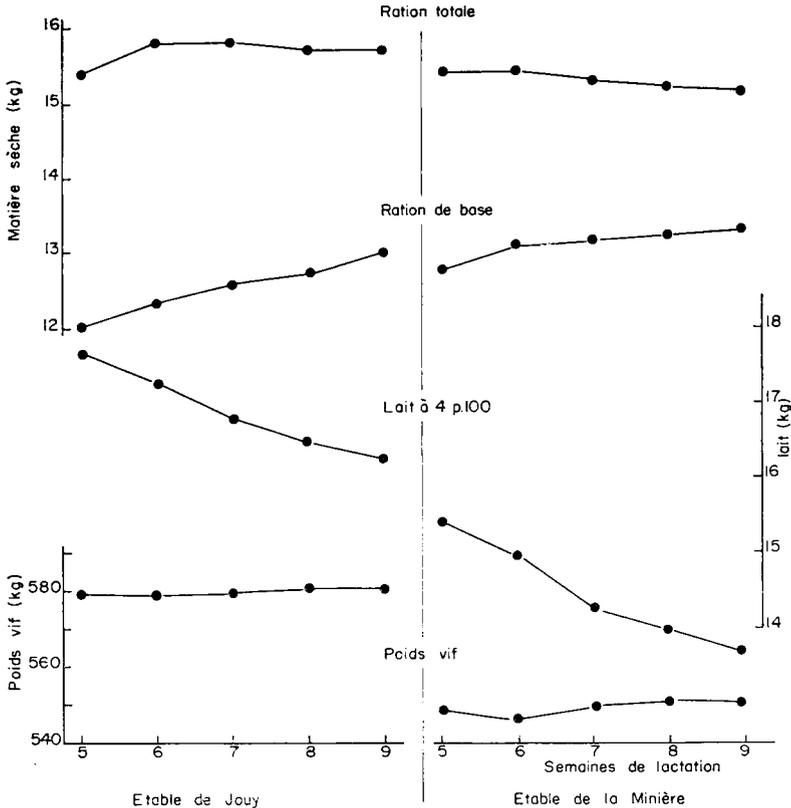


FIG. 1. — Évolution des quantités de matière sèche consommées de la ration de base et de la ration totale, de la production de lait et du poids vif, de la 5^e à la 9^e semaine de lactation

Les vaches ont été traitées deux fois par jour et le lait de chaque vache a été pesé à chaque traite. La teneur en matière grasse du lait a été déterminée chaque jour de 1958 à 1961, et une fois par semaine de 1956 à 1958 sur des échantillons obtenus à partir de prélèvements effectués à la traite du matin et du soir, pour les analyses journalières, et à 4 traites consécutives en milieu de semaine, pour les analyses hebdomadaires.

4^o Variables étudiées

Les valeurs individuelles correspondent à la moyenne de 30 mesures journalières (5 semaines à 6 jours) pour les quantités consommées des différents aliments (foin, ensilage, betteraves, aliment concentré) et pour les productions de lait brut et de lait standard à 4 p. 100 de matières grasses, et à la moyenne de 5 mesures hebdomadaires pour le poids vif des animaux.

(1) Laboratoire d'analyse des sols et des fourrages de MARIËNDAAL

A partir de ces variables premières, on a calculé des variables secondes qui sont :

a) les quantités consommées totales de matière sèche, de foin + ensilage, de foin + ensilage + betteraves, de foin + ensilage + betteraves + concentré ;

b) les quantités consommées des trois précédentes variables exprimées en pourcentage du poids vif.

TABLEAU I

Répartition des animaux par étable, par année et par lactation

Étable	Année	Numéro de lactation				
		1	2	3	4 et +	
Jouy	1956	3	6	2	3	14
	1957	1	6	3	1	11
	1958	0	3	4	4	11
	1959	12	3	6	7	28
	1960	9	8	5	9	31
	1961	14	3	5	11	33
La Minière	1957	8	2	0	0	10
	1958	11	10	3	0	24
	1959	3	10	12	4	29
	1960	16	3	4	3	26
	1961	4	4	5	12	25
Total		81	58	49	54	242

Les différentes variables de consommation ainsi définies ont été étudiées en fonction de 2 variables quantitatives : quantité de lait à 4 p. 100 de matières grasses et poids vif des animaux et de 3 variables qualitatives : n° de lactation (1 à 4), année (1 à 6) et étable (1 et 2). Ces variables correspondent aux facteurs intrinsèques liés à l'animal (n° de lactation, poids vif, production de lait) et aux facteurs extrinsèques liés à l'alimentation et au milieu de vie des animaux (étable et année).

5° Méthodes d'analyse statistique

Le but principal de ce travail était d'étudier les variations d'appétit provoquées par les causes intrinsèques (n° de lactation, lait, poids). Cependant, les facteurs extrinsèques (étable-année) s'étant révélés très importants, il a fallu en tenir compte dans toutes les interprétations. Les calculs ont encore été compliqués par le mode de recueil des données. Il s'agissait en fait, d'observations relevées sur les 2 troupeaux de Jouy et de la Minière sans qu'un plan pré-expérimental ait pu être établi. En conséquence, les données se répartissaient suivant des schémas non orthogonaux que nous avons dû analyser par la méthode des moindres carrés. En premier lieu, les effets étable-année et leur interaction ont été analysés lactation par lactation par la méthode de BRANDT (1933). Les interactions entre les facteurs étable-année et n° de lactation ont été calculées et testées par la méthode de condensation pivotale de RAO (1952). Dans tous les autres cas la méthode générale d'analyse de la variance et de la covariance par les moindres carrés (POUTOUS et CALOMITI, 1962) a été utilisée. Les facteurs dont on a tenu compte pour établir les valeurs estimées sont énumérés dans le texte et les légendes des tableaux.

Les coefficients a et b dans l'équation logarithmique $y = ax^b$ liant la consommation (y) et le poids vif (x) ont été obtenus par la technique usuelle de calcul des régressions appliquée à l'équation

$$Ly = La + bLx.$$

Terminologie

Pour certaines des variables, les expressions simplifiées suivantes ont été utilisés dans la suite du texte :

Quantité de lait 4 p. 100..	poids, en kg, de lait produit à 4 p. 100 de M.G.
Consommation d'aliment...	poids, en kg, de matière sèche d'aliment consommée.
Ration de base.....	poids, en kg, de matière sèche, de foin + ensilage + betteraves.
Ration totale.....	poids, en kg, de matière sèche, de foin + ensilage + betteraves + aliment concentré.

RÉSULTATS

Les variations individuelles de consommation observées de 1956 à 1961 ont été considérables. L'intervalle de confiance des données autour de leur moyenne se situe à $12,71 \pm 3,88$ kg pour la consommation en matière sèche de la ration de base (foin + ensilage + betteraves), et il se situe à $15,68 \pm 4,40$ kg pour la consommation totale de matière sèche. Les valeurs correspondantes sont de $2,26 \pm 0,76$ et de $2,79 \pm 0,82$ pour les consommations exprimées en pourcentage du poids vif de la ration de base et de la ration totale, de 561 ± 116 kg pour le poids vif et de $16,40 \pm 9,68$ kg pour la quantité de lait 4 p. 100. La consommation moyenne de concentré a été de 2,97 avec de grandes différences entre les animaux (coefficient de variation de 50 p. 100). La répartition des animaux d'après leur consommation de ration de base et de ration totale est donnée par la figure 2.

Influence de l'étable et de l'année

L'étude de l'influence de l'étable et de l'année a été entreprise dans le but d'en déduire les méthodes d'interprétation les meilleures pour étudier l'action des facteurs intrinsèques, n° de lactation, poids vif, quantité de lait.

1°) *Analyse des effets de l'étable et de l'année pour chaque n° de lactation.*

Il a été effectué une analyse de variance selon la méthode de BRANDT (1933) tenant compte de l'étable et de l'année, analyse effectuée séparément pour les lactations n° 1, 2, 3, 4 et plus.

Pour la ration de base et la ration totale, les différences entre années ont presque toujours été significatives et les différences entre étables non significatives, sauf dans certains cas pour la ration totale. Au contraire, les interactions entre ces deux facteurs ont presque toujours été hautement significatives, ce qui veut dire que les différences entre étables ne sont pas restées les mêmes tout au long des années. Il en a été de même pour la consommation de la ration de base exprimée en p. 100 du poids vif.

Pour le poids vif et la quantité de lait, l'analyse statistique a permis de confirmer des résultats prévisibles, à savoir, des différences systématiques de poids vif et de production laitière des animaux entre les deux étables, quelle que soit l'année considérée.

En conclusion, l'analyse de variance a montré que les facteurs étable et année paraissent agir de la même façon quel que soit le n° de lactation si l'on en juge

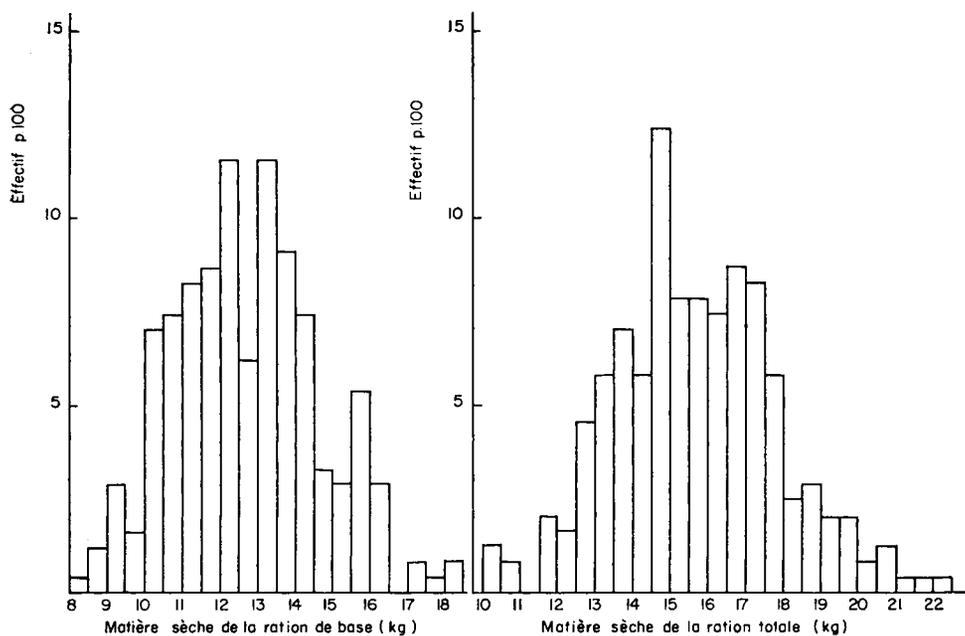


FIG. 2. — Répartition des valeurs individuelles selon le niveau de consommation de matière sèche de la ration de base et de la ration totale

d'après les tests de signification, compte tenu du faible nombre de données par classe, et qu'il existe une interaction nette entre étable et année pour toutes les variables de consommation, à l'exception de l'aliment concentré.

