

Etude de l'influence de facteurs alimentaires sanitaires ou d'exploitation, sur la production laitière et les performances de reproduction du bétail laitier

II - Analyse statistique.

N. KAFIDI¹, P. LEROY², PH. CHAPAUX³, L. ISTASSE², CH. HANZEN², Y. LAURENT², O. ANTOINE⁴

1. Ecole Nationale Vétérinaire d'Alger.
2. Faculté de Médecine Vétérinaire.
3. Centre d'Insémination Artificielle de Loncin.
4. Institut National pour la Recherche Vétérinaire.

Manuscrit déposé le 24/11/1989.

Introduction

L'évolution quantitative (accroissement de la taille des exploitations) et qualitative (augmentation du niveau de production) des troupeaux laitiers ainsi que les contraintes de production récemment imposées, ont réactualisé l'importance économique d'une production au moindre coût. Les facteurs influençant la rentabilité des exploitations laitières sont de nature diverse. Plusieurs études ont mis en évidence l'impact essentiel du niveau de production laitière, des performances de reproduction ainsi que des capacités de gestion de l'éleveur (Esslemont et al. (1985), Bigras-Poulin et al. (1985) et Cowen et al. (1989).

Dans une première étude, Istasse et al. (1989) ont établi le bilan général

de la gestion de 13 troupeaux laitiers du Pays de Herve avant et après le vêlage. En moyenne, dans ces exploitations, les taux cellulaires du lait étaient supérieurs à la norme de 300.000 cells/ml mais cependant inférieurs à la moyenne belge de (436.000). Les besoins alimentaires étaient couverts aussi bien en période de gestation que de lactation avec cependant un excès en protéine en fin de gestation. En ce qui concerne les minéraux, un excès important d'apport a été observé à l'exception du sodium. Les taux plasmatiques en ces éléments étaient cependant normaux, ce qui indique l'existence d'une bonne homéostasie chez les animaux étudiés. De plus les profils métaboliques se sont révélés normaux au cours des deux périodes.

La fertilité du cheptel est apparue satisfaisante puisque la gestation a

RESUME

L'étude a concerné 13 exploitations laitières du Pays de Herve, qui ont été suivies depuis novembre 1985 à Mai 1986, à la fois sur le plan alimentaire et sanitaire. Des corrélations simples ont été calculées entre différents paramètres sanguins, alimentaires, ainsi qu'entre différentes données de production laitière et de reproduction. Un nombre assez limité de corrélations significatives a été observé entre les paramètres alimentaires et sanguins durant la période de gestation. Ce nombre était quelque peu plus élevé en période de lactation. Les corrélations étaient positives et significatives entre les données de reproduction, sauf entre l'intervalle 1ère insémination-insémination fécondante et l'intervalle vêlage-1ère insémination.

Les modèles linéaires ajustés aux données ont expliqué 65 %, 43 %, 22 %, 17 %, 13 % et 11 % des variations totales de la production laitière au pic de lactation, de l'intervalle de vêlage, de l'intervalle vêlage-1ère insémination, de la reprise de l'activité ovarienne, de l'intervalle vêlage-insémination fécondante et de l'intervalle 1ère insémination-insémination fécondante. L'antagonisme entre le niveau de production laitière et les performances de reproduction chez les hautes productrices a été lié d'avantage aux conditions d'exploitation des animaux qu'à leur spécialisation.

nécessité en moyenne moins de 2 inséminations. Un allongement de l'intervalle vêlage-insémination fécondante a néanmoins été observé; il a été imputé à un retard de la première insémination dû à la fréquence élevée de métrites et à l'insuffisance de détection des chaleurs.

Le but du présent article est d'étudier la relation entre les différents paramètres biochimiques, alimentaires, de production laitière et de reproduction et d'évaluer l'influence des facteurs d'environnement sur la production laitière au pic de lactation et sur les performances de reproduction.

Matériel et méthodes.

L'étude a été réalisée dans 13 exploitations du Pays de Herve, comportant 552 vaches dont 327 ont été suivies sur le plan de la reproduction. Les mesures faites sur le terrain concernent :

- les paramètres biochimiques: taux plasmatiques (urée, acides aminés libres, P, Ca, Mg, Cu, Zn, SGOT et Chol) en période de tarissement et de lactation.
- les paramètres alimentaires: apports et besoins en UFL, MAD, Ca, P, Na, Cu, Zn, Mn et Vit. A en période de tarissement et de lactation.
- les performances de production: production laitière précédent le vêlage (PLP) et production laitière au pic de lactation (PLA).

- les performances de reproduction: l'intervalle vêlage-1ère insémination (IV1), l'intervalle vêlage-insémination fécondante (IVIF), l'intervalle 1ère insémination-insémination fécondante (FLI), l'intervalle de vêlage précédent (IV), le nombre d'inséminations (NI) par gestation, l'incidence des métrites (M), la qualité de l'involution utérine (IU) et la présence ou l'absence d'activité ovarienne (AO). Il faut noter que IV a été calculé par la somme de la période de tarissement et de la période de lactation et que FLI l'a été par la différence entre IVIF et IV1. Deux études ont été menées à savoir:

- L'étude des corrélations simples entre les différents paramètres cités plus haut comme l'illustre la fig 1.
- l'analyse des facteurs influençant la production laitière au pic de lactation et les performances de reproduction.

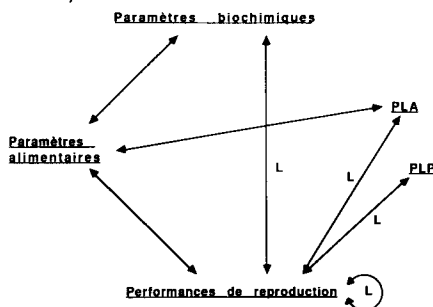


Fig. 1
Schéma des relations entre les paramètres étudiés

L : relations étudiées en période de lactation. Les données ont été analysées à l'aide du logiciel statistique SAS (Statistical Analysis System) et des modèles linéaires fixes ont été ajustés aux différentes données décrites ci-dessus. Le tableau 1 donne la statistique descriptive des données de production et de reproduction.

