Action des aromates sur l'appétence des Vaches laitières

Méthode expérimentale et test statistique

C. CRAPLET (1) J. DEJARDIN (2)

INTRODUCTION

— Beaucoup d'éleveurs croient à l'efficacité des produits aromatiques ajoutés à la ration d'aliments concentrés (céréales, tourteaux, produits divers) ; en conséquence de nombreux fabricants d'aliments composés commerciaux se croient tenus d'ajouter des aromates dans leurs fabrications.

— En face d'un aliment aromatisé, l'éleveur le sent, le renifle et si le parfum lui semble agréable il en conclut que l'animal aura les mêmes réactions que lui-même et qu'il consommera avec plus de plaisir et plus de profit l'aliment en question. Nous n'avions aucune confiance dans cette croyance à base d'anthropomorphisme. Depuis 1960 nous avons essayé plusieurs aromates naturels ou artificiels sur les porcs en particulier et nous avons toujours obtenu des résultats non significatifs ou significatifs dans le sens contraire au résultat recherché.

— En 1967, un industriel (3) nous demanda de tester un produit couramment commercialisé et jusqu'alors seulement éprouvé sur des animaux de laboratoire par des méthodes très fantaisistes et sans rapport avec l'utilisation réelle. Cet industriel accepta de financer une expérience sur une bande de veaux et à la surprise de l'expérimentateur, de l'éleveur, du conseiller CETA, le résultat fut hautement significatif. En 1968 nous avons renouvelé cette expérience sur veaux (compte rendu à publier) et nous décidâmes d'essayer également sur Vaches laitières. N'ayant pas de troupeau expérimen-

(1) Docteur vétérinaine. Maître de Conférences à l'E. N. S. A. de Grignon.
(2) Ingénieur agronome. Maître de recherches à l'O. R. S. T. O. M.

(3) Nous remercions les établissements ERPA de nous avoir facilité la réalisation matérielle de cette série d'expériences.

Bull. Acad. Vét. — Tome XLI (Octobre 1968). — Vigot Frères Editeurs.

tal à notre disposition, nous cherchâmes à faire l'expérience « dans la nature » ; les gros inconvénients méthodologiques étant compensés par le fait que le produit serait ainsi éprouvé dans les conditions de son utilisation commerciale. Après beaucoup de recherches et de difficultés nous avons mis sur pied, en collaboration avec le Docteur Merlu vétérinaire à Ham, une expérience chez trois éleveurs sur un total de 25 vaches.

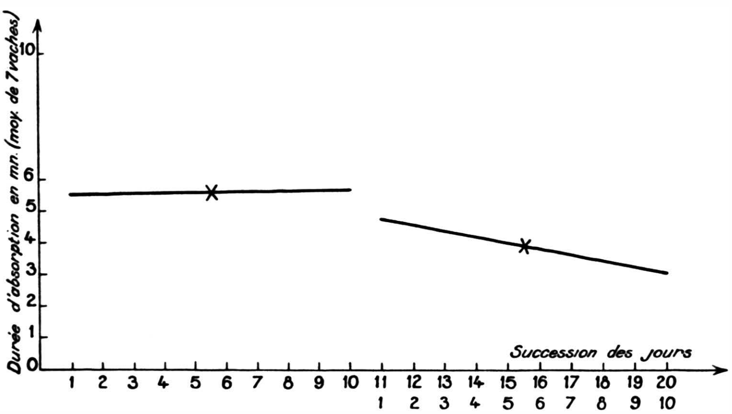
— En préambule de la communication de nos résultats d'ensemble, nous voulons faire connaître notre méthode de calculs et ses limitations logiques, sur une seule de ces expériences.

Conditions expérimentales

— Chez Monsieur B, éleveur à Ham, nous disposons de 7 vaches auxquelles nous donnons une fois par jour un complément minéral sur support de céréales. Ce complément minéral est très mal apprécié à cause de sa forte teneur en phosphate monosodique anhydre.

— Pendant 10 jours nous donnons une certaine quantité de ce mélange à chaque vache et nous notons le temps mis par chaque vache pour l'absorber.

— Pendant les 10 jours suivants, nous opérons de la même façon mais en distribuant cette fois (en même quantité) le complément minéral aromatisé.