2°) Analyse des interactions entre étable, année et n° de lactation.

Compte tenu des résultats précédents sur les interactions entre étable et année, on a effectué un test des interactions, par la méthode de condensation pivotale de RAO, en incluant les facteurs étable, année et n° de lactation.

Il n'existe pas d'interaction significative entre les 3 facteurs ni entre les facteurs étable et n° de lactation et ceci, pour l'ensemble des variables. Au contraire, il existe une interaction hautement significative entre les facteurs étable et année pour toutes les variables de consommation à l'exception du concentré, ce qui confirme les résultats de l'analyse précédente : les facteurs étable et année agissent de façon combinée et le facteur n° de lactation de façon indépendante. Ces faits nous ont conduit dans la suite de l'exposé :

- à considérer comme facteur unique les combinaisons étable-année ;
- à admettre que le n° de lactation agit de façon additive avec le facteur étable-année.

TABLEAU 2

Influence de l'étable et de l'année sur les quantités de matière sèche consommées : analyse de variance Étable-Année, N° de lactation

Étable-Année	Poids (kg)	Lait 4 p. 100 (kg)	Lait (kg)	Concentré (kg)	F + E (kg)	F + E + B (kg)	F + E + B + C (kg)	(F + E) p. 100 (°)	(F + E + B) p. 100 (°)	(F + E + B + C) p. 100 (°)
Jouy	1956	22,58	22,79	4,09	13,76	17,85	17,85	1,32	2,43	2,75
	1957	616	21,08	22,99	3,90	14,35	18,25	1,64	2,35	3,00
	1958	634	23,68	25,45	4,53	13,99	18,51	1,27	2,23	2,96
	1959	608	19,39	21,47	4,43	11,32	15,76	1,14	1,86	2,60
	1960	620	19,58	20,67	4,15	12,69	16,85	1,19	2,04	2,72
1961	633	20,59	22,45	4,18	13,82	18,00	1,39	2,19	2,86	
Moyenne arithmétique des estimées	627	21,15	22,59	4,21	13,32	17,54	17,54	1,32	2,43	2,81
Étendue	43	4,49	4,78	0,63	3,03	2,75	2,75	0,50	0,49	0,40
Écart %	6,8	20,4	21,1	15,0	22,7	45,6	45,6	37,8	23,0	44,2
La Minière	1957	586	21,45	22,52	5,09	12,70	17,80	1,31	2,23	3,14
	1958	584	18,67	19,96	4,13	11,24	15,36	1,03	1,93	2,64
	1959	584	16,17	17,86	3,52	11,41	14,92	1,32	1,96	2,56
	1960	598	18,10	19,77	2,88	15,00	17,88	1,57	2,44	2,90
	1961	574	16,28	17,83	2,62	13,26	15,87	1,68	2,34	2,78
Moyenne arithmétique des estimées	585	18,13	19,59	3,65	12,72	16,37	16,37	1,34	2,18	2,80
Étendue	24	5,28	4,69	2,47	3,76	2,96	2,96	0,54	0,51	0,58
Écart %	4,1	29,1	23,9	67,6	29,6	18,0	18,0	40,3	23,3	20,7

(¹) p. 100 du poids vif.

Toutes les analyses ultérieures ont donc été faites sur l'ensemble des données, sans séparation d'après le n° de lactation.

3° Analyse du facteur combiné étable-année.

L'analyse de variance effectuée par la méthode des moindres carrés entre les facteurs étable-année et le n° de lactation nous a permis de mettre en évidence une action hautement significative de l'étable-année.

Les valeurs estimées des moindres carrés pour chaque combinaison étable-année sont présentées dans le tableau 2. Elles ont été calculées en prenant comme base les lactations n° 4 et plus. Nous pouvons ainsi observer que les consommations d'aliments (foin + ensilage, ration de base, ration totale) ont varié considérablement d'une année à l'autre. L'étendue de la variation sur ces 3 variables a généralement été supérieure à 3 kg dans chaque étable ; exprimée en p. 100 de la valeur moyenne par étable, elle a été respectivement à l'étable de Jouy et à l'étable de la Minière, sur la ration totale de 16 et 18 p. 100, sur la ration de base de 23 et 30 p. 100 et sur la ration de foin + ensilage de 30 et 40 p. 100.

TABLEAU 3

Influence de l'étable et de l'année sur les quantités de matière sèche consommées de la ration de base et de la ration totale

(Analyse de variance : Étable-Année, poids vif, quantité de lait 4 p. 100)
(Ration de base : Foin + Ensilage + Betteraves Ration totale : Ration de base + concentré.)

	Écarts en kg par rapport à l'étable de la Minière 1961										Écart maximum entre Étables-Années (kg)
	Jouy						La Minière				
	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1957	1958	1959	1960	
Ration de base	0,01	1,05	0,17	-2,32	-0,91	-0,08	-0,74	-1,92	-1,74	1,47	3,79
Ration totale	0,15	0,93	0,12	-1,37	-0,13	0,29	0,46	-1,05	-0,89	1,20	2,57

Une analyse de variance par la méthode des moindres carrés a été effectuée tenant compte de toutes les causes des variations identifiées : n° de lactation, étable-année, poids vif, quantité de lait, pour savoir si les différences de consommation observées entre étables-années subsistaient après avoir tenu compte de toutes ces variables. Les écarts de consommation entre étables-années ont été estimés sans tenir compte d'aucun autre facteur que l'étable-année, ou bien en incluant dans l'analyse le poids vif ou la quantité de lait 4 p. 100 ou le poids vif et la quantité de lait 4 p. 100. Ils sont demeurés considérables quels que soient les autres facteurs dont il a été tenu compte. Ils ont cependant diminué (12 p. 100 environ) après élimination de l'effet du poids vif pour la ration de base et la ration totale. Pour la ration totale d'ailleurs, la réduction a surtout été nette (30 p. 100 environ) quand on a tenu compte de l'effet du poids vif et de la quantité de lait ou même de la quantité de lait seule. Le tableau 3 donne les estimées des écarts de consommation entre étables-années de la ration de base et de la ration totale par rapport à l'étable-

TABLEAU 4

Influence du numéro de lactation sur les quantités de matière sèche d'aliments consommées

(Analyse de variance combinée: Étable, Année, N° de lactation)

F : Foin E : Ensilage B : Betteraves C : Concentré

N° de lactation	Poids (kg)	Lait 4 p. 100 (kg)	Lait (kg)	Concentré (kg)	F + E (kg)	F + E + B (kg)	F + E + B + C (kg)	F + E (1)	F + E + B (1)	F + E + B + C (1)
1	526	13,40	14,55	2,05	8,28	12,31	14,37	1,87	2,31	2,70
2	562	16,35	17,59	2,71	9,41	13,54	16,26	1,86	2,41	2,90
3	582	18,09	19,37	3,38	8,84	12,96	16,34	1,70	2,24	2,83
4	610	19,19	20,72	3,75	9,06	13,09	16,85	1,51	2,16	2,77
Lact. 4 — Lact. 1	84	5,79	6,17	1,70	0,78	0,78	2,48	— 0,36	— 0,15	+ 0,07
Écart % de Lact. 1	16,0	43,2	42,4	82,9	9,4	6,3	17,3	19,2	6,5	2,6

(1) P. 100 du poids vif.

TABLEAU 5
Influence du N° de lactation sur les quantités de matière sèche consommées

(1) — 28 vaches en 1^{re} et 2^e lactation
 (2) — 26 vaches en 2^e et 3^e lactation
 (3) — 12 vaches en 1^{re}, 2^e et 3^e lactation.
 Ration de base = Foin + Ensilage + Betteraves
 Ration totale = Foin + Ensilage + Betteraves + Concentré

N° de lactation	Poids vif (kg)			Lait 4 p. 100 (kg)			Ration de base corrigée (1) (kg)			Ration totale corrigée (1) (kg)		
	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
1	520		508	14,34		14,9	12,67		12,86	14,43		14,88
2	551	543	538	15,80	16,97	15,9	13,85	13,70	14,17	16,02	16,30	16,04
3		566	560		19,00	19,1		13,22	13,46		16,56	16,72
	Ration de base (kg)			Ration totale (kg)			Ration de base en p. 100 du poids vif			Ration totale en p. 100 du poids vif		
1	11,23		11,02	13,86		13,93	2,16		2,17	2,67		2,75
2	13,93	12,88	12,82	15,81	15,96	15,49	2,10	2,38	2,38	2,87	2,95	2,88
3		12,79	13,49		16,52	17,12		2,29	2,42		2,96	3,07

(1) Correction effectuée pour tenir compte des variations entre Étables-Années : analyse de variance poids vif, quantité de lait, Étable-Année.

année, la Minière 1961, après élimination des effets du poids vif et de la quantité de lait 4 p. 100.

En conclusion, l'effet du facteur étable-année a toujours été significatif ; il existe par lui-même quelles que soient les autres causes de variation dont on a tenu compte.

Dans l'analyse qui suit des facteurs intrinsèques : n° de lactation, poids vif, quantité de lait, il a donc été nécessaire de tenir compte des variations entre étables-années.

Influence du n° de lactation.

L'analyse de variance étable-année et n° de lactation a permis de mettre en évidence une action hautement significative du n° de lactation sur les consommations. Les valeurs estimées de toutes les variables pour chaque n° de lactation sont présentées dans le tableau 4. Entre la 1^{re} et la 4^e lactation, pour un accroissement du poids de 84 kg et de la quantité de lait 4 p. 100 de 5,79 kg, la consommation de la ration totale a cru de 2,48 kg (17 p. 100), ce qui correspond à 0,78 kg de ration de base et 1,70 kg de concentré.

