

UNE METHODE POUR ETUDIER LES FACTEURS AGISSANT SUR L'EVOLUTION DES TAUX CELLULAIRES DE LAIT DE TROUPEAU

Y.M. CHATELIN ^[1] et C. LOPEZ ^[2]

RESUME : Cette étude, réalisée a posteriori sur des données anciennes, a permis de proposer une méthode d'analyse des profils de taux cellulaires bimestriels de troupeau qui prend en compte la corrélation entre les contrôles.

Un modèle polynomial est posé dont les paramètres sont estimés à partir des données pour chaque niveau des facteurs étudiés. Un modèle quadratique d'évolution est retenu et les facteurs sont testés simultanément conditionnellement à ce modèle.

Une typologie de groupe à "risque" est proposée.

SUMMARY : This study realized after the event on old data had allowed to propose a method of bulk milk cell counts bimonthly profiles analysis which take into account the correlation between controls.

A polynomial model is defined whose parameters are derived from the data within each level of studied factors. A quadratic model of evolution is retained and the factors are simultaneously tested conditionally on this model.

A risk group classification is proposed.

*
* *

I - INTRODUCTION

La teneur du lait en cellules reflète l'état de santé de la mamelle [21]. Si elle concerne le lait du troupeau, cette teneur traduit à la fois la prévalence et la gravité des infections mammaires [27]. C'est également un indicateur des pertes de lait engendrées par les mammites, surtout celles qui sont subcliniques [5], [7], [8], [9], [13], [20], [21].

Depuis le début des années 70, dans de nombreux pays, le dénombrement des cellules, sur lait de troupeau ou sur lait individuel, est à la base des actions de lutte contre les infections mammaires.

* Article reçu le 10 septembre 1992, accepté le 30 novembre 1992.

[1] Institut de l'élevage, 149 rue de Bercy, 75595 Paris cedex 12.

[2] ACTA, 149 rue de Bercy, 75595 Paris cedex 12.

Du fait des conséquences de ces infections sur la composition du lait [21], son aptitude technologique et du caractère pathogène pour l'Homme de certains germes impliqués, la teneur du lait en cellules est, dans bien des pays, dont le nôtre, un critère de qualité contrôlé régulièrement sur les laits de troupeau.

Les taux cellulaires ont fait l'objet de nombreux travaux. Les uns basés sur les laits individuels utilisent ces taux pour estimer la prévalence, voire l'incidence, des infections subcliniques dont les causes de variations sont alors étudiées [4], [6], [7], [10], [11]. D'autres travaux s'appuient sur des dénombrements cellulaires effectués régulièrement sur des laits de troupeau qui servent à établir une moyenne sur la période d'étude, moyenne qui est étudiée ou utilisée pour discriminer les élevages [11], [17], [18], [19], [22]. L'étude en mesures répétées des taux cellulaires de troupeau qui réduit moins l'information disponible que ne le fait la moyenne est peu courante [6], celle de l'évolution dans le temps de ces taux l'est encore moins. Le présent travail se propose d'aborder ce sujet.

II - MATERIEL ET METHODES

1. LES DONNEES

En juin-juillet 1982, une enquête, pratiquement par recensement, a été réalisée auprès de 2.387 des 2.532 adhérents du Contrôle laitier de la Mayenne. Son but était de préciser les conditions d'élevage ayant une influence sur les mammites, tout particulièrement les infections subcliniques.

Les informations recueillies par les agents du Contrôle Laitier (222 variables) concernaient la structure de l'exploitation, la conduite du troupeau, le logement des vaches laitières, l'hygiène générale, la pratique et l'hygiène de la traite, la conduite du tarissement, les conditions de traitement des mammites cliniques et les mesures de prévention des infections mammaires. En outre, les taux cellulaires bimestriels des 89.000 vaches des adhérents du Contrôle laitier étaient disponibles pour la période allant de septembre 1980 à juin 1982.

Le dépouillement de cette étude en 1984-1985 [26] a cherché essentiellement à expliquer les taux cellulaires annuels des troupeaux. Il a surtout mis en évidence une association étroite entre la structure de l'exploitation et les pratiques de l'éleveur et par voie de conséquence sur la pathologie de la mamelle, du moins telle qu'elle était appréhendée.

En 1991, l'exploitation de cette étude a été reprise, l'objectif étant en particulier de considérer l'effet des facteurs d'hygiène sur la prévalence. Comme lors du premier dépouillement, seules les valeurs moyennes sur l'année d'enquête ont été prises en compte [2].

Au moment de l'enquête, pour des raisons d'identification des élevages, il n'était pas possible de disposer facilement des résultats des dénombrements cellulaires réalisés régulièrement sur les laits de troupeau. Ces taux mensuels d'élevage ont donc été reconstitués, ainsi que le recommande la littérature [8], à partir des données individuelles des animaux, par la moyenne des taux cellulaires pondérés des niveaux de production correspondants.

Pour ne travailler qu'avec des élevages ayant eu leurs contrôles cellulaires faits les mêmes mois, ces contrôles étant bimestriels et aucun prélèvement n'étant réalisé en août, 561 exploitations ont été sélectionnées qui avaient toutes des résultats en juillet, octobre, décembre 1981 et février, avril et juin 1982.

Les facteurs de "risque" introduits dans les analyses sont ceux qui avaient été trouvés pertinents lors des études précédentes. Ils n'ont été ni redéfinis, ni remis en cause pour la présente étude.

2. LES METHODES

- Les analyses descriptives

Les distributions des taux cellulaires bruts d'élevage ont été représentées pour chacun des contrôles (juillet, octobre, décembre 1981, février, avril, juin 1982) sous forme d'histogrammes. Elles ont été complétées par une représentation par contrôle de la variabilité des taux cellulaires en échelle log 10.

Des tris à plat ont permis de décrire la répartition des 561 élevages sur chaque facteur de risque étudié.

- La recherche d'un modèle polynomial d'évolution des taux

Pour chaque modalité des facteurs de risque, un modèle polynomial a été ajusté sur les taux cellulaires mensuels en échelle log 10 à partir des contrastes orthogonaux définis sur le profil des taux mensuels transformés [12], [14], [15], [28].

Il a été tenu compte dans le calcul des coefficients des contrastes de l'intervalle de temps entre juillet et octobre 1981, différent des autres intervalles.

Les composantes de degré successif ont été testées à l'aide de l'analyse de variance intra-modalité de chaque facteur de risque (test de la composante à zéro). Le polynôme recherché par facteur devrait être le plus simple possible tout en ayant le même degré pour chaque facteur de façon à pouvoir étudier les effets de ceux-ci dans un modèle plurifactoriel, c'est-à-dire impliquant conjointement plusieurs facteurs explicatifs [12], [16].

- Test des effets des facteurs

Le choix des facteurs à introduire dans un modèle plurifactoriel a reposé sur les analyses de variance multidimensionnelles effectuées pour chacun des facteurs initialement retenus simultanément sur les paramètres du polynôme. Seuls ceux induisant des profils d'évolution significativement différents ont été gardés.

L'étude de l'influence simultanée des facteurs ainsi que de leurs interactions de premier ordre sur l'évolution dans le temps des taux cellulaires prédits a été réalisée au moyen de l'analyse de variance multidimensionnelle (MANOVA) suivie d'une analyse de variance sur les composantes de degré croissant du modèle [15], [23], [24].

- Définition d'un groupe à "risque"

Pour les facteurs ayant un effet significatif sur l'évolution prédite des taux, c'est-à-dire donnant lieu à des évolutions dépendant du niveau de ceux-ci, la mise en évidence des classes à taux cellulaires élevés a permis de définir de façon pragmatique un groupe à "risque" issu du croisement de celles-ci.