Modèles linéaires.

- Production laitière au pic de lactation (modèle 1)

$$Y_{ijklmnopqrstuv} = \mu + PLP_i + JTP_j + JLP_k + MGPP_l + ProtPP_m + UFLG_n + MADG_o + IU_p + UFLL_q + MADL_r + EMB_s + NL_t + CELL_u + e_{ijklmnopqrstuv}$$

$$Y_{ijklmnopqrstuv} = \text{production laitière au pic de lactation.}$$

$$\mu = \text{moyenne moindres carrés}$$

$$PLP_i = \text{effet fixe commun à toutes les vaches de la classe de production laitière précédente } i$$

$$JTP_j = \text{effet fixe commun à toutes les vaches de la classe de jours de tarissement } j$$

$$JLP_k = \text{effet fixe commun à toutes les vaches de la classe de jours de lactation } k$$

$$MGPP_l = \text{effet fixe commun à toutes les vaches de la classe de taux butyreux précédent } l$$

$$ProtPP_m = \text{effet fixe commun à toutes les vaches de la classe de taux protéique précédent } m$$

$$UFLG_n = \text{effet fixe commun à toutes les vaches de la classe de niveau énergétique en gestation } n$$

$$MADG_o = \text{effet fixe commun à toutes les vaches de la classe de niveau azoté en gestation } o$$

$$IU_p = \text{effet fixe commun à toutes les vaches de classe d'involution utérine } p$$

$$UFLL_q = \text{effet fixe commun à toutes les vaches de la classe de niveau énergétique en lactation } q$$

$$MADL_r = \text{effet fixe commun à toutes les vaches de la classe de niveau azoté en lactation } r$$

$$EMB_s = \text{effet fixe commun à toutes les vaches de la classe de degré d'embonpoint } s$$

$$NL_t = \text{effet fixe commun à toutes les vaches de numéro de lactation } t$$

Tableau 1
Statistique descriptive

Variables	Effectif	Moyenne	Déviat-ion standard
PLA (kgs)	291	26,9	6,3
IV1 (jours)	293	67,0	27,3
IVIF (jours)	293	101,0	40,5
FLI (jours)	293	34,0	40,0
IV (jours)	242	379,0	60,6
AO	325	0,44	0,50
NI	294	1,70	0,90

PLA :	Production laitière au pic de lactation
IV1 :	Intervalle vêlage-1ère insémination
IVIF :	Intervalle vêlage-insémination fécondante
FLI :	Intervalle 1ère insémination-insémination fécondante
IV :	Intervalle de vêlage précédent
AO :	Activité ovarienne
NI :	Nombre d'insémination par gestation

CELL_i
= effet fixe commun à toutes les vaches de la classe de taux cellulaire **i**

e_{ijklmnopqr}
= effet résiduel aléatoire.

Le modèle 2 est l'équivalent du modèle 1 après élimination des effets non significatifs, et le modèle 3 est équivalent au modèle 2 après ajout de l'effet troupeau et retrait de l'effet du niveau énergétique de la ration (UFLG), afin d'éviter toute confusion entre les effets troupeau et UFLG (Chapaux, 1988). Le tableau 2.1 donne la distribution des données de production dans les classes d'effets fixes.

b) Performances de reproduction (modèle complet).

$Y_{ijklmnopq}$
= $\mu + H_i + B_j + PLP_k + JTP_l + JLP_m + NL_n + MV_o + IU_p + e_{ijklmnopq}$

$Y_{ijklmnopq}$
= performance de reproduction.

μ
= moyenne moindres carrés

H_i
= effet fixe commun à toutes les vaches du troupeau **i**

B_j
= effet fixe commun à toutes les vaches de race **j** (2 races)

PLP_k
= effet fixe commun à toutes les vaches de niveau de production de classe **k** (9 niveaux)

JLP_l
= effet fixe commun à toutes les vaches de classe de jours de lactation **l** (6 niveaux)

JTP_m
= effet fixe commun à toutes les vaches de classe de jours de tarissement **m** (3 niveaux)

NL_n
= effet fixe commun à toutes les vaches de numéro de lactation **n**

MV_o
= effet fixe commun à toutes les vaches ayant vêlé le mois **o**

IU_p
= effet fixe commun à toutes les vaches de classe d'involution utérine **p**

e_{ijklmnopq}
= effet résiduel aléatoire.

Il est à noter que pour IV, les effets de la durée de tarissement et de lactation ont été retirés. Les variables discontinues NI et AO, ont été analysées sans transformations. En effet de nombreux auteurs (Janson, 1980, Van Vleck, 1972) ont montré que les transformations mathématiques classiques (sinus, logarithme, probit, ...) n'ont aucune incidence significative sur l'analyse statistique et que la méthode des moyennes moindres carrés reste fiable. Le tableau 2.2 donne la distribution des données de reproduction dans les classes d'effets fixes.

Résultats

a) Corrélations.

Un nombre très limité de corrélations significatives ($p < 0,05$ à $< 0,001$) a été observé entre les données relatives à l'alimentation et les paramètres sanguins. En période de gestation, une corrélation positive significative a été observée entre l'apport en matière azotée dans la ration et l'urée plasmatique ($r = 0,55$), d'une part, et l'apport en cuivre dans la ration et les teneurs plasmatiques en calcium ($r = 0,20$), en magnésium ($r = 0,23$), en cuivre ($r = 0,21$) et en zinc ($r = 0,22$) d'autre part.