TABLEAU 6

Influence du N° de lactation sur les quantités de matière sèche d'aliments consommées
Écarts par rapport à la première lactation (en kg)

Facteurs dont il est tenu compte	Ration totale			Ration de base			Concentrés		
	N° de lactation			N° de lactation			N° de lactation		
	2	3	4	2	3	4	2	3	4
Étable-Année	1,89	1,97	2,48	1,23	0,65	0,78	0,66	1,22	1,70
Poids vif	1,19	0,96	1,42	0,57	-0,20	-0,08	0,62	1,16	1,50
Lait 4 p. 100	0,72	0,24	0,58	0,80	0,15	0,54	-0,08	0,09	0,04
Poids vif et lait 4 p. cent	0,40	-0,24	-0,20	0,44	-0,40	-0,35	-0,04	0,16	0,15
Étable-Année, Poids vif et lait 4 p. 100	0,80	0,25	0,18	0,86	0,07	-0,06	-0,06	0,18	0,24

L'accroissement le plus important de consommation de la ration totale a été observé entre la 1^{re} et la 2^e lactation. Les consommations de ration de base et de foin + ensilage ont même été maximum en 2^e lactation. Des résultats semblables ont été obtenus sur des lots des mêmes animaux suivis pendant 2 ou 3 lactations consécutives entre la première et la troisième lactation (tabl. 5).

Une analyse de variance a été effectuée qui tient compte des variables étable-année, poids vif, quantité de lait 4 p. 100. Dans le tableau 6 sont présentées pour la ration totale, la ration de base et le concentré, les valeurs estimées des moindres

carrés, la première lactation étant prise comme base de comparaison. D'après ces résultats, nous pouvons remarquer que :

— le fait d'éliminer l'effet du poids vif réduit les variations de consommation de la ration de base entre n° de lactation ce qui se répercute sur la ration totale ;

— les différences entre n° de lactation deviennent relativement faibles et comparables pour la ration de base et la ration totale lorsqu'on tient compte des effets dus au poids vif et à la quantité de lait ;

— enfin, les valeurs estimées par n° de lactation sont encore modifiées quand on introduit le facteur étable-année dans le schéma d'analyse en plus du poids vif et de la quantité de lait. Ce résultat s'explique par l'influence spécifique de l'étable-année dont nous avons montré plus haut qu'elle joue indépendamment des effets dus au poids vif et à la quantité de lait.

En résumé, il ne semble pas y avoir, sur les consommations, d'action du n° de lactation en propre, c'est-à-dire qui ne soit pas due au poids vif et à la production laitière, à l'exception cependant de la 2^e lactation. Les consommations de ration de base et de la ration totale de la 2^e lactation sont supérieures respectivement de 860 g et 800 g à celles de la 1^{re} lactation. Les consommations de la ration de base des 3^e et 4^e lactations sont presque identiques à celles de la 1^{re} lactation, et celles de la ration totale supérieures d'environ 200 g.

Les résultats obtenus et notamment l'accroissement de l'appétit en 2^e lactation peuvent cependant provenir en partie de la méthode de calcul car les liaisons linéaires utilisées (tabl. 8 et 9) pour tenir compte de l'influence du poids vif et de la quantité de lait sur les consommations n'étaient peut être pas les meilleures.

Les écarts maxima de consommation observés avec le n° de lactation (entre la 1^{re} et la 4^e lactation) de 17 p. 100 pour la ration totale et de 10 p. 100 pour la ration de base quoique non négligeables sont, soit seulement égaux à ceux observés sous l'action des facteurs externes (étable-année) pour la ration totale, soit seulement du 1/3 pour la ration de base.

Influence du poids vif

1° Liaisons et coefficients de régression.

Par l'analyse de variance faisant intervenir, par la méthode des moindres carrés, les facteurs poids vif, quantité de lait et étable-année, un effet hautement significatif du poids a été mis en évidence pour toutes les variables de consommation sauf pour l'aliment concentré.

Les coefficients de corrélation linéaire entre le poids vif et les différentes variables de consommation, d'une part sur les données brutes et d'autre part en se plaçant intra étable-année et intra lactation, sont présentés dans le tableau 7. Les coefficients de corrélation sont positifs pour les consommations de ration totale, de ration de base, de foin + ensilage, exprimées en valeurs brutes : ils sont négatifs pour les consommations en p. 100 du poids vif.

Le coefficient de corrélation intra lactation et étable-année est négatif pour le concentré, positif mais à peine significatif pour la ration totale. Ce phénomène s'explique par le jeu de la liaison poids vif et quantité de lait, positive sur l'en-

TABLEAU 7

Coefficients de corrélation entre le poids vif, la quantité de lait 4 p. 100 et les quantités de matière sèche consommées
(C : Concentré F : Foin E : Ensilage B : Betteraves)

I. Coefficients de corrélation simple

	C	F + E	F + E + B	F + E + B + C	(F + E) p. 100 (1)	(F + E + B) p. 100 (1)	(F + E + B + C) p. 100 (1)	Poids vif
Poids vif	0,23	0,26	0,32	0,44	— 0,18	— 0,28	— 0,24	
Lait 4 p. 100	0,86	0,15	0,19	0,75	0,04	0,03	0,53	0,30

II. Coefficients de corrélation intra lactation et intra étable-année

	C	F + E	F + E + B	F + E + B + C	(F + E) p. 100	(F + E + B) p. 100	(F + E + B + C) p. 100	Poids
Poids	— 0,14	0,21	0,24	0,41	— 0,19	— 0,29	— 0,43	
Lait 4 p. 100	0,86	0,02	0,00	0,69	0,07	0,07	0,56	— 0,12

(1) p. 100 du poids vif.

semble des données non corrigées et négative, bien que faible, intra lactation et étable-année.

On trouvera dans le tableau 8 les coefficients de régression linéaire des différentes variables de consommation sur le poids vif. Pour obtenir ces coefficients, on a éliminé, par la méthode des moindres carrés, soit les effets dus au n° de lactation, à la quantité de lait, à l'étable-année, soit les effets dus à des combinaisons de facteurs. Les coefficients obtenus sans aucune correction des données figurent également dans le tableau 8. Le coefficient de régression de la ration totale sur le poids

TABLEAU 8

Influence du poids vif sur les quantités de matière sèche d'aliments consommées

Coefficients de régression : accroissement des quantités
de matière sèche consommées (g) par 100 kg de poids vif
C : Concentré F : Foin E : Ensilage B : Betteraves

Facteur dont il est tenu compte	C	F + E	F + E + B	F + E + B + C	(F + E) ⁽¹⁾	(F + E + B) ⁽¹⁾	(F + E + B + C) ⁽¹⁾
(Régression simple)	590	810	1 060	1 660	— 0,10	— 0,18	— 0,17
Étable-Année	409	773	815	1 227	— 0,12	— 0,23	— 0,24
Étable-Année et lait 4 p. 100	11	722	775	789	— 0,13	— 0,23	— 0,32
Étable-Année, numéro de lactation et lait 4 p. 100	— 77	768	810	737	— 0,13	— 0,23	— 0,34

(¹) : p. 100 du poids vif

vif diminue très sensiblement (de 1 660 g à 1 227 g par 100 kg de poids vif) si on tient compte de l'étable-année. On peut attribuer deux origines d'importance comparable à ce phénomène : réduction de la ration de base qui passe de 1 060 g à 815 g et réduction de la ration de concentré qui passe de 590 à 409 g. Il serait facile de prouver que cet effet de l'étable-année, effet estimé par la méthode des moindres carrés, vient de ce que, en moyenne, les animaux de Jouy étaient plus lourds (+ 46kg), produisaient plus de lait (+ 3,58 kg), et consommaient plus de concentré (+ 560 g) et de betteraves (+ 410 g) que ceux de La Minière.

Après ajustement linéaire sur la quantité de lait 4 p. 100, en plus de l'étable-année, les coefficients de régression diminuent encore d'environ 400 g à la fois pour la ration totale et le concentré. Ainsi la relation entre le poids vif et la quantité de concentré a lieu essentiellement par l'intermédiaire de la quantité de lait, ce qui est normal étant donné le mode de distribution du concentré.

La correction supplémentaire apportée par le n° de lactation aux coefficients de régression des consommations sur le poids vif est faible ; elle a pour effet d'aug-

menter légèrement les coefficients de régression de la ration de base et de diminuer ceux de la ration totale et du concentré.

Il est important de remarquer que les coefficients de régression obtenus pour la ration de base varient peu quels que soient les facteurs ajustés. Il faut également noter qu'après élimination des effets dus à l'étable-année, la quantité de lait 4 p. 100 et le n° de lactation, le même accroissement de 800 g par 100 kg de poids vif a été obtenu pour la ration de base et la ration totale. Dans les conditions expérimentales de cette étude, cette valeur de 800 g doit représenter la meilleure estimée de l'accroisse-

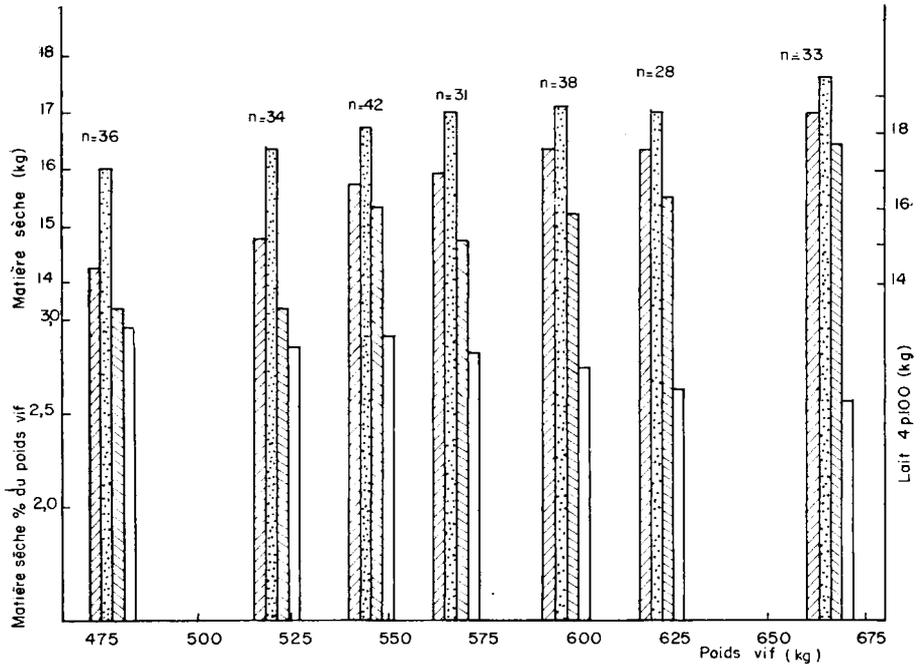


FIG. 3. — Accroissement des quantités de matière sèche consommées avec le poids vif

-  Matière sèche totale corrigée en tenant compte de l'Étable-année.
-  Matière sèche totale corrigée en tenant compte de l'Étable-année et de la quantité de lait 4 p. 100.
-  Quantité de lait 4 p. 100.
-  Matière sèche totale consommée en p. 100 du poids vif.

ment linéaire de l'appétit (exprimé en quantité de matière sèche consommée) par 100 kg de poids vif. Cependant, du fait que la mesure du poids vif est soumise à des erreurs, il peut s'agir d'une valeur sous-estimée dans une proportion pouvant atteindre 20 p. 100.