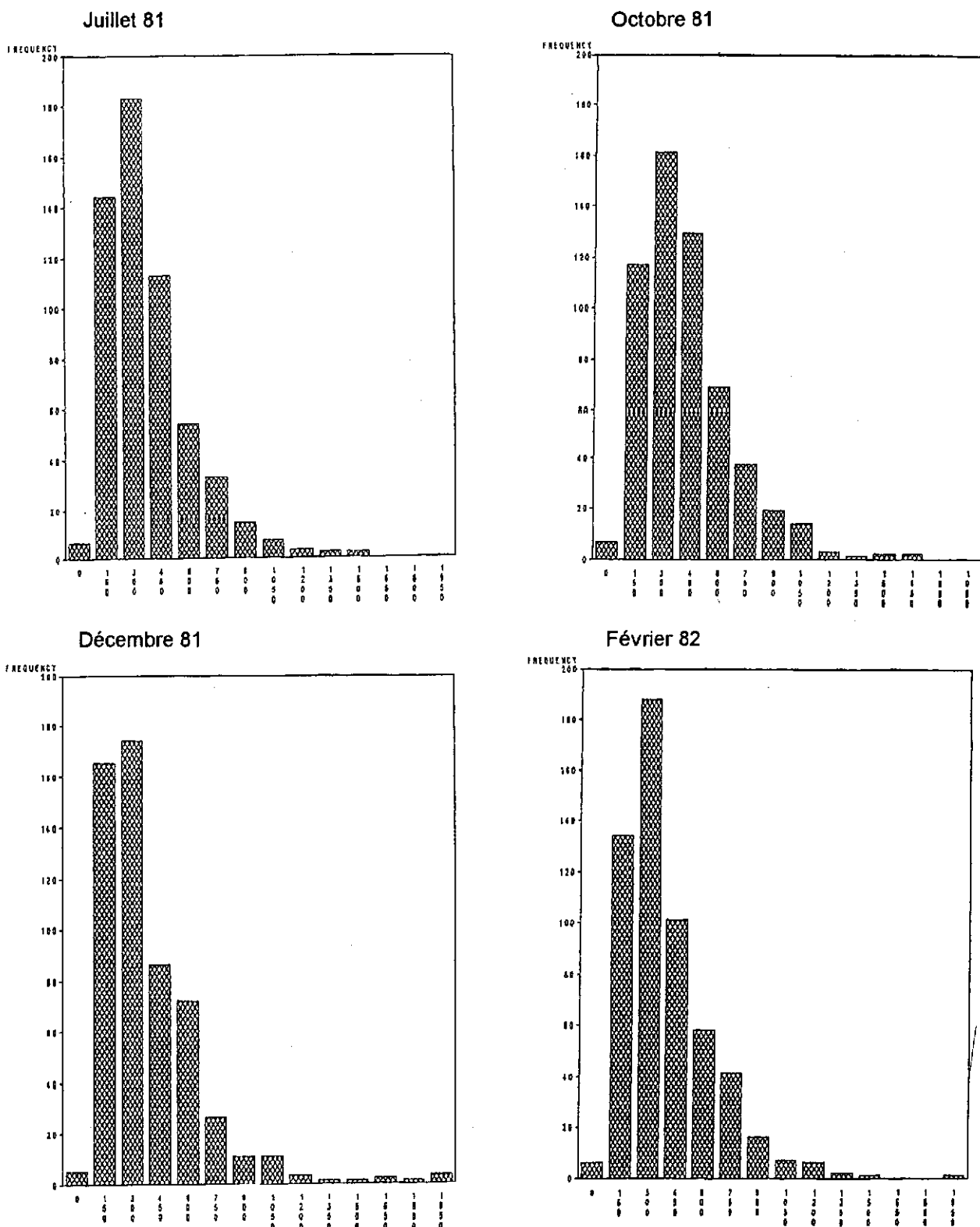
Toutes les analyses statistiques ont été réalisées par des procédures SAS [25].

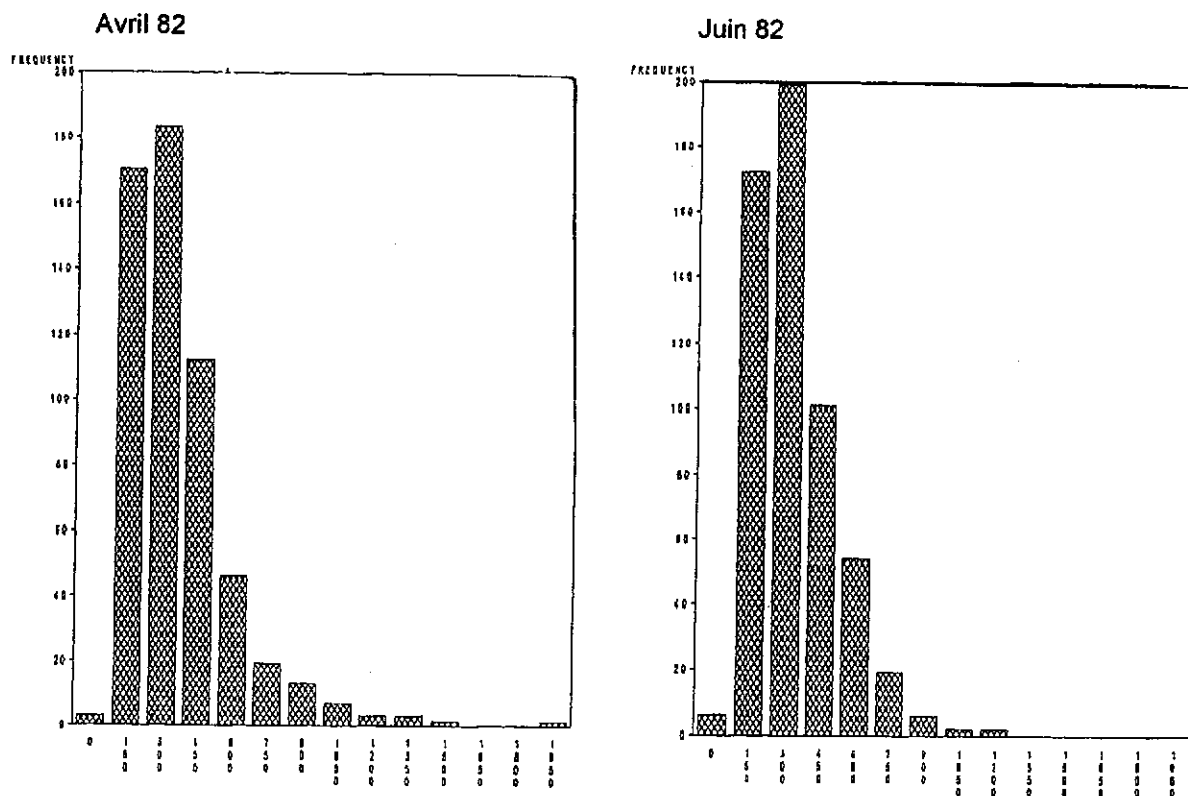
III - RESULTATS

1. LES ANALYSES DESCRIPTIVES

La figure 1 représente la distribution des taux cellulaires bimestriels des 561 élevages au cours des 6 contrôles.

Figure 1 : Taux cellulaires (en milliers/ml).