En période de lactation, les mêmes tendances ont été retrouvées, mis à part qu'il n'y a plus de relation significative entre les apports en cuivre et les teneurs plasmatiques en cuivre. De plus, des corrélations significatives ont été observées entre les apports en calcium dans la ration et les teneurs plasmatiques en urée ($r = -0,39$), acides aminés libres ($r = 0,23$), magnésium ($r = -0,22$), cuivre ($r = -0,22$), zinc ($r = -0,25$), SGOT ($r = -0,26$) et le cholestérol ($r = -0,20$); entre les apports en zinc dans la ration et les teneurs plasmatiques en urée ($r = -0,26$), cuivre ($r = -0,22$), zinc ($r = 0,30$) et SGOT ($r = -0,26$). Entre les paramètres biochimiques mesurés pendant la lactation et les paramètres de reproduction, seules les corrélations observées entre l'urée et AO ($-0,23$), l'urée et IU ($-0,23$), le cholestérol et AO ($-0,24$), le cholestérol et IU ($-0,32$) et entre le cholestérol et M ($-0,32$) ont été significatives.

Entre les paramètres gynécologiques, dix corrélations étaient positives et significatives : AO-IU (0,28), AO-M (0,2), IU-M (0,46), M-IV1 (0,2), M-IVIF (0,12), IV1-IV (0,14), IV1-IVIF (0,35), IVIF-FLI (0,77), IVIF-NI (0,68), FLI-NI (0,76) Cette

dernière est proche de 0,84, valeur rapportée par Janson (1980). Une seule corrélation était négative et significative : IV1-FLI ($-0,32$). Elle est de loin supérieure en valeur absolue à $-0,05$, valeur rapportée par Janson (1980).

Des corrélations négatives ont été observées entre les performances de production et de reproduction; M et les teneurs en matières grasses ($-0,2$, $p < 0,05$) et en protéines ($-0,13$, $p < 0,05$) dans le lait au cours de la lactation précédente et entre IU et la teneur en matière grasse au cours de la lactation précédente ($-0,16$, $p < 0,05$).

b) Modèles linéaires

b.1) Production laitière au pic de lactation

Le tableau 3 donne le résultat de l'ajustement des modèles linéaires et la part de la variation totale de PLA expliquée par chacun d'eux.

Le modèle 1 explique 60 % de la variation totale de PLA. Seuls le niveau de production laitière précédente (PLP), la durée de la lactation précédente (JLP), l'apport énergétique pendant la gestation (UFLG) et le numéro de lactation (NL) ont un effet significatif. Le modèle 2 réduit aux seuls effets significatifs vus plus haut, explique quant à lui 55 % de la variation totale de PLA. Le modèle 3 qui inclut l'effet troupeau, explique 65 % de la variation totale de PLA. L'effet troupeau est hautement significatif ($p < 0,001$). L'introduction de cet effet troupeau, réduit de manière considérable l'effet du niveau de production précédente et élimine l'effet de la durée de la lactation précédente. Ceci reflète l'existence d'une association plus ou moins étroite entre l'effet troupeau et les effets du niveau de production et du nombre de jours de la lactation précédente. L'influence de chacun des effets significatifs sur la production au pic de lactation, exprimé par les moyennes moindres carrés, est représentée par les figures (2.a, 2.b, 2.c, 2.d) Le niveau de production laitière au pic de lactation s'élève avec le niveau de la production précédente

Tableau 2.1

 Distribution des données de production laitière
dans les classes d'effets fixes.

Variable	Classe	Effectif
Troupeau	1	23
	2	27
	3	23
	4	17
	5	38
	6	21
	7	27
	8	29
	9	38
	10	16
	11	18
	12	30
	13	20
JTP (jours)	<=20	99
	21-60	113
	>60	30
JLP (jours)	<=270	99
	271-300	67
	301-330	69
	331-360	43
	361-390	18
PLP (kgs)	<3500	86
	3501-4000	8
	4001-4500	17
	4501-5000	31
	5001-5500	29
	5501-6000	43
	6001-6500	26
6501-7000	31	
>7000	56	
Numéro de lactation	1	82
	2	64
	3	58
	4	36
	5	36
	6	25
	>=7	26
Involution utérine	0	170
	1	155
MGPP (%)	<=3,5	84
	3,6-4,0	85
	4,1-4,5	110
	4,6-5,0	41
	>5,0	7
ProtPP (%)	<=3,0	110
	3,1-3,5	203
	>3,5	14
UFLG (%)	<=95	102
	96-105	54
	>105	171
MADG (%)	95-125	61
	126-150	117
	>150	149
UFL (%)	<=95	56
	96-105	268
	>105	3
MADL (%)	95-105	110
	105-115	181
	>115	36
EMB	<=20	148
	21-30	167
	>30	12
Cellules	<=100.000	160
	100.000-300.000	95
	>300.000	72

Tableau 2.2

 Distribution des données de reproduction
dans les classes d'effets fixes.

Variable	Classe	Effectif
Troupeau	1	23
	2	27
	3	23
	4	17
	5	38
	6	21
	7	27
	8	29
	9	38
	10	16
	11	18
	12	30
	13	20
Race	Pie-Noire	276
	Pie-Rouge	51
JTP (jours)	<16	23
	16-31	30
	32-47	73
	48-63	74
	>64	42
JLP (jours)	<=270	99
	271-300	67
	301-330	69
	331-360	43
	361-390	18
PLP (kgs)	<3500	86
	3501-4499	24
	4500-5499	63
	5500-6499	74
	6500-7499	56
	>7500	24
	Numéro de lactation	1
2		64
3		58
4		36
5		36
6		25
>=7	26	
Mois de vêlage	jan	46
	fév	75
	mar	72
	oct	12
	nov	39
Involution utérine	déc	57
	0	170
	1	155

Tableau 3

 Analyse de variance de la production laitière
au pic de lactation

Source	ddl	Somme des carrés		
		Modèle 1	Modèle 2	Modèle 3
PLP	8	2695 ⁴	3030 ⁴	348 ³
JTP	2	NS	-	-
JLP	5	670 ⁴	705 ³	NS
MGPP	4	NS	-	-
ProtPP	2	NS	-	-
UFLG	2	152 ¹	124 ¹	-
MADG	2	NS	-	-
IU	1	NS	-	-
UFL	2	NS	-	-
MADL	2	NS	-	-
EMB	2	NS	-	-
NL	6	257 ¹	300 ¹	330 ²
Cell	2	NS	-	-
Troupeau	12	-	-	2217 ⁴
Modèle		6884 ⁴	6362 ⁴	7451 ⁴
Erreur		4597	5119	4030
R ² (modèle) %		60	55	65

seuil de signification : 1 (<0,05), 2 (<0,01), 3 (<0,001), 4 (<0,0001).