En ce qui concerne les consommations exprimées en p. 100 du poids vif, elles ont diminué lorsque le poids a augmenté. Par 100 kg de poids vif, la ration de base a diminué d'un peu plus de 0,2 kg et la ration totale d'un peu plus de 0,3 kg. Cette variation importante provient de ce que l'appétit exprimé en poids brut d'aliment ne croît pas proportionnellement au poids vif. La figure 3 illustre les résultats obtenus sur l'évolution de l'appétit avec le poids vif (classes de 25 kg) obtenue à partir de la population de 242 animaux.

TABLEAU 9

Influence de la production de lait sur les quantités de matières sèches d'aliments consommées

Coefficients de régression : accroissement de la quantité de matière sèche consommée (g) par kg de lait 4p. 100

C : Concentré F : Foin E : Ensilage B : Betteraves

Facteurs dont il est tenu compte	C	F + E	F + E + B	F + E + B + C	(F + E) p. 100 (1)	(F + E + B) p. 100 (1)	(F + E + B + C) p. 100 (1)
(Régression simple)	247	53	71	318	0,003 0	0,002 0	0,042
Étable-Année	254	46	40	295	0,004 8	0,001 4	0,045
Étable-Année et Poids vif	254	32	26	280	0,007 2	0,005 8	0,051
Poids vif, Étable-Année, Lactation	247	35	27	274	0,006 5	0,005 4	0,049

(1) p. 100 du poids vif

2° *Forme des liaisons.**Liaisons linéaires.*

Par l'analyse de régression faite intra-lactation et intra-étable-année, l'ajustement des consommations de foin + ensilage, de ration de base et de ration totale n'est pas significativement meilleur pour une équation faisant intervenir poids vif et (poids vif)² que pour une régression linéaire simple sur le poids vif.

TABLEAU 10

Équations de régression simples et multiples des quantités de matière sèche consommées de foin + ensilage (z_1) de ration de base (z_2) et de ration totale (z_3) en fonction de :

x = Poids vif (quintaux) y = Quantité de lait 4 p. 100 (kg)
 C = Concentré E = Ensillage F = Foin B = Betteraves

Facteurs dont il est tenu compte	Foin + Ensilage F + E (kg)	Ration de base F + E + B (kg)	Ration totale F + E + B + C (kg)
	$Z1 = 0,810x + 4,27$	$Z2 = 1,060x + 6,73$	$Z3 = 1,660x + 6,38$
	$Z1 = 0,053y + 7,89$	$Z2 = 0,071y + 11,46$	$Z3 = 0,318y + 10,08$
Étable-année	$Z1 = 0,773x + 4,61$	$Z2 = 0,815x + 8,31$	$Z3 = 1,227x + 9,03$
	$Z1 = 0,046y + 8,12$	$Z2 = 0,040y + 12,16$	$Z3 = 0,295y + 10,60$
Étable-année	$Z1 = 0,722x + 0,032y + 4,31$	$Z2 = 0,775x + 0,026y + 8,07$	$Z3 = 0,789x + 0,280y + 6,43$
Étable-année N° de Lactation	$Z1 = 0,768x + 0,035y + 3,74$	$Z2 = 0,810x + 0,027y + 7,54$	$Z3 = 0,737x + 0,274y + 6,70$

Les équations de régression linéaire obtenues sont de la forme $y = ax + b$; b étant positif. Les consommations exprimées en p. 100 du poids vif ont varié en sens inverse du poids vif. Le tableau 10 donne l'équation des droites de régression linéaires simples et multiples en tenant compte ou non des facteurs de variation autres que le poids vif.

Liaisons logarithmiques.

Les variations de consommation de ration de base et de ration totale en fonction du poids vif ont été exprimées selon l'équation $y = ax^b$ (x = poids vif en kg). Pour la ration de base, les calculs ont été faits pour des valeurs de y non corrigées (y_1) ou pour des valeurs corrigées (y_2); par ces corrections, on a ramené les consommations à une étable-année de référence (la Minière 1961). Les facteurs de correction ont été obtenus par une analyse de variance incluant les effets dus à l'étable-année, au poids vif et à la quantité de lait (tabl. 3). Pour la ration totale, on a également fait les calculs sur les valeurs brutes (z_1) et les valeurs corrigées (z_2); par ces correc-

tions, on a ramené les consommations à une étable-année de référence (la Minière, 1961) et à une production de lait constante (20 kg 4 p. 100). Les facteurs de correction ont été obtenus à partir d'une analyse de variance incluant les effets dus à l'étable-année, au poids vif et à la quantité de lait.

Les coefficients de corrélation entre les logarithmes du poids vif et les logarithmes de la consommation sont les mêmes que ceux obtenus antérieurement sur les valeurs brutes (tabl. 7). Ils ont été respectivement de 0,32 et 0,33 pour les consommations de ration de base non corrigées et corrigées et de 0,44 et 0,38 pour la ration totale.

Les équations obtenues ont été les suivantes :

$$\begin{array}{l} \text{ration de base} \left\{ \begin{array}{l} \text{non corrigée} \quad y_1 = 0,645 x^{0,47} \\ \text{corrigée} \quad y_2 = 1,41 x^{0,35} \end{array} \right. \\ \text{ration totale} \left\{ \begin{array}{l} \text{non corrigée} \quad z_1 = 0,361 x^{0,59} \\ \text{corrigée} \quad z_2 = 3,10 x^{0,27} \end{array} \right. \end{array}$$

Influence de la quantité de lait

Liaisons et coefficients de régression.

D'après l'analyse de variance effectuée en tenant compte par la méthode des moindres carrés de l'étable-année et du poids vif, l'effet de la quantité de lait a été hautement significatif pour les seules variables de consommation où intervenait le concentré, c'est-à-dire la ration totale et le concentré exprimés en quantités brutes ou en pourcentage du poids vif. Ce fait est confirmé par les coefficients de corrélation linéaires calculés d'une part, sur les données brutes non corrigées, et d'autre part, intra-étable-année et intra-lactation (tabl. 7). Ceux-ci sont fortement positifs pour les consommations de ration totale et de concentré, et sont, soit légèrement positifs mais à peine significatifs pour le foin + ensilage et la ration de base sur les données non corrigées, soit nuls intra-lactation et étable-année. Les liaisons positives entre les consommations de foin + ensilage, de ration de base, et la quantité de lait, observées sur les données brutes, semblent dues indirectement au poids vif en raison du coefficient de corrélation de 0,30 entre la quantité de lait et le poids vif.

Les coefficients de régression linéaire des différentes variables de consommation sur la quantité de lait 4 p. 100, calculés, d'une part, sur les données brutes non corrigées et, d'autre part, en tenant compte par la méthode des moindres carrés des effets de l'étable-année, du n° de lactation et du poids vif, seuls ou combinés figurent dans le tableau 9. Les différentes corrections apportées sont peu importantes. Après avoir tenu compte de l'étable-année et du poids vif, la consommation de ration totale a crû de 280 g par kg de lait. Cet accroissement est dû pour une très grande part au concentré (250 g) et pour une faible part à la ration de base (30 g). Les consommations de foin + ensilage et de ration de base varient très peu avec la quantité de lait et les coefficients de régression obtenus, bien que faibles, ont cependant toujours été positifs ; ils ont diminué de moitié environ lorsqu'on a tenu compte de l'étable-année et du poids vif. Les régressions des consommations de concentré sur la quantité de lait ont été indépendantes des corrections utilisées. Les régressions des différentes variables de consommation exprimées en p. 100 du poids vif ont également peu varié quels que soient les facteurs dont il a été tenu compte.

Forme des liaisons de la consommation de ration de base et de ration totale avec la quantité de lait.

Par analyse de régression faite intra-lactation et intra-étable année, l'ajustement des consommations de foin + ensilage, de ration de base et de ration totale à une équation faisant intervenir la quantité de lait et la (quantité de lait)² n'a pas été significativement meilleur qu'avec une régression linéaire simple sur la quantité de lait. Le tableau 10 donne l'équation des droites de régression linéaires

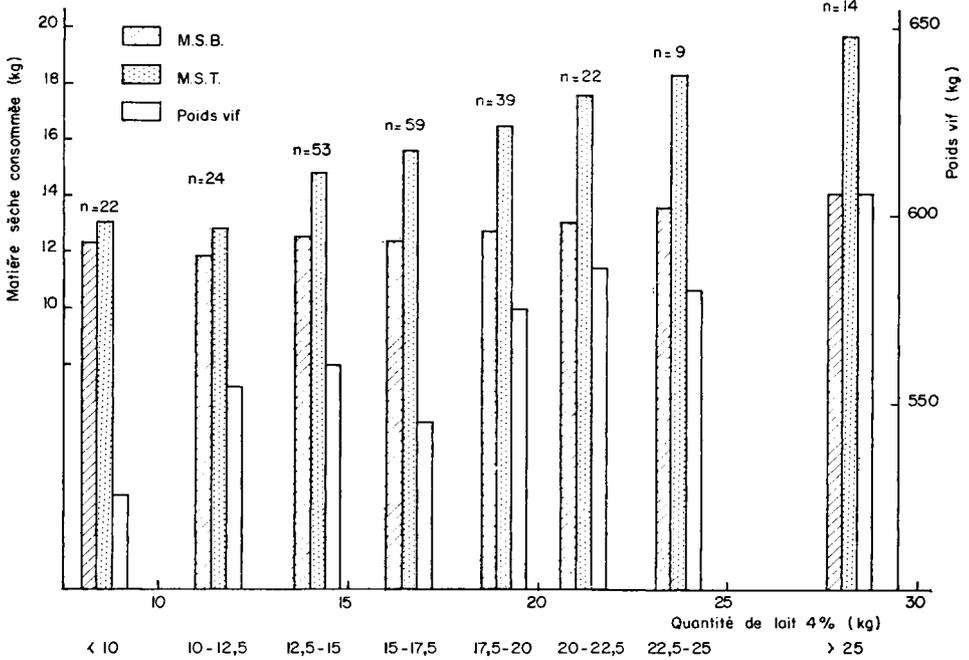


FIG. 4. — *Accroissement des quantités de matière sèche consommées avec le niveau de production laitière.*
M.S.B. : Matière sèche de la ration de base.
M.S.T. : Matière sèche de la ration totale.

simples et multiples obtenues en tenant compte ou non des facteurs de variations autres que la quantité de lait 4 p. 100.