Quel que soit le contrôle, les taux cellulaires présentent une distribution très dissymétrique classiquement de type log-normale. Les statistiques élémentaires du tableau I renforcent cette impression puisque les moyennes géométriques sont proches des médianes correspondantes. Pour cette raison, les analyses ultérieures se feront non pas sur les taux cellulaires bruts mais sur le logarithme décimal de ceux-ci. Cette transformation assure en effet la normalité et l'homogénéité des variances [1].

Tableau I : Statistiques élémentaires.

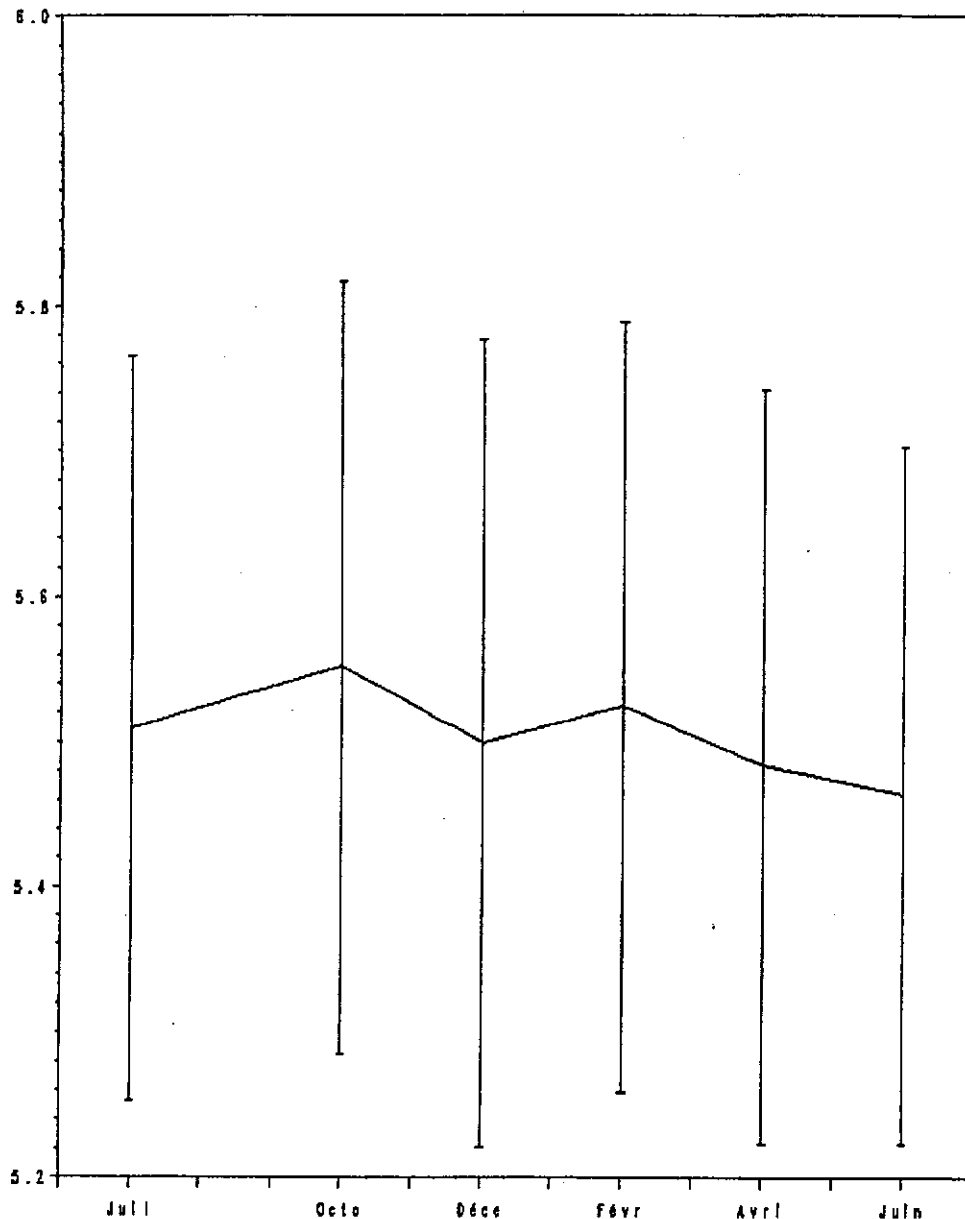
		MOYENNE GEOMETRIQUE	MEDIANE	1ER QUARTILE	3EME QUARTILE
Juillet	81	320.000	330.000	220.000	470.000
Octobre	81	360.000	370.000	250.000	550.000
Décembre	81	320.000	300.000	200.000	510.000
Février	82	330.000	330.000	230.000	510.000
Avril	82	300.000	320.000	200.000	450.000
Juin	82	290.000	300.000	200.000	420.000

REMARQUE :

Ainsi que cela se fait généralement, les taux cellulaires, même issus d'un calcul, sont exprimés en ne gardant que deux chiffres significatifs. Il pourra donc, dans certains tableaux, apparaître une légère discordance entre ce taux et la valeur de sa transformée logarithmique lorsqu'elle est mentionnée.

Si, en moyenne, les taux cellulaires sont peu élevés, ils sont par contre relativement dispersés, seule la moitié des résultats étant compris entre 200.000 et 550.000 cellules/ml. Ce fait est confirmé par la figure 2 qui représente pour chaque contrôle la moyenne géométrique (moyenne en échelle log 10) encadrée d'un écart-type du taux en échelle log 10. Cette figure traduit une évolution des résultats qui ont tendance à diminuer avec cependant deux pics en octobre 81 et février 82.

Figure 2 : L'évolution des taux cellulaires.



Le tableau II donne une description sommaire des niveaux de chacun des facteurs retenus dans l'étude ainsi que les effectifs correspondants.

Un élevage est considéré comme en race pure ou dominante si au moins 80 % des animaux sont de la même race. Il n'est pas impossible que la race soit partiellement confondue avec d'autres facteurs tels le type ou la structure de l'exploitation.

Dans la mesure du possible, la discrétisation des variables quantitatives s'est faite en cherchant à obtenir des classes équilibrées en effectifs ; c'est le cas pour le pourcentage de primipares. Comme, dans un souci de simplification, les niveaux voisins d'un facteur présentant des évolutions des taux cellulaires très proches ont été regroupés, l'équité-répartition des classes de production laitière n'est plus respectée. Tout comme la race, le pourcentage de primipares est associé à d'autres facteurs. En particulier, ce pourcentage peut traduire l'état de stabilité du troupeau.

Tableau II : Les facteurs étudiés

FACTEUR	NIVEAU	EFFECTIF
Race	Normande pure ou dominante	182
	Frisonne pure ou dominante	215
	Sans race dominante	164
Production laitière	Moins de 4500 kg de lait	91
	De 4500 à 6000 kg de lait	112
	Plus de 6000 kg de lait	358
Pourcentage de primipares	Moins de 20 % de primipares	86
	De 20 à 25 % de primipares	114
	De 25 à 30 % de primipares	130
	De 30 à 35 % de primipares	120
	Plus de 35 % de primipares	111
Logement (aération)	Étable ou stabulation sans courant d'air	477
	Stabulation avec courants d'air	84
Conduite du tarissement	Brutal et restrictions systématiques	246
	Brutal et restrictions sélectives	68
	Brutal sans restrictions alimentaires	67
	Progressif	180
Restrictions au tarissement	Restrictions fortes avant et après	86
	Restrictions douces avant et après	98
	Restrictions douces avant seulement	151
	Pas de restrictions	226
Traitement au tarissement	Systématique depuis plus de 2 ans, bon produit	210
	Systématique depuis plus de 2 ans, produit douteux	220
	Sélectif depuis plus de 2 ans	68
	Systématique depuis moins de 2 ans	63
Performances de traite	Un trayeur moins d'une heure	109
	Un trayeur une heure	151
	Plus d'un trayeur * heure	301
Hygiène de traite	Hygiène convenable	143
	Hygiène courante	316
	Pas de nettoyage	102
Désinfection des trayons	Désinfection des trayons	92
	Pas de désinfection	469

Le facteur logement met l'accent sur les courants d'air, ce qui conduit à regrouper les étables et les stabulations libres sans courants d'air, c'est-à-dire à créer une classe à très fort effectif.