- : effet non inclus dans le modèle.

NS : non significatif.

ddl : degrés de liberté.

(fig. 2.a), par contre un allongement de la durée de production au cours de la lactation précédente semble être défavorable à la production au pic de lactation suivante (fig. 2.b) Une insuffisance en énergie durant la gestation pénalise la production laitière au pic de lactation alors qu'un excès semble la favoriser (fig. 2.c) Une relation curvilinéaire ($R^2=0,76$) a été observée entre la production laitière au pic de lactation et le numéro de lactation (fig. 2.d); la production augmente jusqu'à la quatrième lactation puis diminue avec les lactations de numéro supérieur.

b.2) Performances de reproduction.

Le tableau 4 donne les résultats de l'ajustement du modèle linéaire complet et réduit aux données de reproduction. Le tableau 5 donne les coefficients de détermination pour chacun d'eux. La part de la variation totale des caractères de reproduction, expliquée par le modèle, s'élève à 43 % pour IV, 22 pour IV1, 17,2 pour AO, 13,4 pour IVIF et 11,4 % pour FLI. En ce qui concerne NI, la part de la variation due au modèle ajusté, était de 20 % mais non significative.

b.2.1, Effet troupeau.

L'effet troupeau explique de manière significative, 9,8 %, 16 %, 7,2 % de la variation totale d'IV, IV1, et d'IVIF (Tableau 5). Les figures (3.a, 3.b, 3.c) illustrent l'effet du troupeau sur les différents intervalles. On peut distinguer les troupeaux en trois classes d'effectifs :

- classe 1 avec moins de 40 vaches.
Troupeaux: 1, 10, 11 et 13
- classe 2 avec 40 à 50 vaches.
Troupeaux: 7, 4, 2 et 6
- classe 3 avec plus de 60 vaches.
Troupeaux: 5, 12, 9 et 3.

Tableau 4

Analyse de variance des paramètres de reproduction

Source	ddl	IV1	IVIF	FLI	IV	AO
Troupeau	12	32532 ⁴	37117 ⁴	NS	203593 ⁴	NS
Race	1	NS	NS	NS	NS	NS
PLP	5	NS	NS	NS	270664 ⁴	3.2 ¹
JTP	4	NS	NS	12119 ¹	-	NS
JLP		NS	NS	NS	-	NS
NL	5	12783 ²	NS	NS	77641 ⁴	NS
Mv	6	NS	29416 ²	29847 ²	NS	6 ⁴
IU	1	NS	NS	NS	NS	3.65 ⁴
R ² -Modèle complet (%)		24 ⁴	24 ¹	14 ¹	45,5 ⁴	21 ⁴
R ² -Modèle réduit (%)		22 ⁴	13 ²	11 ²	43 ⁴	17 ⁴

seuil de signification : 1 (<0,05), 2 (<0,01), 3 (<0,001), 4 (<0,0001).
NS : non significatif.
ddl : degrés de liberté.

Tableau 5

Part de la variation totale des performances de reproduction expliquée par les facteurs de milieu

Variables	Source	ddl	R ² (%)
IV	Modèle	22	43 ⁴
	troupeau	12	9,8 ⁴
	niveau de production	6	14 ⁴
	n° de lactation	7	3,3 ⁴
IV1	Modèle	18	22 ⁴
	troupeau	12	16 ⁴
	n° de lactation	7	7 ²
IVIF	Modèle	18	13,4 ²
	troupeau	12	7,2 ¹
	mois de vêlage	6	5,6 ²
FLI	Modèle	10	11,4 ²
	tarrissement (jours)	5	NS
	mois de vêlage	6	7,6 ²
AO	Modèle	12	17,2 ⁴
	niveau de production	5	2,6 ²
	mois de vêlage	6	9,2 ⁴
	invol-utérine	1	6 ⁴

seuil de signification : 1 (<0,05), 2 (<0,01), 3 (<0,001), 4 (<0,0001).
NS : non significatif.
ddl : degrés de liberté.

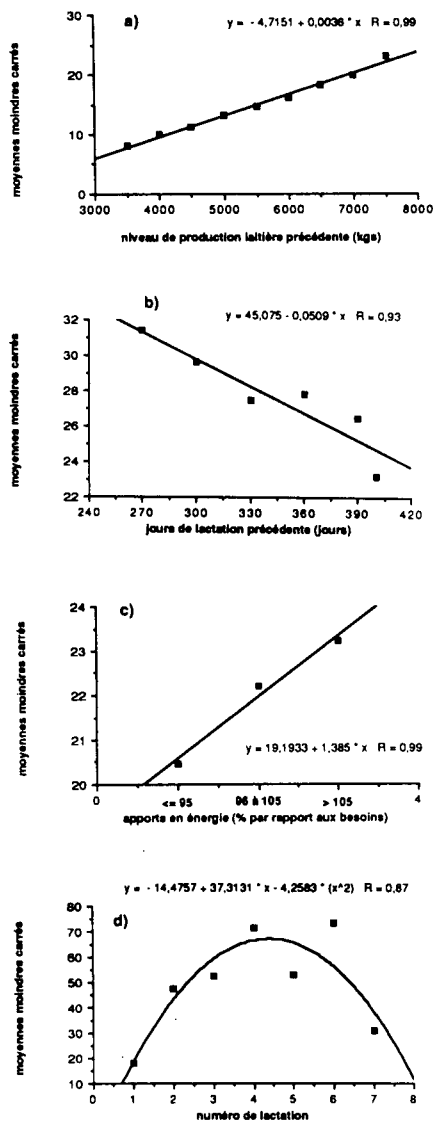


Fig. 2

Effet du niveau de production laitière (fig. 2.a), de la durée de la lactation précédente (fig. 2.b), des apports en énergie au cours de la gestation (fig. 2.c) et du numéro de lactation (fig. 2.d) sur la production laitière au pic de lactation.