Pendant cette première période de 20 jours, le complément minéral (normal ou aromatisé) est incorporé à la dose de 10 p. 100 dans les céréales. Ultérieurement, nous ferons varier le taux d'incorporation.

TABLEAU Nº 1

Les 140 *durées d'absorption* : 2 *traitements sur* 7 *vaches pendant* 10 *jours*

1er Traitement = Normal									2e Traitement = Aromatisé								
Jours \ Vaches	1	2	3	4	5	6	7	Moyenne par jour	Jours \ Vaches	1	2	3	4	5	6	7	Moyenne par jour
1	5	5	5	6	5	5	6	5,3	1	5	5	4	4	5	4	5	4,6
2	5	5	5	5	5	5	6	5,1	2	5	5	4	5	4	4	5	4,6
3	5	5	5	6	6	5	6	5,4	3	5	5	4	4	4	4	5	4,4
4	6	7	6	6	6	5	7	6,1	4	5	5	4	5	4	4	5	4,6
5	6	7	6	7	6	5	7	6,2	5	4	5	3	3	3	4	4	3,7
6	5	6	6	7	6	5	6	5,8	6	3	5	3	3	3	3	4	3,4
7	5	6	6	6	5	5	6	5,5	7	3	4	3	3	3	3	4	3,3
8	5	6	6	6	5	5	6	5,5	8	3	4	3	3	3	3	4	3,3
9	5	6	6	6	5	5	6	5,5	9	3	3	3	3	3	3	4	3,1
10	5	6	6	6	5	5	6	5,5	10	3	4	3	3	3	3	4	3,2
Σ par vache......	52	59	57	61	54	50	62			39	45	34	36	35	35	44	
Moyenne par vache	5,2	5,9	5,7	6,1	5,4	5	6,2			3,9	4,5	3,4	3,6	3,5	3,5	4,4	
Moyenne du Traitement Normal								5,9	Moyenne du Traitement Aromatisé								3,8

— Nous allons expliquer l'utilisation statistique des 140 nombres obtenus au tableau n° 1 : 10 jours d'essais × 7 vaches × 2 traitements = 140 durées d'absorption en mn.

PRÉAMBULE A L'INTERPRÉTATION STATISTIQUE

Expression graphique.

La figure n° 2 donne la représentation graphique des durées d'absorption (en mn) en fonction du temps.

En ordonnée, la moyenne journalière des 7 vaches :

jour n° 1 :

$$\frac{5+5+5+6+5+5+6}{7} = \frac{37}{7} = 5{,}3$$

jour n° 2 :

$$\frac{5+5+5+5+5+5+6}{7} = \frac{36}{7} = 5{,}1$$

etc...

En abscisse, la succession des 10 jours du traitement n° 1 (complément minéral normal) puis la succession des 10 jours du traitement n° 2 (complément minéral aromatisé).

Ligne de régression.

La première question qui se pose à l'esprit du biométricien est la suivante : le temps de consommation du complément est-il influencé par la succession des jours ? Autrement dit, les animaux prennent-ils l'habitude d'un certain aliment ?

Pour répondre à cette question, nous calculons les droites de régression : tableau n° 3.

Traitement Normal (complément minéral normal) :

— dans le système de référence passant par le point moyen de l'échantillon nous avons la droite :

$$\hat{y} = bx$$

avec $b = 0{,}018$ soit $\hat{y} = 0{,}018\,x$

— dans le système général, nous avons la droite :

$$(\hat{Y} - \bar{y}) = b(X - \bar{x})$$

$$\hat{Y} = 0{,}018\,X + 5{,}49$$

le coefficient

$$b = \frac{Sxy}{Sx^2} = \frac{1,5}{82,5} = 0,018$$

a pour écart-type

$$s_b = 0,031$$

et en faisant le test de l'hypothèse de nullité du coefficient vrai, on trouve

$$t = \frac{b - 0}{s_b} = \frac{0,018}{0,031} = 0,58$$

non significatif. Cette hypothèse n'est donc pas à rejeter au seuil 5 p. %. Le coefficient b n'est pas significativement différent de zéro ; donc la succession des jours n'a pas d'influence sur la durée de consommation ; cette dernière est constante.