La variable "conduite du tarissement" tient compte des conditions d'arrêt de la traite (brutal ou progressif) et du recours éventuel à des restrictions alimentaires pour accompagner le tarissement. Lorsqu'il y a restrictions, celles-ci concernent tous les animaux en fin de lactation ou certains d'entre eux seulement. Il est à noter que la pratique couramment recommandée est majoritairement suivie par les éleveurs.

Des restrictions peuvent être appliquées avant et après l'arrêt de la lactation, elles peuvent être douces, se limitant à une réduction de l'apport alimentaire, ou au contraire fortes avec un régime à base de paille et un rationnement de l'eau. L'importance du dernier niveau de ce facteur montre que nombre de producteurs enquêtés répugnaient à soumettre leurs animaux à des restrictions, même s'il s'agissait de les aider à arrêter leur lactation.

Le traitement au tarissement est systématique lorsque toutes les vaches y sont soumises. Il est réalisé avec un bon produit si celui-ci est actif contre les staphylocoques et les streptocoques et possède une rémanence d'au moins trois semaines. Au moment de l'enquête, la pratique correcte du traitement au tarissement n'était pas encore courante puisque moins de la moitié des éleveurs l'avait adoptée depuis plus de deux ans.

La variable "performance de traite " prend en compte à la fois la durée de l'opération et le nombre de personnes y participant. Ces deux éléments sont en effet susceptibles d'influencer la qualité de la traite.

L'hygiène de la traite est convenable si le nettoyage des mamelles se fait avec une lavette par vache ou au moyen d'une douchette avec alors un essuyage consciencieux. Une telle hygiène n'était pas en 1981 le fait courant, pas plus d'ailleurs que la désinfection des trayons après la traite, du moins au moment de l'enquête.

2. LA RECHERCHE D'UN MODELE POLYNOMIAL D'EVOLUTION DES TAUX

Le tableau III fournit pour chacun des niveaux des divers facteurs de risque, le degré de signification des contrastes orthogonaux définis sur le profil des taux cellulaires. Dans la majorité des cas, seuls les contrastes de degré 1 et 2 sont significativement différents de zéro. Souvent, il en est de même pour le contraste de degré 5 alors que tel n'est pas le cas pour les contrastes de degrés intermédiaires. Cela est dû au fait que fréquemment les profils par niveau des facteurs présentent en octobre 1981 et février 1982 des pics importants par rapport à la valeur moyenne du taux en décembre. Pour des raisons de parcimonie, un ajustement de l'évolution des taux cellulaires par un polynôme de degré 2, une parabole, sera retenu d'autant que l'interprétation d'une courbe quintique n'est pas immédiate.

Les figures 3 et 4 montrent pour les différents niveaux du facteur pourcentage de primipares et du facteur performances de traite ce que donne l'ajustement polynomial retenu. Il est à remarquer que cet ajustement n'est qu'un compromis qui tient compte avant tout des tendances générales fortes et lisse d'autant plus les aspérités des courbes réellement observées que, pour le facteur considéré, les composantes polynomiales abandonnées étaient importantes.

3. TEST DES EFFETS DES FACTEURS

Le tableau IV résume les principaux résultats des analyses de variances uni-factorielles réalisées en vue de déterminer les facteurs à retenir pour les étapes ultérieures du travail.

A la suite de l'analyse unifactorielle ont été conservés les facteurs ayant un effet significatif sur l'évolution globale ou sur une de ces composantes, soient la conduite au tarissement, les performances de traite, le pourcentage de primipares, le logement et la désinfection des trayons.

Tableau III : L'ajustement polynomial des taux cellulaires par niveau des facteurs.

FACTEUR	NIVEAU	PROBABILITE POUR LE CONTRASTE DE DEGRE				
		1	2	3	4	5
Race	1	0.0012	0.0335	0.4089	0.3202	0.0146
	2	0.0002	0.0001	0.0732	0.0359	0.0001
	3	0.0984	0.3223	0.9913	0.6356	0.2820
Production laitière	1	0.0965	0.0534	0.7069	0.2661	0.0044
	2	0.0563	0.0090	0.8026	0.8209	0.5890
	3	0.0001	0.0048	0.0250	0.0282	0.0005
Pourcentage de primipares	1	0.0993	0.3630	0.5969	0.1411	0.0194
	2	0.0023	0.0091	0.0190	0.1377	0.3790
	3	0.0190	0.0604	0.2262	0.4170	0.1021
	4	0.1580	0.0211	0.5960	0.6581	0.0005
	5	0.0058	0.1156	0.4633	0.0227	0.1758
Logement (aération)	1	0.0001	0.0001	0.0911	0.1176	0.0001
	2	0.1157	0.0760	0.9773	0.1156	0.7882
Conduite au tarissement	1	0.0002	0.8596	0.0865	0.0225	0.0183
	2	0.1504	0.0002	0.4972	0.7125	0.0810
	3	0.2286	0.0118	0.6439	0.6030	0.0103
	4	0.0041	0.0011	0.9455	0.3104	0.0258
Restrictions au tarissement	1	0.0941	0.2279	0.5181	0.9751	0.0289
	2	0.0101	0.0747	0.6705	0.9267	0.3913
	3	0.0050	0.3433	0.2997	0.0017	0.0529
	4	0.0040	0.0002	0.3904	0.3594	0.0011
Traitement au tarissement	1	0.0176	0.1113	0.0133	0.0586	0.0987
	2	0.0009	0.0101	0.5082	0.8980	0.0003
	3	0.0034	0.0129	0.2664	0.0899	0.1120
	4	0.1496	0.0327	0.6397	0.6866	0.1451
Performance de traite	1	0.0004	0.0847	0.3827	0.3261	0.1728
	2	0.6469	0.0203	0.3205	0.0738	0.1035
	3	0.0001	0.0022	0.4133	0.3251	0.0001
Hygiène de traite	1	0.0077	0.0070	0.4101	0.1921	0.0146
	2	0.0001	0.0001	0.1299	0.0815	0.0017
	3	0.4134	0.5092	0.9554	0.7753	0.1049
Désinfection des trayons	1	0.0007	0.0813	0.0630	0.8647	0.6924
	2	0.0001	0.0001	0.3902	0.0252	0.0001

Les contrastes significativement différents de zéro sont en gras.

Figure 3 : Le pourcentage de primipares.