La figure 4 montre l'évolution des consommations de ration totale et de ration de base avec la production laitière (classes de 2,5 kg de lait 4 p. 100) obtenue à partir de la population de 242 animaux. Il illustre les résultats obtenus ci-dessus. On observe en même temps que l'accroissement sensiblement linéaire de la consommation de la ration totale, un accroissement de la ration de base ainsi qu'un accroissement simultané du poids vif.

Efets comparés des différents facteurs de variations individuelles de l'appétit

Nous avons essayé de mesurer quelle fraction de la variation totale pouvait être attribuée à chaque facteur. Pour cela, nous avons simplement calculé la réduction de la somme des carrés totale due à l'ajustement du facteur étudié, réduction

exprimée en p. 100 de la somme des carrés totale. Dans le tableau II, nous avons reporté les valeurs pour la réduction due : a) aux 4 facteurs pris ensemble ; elle peut être interprétée comme le carré d'un coefficient de corrélation multiple ; b) aux 3 facteurs intrinsèques, numéro de lactation, poids vif, production de lait ; c) à chacun des 3 facteurs : poids vif, quantité de lait, étable-année, compte non tenu du numéro de lactation ; d) au numéro de lactation, compte tenu des autres facteurs. A la lecture de ces tableaux, nous pouvons remarquer que :

TABLEAU II

Effets comparés du poids vif, de la quantité de lait, du numéro de lactation et de l'étable-année sur les quantités de matière sèche consommées

(Effet mesuré par la réduction de la somme des carrés totale due à l'ajustement du facteur étudié, (1) réduction exprimée en p. 100 de la somme des carrés totale)

C : Concentré F : Foin E : Ensilage B : Betteraves

Variables → Facteurs ↓	Con- centré C	F + E	Ration de base F + E + B	Ration totale F + E + B + C	En p. 100 du poids vif		
					(F + E)	(F + E + B)	F + E + B + C
Poids vif, quantité de lait 4 p. 100 N° de lactation, Étable année	82	40	50	76	30	37	56
Poids vif, quantité de lait 4 p. 100 N° de lactation	64	9	8	45	7	13	44
Poids vif	0	4	4	3	4	10	16
Quantité de lait 4 p. 100 (1)	62	1	0	35	1	0	32
N° de lactation	0	3	3	2	3	3	2
Étable-année (1)	9	30	36	13	23	25	8

(1) Effet du facteur considéré après avoir tenu compte de tous les autres facteurs à l'exception du numéro de lactation.

1° l'ensemble des facteurs étudiés de variation de l'appétit explique au maximum 76 p. 100 des variations individuelles de consommation pour la ration totale, et seulement 50 p. 100 pour la ration de base ;

2° l'ensemble des facteurs intrinsèques (poids vif, quantité de lait, numéro de lactation) n'explique qu'une faible part des variations individuelles de l'appétit comparé aux facteurs extrinsèques représentés par l'étable-année, et cela tout particulièrement pour la ration de fourrage (foin + ensilage), et la ration de base ;

3° les effets du poids vif et du numéro de lactation sur les consommations de la ration totale et de l'aliment concentré, sont relativement réduits comparés à celui de la quantité de lait.

A l'exception de l'aliment concentré et de la ration totale, les réductions dues aux différents facteurs s'ajoutent ; les interactions entre facteurs sont donc négligeables.

Il est important de remarquer que l'action des facteurs extrinsèques a été estimée pour la population d'animaux considérés à partir des variations individuelles de consommation observées entre toutes les années dans deux étables (6 années à l'étable de Jouy et 5 années à l'étable de la Minière). En fait, l'action propre du facteur étable-année (ou encore la part de la variance attribuable aux différences de consommation d'une année à une autre dans une même étable) ne représenterait guère que le 1/10 de celle estimée pour l'ensemble des étables-années. Pour la ration de base, cette part de variance due à l'étable-année serait ainsi sensiblement égale à celle attribuable au poids vif. Il faut également remarquer que la part des variations de consommation due au poids vif ou à la quantité de lait est valable pour l'étendue limitée et déterminée de variation du poids vif et de la quantité de lait de la population d'animaux considérés, (l'intervalle de confiance étant de 561 ± 116 kg pour le poids vif et de $16,40 \pm 9,68$ kg pour la quantité de lait).

Après avoir tenu compte de tous les facteurs pris en considération dans l'ajustement des données de consommation, il subsiste une part importante de la variation totale non expliquée. Pour estimer dans cette variation résiduelle, la part des facteurs propres à chaque animal, nous avons calculé le coefficient de corrélation entre les consommations d'un même animal lors de deux années consécutives. Le calcul a été effectué pour la ration de base et la ration totale sur 28 vaches en 1^{re} et 2^e lactations, et sur 52 vaches en n et $n + 1$ nième lactations soit 88 lactations. Les consommations individuelles ont été corrigées pour tenir compte de l'étable-année. Les coefficients de corrélation ont été respectivement, pour la ration de base de 0,37 et 0,32 et pour la ration totale de 0,54 et 0,53.

Variations individuelles des quantités de « ballast » consommées

Cette étude a été entreprise dans le but :

— de comparer l'action des facteurs intrinsèques, poids vif et production de lait sur l'appétit lorsqu'il est mesuré soit par la quantité de matière sèche soit par la quantité de ballast ingérées ;

— de vérifier si, en fonction des facteurs extrinsèques et en particulier des changements de régime et de la concentration énergétique des fourrages d'une étable-année à une autre, les variations de l'appétit restent aussi fortes, qu'on l'exprime en quantité de matière sèche ou de « ballast ».

Les 175 données individuelles de consommation utilisées dans cette étude sont celles recueillies de 1959 à 1961 dans les deux étables de Jouy et de la Minière. La consommation moyenne de « ballast » par animal a été de 3,83 kg soit 0,684 kg par 100 kg de poids vif, pour un poids vif moyen de 563 kg et une production de lait à 4 p. 100 de 15,78 kg. Pour la matière sèche, la consommation a été de 15,54 kg soit 2,76 kg par 100 kg de poids vif. Le tableau 12 donne pour chaque étable, et chaque année, les consommations moyennes de « ballast » et de matière sèche, la production de lait 4 p. 100 et le poids vif des animaux ainsi que les coefficients de variation correspondants.

Variations comparées des consommations de « ballast » et de matière sèche.

Les consommations de « ballast » et de matière sèche sont étroitement liées puisque les coefficients de corrélation par année ont varié à Jouy de 0,79 à 0,94 et à la Minière, de 0,86 à 0,88. Il est important de remarquer que le coefficient de variation est légèrement plus fort pour le « ballast » que pour la matière sèche (13,2 p. 100 contre 11,5 p. 100) et qu'il en est de même pour les consommations exprimées en p. 100 du poids vif (12,3 p. 100 contre 11,5 p. 100) (tabl. 12).

TABLEAU. 12

Variations comparées des quantités de matière sèche et « ballast » consommées entre années et entre étables

Étable	Année	Nombre d'animaux	Matière sèche		« Ballast »		Poids vif	Quantité de lait 4 p. 100
			kg	p. 100 du poids vif	kg	p. 100 du poids vif		
Jouy	1958-59	28	14,52 (12,0)	2,60 (10,4)	3,54 (12,7)	0,63 (9,5)	561 (10,4)	16,38 (23,4)
	1959-60	32	15,88 (11,0)	2,73 (12,7)	3,37 (13,1)	0,58 (13,8)	581 (8,4)	17,00 (22,5)
	1960-61	35	16,81 (12,3)	2,83 (9,5)	3,83 (15,4)	0,65 (12,3)	589 (8,5)	17,60 (21,1)
La Minière	1958-59	29	14,26 (12,1)	2,62 (14,5)	3,75 (12,8)	0,69 (14,5)	548 (9,6)	14,14 (26,2)
	1959-60	28	16,15 (12,1)	3,00 (12,3)	4,36 (14,9)	0,81 (12,3)	539 (8,4)	14,10 (31,8)
	1960-61	23	15,21 (9,3)	2,81 (9,4)	4,27 (10,5)	0,78 (11,5)	545 11,4	14,56 (25,7)

Valeurs () : coefficient de variation.

Les écarts de consommation entre étables-années ont également été plus importants pour le « ballast » que pour la matière sèche. La différence maximum a atteint 2,56 kg, soit 18 p. 100 de la valeur moyenne, pour la matière sèche, contre 0,99 kg, soit 29 p. 100 de la valeur moyenne, pour le ballast. Les variations concomitantes de la quantité de lait et du poids vif ont été de 24,5 p. 100 et 7,1 p. 100 de leur valeur moyenne dans le 1^{er} cas contre 17 p. 100 et — 7,3 p. 100 dans le 2^e cas. Ces résultats sont confirmés quand on compare les consommations de lots de vaches présentes pendant deux années successives dans la même étable. On remarque en premier lieu que les

quantités de matière sèche et de « ballast » varient généralement dans le même sens. D'autre part, l'amplitude de variation est comparable pour ces deux variables. Ainsi le fait d'exprimer les consommations en « ballast » ne semble pas avoir permis de diminuer les fluctuations enregistrées d'une année sur l'autre. Une illustration frappante en est fournie par la comparaison des résultats de 1959 et 1960 à l'étable de la Minière. De 1959 à 1960 année où le foin de trèfle utilisé a été très bien accepté par les animaux, la consommation moyenne de matière sèche a augmenté de 13,3 p. 100 et celle de « ballast » de 16,2 p. 100 alors que la production de lait et le poids vif restaient constants. Pour les 7 mêmes vaches contrôlées pendant ces deux années l'accroissement a été de 31,5 p. 100 pour la matière sèche et de 36,5 p. 100 pour le « ballast ».

Liaison entre la consommation de « ballast », la production laitière et le poids vif des animaux.

D'après les coefficients de corrélation calculés intra-étables-années, il existe une liaison positive entre la consommation de « ballast » et le poids vif des animaux et cette liaison est d'intensité comparable à celle existant pour la consommation de matière sèche. Par 100 kg de poids vif la quantité de « ballast » consommée a augmenté de 0,36 kg à 0,74 kg selon l'étable-année, soit en moyenne de 0,55 kg. Il existe également une liaison positive entre la consommation de « ballast » et la quantité de lait 4 p. 100 ; cette liaison est en moyenne plus forte que celle qui existe avec le poids vif. Par kg de lait à 4 p. 100 la quantité de « ballast » consommée a augmenté de 49 à 78 g, soit en moyenne de 62 g.