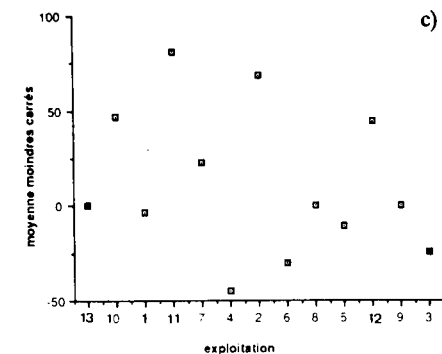
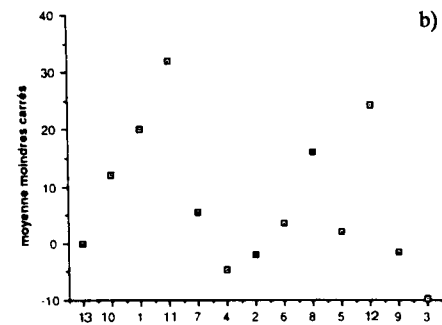
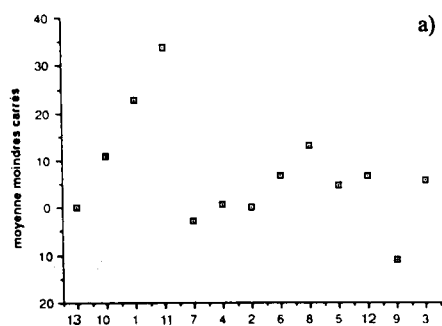


Fig. 3

Effet d'exploitation sur l'intervalle vêlage-1ère insémination (fig. 3.a), sur l'intervalle 1ère insémination-insémination fécondante (fig. 3.b) et sur l'intervalle de vêlage précédent (fig. 3.c).

De manière générale, la différence entre les valeurs minimales et maximales en ce qui concerne IV1 et IVIF, est plus grande pour les troupeaux de classe 1 (34 et 32 jours) que pour ceux des classes 2 (16 et 22 jours) et 3 (17,7 et 29,2 jours). On remarque également, que dans les troupeaux des classes 2 et 3 la tendance est à l'insémination précoce. Dans les troupeaux 3, 5 et 12 de la classe 3, IV1 est sensiblement le même (+/- 7 jours) mais IVIF varie très fort (+/- 34,2 jours), exprimant une moins bonne réussite de l'insémination. Aucune conclusion particulière ne peut être tirée en ce qui concerne l'effet troupeau sur IV (fig 3.c)

b.2.2, Effet du niveau de production laitière précédente.

L'effet du niveau de production est significatif pour IV et AO. Il explique respectivement 14 et 2,6 % de la variation totale. Il ne semble pas y avoir de relation étroite entre ce paramètre et AO (fig 4).

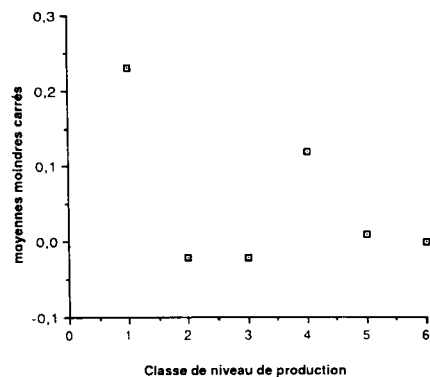


Fig. 4

Effet du niveau de production laitière précédente sur le retard d'activité ovarienne.

b.2.3, Effet du mois de vêlage

L'effet du mois de vêlage explique de manière significative, 5,6, 7,6 et 9,2 % de la variation totale de IVIF, FLI et AO. Les figures (5.a, 5.b, 5.c) montrent l'influence du mois de vêlage sur ces différentes variables. Les femelles ayant vêlé entre mars et avril ont un IVIF et FLI plus court que celles qui ont vêlé entre octobre et novembre. Une régression linéaire de IVIF ($R^2=0,92$) et FLI ($R^2=0,81$) sur le mois de vêlage a été ajustée aux moyennes moindres carrés. Elle indique une diminution d'IVIF et de FLI respectivement de 5,4 et 5,7 jours par mois entre Octobre 85 et Mai 86. Les femelles qui ont vêlé entre octobre et novembre témoignent d'une activité ovarienne plus précoce que celles qui ont vêlé entre mars et avril.

b.2.4) Effet du numéro de lactation.

Le numéro de lactation a un effet plus marqué sur IV1 que sur IV et la part de la variation totale qu'il explique est respectivement de 7 % et 3,3 %. Les figures 6.a et 6.b illustrent l'effet du numéro de lactation sur

IV1 et IV. Une amélioration de ces deux variables avec le, numéro de lactation est observée jusqu'à la quatrième lactation, suivie d'une détérioration par la suite. Une régression curvilinéaire a été ajustée aux moyennes moindres carrés, avec une précision de 96 % pour IV1 et 51 % pour IV.

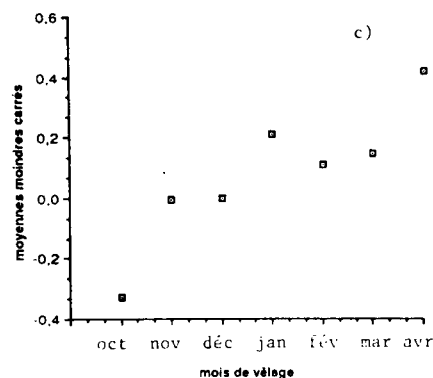
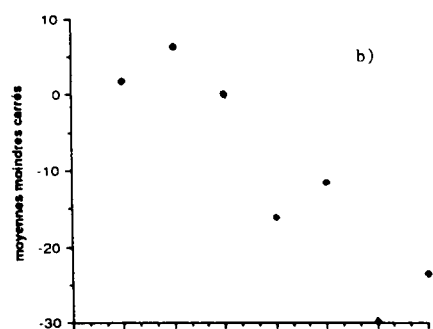
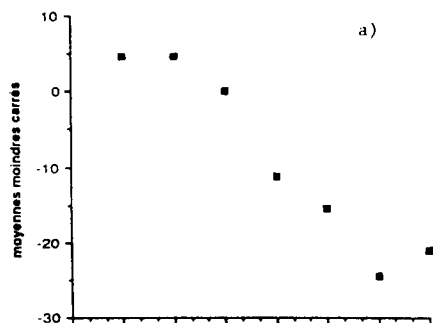


Fig. 5

Effet du mois de vêlage sur l'intervalle vêlage-insémination (fig. 5.a), sur l'intervalle 1ère insémination-insémination fécondante (fig. 5.b) et sur le retard d'activité ovarienne (fig. 5.c).