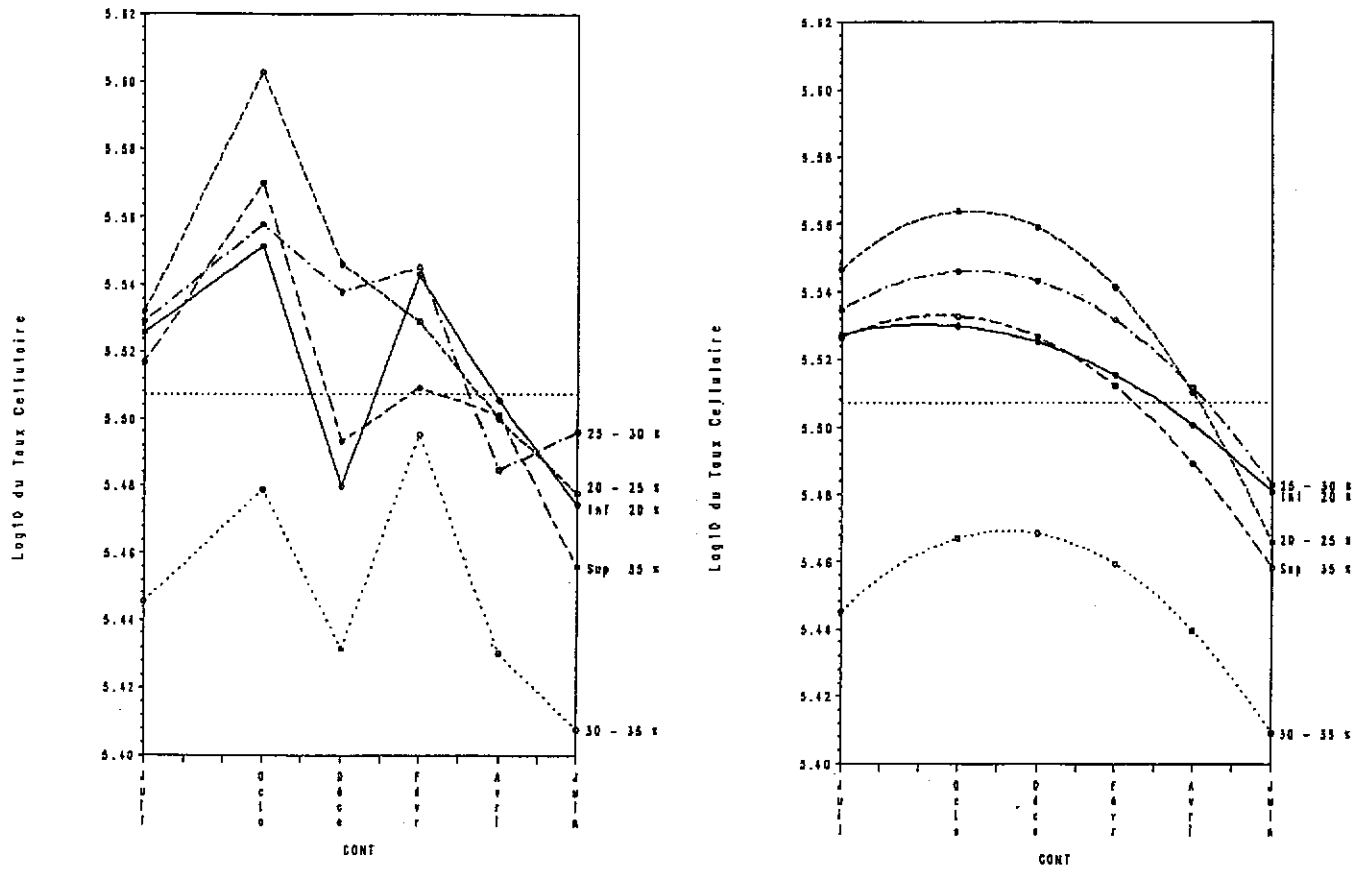


Figure 4 : Les performances de traite.

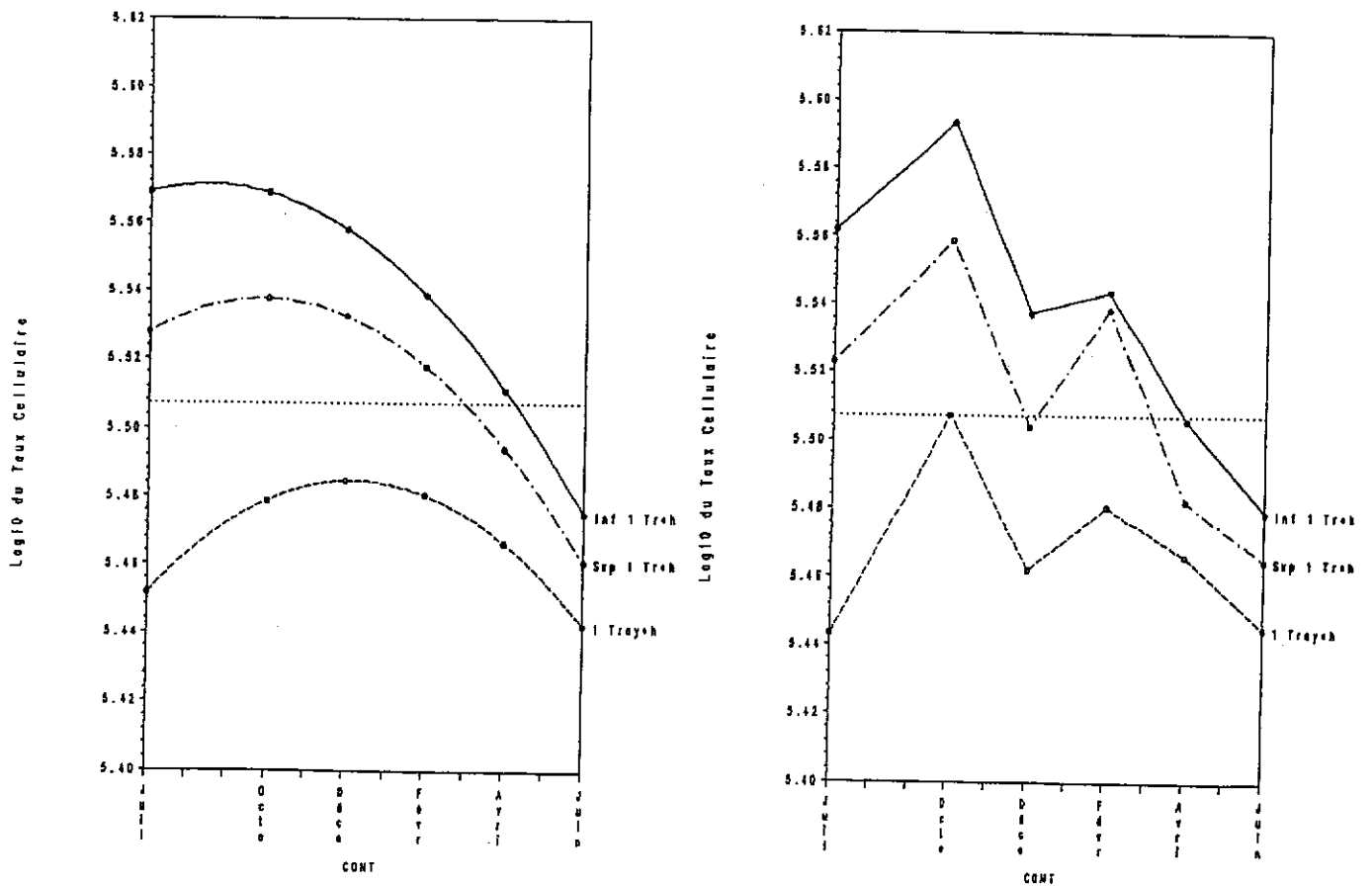


Tableau IV : Les analyses uni-factorielles.