DISCUSSION

L'objet de cette étude était d'analyser les variations individuelles de l'appétit des vaches laitières. Dans ce but, nous avons tout d'abord estimé l'influence du poids vif, du niveau de production laitière, de l'âge de l'animal ; ensuite nous avons déterminé la part des variations de l'appétit dues à chacun et à l'ensemble de ces 3 facteurs ainsi que la variation résiduelle.

L'action des facteurs intrinsèques ou liés à l'animal a été masquée par celle des facteurs extrinsèques estimée dans notre étude par les différences de consommation entre étables-années. L'écart maximum entre étables-années a été considérable puisqu'il a atteint 30 p. 100 de la valeur moyenne pour la ration de base (foin + ensilage + betteraves). Ainsi les facteurs extrinsèques ont pu expliquer 36 p. 100 des variations de la consommation de la ration de base, les facteurs intrinsèques ne rendant compte que de 8 p. 100. Cette action semble être due en partie aux variations de la valeur nutritive de la ration, particulièrement à celles de la concentration énergétique des foins et des ensilages. Le coefficient de digestibilité de la matière organique des 6 foins utilisés de 1959 à 1961 (déterminé sur des moutons) a varié de 53,9 à 66,3 p. 100. La quantité de foin consommé qui a varié dans la proportion de 1 à 2, lui a été liée positivement comme le montre la figure 5, si on considère de façon séparée les deux foins de trèfle et les foins de luzerne-graminées.

Les variations des consommations de matière sèche entre étables-années doivent être dues également à d'autres causes telles que l'appétibilité intrinsèque des

foins et des ensilages utilisés. La nature des foins a changé : graminées, luzerne, trèfle ; à digestibilité égale, les foins de trèfle ont été consommés en quantité plus élevée que les autres foins. La nature des ensilages également n'a pas été la même dans les deux étables et d'une année à l'autre (trèfle-graminées, luzerne-graminées, maïs, collets de betteraves) et leur teneur en matière sèche a été

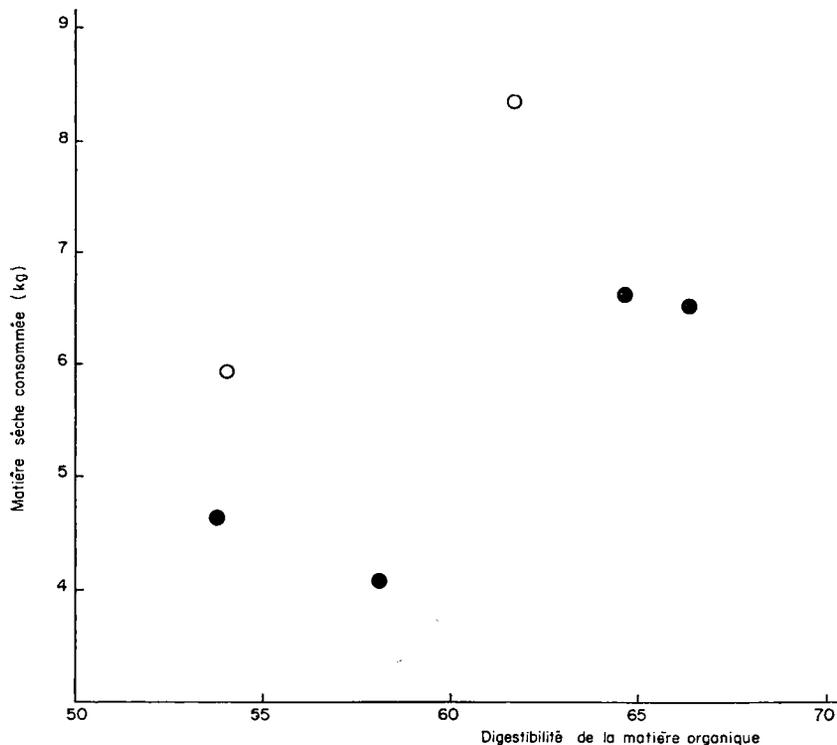


FIG. 5. — Variations des quantités de foin consommées avec la digestibilité de la matière organique (Foins de luzerne et luzerne-graminées : ● ; de trèfle ○.)

comprise entre 20 et 30 p. 100. Les consommations d'ensilage entre étables-années ont varié dans des proportions considérables allant de 1 à 4 (tabl. 13). Si les variations du coefficient de digestibilité des fourrages consommés avaient été le principal facteur en cause, les quantités de « ballast » ingérées auraient dû rester relativement plus constantes d'une année à une autre que celles de matière sèche. Or, elles ont présenté des variations dans le même sens et aussi importantes, sinon plus, que ces dernières. Enfin des causes de variation non alimentaires, climatiques notamment, ont pu également intervenir.

*Variations de l'appétit
avec les caractéristiques individuelles des animaux*

Poids vif

La quantité de matière sèche consommée a augmenté avec le poids vif des animaux, mais la liaison donnée par le coefficient de corrélation simple n'a pas été

très élevée : 0,32 pour la ration de base et 0,44 pour la ration totale et 0,50 pour le « ballast ». L'intensité de la liaison trouvée par d'autres auteurs entre la quantité de matière sèche consommée par des vaches laitières et le poids vif semble faible également lorsqu'il s'agit de régimes mixtes et que les quantités d'aliment concentré consommées sont importantes ; TRIMBERGER *et al* (1963) sur 129 vaches, trouvent ainsi un coefficient de corrélation de 0,48 entre la quantité de fourrage consommée (foin et ensilage) et le poids vif des vaches laitières. Au contraire, la liaison observée avec des bovins est beaucoup plus élevée lorsque les régimes sont composés uniquement de fourrages, soit de fourrages conservés, foin et ensilages ($r = 0,90$, McCULLOUGH *et al.*, 1957), soit d'herbe pâturée ($r = 0,98$, McLUSKY, 1955 et $r = 0,83$, MARTIN *et al*, 1955).

TABLEAU 13

Variations des quantités de matière sèche consommées des aliments de la ration de base selon les années en relation avec la nature et la qualité des foins

Étable	Année	Animaux		Quantité matière sèche consommée (kg)			Digestibilité de la matière organique du foin	Nature du foin
		Nombre	Poids vif (kg)	Foin	Ensilage	Ration de base		
Jouy	1959	32	550	4,61	2,98	10,89	53,9	Dactyle
	1960	32	581	6,38	1,82	12,51	66,3	Graminée luzerne
	1961	35	580	6,41	3,18	13,56	64,4	Graminée luzerne
La Minière	1959	29	548	4,08	4,46	11,43	58,0	Luzerne
	1960	27	541	8,27	2,25	14,41	61,6	Trèfle violet
	1961	23	545	5,90	2,88	13,17	54,0	Trèfle violet

Les accroissements de la quantité de matière sèche consommée par 100 kg de poids vif que nous avons obtenus, ont été de 1,7 kg calculés globalement mais inférieurs à 1 kg lorsqu'on a tenu compte de tous les facteurs de variation étudiés. Ces valeurs sont voisines de celles trouvées par certains auteurs avec des régimes mixtes, [SVOBODA (1937), STONE *et al.* (1960) : 1,2 kg] mais bien inférieures aux valeurs généralement admises. La faible valeur également obtenue peut s'expliquer, dans notre cas, par les caractéristiques du régime utilisé : les fourrages, foin + ensilage, n'ont représenté que 55 p. 100 de la matière sèche totale et la digestibilité moyenne de la matière organique de la ration totale a été comprise entre 70 et 75 p. 100. Ces résultats concordent mal avec l'hypothèse d'une régulation physique de l'appétit (BALCH et CAMPLING, 1962) selon laquelle le ruminant adapte sa consommation au volume de ses cavités digestives, et par conséquent, à son poids vif. Cependant, il est probable que cette hypothèse, qui a été émise dans le cas de rations constituées uniquement de fourrages, convienne moins bien

lorsqu'à la ration de fourrages, s'ajoutent d'autres aliments (betteraves et concentrés) et lorsque la concentration énergétique de la ration est élevée.

La liaison entre la consommation de matière sèche et le poids vif n'a pas paru être différente d'une liaison linéaire, ces deux valeurs n'étant cependant pas directement proportionnelles. Les animaux de petit format ont eu une capacité d'ingestion par 100 kg de poids vif supérieure aux animaux de grand format ; ainsi la consommation de matière sèche par 100 kg de poids vif a diminué pour la ration totale et la ration de base respectivement de 0,3 kg et 0,2 kg pour un accroissement de 100 kg de poids vif. L'expression des quantités consommées en pourcentage du poids vif ne permet pas de tenir compte des différences de poids vif entre animaux. Ce fait a été mis en évidence par différents auteurs (MATHER et RIMM, 1958). Il serait préférable pour corriger les valeurs, pour un régime donné des quantités de matière sèche consommées par des animaux de différents poids, d'utiliser l'équation de régression $y = ax + b$ déterminée sur la population d'animaux.

On a souvent proposé d'exprimer les quantités consommées en fonction d'une puissance du poids vif avec le même exposant $a = 0,75$ que celui utilisé pour relier l'énergie du métabolisme de base au poids vif de l'animal (KLEIBER, 1947). Ce mode d'expression a permis de réduire les variations individuelles de quantités de matière sèche consommées de 35 p. 100 pour des moutons (DONEYER et *al.*, 1960) et de 50 à 70 p. 100 pour des vaches laitières (MATHER et RIMM, 1958).

Ayant cherché avec nos données à déterminer l'exposant qui permettrait au mieux de lier les quantités de matière sèche consommées (y), au poids vif (x), selon l'équation $y = bx^a$, nous avons obtenu pour la ration totale des valeurs faibles de a , 0,27 et 0,59, selon qu'il a été tenu compte ou non des autres facteurs de variations que le poids vif. Avec des ovins, BLAXTER et *al.*, (1961) ont trouvé des valeurs différentes selon la qualité des foin consommés et qui ont varié de 0,53 à 0,83. Avec les bovins, peu de déterminations de cet exposant ont été faites ; cependant, des valeurs inférieures à 0,75 ont également été trouvées : 0,63 par MATHER (1959), et 0,43 par HOLMES et *al.* (1961), les quantités consommées étant exprimées dans ce dernier cas en matière organique. La valeur faible que nous avons obtenue pour l'exposant du poids résulte peut-être en partie du régime mixte utilisé et du fait que l'étendue de variation du poids vif de la population d'animaux a été limitée.

Niveau de production laitière.