Traitement Aromatisé (complément minéral aromatisé).

Les calculs effectués dans le tableau n° 3 donnent les résultats suivants :

$$\hat{y} = bx$$

avec $b = -0,198$ soit $\hat{y} = -0,198\,x$

$$(\hat{Y} - \bar{y}) = b(X - \bar{x}) \quad \text{soit} \quad \hat{Y} = -0,198\,X + 5$$

le coefficient

$$b = -0,198$$

a pour écart-type

$$s_b = 0,028$$

et en faisant le test de l'hypothèse de nullité du coefficient vrai

$$\frac{b - 0}{s_b} = \frac{-0\ 19}{0,02} = -$$

on trouve que le coefficient b est significativement différent de zéro ; la droite de régression n'est plus horizontale et le coefficient de b étant négatif cela signifie que les animaux mangent de plus en plus facilement le complément minéral aromatisé. Ceci bien sûr est approximatif car en toute rigueur la courbe de régression ne peut être une droite, c'est une courbe avec une asymptote.

En conclusion nous pouvons comparer le traitement aromatisé succédant au traitement normal puisque pour ce dernier la succes-

TABLEAU N° 3

Etablissement des droites de régression (durée d'absorption en fonction du temps) pour les 2 traitements. Calcul des coefficients de régression et des écarts-type

1er Traitement : Normal				
X	X²	Y	Y²	XY
1	1	5,3	28,09	5,3
2	4	5,1	26,01	10,2
3	9	5,4	29,16	16,2
4	16	6,1	37,21	24,4
5	25	6,1	37,21	30,5
6	36	5,8	33,64	34,8
7	49	5,5	30,25	38,5
8	64	5,5	30,25	44,0
9	81	5,5	30,25	49,5
10	100	5,5	30,25	55
$SX = 55$ $\bar{x} = 5{,}5$ $(SX)^2 = 3.025$	$SX^2 = 385$ $\frac{(SX)^2}{10} = 302{,}5$	$SY = 55{,}8$ $\bar{y} = 5{,}58$ $(SY)^2 = 3.113{,}6$	$SY^2 = 312{,}32$ $\frac{(SY)^2}{10} = 311{,}36$	$SXY = 308{,}4$ $\frac{(SX)(SY)}{10} = 306{,}9$

2e Traitement : Aromatisé				
X	X²	Y	Y²	XY
1	1	4,6	21,16	4,6
2	4	4,6	21,16	9,2
3	9	4,4	19,36	13,2
4	16	4,6	21,16	18,4
5	25	3,7	13,69	18,5
6	36	3,4	11,56	20,4
7	49	3,3	10,89	23,1
8	64	3,3	10,89	26,4
9	81	3,1	9,61	27,9
10	100	3,2	10,24	32
$SX = 55$ $\bar{x} = 5{,}5$ $(SX)^2 = 3.025$	$SX^2 = 385$ $\frac{(SX)^2}{10} = 302{,}5$	$SY = 38{,}2$ $\bar{y} = 3{,}82$ $(SY)^2 = 1.459{,}2$	$SY^2 = 149{,}72$ $\frac{(SY)^2}{10} = 145{,}92$	$SXY = 193{,}7$ $\frac{(SX)(SY)}{10} = 210{,}1$

$Sx^2 = 82{,}5$ $\quad Sy^2 = 0{,}96$ $\quad Sxy = 1{,}5$

$$b = \frac{Sxy}{Sx^2} = \frac{1{,}5}{82{,}5} = 0{,}018$$

$$S\,d_{yx^2} = Sy^2 - \frac{(Sxy)^2}{Sx^2} = 0{,}96 - \frac{(1{,}5)^2}{82{,}5} = 0{,}96 - \frac{2{,}25}{82{,}5} = 0{,}960 - 0{,}027 = 0.933$$