	DEGRES DE SIGNIFICATION POUR			
	Test global (Wilks)	Intercep	Linéaire	Quadratic
Race	0.3452	0.2506	0.4343	0.1963
Production laitière	0.9178	0.9207	0.7290	0.5900
Pourcentage de primipares	0.1272	0.0065	0.7274	0.8584
Logement (aération)	0.4121	0.0951	0.7769	0.9813
Conduite au tarissement	0.0300	0.2967	0.8874	0.0022
Restrictions au tarissement	0.4444	0.1833	0.8760	0.2732
Traitement au tarissement	0.4615	0.3148	0.5407	0.3679
Performances de traite	0.0106	0.0103	0.0244	0.9754
Hygiène de traite	0.3270	0.3518	0.3249	0.1643
Désinfection des trayons	0.1752	0.0607	0.2071	0.8714

Une première analyse multivariée prenant en compte les cinq facteurs retenus ainsi que toutes leurs interactions d'ordre nous montre (tableau V) qu'aucune de ces interactions n'est significative. Dans ces conditions, le modèle définitivement adopté est celui sans interaction. Les principaux résultats de ce modèle figurent dans le tableau VI.

Tableau V : L'analyse multi-factorielle, modèle avec interactions.

	DEGRES DE SIGNIFICATION POUR			
	Test global (Wilks)	Intercep	Linéaire	Quadratic
Pourcentage de primipares	0.8949	0.3198	0.9647	0.8477
Logement (aération)	0.7740	0.4740	0.9080	0.4897
Conduite au tarissement	0.1519	0.2802	0.7218	0.0405
Performances de traite	0.9583	0.6925	0.8802	0.7918
Désinfection des trayons	0.7563	0.8770	0.6828	0.2975
% Primi*Logement	0.6488	0.8461	0.1140	0.9603
% Primi*Conduite tarissement	0.4703	0.8425	0.3062	0.2003
% Primi*Perform. traite	0.8137	0.7182	0.7814	0.4468
% Primi*Désinf. trayons	0.7665	0.5306	0.6108	0.5247
Logement* Conduite tariss.	0.3779	0.0726	0.4912	0.9305
Logement*Perform. traite	0.8595	0.7104	0.5610	0.6306
Logement*Désinf. trayons	0.6623	0.6555	0.4296	0.4534
Cond. Taris*Perform. traite	0.3304	0.8572	0.0557	0.5509
Cond. Taris*Désinf. trayons	0.8030	0.7974	0.6759	0.4446
Perf. Trait*Desinf. trayons	0.2799	0.1242	0.2402	0.8103

Tableau VI : L'analyse multi-factorielle, modèle définitif.

	DEGRES DE SIGNIFICATION POUR			
	Test global (Wilks)	Intercep	Linéaire	Quadratic
Pourcentage de primipares	0.1229	0.0050	0.7613	0.8655
Logement (aération)	0.4551	0.1143	0.8523	0.9126
Conduite au tarissement	0.0184	0.1217	0.9144	0.0025
Performances de traite	0.0164	0.0148	0.0305	0.9856
Désinfection des trayons	0.1695	0.0540	0.2401	0.8902

Deux facteurs ont une incidence sur l'évolution globale des taux cellulaires, la conduite au tarissement et les performances de traite. Mais l'examen du degré de signification des différents contrastes montre que cette incidence n'est pas la même dans les deux cas. Pour le premier facteur, seule la concavité des courbes est touchée, la figure 5 illustre ce fait. Le profil des moyennes ajustées des taux cellulaires de chaque contrôle pour le groupe "tarissement brutal et restrictions systématiques" est assimilable à une droite alors que pour les trois autres classes, il faut faire intervenir une parabole. Le second facteur, comme l'indique la figure 6, agit sur le niveau moyen et la pente générale des courbes sans toucher à la courbure. En juillet 81, le taux cellulaire des élevages dans lesquels la traite dure une heure et ne mobilise qu'un trayeur est plus bas que dans les autres élevages mais des pentes générales atténuent cet écart.

Outre ces deux facteurs, il faut noter que le pourcentage de primipares aurait tendance à influencer sur la moyenne annuelle des taux, même si cela n'est pas significatif sur l'allure globale des courbes. Les pourcentages les plus faibles seraient associés à des taux plus élevés. Cela n'a rien de surprenant dans la mesure où les primipares ont des taux cellulaires plus bas que leurs aînés [3], [19], [22].

Figure 5 : Conduite au tarissement.

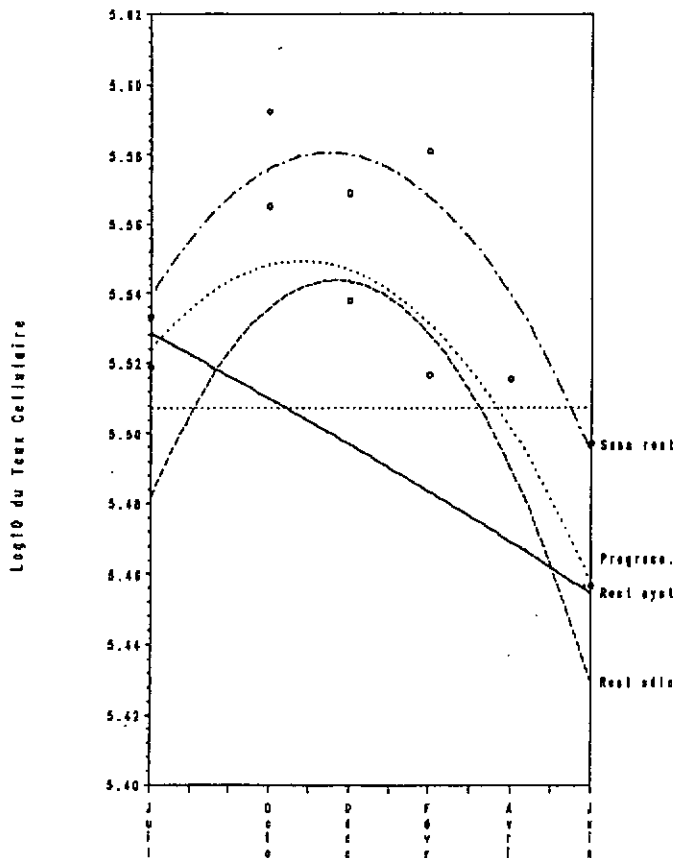
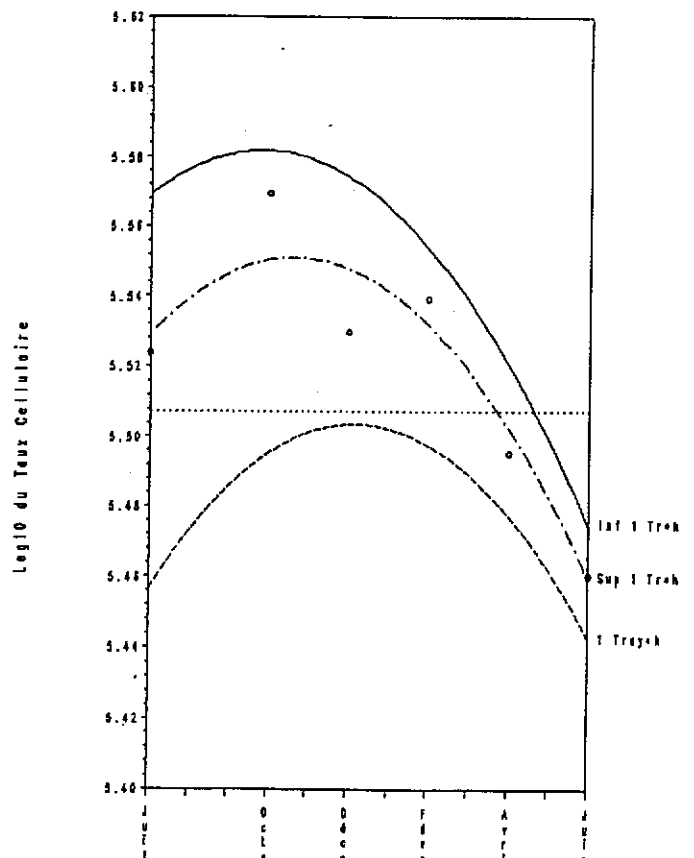


Figure 6 : Performances de traite.