Nous constatons qu'entre animaux la consommation de matière sèche augmente avec le niveau de production laitière. Cette augmentation traduit celle de la quantité d'aliment concentré, ce qui est logique puisqu'on ajuste celle-ci aux besoins de l'animal ; mais cette augmentation de la quantité de concentré distribuée n'a pas entraîné de diminution de la ration de base, puisque celle-ci a même augmenté légèrement. Ainsi, dans les conditions d'une distribution à volonté des fourrages, les vaches qui ont la production la plus élevée sont capables de consommer la même quantité de fourrages en plus d'une ration de concentré supérieure. Ces résultats sont en accord avec ceux obtenus à l'Université Cornell aux U. S. A., où la quantité de matière sèche de la ration totale et celle de la ration de fourrages ont toutes deux présenté une liaison positive avec la production laitière : la quantité de fourrage consommée a augmenté de 97 g de matière sèche par kg de lait (STONE et

al., 1960). De même au pâturage (SJOILLEMA, 1950), COX et *al.* (1956), Mac LUSKY (1955), WALLACE (1961) la quantité d'herbe consommée a cru avec le niveau de production laitière, résultats cependant infirmés par LEGATES (1956) et CORBETT (1960).

Les liaisons positives que nous avons ainsi trouvées entre l'appétit, mesuré soit par la quantité de matière sèche consommée soit par la quantité de ballast, et le niveau de production laitière des vaches sont en accord avec les résultats d'autres auteurs qui ont mesuré l'appétit par la quantité de matière sèche (KRUGER et MULLER, 1955), ou la quantité de cellulose brute ingérée (SCHULZE, 1955), ou la vitesse de consommation (HESSELBARTH, 1954).

Nous avons obtenu une augmentation de la quantité de matière sèche consommée par kg de lait de 318 g globalement, et de 280 g après avoir tenu compte des autres facteurs de variation ; ces valeurs sont semblables à celles obtenues par COX et *al.* (1956), SVOBODA (1937) (niveau de production laitière journalière compris entre 15 et 20 kg de lait pour ce dernier), HUTH (1960). Nous n'avons pas pu mettre en évidence l'existence d'une liaison curvilinéaire (SVOBODA, 1937) entre la consommation de matière sèche et la production laitière.

A partir des résultats obtenus dans cette étude sur l'accroissement de l'appétit avec le niveau de production laitière, on peut se demander quels sont les mécanismes en cause. Un certain nombre de travaux (cf. revue de BALCH et CAMPLING, 1962) ont montré que le mécanisme de base de régulation de l'appétit consiste pour le ruminant, à adapter sa consommation au volume des cavités digestives et à leur possibilité de distension dans la cavité abdominale (PALOHEIMO, 1962) ; cela permet aisément de comprendre pourquoi les fourrages plus digestibles sont consommés en plus grande quantité en raison de leur digestion et de leur transit digestif accéléré. Cependant, dans le cas présent de vaches laitières en pleine lactation, il semble bien qu'à ce mécanisme de base s'en ajoute un autre qui permet à la vache laitière à haut niveau de production d'adapter sa consommation à ses besoins élevés.

Age.

Les quantités de matière sèche consommées ont augmenté avec l'âge de l'animal : entre la 1^{re} et la 4^e lactation, elles ont crû de 15,5 p. 100 pour la ration totale et de 9,5 p. 100 pour la ration de base. Cet accroissement de l'appétit avec l'âge a été dû essentiellement à l'accroissement du poids vif et de la production laitière, bien qu'il ne leur ait pas été parallèle de la 1^{re} à la 4^e lactation. En effet, entre la 1^{re} et la 2^e lactation, les différences d'appétit ont été plus élevées que celles que laissaient prévoir les différences de poids vif et de production laitière ; par contre, elles ont été plus faibles entre la 2^e et les 3^e et 4^e lactations. En d'autres termes, l'appétit serait faible en 1^{re} lactation et l'effet propre de l'âge serait de le faire croître entre la 1^{re} et la 2^e lactation, et de le faire décroître dès la 3^e lactation. C'est du moins ce que nous avons obtenu en admettant que la quantité de matière sèche augmentait linéairement avec le poids vif. Si la liaison était en réalité curvilinéaire, l'augmentation importante de l'appétit entre la 1^{re} et la 2^e lactation pourrait être due, en partie au moins, à l'accroissement du poids vif.

Pour expliquer cet effet propre de l'âge avec un appétit maximum en 2^e lactation on peut penser que les vaches dont les besoins augmentent considérablement au 1^{er} vêlage n'adaptent que progressivement leur appétit à leurs besoins élevés de

la 1^{re} à la 2^e lactation. Mais dès la 3^e lactation, les divers troubles chroniques ou aigus : accidents digestifs et métaboliques (cétose, fièvre de lait) et de la denture en particulier, accidents qui sont rares en 1^{re} lactation et dont la fréquence s'accroît avec l'âge peuvent être la cause d'une réduction de la consommation.

Facteurs individuels

La part de l'hérédité dans l'appétit des vaches laitières n'a pas été déterminée dans cette étude. Cependant, une part très importante de variation de l'appétit n'a pas pu être expliquée par l'ensemble des facteurs de variation étudiés : 50 p. 100 pour les quantités de matière sèche consommées des aliments de la ration de base et 24 p. 100 pour celles des aliments de la ration totale. De même STONE *et al.* (1960), observent que 75 p. 100 des différences de quantités de matière sèche de fourrage consommées entre vaches n'ont pas pu être expliquées par les 3 facteurs, poids vif, production laitière et gain de poids vif. Dans cette variation résiduelle, nous avons essayé d'estimer la part des facteurs propres à chaque animal par le calcul du coefficient de corrélation entre les consommations d'un même animal au cours de 2 lactations consécutives. Les coefficients de corrélation obtenus ont été de 0,32 pour la ration de base et de 0,53 pour la ration totale. Ces valeurs peuvent être confrontées avec les coefficients de répétabilité sur 2 lactations consécutives de 0,22 à 0,34 rapportés par MATHER (1959) et de 0,19 (MATHER et RIMM, 1962). Les coefficients de répétabilité intra-lactation sont généralement plus élevés, de 0,54 à 0,85 (MATHER, 1959), de 0,70 (STONE *et al.*, 1960).

Peu d'estimations ont été faites de l'héritabilité de l'appétit sur les bovins : ENGLAND (1962) donne pour des animaux en croissance, un coefficient d'héritabilité de 0,38 et MATHER et RIMM (1962), un coefficient de corrélation intra-classe entre sœurs paternelles de 0,10. Cette détermination de l'héritabilité est particulièrement difficile car il faut contrôler un effectif important d'animaux d'origine génétique différente avec des mesures suffisamment nombreuses et précises et dans des conditions standardisées d'alimentation et de milieu. Notre étude a en effet mis en évidence que, malgré l'uniformité de composition des rations (foin, ensilage, betteraves en quantité fixe), les variations de consommation, dues aux changements dans la nature et la qualité des aliments d'une année à une autre et entre les 2 étables, ont été considérables et très supérieures à celles dues aux facteurs liés à l'animal qu'on voulait analyser.

La part importante des variations individuelles de l'appétit qui n'a pas pu être expliquée par les facteurs pris en considération nous amène à penser que l'appétit des vaches laitières, plus spécialement leur aptitude à consommer des fourrages, peut être améliorée de façon importante par la sélection. En outre, d'après les observations que nous avons pu faire, il semble exister entre animaux des différences dans le choix des aliments : C'est ainsi que le rapport de la quantité de foin à la quantité d'ensilage consommée (en matière sèche) a varié de 1 à 5. En conséquence, lorsque la ration de base est composée d'un seul aliment (foin ou ensilage) les différences de consommation entre animaux doivent être plus grandes que lorsque la ration de base est mixte. La sélection des vaches sur leur appétit pourrait avoir avec ces régimes simples plus d'importance encore. Des mesures de l'héritabilité, et dans diverses conditions d'alimentation sont donc nécessaires.

Conséquences pour les plans de rationnement

De notre étude, nous pouvons tirer quelques conclusions sur le rationnement des vaches laitières en régime hivernal, tout d'abord des données sûres quant aux quantités consommées par des vaches recevant des rations mixtes du type de celles que nous avons utilisées, avec des fourrages distribués à volonté. Pour la ration de base composée de foin, d'ensilage et de 20 kg de betteraves à 17-18 p. 100 de matière sèche, les quantités moyennes de matière sèche consommées ont été les suivantes :

Poids vif (kg)	Matière sèche (kg)	Matière sèche (p. 100 du poids vif)
500	12,4	2,48
550	12,8	2,32
600	13,2	2,20
650	13,6	2,09
700	14,0	2,00

Il est important de remarquer que ces données de consommation ne peuvent être utilisées que *a)* pour des rations mixtes et non pas pour des rations constituées d'un seul fourrage, foin ou ensilage, *b)* pour des aliments de qualité moyenne, la qualité des foins et des ensilages pouvant modifier de façon considérable le niveau de consommation de la ration de base, et *c)* pour des lots d'animaux, et non pas pour des individus, du fait des variations individuelles d'appétit sous l'action des facteurs propres à l'animal.

Cette étude permet en outre de dégager quelques principes généraux sur le calcul des rations de base pour un troupeau. La quantité de matière sèche consommée de la ration de base est en moyenne indépendante du niveau de production laitière d'animaux de même poids. Ainsi, des vaches de même poids au même stade de lactation consomment en moyenne les mêmes quantités de fourrages et peuvent consommer en plus des quantités de concentré variables avec leur niveau de production.

La consommation de ration de base croît avec le poids vif d'environ 1 kg de matière sèche par 100 kg et elle est indépendante du numéro de lactation, du fait que l'accroissement observé avec l'âge est essentiellement dû à l'augmentation du poids vif, à l'exception semble-t-il, de la 2^e lactation.

Reçu pour publication en octobre 1964.

SUMMARY

APPETITE OF MILKING COWS

1. The purpose of this work was to study individual variations in appetite of milking cows at a given stage of lactation. In particular the effects of liveweight, of milk yield and of lactation number on intakes of dry matter and ballast were analysed. Information was available on 242 lactations of 141 cows in 2 herds, followed for one or more lactations between 1956 and 1961 (table 1).

2. Individual values for intake of dry matter, milk production and liveweight were obtained from the fifth to the ninth week of lactation; intake and yield were measured daily and liveweight weekly. The basal feed was of hay and silage given to appetite, allowing 15 p. 100 refusal, and 20 kg beet with 16 to 18 p. 100 dry matter. The requirement of each cow was completed by a concentrate mixture adjusted weekly. During the last 3 years the intake of indigestible organic matter, or ballast, also was estimated. Digestibility of the hay was estimated with sheep and that of the other feeds was taken from Dutch tables.