Discussion

a) Corrélations

Un nombre assez limité de corrélations significatives a été observé,

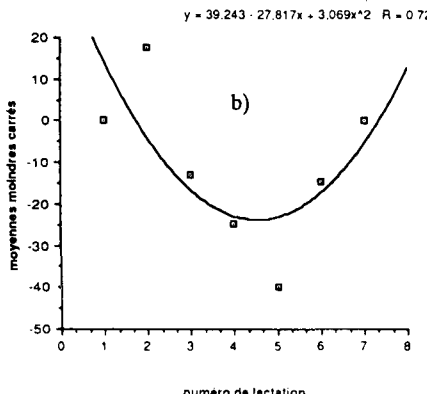
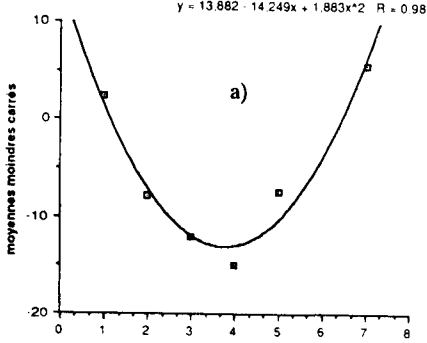


Fig. 6

Effet du numéro de lactation sur l'intervalle vêlage-1ère insémination (fig. 6.a) et sur l'intervalle de vêlage précédent (fig. 6.b)

entre les paramètres alimentaires et les données des profils métaboliques en période de gestation. Ce nombre était quelque peu plus élevé en période de lactation. La corrélation positive entre les apports en matière azotée et les teneurs en urée, illustre la métabolisation des excès d'azote pour produire de l'urée que la vache va, soit recycler, soit éliminer. Il a été surprenant d'obtenir des relations significatives, entre les apports en minéraux et oligoéléments dans la ration et les teneurs plasmatiques de divers métabolites, apparemment non liés. Ceci serait essentiellement dû aux conditions particulières dans lesquelles l'expérience s'est déroulée.

Inversément, il est étonnant, qu'il n'y ait aucune corrélation entre, apports en minéraux ou oligoéléments dans la ration et teneurs plasmatiques de ces mêmes éléments. Les rations ayant été calculées en fonction de la qualité des matières premières, il en est résulté que la couverture des besoins par la ration était généralement élevée, de sorte que la variation des paramètres ne pouvait être que

dans le sens de l'excès. Dans une telle situation, la digestibilité et l'absorption des minéraux, diminuent (Pointillard et Gueguen, 1989), l'animal maintenant son homéostasie sanguine dans les limites physiologiques. Il apparaît donc que d'une manière générale, la détermination de profils métaboliques, dans le cadre de cette étude, comme mesure de l'adéquation des rations aux besoins de l'animal, n'a donné que peu d'informations si ce n'est en ce qui avait trait au métabolisme azoté.

Des corrélations négatives ont été observées entre urée ou le cholestérol dans le plasma et certains paramètres gynécologiques. Cela signifie, par exemple, que dans les limites de la faible variation observée, une urémie élevée favoriserait l'activité ovarienne ou une bonne involution utérine. Les présentes observations sont en contradiction avec les données de la littérature ou l'augmentation de la teneur en matière azotée dans la ration et donc de l'urée sanguine, se traduit par une diminution des performances de reproduction. Une augmentation de la teneur en protéine de 12,7 à 19,3 % (Jordan et Swanson, 1979), de 13 à 17 % (Edwards et al., 1980) ou de 16 à 20 % (Folman et al., 1981) a fait augmenter l'intervalle vêlage-insémination fécondante de 37, 16 et 18 jours respectivement. Le nombre d'inséminations nécessaires par conception, a augmenté suite à l'élévation de la teneur en protéine, l'effet étant plus important chez les animaux plus âgés (Kaim et al., 1983) D'après Girou et Brochart (1970), la fécondité diminue lorsque les apports en matières azotées digestibles dépassent de 150 g les besoins.

Les corrélations, observées entre certains paramètres de reproduction sont proches de celles rapportées par Janson (1980). Les corrélations positives illustrent la possibilité d'influences réciproques. Ainsi un retard d'activité ovarienne a été associé à un retard d'involution utérine et une augmentation de l'incidence des métrites. De même, une augmentation du nombre d'inséminations a été associée à un allongement d'IVIF et de FLI. Une corrélation négative entre FLI et IV1 indique que le retard de

la première insémination, diminue l'intervalle entre cette insémination et l'insémination fécondante. Ceci ne serait effectif que si la première insémination était effectuée endéans les 60 jours suivant le vêlage (Williamson et al. 1980, Fulkerson 1984).

b) Modèles linéaires

Les résultats de l'analyse statistique indiquent que la variation totale de la production laitière au pic de lactation est due en majeure partie à des différences de troupeau et dans une moindre mesure, à des différences de numéro de lactation et de niveau de production particulier à chaque vache (tableau 3). L'importance de l'influence du troupeau est révélée par la réduction importante de la somme des carrés relative à la production laitière précédente et aux jours de lactation précédente, lors de l'analyse du modèle 3 (348 vs 3030 ou 2695).