4. DEFINITION D'UN GROUPE A "RISQUE"

Les enseignements fournis par l'analyse de variance précédente, l'observation des figures ci-dessus et les moyennes ajustées reprises dans le tableau 7 suggèrent l'étude d'un groupe d'élevages présentant les niveaux les moins favorables pour les trois facteurs de "risque" exhibés. Il est constitué des troupeaux ayant moins de 30 % de primipares, le tarissement y serait progressif ou sans restrictions alimentaires ou hydrique, la traite s'y ferait en moins d'une heure avec une personne ou au contraire mettrait en oeuvre plus d'une heure*homme.

Tableau VII : Les moyennes ajustées pour les facteurs de risque.

FACTEUR NIVEAU	EFFECTIF	MOYENNE AJUSTEE		
		BRUTE	EC. TYPE	10**MOY
Pourcentage de primipares				
Moins de 20 %	86	5.52267	0.024804	330000
De 20 à 25 %	114	5.54219	0.021919	350000
De 25 à 30 %	130	5.53469	0.020351	340000
De 30 à 35 %	120	5.45730	0.020670	290000
Plus de 35 %	111	5.51472	0.021552	330000
Conduite au tarissement				
Brutal et restrictions systématiques	246	5.49010	0.016378	310000
Brutal et restrictions sélectives	68	5.50073	0.025675	320000
Brutal sans restrictions alimentaires	67	5.54796	0.025039	350000
Progressif	180	5.51845	0.019673	330000
Performances de traite				
Un trayeur moins d'une heure	109	5.54491	0.021983	350000
Un trayeur une heure	151	5.47851	0.019710	300000
Plus d'un trayeur*heure	301	5.51952	0.015525	330000

Une analyse multidimensionnelle (tableau VIII) confirme que le groupe à "risque" présente un profil sur les taux cellulaires qui s'écarte globalement de celui de l'autre groupe. L'examen de la figure 7 permet d'interpréter les tests des composantes du modèle d'évolution. Le groupe à "risque" a, au début de la période, un niveau moyen des taux supérieur à celui de l'autre groupe. Un écart de même importance se retrouve en fin de période, d'où une composante linéaire de diminution identique entre les deux groupes (effet "linéaire" non significatif). Entre-temps, cet écart s'est amplifié puis réduit ce qui explique que la composante quadratique soit significative. Le groupe à "risque" ayant constamment les taux cellulaires en moyenne plus élevés, cela se traduit par une différence sur le niveau moyen des groupes sur l'ensemble de la période (effet "intercep" significatif).

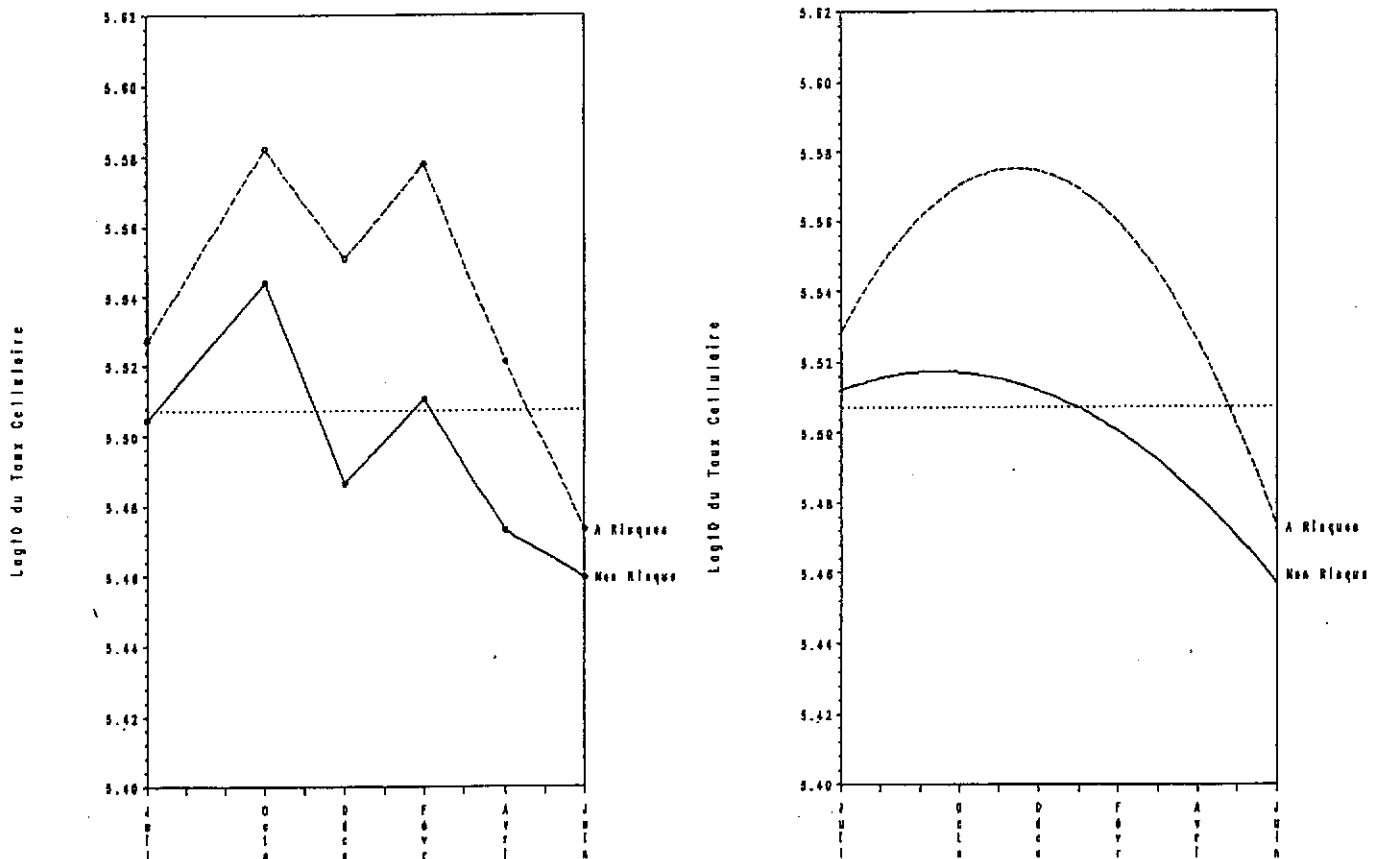
Tableau VIII : L'analyse du groupe à "risque".

	DEGRES DE SIGNIFICATION POUR			
	Test global (Wilds)	Intercep	Linéaire	Quadratic
Risque/Non risque	0.0465	0.0387	0.9676	0.0318

Tableau IX : Les moyennes ajustées.

NIVEAU	EFFECTIF	MOYENNE AJUSTEE		
		BRUTE	EC. TYPE	10**MOY
Non risque	452	5.49628	0.009019	310000
Risque	109	5.53868	0.018367	350000

Figure 7 : Le groupe à "risque".