$$s_{yx^2} = \frac{S\,d_{yx^2}}{n-2} = \frac{0{,}933}{8} = 0{,}116$$

$$s_{b^2} = \frac{s_{yx^2}}{Sx^2} = \frac{0{,}116}{82{,}5} = 0{,}001\,0$$

$$s_b = \sqrt{s_{b^2}} = \sqrt{0{,}010} = 0{,}031$$

$$t = \frac{b}{s_b} = \frac{0{,}018}{0{,}031} = 0{,}58$$

$Sx^2 = 82{,}5$ $\quad Sy^2 = 3{,}80$ $\quad Sxy = -16{,}4$

$$b = \frac{Sxy}{Sx^2} = \frac{-16{,}4}{82{,}5} = -0{,}198$$

$$S\,d_{yx^2} = Sy^2 - \frac{(Sxy)^2}{Sx^2} = 3{,}80 - \frac{(286{,}96)}{82{,}5} = 3{,}80 - 3{,}26 = 0{,}54$$

$$s_{yx^2} = \frac{S\,d_{yx^2}}{n-2} = \frac{0{,}54}{8} = 0{,}067$$

$$s_{b^2} = \frac{s_{yx^2}}{Sx^2} = \frac{0{,}067}{82{,}5} = 0{,}000\,81$$

$$s_b = \sqrt{s_{b^2}} = \sqrt{0{,}000\,8} = 0{,}028$$

$$t = \frac{b}{s_b} = \frac{-0{,}198}{0{,}028} = -7$$

sion des jours n'influe pas sur la durée de consommation du complément minéral. Nous ne devons cependant pas perdre de vue que la durée moyenne d'absorption du complément minéral aromatisé que nous allons utiliser n'est qu'une moyenne de temps hétérogènes. Nous aurions dû attendre que ces durées soient stabilisées et utiliser une moyenne de durées d'absorption homogènes. Ceci ne nous a pas été possible ; c'est d'ailleurs sans grande importance pratique car la durée réelle aurait été inférieure à la moyenne que nous allons utiliser, elle-même inférieure à la durée moyenne d'absorption du complément minéral normal : nos conclusions n'auraient été que renforcées.

Problème méthodologique.

Pour cette note nous ferons l'analyse de la variance en négligeant le fait que la courbe de régression du traitement aromatisé a un coefficient b significativement différent de zéro.

Dans une note ultérieure nous proposerons une autre interprétation statistique basée sur un modèle biométrique rarement employé qui surmontera cette difficulté de logique mathématique ; pratiquement ce deuxième modèle ne fera que renforcer la démonstration de supériorité du traitement aromatisé par rapport au traitement normal.

Interprétation statistique

Préambule à l'analyse de la variance.

I. On a le tableau expérimental suivant :

7 vaches repérées par l'indice i ; $i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$

2 traitements repérés par l'indice j ; $j = 1$ Normal

$j = 2$ Aromatisé

10 mesures repérées par l'indice k ; $k = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10$.

Chaque nombre X (temps d'absorption du complément) est donc repéré par trois indices i, j, k.

Par exemple, dans le tableau n° 1, 6_{513} veut dire que la 5^e^ vache soumise au traitement 1 a donné au 3^e^ jour une durée d'absorption de 6 mn.

II. La variance est la somme des carrés des écarts des nombres X à la moyenne $\bar{x}$ divisée par le nombre de degrés de liberté

$$s^2 = \frac{Sx^2}{\text{nbre de ddl}} = \frac{S(X - x)^2}{\text{nbre de ddl}}.$$