Sur le plan des performances de reproduction, la part de la variation expliquée par le modèle réduit varie de 11 % à 43 % (tableau 4) et reste néanmoins faible. Une bonne correspondance est observée entre les valeurs rapportées ici et celles de Janson (1980), obtenues sur des échantillons plus importants. En effet, il obtient respectivement 27, 31, 21, 10, 10 % pour IV, IV1, IVIF, FLI et NI. Dans le présent travail, les principales sources de variation des données de reproduction ont été le troupeau (7,2-16 %), le niveau individuel de production précédente (2,6-14 %), le mois de vêlage (5,6-9,2 %) et le numéro de lactation (3,3-7 %) (tableau 5). Dans le cadre de cette étude, bien que la première insémination ait été effectivement pratiquée plus tôt dans les troupeaux de grande taille (fig 3.a), sa réussite a été très variable. La taille du troupeau semble en effet n'avoir aucune influence sur IV comme l'illustre la fig. 3.c. Notre observation rejoint partiellement celle de De Kruif (1978) qui attribue les meilleures performances de reproduction dans les élevages de grande taille à une meilleure qualité de la détection des chaleurs.

L'influence négative du niveau de production laitière sur les performances de reproduction a été décrite par de nombreux auteurs (Lean et al., 1989; Berglund et al., 1989; Olds et al., 1979; Maijala, 1976) mais les facteurs en cause sont encore mal définis. Maijala (1976) et Philipsson (1980) ont observé que cet antagonisme se manifeste de manière plus marquée au cours de la première lactation, pour s'atténuer progressivement par la suite. Raden et al., (1987) ont trouvé une corrélation génétique négative (relation favorable), entre le niveau de production laitière et NI chez les génisses, alors qu'elle devient positive (relation défavorable), entre le niveau de production et NI, IVIF et l'âge à la première insémination chez les primipares.

Mayer (1977) et Laben et al., (1982) ont suggéré qu'un niveau de production élevé peut avoir un effet dépressif réel mais de faible importance sur la fertilité du troupeau, mais qu'il peut être éliminé par une bonne gestion d'élevage, plus particulièrement dans le domaine de l'alimentation. Lean et al., (1989) ont observé une influence défavorable d'un niveau de production élevé au pic de lactation sur IVIF. En effet une différence significative de 10 jours a été observée entre les femelles ayant au pic de lactation, une production inférieure à 38,2 kg et celles ayant une production supérieure. D'après Stevenson et al., 1983, les hautes productrices conçoivent plus tôt que les faibles productrices. Buttler et al., (1981), n'ont observé aucune relation entre ces deux paramètres. Par contre,

pour Bartlett et al., (1987), les femelles en anoestrus ont tendance à avoir un niveau de production supérieur, au cours de la lactation précédente et de la lactation courante. La fréquence de chaleurs silencieuses est élevée chez les femelles à haute production (Withmore et al., 1974).

Dans le présent travail, les femelles à production élevée n'ont pas accusé de retard d'activité ovarienne, ce qui indique que les différences entre elles et les femelles à faible production, relèvent davantage de la conduite d'élevage que de leur spécialisation.

Des contradictions entre auteurs sont relevées au sujet de l'effet de la saison de vêlage. Dans notre analyse une différence de 27 jours pour IVIF et de 32 jours pour FLI a été trouvée entre l'automne et le printemps. D'après Etherington et al., (1985), les femelles qui ont vêlé en hiver, ont un IV1 ainsi qu'un IVIF, allongés de 42 et 27 jours respectivement par rapport à celles qui ont vêlé en été. Certains n'ont trouvé aucun effet (Erb et Smith, 1987; Hamudikwanda cité par Erb), d'autres au contraire, ont observé une influence manifeste (De Kruif, 1978; Etherington et al., 1985). De Kruif a attribué les faibles résultats observés en automne à la réduction de la longueur du jour et aux chaleurs moins apparentes rendant leur détection plus difficile. Tucker (1982) a retrouvé l'influence des mêmes facteurs, avec en plus celle d'une carence en vitamine A.

Conclusions

Au cours de cette étude, il est apparu que les profils métaboliques réalisés avant et après le vêlage ont apporté peu d'informations concernant le métabolisme des bovins laitiers à l'exception du métabolisme azoté et n'ont pas permis de révéler un problème d'ordre alimentaire ou gynécologique.

L'influence des facteurs de milieu a été plus importante sur la production laitière au pic de lactation (65 %) que sur les performances de reproduction post-partum (11 % à 22 %). L'effet troupeau, le niveau de production laitière précédente et le numéro de lactation ont eu un effet significatif sur la production laitière au pic de lactation. Par contre les facteurs alimentaires de même que les taux cellulaires n'ont eu aucune influence.

La nature et l'importance des facteurs de milieu ont varié d'un caractère à l'autre pour les performances de reproduction. Les facteurs les plus importants ont été le troupeau, le mois de vêlage et le numéro de lactation.

Le faible nombre de corrélations significatives obtenues ainsi que le faible impact du milieu sur les performances de reproduction, ont été dus en partie au suivi des animaux, tant sur le plan alimentaire que sanitaire. L'intervention rapide lors de problèmes gynécologiques de même que la correction de la ration alimentaire ont eu comme conséquence de réduire la variabilité des mesures des caractères étudiés.

BIBLIOGRAPHIE

- Bartlett P.C., Kirk J., Coe P., Martenuik J. et Mather E.C. : Descriptive epidemiology of anoestrus in Michigan Holstein-Friesian cattle. *Theriogenology* (1987), 27, 459
- Berglund B., Danell B., Janson L., Larsson K. : Relationships between production traits and reproductive performance in dairy cattle. *Acta Agric. Scand.* (1989), 39, 169.
- Bigras-Poulin M., Meek A.H. et Martin S.W. : Attitudes, management practices and herd performance - A study of Ontario dairy farm managers. II. Associations. *Prev. Vet. Med.* (1984/85), 3, 241.
- Butler W.R., Everett R.W., Coppock C.E. : The relationships between energy balance, milk production and ovulation in postpartum Holstein. *J. Anim. Sci.* (1981), 53, 742.
- Chapaux P. : Paramètres alimentaires, sanguins, parasitaires et gynécologiques chez la vache laitière. Corrélations et modèles linéaires. 1988. Mémoire de Licence en Zootechnie. 87 pp.
- Cowen P., Schwabe C.W., Rosenberg H.R., Bondurant R.H., Franti C.E. et Goodger W.J. : Reproductive management practices among Tulare, - California, dairy herds. II. Analytical studies. *Prev. Vet. Med.* (1989), 7, 101.