3. To estimate the effect of the intrinsic factors, liveweight, yield of 4 p. 100 fat-corrected milk and lactation number, account was taken of the effect of extrinsic factors estimated from differences between herds and between years. For that purpose the following methods of statistical analysis were used: the general method of analysis of variance and covariance by least squares (POUTOUS and CALOMITI, 1962); the method of BRANDT (1933) for analysis of the effects of herd and year, lactation by lactation; the method of pivotal condensation of RAO (1952) to test the interactions between herd-year and lactation number.

4. For the 242 lactations the average intake of dry matter for average liveweight 561 kg and average yield of 16.40 kg fat-corrected milk was: basal ration of hay, silage and beet 12.71 kg and concentrate mixture 2.97 kg, a total of 15.68 kg. Expressed as a percentage of liveweight intake of basal ration was 2.26 and of total ration was 2.79. Figure 2 gives the distribution of the animals according to their levels of intake. Average intake of ballast was 3.83 kg, or 0.684 kg per 100 kg liveweight.

5. The relation between intake of feed and liveweight was positive but weak. The correlation coefficients were: $r = 0.44$ for total ration, $r = 0.32$ for basal ration and $r = 0.50$ for ballast. From the linear relation established the total amount of dry matter eaten increased broadly by 1.7 kg for each increase of 100 kg liveweight, but only by 0.8 to 1 kg when account was taken of the other factors of variation (table 8, fig. 3). The exponent a in the equation $y = bx^a$ (y = intake of dry matter and x = liveweight) was 0.47 for the basal ration and 0.54 for the total ration, when it was calculated from uncorrected data for intake. It was only 0.35 and 0.27 when factors of variation other than liveweight were considered. The low values for the correlation coefficients and the regressions between intake of dry matter and liveweight must be partly due to the small spread of liveweights in the population of cows studied. They could equally be due to the high digestibility, 70 to 75 p. 100, of the organic matter of the ration, of which hay and silage supplied only 55 p. 100.

6. The intake of dry matter increased linearly with level of milk production by 280 g per kg fat-corrected milk. The increase was due almost entirely to the concentrate, the intake of basal ration remaining fairly constant (table 9, fig. 4). The intake of ballast increased on average 62 g per kg fat-corrected milk.

7. The increase in intake of dry matter with lactation number was mainly because both live weight and milk yield also increased at the same time (tables 4, 5, 6). However, when the effects of these factors were deducted, intake increased from the first to the second lactation (table 7). As a hypothesis, the small appetite in the first lactation compared with the second might be attributed to the considerable increase in requirements of the cow at first calving and the progressive adaptation of the appetite to these requirements between the first and second lactations.

8. Between years and herds the intake of dry matter varied widely, independently of liveweight, milk yield and lactation number. The differences in intake reached 30 p. 100 for the basal ration (tables 2 and 3). They were partly related to changes in the type and quality of the hay; the intake of hay varied in the same way as its digestibility. More clover hays were eaten than hays of lucerne and grass of equal digestibility (table 13, fig. 5).

9. Intrinsic factors could account for 8 p. 100 of the variation in intake of the basal ration and 45 p. 100 of that of the whole ration. Among those factors liveweight accounted for 4 and 3 p. 100 respectively, milk yield 0 and 35 p. 100 and lactation number 3 and 2 p. 100. Extrinsic factors could account for a large part of the variations in intake, 36 p. 100 for the basal ration and 31 p. 100 for the whole ration. Together intrinsic and extrinsic factors could account for only 50 p. 100 of the variation in intake of the basal ration and 75 p. 100 in that of the whole ration (table 11). The effect of factors related to the individual cow, which must be the main cause of the residual variation, was estimated from the repeatability of the intakes by the same cow during two consecutive years: the correlations for the same cow between lactation number n and $n + 1$ were 0.32 for the basal ration and 0.53 for the whole ration.

10. Intakes of dry matter and of ballast were closely related, $r = 0.90$. Individual variations measured by the coefficient of variation were slightly more for dry matter, 13.2 p. 100, than for ballast, 11.5 p. 100 (table 12). The differences in intake seen from one year to another, which were due principally to changes in type and quality of the feed, were as high for ballast as for dry matter.

11. With a mixed ration, as used in this study, with hay and silage of medium quality to appetite, 20 kg beet and a balanced concentrate adjusted to requirements of the animals, intakes of dry

matter from the basal ration were of the order of 12.4, 13.2 and 14.0 kg for cows weighing 500, 600 and 700 kg, or 2.48, 2.20 and 2.00 p. 100 liveweight.

The intake of basal ration is independent of milk yield and lactation number except for animals in their second lactation. Consequently cows with high production can eat as much forage as other cows, while eating more concentrates which are needed to cover their high requirements.

This fact, important from the point of view of selection of the animals, also simplifies the preparation of plans for rationing.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BALCH C. C., CAMPLING R. C., 1962. Regulation of voluntary food intake in ruminants. *Nutrit. Abstr. Rev.*, **32**, 669-686.
- BLAXTER K. L., WAINMAN F. W., WILSON R. C., 1961. The regulation of food intake by sheep. *Anim. Prod.*, **2**, 51-61.
- BRANDT A. E., 1933. The analysis of variance in $2 a \times s$ table with disproportionate frequencies. *J. Amer. Stat. Ass.*, **28**, 164-166.
- CORBETT J. L., 1960. Focal index techniques for estimating herbage consumption by grazing animals. *Proc. 8th Internat. Grassl. Congr.*, 438-442.
- COX C. P., FOOT A. S., HOSKING Z. D., LINE C., ROWLANG S. J., 1956. The direct evaluation of pasture in terms of the milk production of individually grazed cows. *J. Brit. Grassl. Soc.*, **11**, 107-118.
- MCCULLOUGH M. E., SISK L. R., NEVILLE W. E., 1957. Factors affecting weight gain of heifers when fed hay, silage or pasture. *J. Anim. Sci.*, **16**, 1058.
- DONEFER E., CRAMPTON E. W., LLOYDL E., 1960. Prediction of the nutritive value index of a forage from *in vitro* rumen fermentation data. *J. Anim. Sci.*, **19**, 545-552.
- ENGLAND N. C., 1962. Genetic and environmental factors influencing appetite in beef cattle and the relation of appetite to rate and efficiency of gain. *Diss. Abstr.*, **22**, 3331.
- FISSMER F. E., 1941. Comment rassasier l'appétit d'une vache à lait. *Z. Tierernähr.*, **5**, 1-109.
- HESSELBARTH, 1954. Untersuchungen über Fresslust, Futteraufnahmevermögen und Futterverwertung bei Milchkühen. *Arch. Tierernährung*, **4**, 145-195.
- HOLMES W., JONES J. G. W., DRAKE-BROCKMAN R. M., 1961. The feed intake of grazing cattle. II. The influence of size of animal on feed intake. *Anim. Prod.*, **3**, 251-260.
- HUTH F. W., 1960. *Zur Frage des Physiologischen bei Rindern und Schweinen*, Mariensee.
- HUTTON 1962. The maintenance requirements of New Zealand dairy cattle. *Proc. N. Z. Soc. Anim. Prod.*, **22**, 12.
- KELNER O., 1912 (in *Z. Tierernähr.*, **5**, 1-109).
- KLEIBER M., 1947. Body size and metabolic rate. *Phys. Rev.*, **27**, 511-547.
- KRUGER L., MÜLLER W., 1955. Untersuchungen zur Frage fresspsyche (fresslust) Futterabnahme, Futterverwertung und Milchleistung beim Rind. *Ztschr. Tierzuchtungsbiol.*, **64**, 313-332.
- KRUGER L., MÜLLER W., GINKEL E., SCHULZE G., 1955. Über Futteraufnahme und Verzehraleistungen bei Milchkühen. *Zuchtungskunde*, **27**, 143-153.
- LEGATES J. E., MURLEY W. R., WAUGH R. K., 1956. Hay consumption of individual cows on limited grain feeding. *J. Dairy Sci.*, **39**, 937.
- LEHMANN, 1907 (in *Z. Tierernähr.*, **5**, 1-109).
- LEROY A. M., 1952. A propos du rassasiement de la vache laitière. *Ann. Zootech. Sup. I*, 47-59.
- MCLUSKY, 1955. The quantities of herbage eaten by grazing dairy cows. *Proc. Brit. Soc. Anim. Prod.*, 45-51.
- MAKELA A., 1956. Studies on the question of bulk in nutrition of farm animals with special reference to cattle. *Acta Agric. fenn.*, **85**, 1-130.
- MARTIN C. M., BRANNON W. F., REID J. T., 1955. Relationship of size of growing cattle to pasture intake and its use as an index of palatability. *J. Dairy Sci.*, **38**, 181-185.
- MATHER R. E., RIMM A. A., 1958. Method of adjusting roughage intake of dairy cows for differences in body size. *J. Dairy Sci.*, **41**, 722.
- MATHER R. E., 1959. Can dairy cattle be bred for increased forage consumption and efficiency of utilization. *J. Dairy Sci.*, **42**, 878-885.
- MATHER R. E., RIMM A. A., 1962. Inherent appetite differences among milking cows. *J. Dairy Sci.*, **45**, 145.
- PALOHEIMO L., 1962. A review of some investigations made in the department of animal husbandry, university of Helsinki (*communication personnelle*).

- POUTOUS M., CALOMITI S., 1962. Méthodes d'analyse de variance et de covariance pour des schémas non orthogonaux (non publié).
- RAO C. R., 1952. Analysis of dispersions for multiply classified data with unequal numbers in cells. *Sankhā*, **15**, 253-280.
- SCHULZE G., 1957. Beiträge zur Frage der Verzehrleistung von Milchkühen (feed capacity of milk cows). *Nutr. Abstr. Rev.*, **27**, 240-241.
- SJOLLEMA R., 1950. On the influence of the composition of pasture herbage on the production of dairy cows and on the benefit of supplementing the grass with protein poor foods. *J. Brit. grassl. Soc.*, **11**, 107-118.
- STONE J. B., TRIMBERGER G. W., HENDERSON C. R., REID J. T., TURK K. L., LOOSLI J. K., 1960. Forage intake and efficiency of feed utilization in dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, **43**, 1275-1281.
- SVOBODA H., 1937. Das Sättigungsproblem bei der Milchviehfütterung. *XI. milchwirtschaftlicher Weltkongress, Berlin*, Bd I. S. 168.
- TRIMBERGER G. W., GRAY H. G., JOHNSON W. L., WRIGHT M. J., VANVLECK I. D., HENDERSON C. R., 1963. Forage appetite in dairy cattle. *Proc. Cornell Nutr. Conf. Feed Mfrs.*, 33-43.
- WALLACE L. R., 1961. Nutritional requirements of dairy cattle. *Proc. N. Z. Soc. Anim. Prod.*, **21**, 64-78.
-