Tableau N° 5

Eléments de calcul de l'analyse de la variance

Vaches	1er Traitement : Normal									2e Traitement : Aromatisé										
	n	X	nX	nX²	SX²	SX	(SX)²	(SX)²/10	Résidu	n	X	nX	nX²	SX²	SX	(SX)²	(SX)²/10	Résidu	S_t	$(S_t)^2$
1	8 2	5 6	40 12	200 72	272	52	2.704	270,4	1,6	5 1 4	3 4 5	15 4 20	45 16 100	161	39	1.521	152,1	8,9	91	8.281
2	3 5 2	5 6 7	15 30 14	75 180 98	353	59	3.481	348,1	4,9	1 3 6	3 4 5	3 12 30	9 48 150	207	45	2.025	202,5	4,5	104	10.816
3	3 7	5 6	15 42	75 252	327	57	3.249	324,9	2,1	6 4	3 4	18 16	54 64	118	34	1.156	115,6	2,4	91	8.281
4	1 7 2	5 6 7	5 42 14	25 252 98	375	61	3.721	372,1	2,9	6 2 2	3 4 5	18 8 10	54 32 50	136	36	1.296	129,6	6,4	97	9.404
5	6 4	5 6	30 24	150 144	294	54	2.916	291,6	2,4	6 3 1	3 4 5	18 12 5	54 48 25	127	35	1.225	122,5	4,5	89	7.921
6	10	5	50	250	250	50	2.500	250	0	5 5	3 4	15 20	45 80	125	35	1.225	122,5	2,5	85	7.225
7	8 2	6 7	48 14	288 98	386	62	3.844	384,4	1,6	6 4	4 5	24 20	96 100	196	44	1.936	193,6	2,4	106	11.236
					$S_N X^2 = 2.257$	$S_N X = 395$	22.415		15,5					$S_A X^2 = 1.070$	$S_A X = 268$	10.384		31,6	SX = 663 (SX)² = 439.569	$S(S_t)^2 = 63.169.$

$(S_N X)^2 = 156.025$

$(S_A X)^2 = 71.824$

N° 5

l'analyse de la variance

2^e^ Traitement : Aromatisé										
n	X	nX	nX²	SX²	SX	(SX)²	$\frac{(SX)^2}{10}$	Résidu	S_i	$(S_i)^2$
5 1 4	3 4 5	15 4 20	45 16 100	161	39	1.521	152,1	8,9	91	8.281
1 3 6	3 4 5	3 12 30	9 48 150	207	45	2.025	202,5	4,5	104	10.816
6 4	3 4	18 16	54 64	118	34	1.156	115,6	2,4	91	8.281
6 2 2	3 4 5	18 8 10	54 32 50	136	36	1.296	129,6	6,4	97	9.404
6 3 1	3 4 5	18 12 5	54 48 25	127	35	1.225	122,5	4,5	89	7.921
5 5	3 4	15 20	45 80	125	35	1.225	122,5	2,5	85	7.225
6 4	4 5	24 20	96 100	196	44	1.936	193,6	2,4	106	11.236

$S_A X^2 = 1.070$ 10.384 31,6

$S_A X = 268$ $SX = 663$

$(SX)^2 = 439.569$

$(S_A X)^2 = 71.824$

$S(S_i)^2 = 63.169.$

Les 2 traitements sont chacun caractérisés par S_j ; $S_1 = 395$ veut dire que les 7 vaches soumises au traitement n° 1 (normal) mesurées chacune 10 fois ont pour somme 395 ; soit une moyenne de

$$\frac{395}{70} = 5{,}6 \text{ minutes}.$$

Le total général $S = 663$ veut dire que les 7 vaches soumises aux traitements Normal et Aromatisé et mesurées chacune 10 fois ont pour somme 663 soit une moyenne de

$$\frac{663}{7 \times 2 \times 10} = \frac{663}{140} = 4{,}7 \text{ minutes}.$$

Calculs de l'analyse de la variance.

Nous utiliserons le tableau n° 5 où les 10 nombres de mesure par vache et par traitement sont groupés par fréquence n, pour alléger la présentation.

Facteur de correction général.

Nous calculons la somme des carrés des écarts x^2 des nombres X à la moyenne $\bar{x}$ par une méthode permettant l'utilisation d'une machine à calculer : sommation des carrés des nombres moins un facteur de correction général :

$$Sx^2 = SX^2 - \frac{(SX)^2}{n}.$$

Nous calculons tout de suite ce facteur de correction général qui reparaîtra dans tous nos calculs.

$$SX = S = 663.$$

$$\text{Facteur de correction} = FC = \frac{(SX)^2}{140} = \frac{S^2}{140} = \frac{(663)^2}{140} = 3.139{,}8.$$

Somme des Carrés Globale (SCG).

Le SCG permet l'estimation de la variance en calculant la somme des Carrés sans aucune distinction de groupe, les 140 nombres étant considérés comme appartenant à une population unique.

$$SCG = SX^2 - \frac{(SX)^2}{140} = SX^2 - FC$$

$$= 3.327^* - 3.139{,}8 = 187{,}2.$$

* $SX^2 = S_N X^2 + S_A X^2 = 2.257 + 1.070 = 3.327.$

Le nombre de degrés de liberté est de 140 mesures — 1 = 139.