SUMMARY

Influence of nutrition and management on milk production and reproduction in dairy herds. II. Statistical analysis.

The survey involved 13 dairy herds from Pays de Herve in which nutrition and management were studied from November 1985 to May 1986. Correlations were calculated between various parameters: plasma metabolites, dietary characteristics,

De Kruif A. : Factors influencing the fertility of cattle population. *J. of Reprod Fert* (1978), **54**, 507-518.

De Kruif A. : An investigation of the parameters which determine the fertility of a cattle population and of some factors which influence those parameters. *Tijdschr. Diergeneesk.* (1975), **100**, 1089-1098.

Edwards J.S., Bartley E.E. et Dayton A.D. : Effects of dietary protein concentration on lactating cows. *J. Dairy. Sci* (1980), **63**, 243.

Erb H.N., Smith D. : The effects of periparturient events on breeding performance of dairy cows. *Vet. Clinics of North America* (1987), **3**, 3.501.

Esslemont R.J., Bailie J.H. et Cooper M.J. : Fertility in management in dairy cattle (1985) Edited by Collins. pp 143.

Etherington W.G., Martin S.W., Dohoo I.R., et al : Interrelationships between ambient temperature, age at calving, postpartum reproductive events and reproductive performances in dairy cows: A path analysis. *Can. J. Comp. Med.* (1985), **49**, 254.

Folman Y., Neumark M., Kaim M. et Kaufmann W. : Performance, rumen and blood metabolites in high yielding cows fed varying protein percents and protected soybean (1981) *J. Dairy. Sci.*, **64**, 759.

Fulkerson W.J. : Reproduction in dairy cattle: effect of age, cow condition, production, level, calving-to-first-service interval and the 'male'. *Anim. Repr. Sci.* (1984), **7**, 305.

Girou R., et Brochart M. : Niveau énergétique, protéine et fécondité des vaches laitières. Influence d'une supplémentation alimentaire post-oestrale. *Ann. Zootech.* (1970), **19**, 67.

Istasse L., Chapaux Ph., Hanzen C., Antoine O., Losson B., Kafidi N., Leroy P. et Bienfait J.M. : Etude de l'influence de facteurs alimentaires sanitaires ou d'exploitation, sur la production laitière et les performances de reproduction du bétail laitier (1989). I) Méthodologie et résultats. (accepté pour publication aux *Ann. Med. Vet.*).

Janson. L. : Studies on fertility traits in swedish dairy cattle. Report 45 Uppsala (1980). Thésis.

Jordan E.R. et Swanson L.V. : Effect of crude protein on reproductive efficiency, serum total protein and albumin in the high-producing dairy cow. *J. Dairy Sci* (1979), **65**, 58.

Kaim M., Folman Y., Neumark H. et Kaufmann H. : The effect of protein intake and lactation number on post partum body weight loss and reproductive performance of dairy cows. *Anim. Prod.* (1983), **37**, 229.

Laben R.L., Shanks R., Berger P.J., Freeman A.E. : Factors affecting milk yield and reproductive performance. *J. Dairy Sci.* (1982), **65**, 1004.

Lean I.J., Galland J.C., Scott J.L. : Relationships between fertility, peak milk yields and lactational persistency in dairy cows. *Theriogenology* (1989), **31**, 5.

Majjala K. : Possibilities of improving fertility in cattle by selection. *World Review of Animal Production* (1976), **12**, 69.

Mayer E. : Grandes unités de production, production laitière, haute production et fécondité. Bulletin des G.T.V mars 1977. 1-13.

Olds D., Cooper T., Thrift F.A. : Relationships between milk yield and fertility in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* (1979), **62**, 1140.

Philipsson J. : Genetics aspects of fertility in cattle. 31th meeting of E.A.A.P., Munich 1980. (GC.2.3) . 1-6.

Pointillart A. et Gueguen L. : Interactions between phosphorus, calcium and magnesium in pigs. 40th meeting of EAAP, Dublin, 1989. R53.

Raden P.M. van, Freeman A.E, Berger P.T.: Relationships among production and reproduction in nulliparous and first lactation Holstein cattle. *J. Dairy Sci.* (1987), **70**, (suppl 1) 231.

Stevenson J.S, Schmidt M.K., Call E.P. : Factors affecting reproductive performance of dairy cows first inseminated after five weeks postpartum. *J. Dairy Sci.* (1983), **66**, 1148.

Tucker H.A. Seasonality in cattle. *Theriogenology* (1982), **17**, 53.

Van Vleck L.D : Estimation of heritability of threshold characters *J. dairy sci.* (1972), **55**, 218-225.

Whitmore H.L., Tyler W.J., Casida L.E. : Effects of early postpartum breeding in dairy cattle. *J. Anim. Sci.* (1974), **38**, 2.339.

Williamson N.B., Quinton F.W. et Anderson G.A. : The effect of variations in the interval between calving and first service on the reproductive performance of normal dairy cows. *Australian Vet. Jour.* (1980), **56**, 477.

milk production and reproduction performances. There were only a few significant correlations between dietary characteristics and plasma metabolites during pregnancy. More significant correlations coefficients were found during lactation. Positive and significant correlations were obtained between the characteristics of reproduction with the exception of the relation between calving-first insemination interval and first insemination-last insemination interval. Linear models explained 65, 43, 22, 17, 13 and 11 % of the total variation for milk yield at peak of lactation, calving interval, calving-first insemination interval, ovary activity, calving-last insemination interval and first insemination-last insemination interval. The antagonism between milk yield and reproduction performances in high yielding cows was associated to husbandry rather than to high yield potential.