Le Carré Moyen Global estimant la variance entre les 140 nombres est de :

$$\frac{\text{SCG}}{\text{ddl}} = \frac{187{,}2}{139} = 1{,}34\,.$$

Somme des Carrés Vaches (SCV).

Le SCV permet l'estimation de la variance due uniquement aux vaches en négligeant le fait que ces vaches sont soumises à 2 traitements :

$$\begin{aligned}\text{SC des 7 vaches} &= \frac{1}{20}(S_1^2 + S_2^2 + S_3^2 + \cdots + S_7^2) - \text{FC}\\ &= \frac{1}{20}(63.169) - 3.139{,}8\\ &= 3.158{,}4 - 3.139{,}8 = 18{,}65\,.\end{aligned}$$

Le nombre de degrés de liberté est de 7 vaches — 1 = 6.

Le Carré Moyen Vache estimant la variance entre vaches est de

$$\frac{\text{SCV}}{\text{ddl}} = \frac{18{,}65}{6} = 3{,}1\,.$$

Somme des Carrés Traitement (SCT).

Le SCT permet l'estimation de la variance due uniquement aux 2 traitements en négligeant le fait qu'il y ait 7 vaches :

$$\begin{aligned}\text{SC des 2 traitements} &= \frac{1}{70}(S_N^2 + S_A^2) - \text{FC}\\ &= \frac{1}{70}(156.025 + 71.824) - 3.139{,}8\\ &= \frac{1}{70}(227.849) - 3.139{,}8\\ &= 3.255 - 3.139{,}8 = 115{,}2\,.\end{aligned}$$

Le nombre de degrés de liberté est de : 2 traitements — 1 = 1.

Le Carré Moyen Traitement estimant la variance entre traitements est de :

$$\frac{\text{SCT}}{\text{ddl}} = \frac{115{,}2}{1} = 115{,}2\,.$$

Somme des Carrés Interaction Vache × Traitement (SCI).

La somme des Carrés Interaction permet l'estimation de la variance qui est due à l'interaction de 2 traitements appliqués à 7 vaches c'est-à-dire aux réactions différentielles des vaches aux 2 traitements :

$$\begin{aligned}
\mathrm{SCI} &= \frac{1}{10}(S_{11}^2 + S_{12}^2 + \cdots + S_{72}^2) - \frac{1}{20}(S_1^2 + S_2^2 + \cdots + S_7^2) \\
&\qquad - \frac{1}{70}(S_A^2 + S_B^2) + \mathrm{FC} \\
&= \frac{1}{10}(52^2 + 39^2 + \cdots + 44^2) - \frac{1}{20}(91^2 + 104^2 + \cdots + 106^2) \\
&\qquad - \frac{1}{70}(395^2 + 268^2) + \mathrm{FC} \\
&= \frac{1}{10}(32.799) - \frac{1}{20}(63.169) - \frac{1}{70}(227.849) + \mathrm{FC} \\
&= 3.279{,}9 - 3.158{,}4 - 3.255 + 3.139{,}8 \\
&= 6{,}3 .
\end{aligned}$$

Le nombre de degrés de liberté est de : 6 ddl Vaches × 1 ddl Traitement = 6 ddl.

Le Carré Moyen Interaction estimant la variance interaction est de

$$\frac{\mathrm{SCI}}{\mathrm{ddl}} = \frac{6{,}3}{6} = 1{,}05 .$$

Somme des carrés résiduelle.

La somme des carrés résiduelle permet l'estimation de la variance résiduelle lorsqu'on a éliminé l'action des vaches, des traitements et de l'interaction.

$$\begin{aligned}
\text{SC des 14 résidus} &= \sum \left[S_{11}\,X^2 - \frac{(S_{11}\,X)^2}{10} + \cdots + S_{72}\,X^2 - \frac{(S_{72}\,X)^2}{10} \right] \\
&= \text{Somme des carrés des résidus} \\
&= 48^{*} .
\end{aligned}$$

* Somme des résidus² = Somme des résidus² du traitement normal + Somme des résidus² du traitement aromatisé = 15,5 + 31,6 # 48.

Le nombre de degrés de liberté est (10 mesures — 1) × 14 cases = = 126.

Le Carré Moyen résiduel estimant la variance résiduelle est de

$$\frac{\text{SCR}}{ddl} = \frac{48}{126} = 0{,}38\,.$$

Tableau général d'analyse de la variance

On écrit :

	Somme des carrés	Degrés de liberté	Carré moyen
Vaches	18,65	6	3,1
Traitement	115,18	1	115,18
Interaction Vache × Traitement	6,3	6	1,05
Résidu	48	126	0,38
Global	187,2	139	

et l'on vérifie que la SCG est bien égale à la somme des carrés partiels, aux erreurs d'approximation près.

Calcul de F

Effet interaction vache × traitement.

On calcule le rapport

$$\text{F interaction} = \frac{\text{CM interaction}}{\text{CM résiduel}} = \frac{1{,}05}{0{,}38} = 2{,}7\,.$$

Pour 6 et 126 degrés de liberté, le tableau de Fisher montre que la valeur de F au seuil de confiance de 5 % est de 2,17 ; donc à ce seuil il y a interaction.

Effet vache.

On calcule le rapport

$$\text{F vaches} = \frac{\text{CM vaches}}{\text{CM résiduel}} = \frac{3{,}1}{0{,}38} = 8\,.$$

Pour 6 et 126 degrés de liberté, le tableau de Fisher montre que la valeur de F au seuil de confiance de 1 % est 2,95 ; donc à ce seuil il y a effet des individualités des vaches.

Effet traitement.

Pour savoir s'il y a bien effet du traitement en se plaçant dans le cas du modèle certain utilisé classiquement en Agriculture et en Zootechnie*, on calcule le rapport

$$F \text{ traitement} + \frac{\text{CM traitement}}{\text{CM résiduel}} = \frac{115{,}18}{0{,}38} = 303\,.$$

Pour 1 et 126 degrés de liberté, le tableau de Fisher montre que la valeur de F au seuil de confiance de 1 % est de 6,84 ; donc il y a effet du traitement.

Conclusion

De cette expérience nous pouvons conclure que la durée d'absorption du complément minéral aromatisé 3,8 mn est significativement inférieure à la durée d'absorption du complément minéral normal 5,6 mn.

La première restriction méthodologique est l'absence de « randomisation »** des affectations de traitements qui ont été distribués de façon systématique. Dans les conditions de la ferme, seule cette façon de faire nous a paru possible. La randomisation nous aurait conduit à des erreurs venant de quatre origines, entre le complément normal et le complément aromatisé :

confusion de sac,
confusion de distribution,
confusion de mesure,
confusion d'inscription.

Le raffinement statistique aurait conduit à une très grande probabilité d'erreur humaine invalidant totalement nos résultats. Nous avons préféré une restriction méthodologique connue à des erreurs expérimentales inconnues. La conséquence de cette préférence a été une analyse statistique des résultats plus complexe. Le prix de la facilité de réalisation a été une difficulté d'exploitation

---

* et qui s'oppose au modèle aléatoire utilisé en Génétique.

** « Randomisation » mot n'appartenant pas à la langue française, signifie que dans la préparation de l'expérience, l'attribution d'un traitement déterminé, un jour donné, à une certaine vache est faite au hasard soit par tirage de numéro dans une urne, soit par utilisation d'une table de nombres au hasard appelée en langue anglaise « Ramdomly Assorted Digits ».

cherchant à prendre en compte les différences systématiques que la randomisation uniformise dans le cas d'un essai planifié selon les normes statistiques.

La deuxième restriction méthodologique est l'existence d'un coefficient de régression significatif du traitement aromatisé en fonction du temps ; nous la surmonterons en présentant ultérieurement une autre interprétation statistique qui ne fera que renforcer la démonstration de supériorité du traitement aromatisé sur le traitement normal.

Imp. JOUVE, 12, rue de Tournon, Paris Le Gérant : C. BRESSOU
Dépôt légal : 1er trimestre 1969