IV - DISCUSSION

La modélisation de l'évolution des taux cellulaires bimestriels de troupeau à partir des contrastes orthogonaux définis sur les six contrôles a permis de proposer un modèle quadratique qui tient compte de la structure de corrélation existant entre les taux cellulaires de troupeau. Cette méthode ne tient compte que partiellement de la corrélation entre les taux cellulaires individuels (c'est-à-dire d'un même animal). Elle suppose aussi une certaine homogénéité de nature dans l'évolution des profils individuels sous l'influence des facteurs de "risque" avérés. Si ce n'est pas le cas, la courbe d'évolution moyenne au niveau de l'élevage peut très bien ne rien représenter du tout [16].

L'adoption du modèle définitif d'analyse de variance a nécessité plusieurs étapes. Tout d'abord une analyse unifactorielle a permis de sélectionner les facteurs de "risque" à introduire. Puis un modèle faisant intervenir toutes les interactions du premier ordre a été tenté. Cette démarche qui ne pose pas d'emblée le modèle pertinent eût été peu orthodoxe dans le cas du dépouillement d'une expérience. Elle est justifiée dans la situation d'observation dans laquelle nous nous trouvons.

Les écarts constatés tant entre les niveaux des facteurs de "risque" retenus qu'entre les deux groupes de la typologie finale proposée sont très significatifs alors même qu'ils restent relativement faibles (écart maximum : 64000 cel./ml, écart moyen : 40000 cel./ml). Ceci est dû au nombre élevé de troupeaux dans notre étude. Cette constatation, ainsi que l'ancienneté de nos données qui ne reflètent donc plus nécessairement la pratique actuelle des éleveurs, relativisent la portée de nos conclusions qu'il serait de toute façon intéressant de mettre à l'épreuve.

V - CONCLUSIONS

Ce travail n'apporte pas d'informations nouvelles et pertinentes concernant les facteurs agissant sur le taux cellulaire des laits de troupeau. Ce n'était pas son objectif.

Il montre, par contre, que l'étude de taux cellulaires répétés au cours d'une période d'observation ne gagne pas à se cantonner à l'examen de la moyenne des résultats sur la période car ces moyennes réduisent l'information disponible. L'analyse des profils d'évolution dans le temps apporte beaucoup plus.

VI - BIBLIOGRAPHIE

1. ALI A.K.A. and SHOOK G.E.- An optimum transformation for somatic cell concentration in milk. *Journal of Dairy Science*, 1980, **73**, 487-490.
2. AUDAS V.- Etude statistique sur les mammites des vaches de Mayenne. Mémoire de fin d'études, 1991.
3. BANOS G. and SHOOK G.E.- Genotype by environment interaction and genetic correlations among parities for somatic cell count and milk yield. *Journal of Dairy Science*, 1990, **73**, 2563-2573.
4. DOHOO I.R. and LESLIE K.E.- Evaluation of changes in somatic cell count as indicators of new intramammary infections. *Preventive Veterinary Medicine*, 1991, **10**, 225-237.
5. EBERHART R.J., HUTCHINSON L.J. and SPENCER S.B.- Relationships of bulk tank somatic cell counts to prevalence of intramammary infection and to indices of herd production. *Journal of Food Protection*, 1982, **45**, 1125-1128.
6. ELVINGER F., LITTELL R.C., NATZKE R.P. and HANSEN J.P.- Analysis of somatic cell count data by a peak evaluation algorithm to determine inflammation events. *Journal of Dairy Science*, 1991, **74**, 3396-3406.

7. EMANUELSON U. and FUNKE H.- Effect of milk yield on relationship between bulk milk somatic cell count and prevalence of mastitis. *Journal of Dairy Science*, 1991, **74**, 2479-2483.
8. FETROW J., ANDERSON K. and SEXTON S.- Herd composite somatic cell counts : Average linear score and Weighted average somatic cell count score and milk production. *Journal of Dairy Science*, 1988, **71**, 257-260.
9. FETROW J., MANN D., BUTCHER K. and McDANIEL B.- Production losses from mastitis : Carry-over from the previous lactation. *Journal of Dairy Science*, 1991, **74**, 833-839.
10. HUESTON W.D., HEIDER L.E., HARVEY W.R. and SMITH K.L.- Determinants of high somatic cell count prevalence in dairy herds practicing teat dipping and dry cow therapy and with no evidence of *Streptococcus agalactiae* on repeated bulk tank milk examination. *Preventive Veterinary Medicine*, 1990, **9**, 131-142.
11. HUTTON C.T., FOX L.K. and HANCOCK D.D.- Risk factors associated with herd-group milk somatic cell count and prevalence of coagulase-positive staphylococcal intramammary infections. *Preventive Veterinary Medicine*, 1991, **11**, 25-35.
12. GRIZZLE J.E. and ALLEN D.M.- Analysis of growth and dose response curve. *Biometrics*, 1969, **52**, 357-381.
13. JONES G.M.- Symposium : Reducing somatic cell counts : Meeting the 1986 challenge. Impact on producer and processor. *Journal of Dairy Science*, 1986, **69**, 1699-1707.
14. KEEN A., THISSEN J.T.N.M., HOEKSTRA J.A. and JANSEN J.- Successive measurements experiments. *Statistica Nederlandica*, 1986, **40**, 205-223.
15. KENWARD M.G.- A method for comparing profiles of repeated measurements. *Applied Statistics*, 1987, **36**, 296-308.
16. MATHEWS J.N.S., ALTMAN D.G., CAMBELL M.J. and ROYSTON P.- Analysis of serial measurements in medical research. *British Medical Journal*, 1990, **300**, 230-235.
17. OSTERAS O. and LUND A.- Epidemiological analyses of the associations between bovine udder health and milking machine and milking management. *Preventive Veterinary Medicine*, 1988, **6**, 91-108.
18. OSTERAS O. and LUND A.- Epidemiological analyses of the associations between bovine udder health and housing. *Preventive Veterinary Medicine*, 1988, **6**, 79-90.
19. PEARSON J.K.L., GREER D.O., SPENCE B.K., McFARLAND P.J., McKINLEY D.L., DUNLOP W.L. and ACHESON A.W.- Factors involved in mastitis control : A comparative study between high and low incidence herds. *The veterinary Record*, 1972, **91**, 615-624.
20. RAUBERTAS R.F. and SHOOK G.E.- Relationship between lactation measures of somatic cell concentration and milk yield. *Journal of Dairy Science*, 1982, **65**, 419-425.
21. REICHMUTH J.- Somatic cell counting. Interpretation of results. *Proceedings of Seminar on Mastitis Control. International Dairy Federation Document*, 1975, **85**, 93-109.

22. RENEAU J.K.- Effective use of dairy herd improvement somatic cell counts in mastitis control. *Journal of Dairy Science*, 1986, **69**, 1708-1720.
23. ROWELL J.G. and WALTERS R.E.- Analysing data with repeated observations on each experimental unit. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, 1976, **87**, 423-432.
24. SALSBOURG D.- Development of statistical analysis of single dose bronchodilators. *Controlled Clinical Trials*, 1981, **2**, 305-317.
25. SAS INSTITUTE INC. SAS/STAT Guide for Personal Computers, Version 6 Edition., Cary, NC : SAS Institute Inc., 1987, 1028 pp.
26. SERIEYS F.- Utilisation de la numération des cellules du lait de vache dans la lutte contre les mammites. Thèse, 1985, 50-58.
27. WESTGARTH D.R.- Interpretation of herd bulk milk cell counts. *Proceedings of Seminar on Mastitis Control. International Dairy Federation Document*, 1975, **85**, 110-115.
28. YATES F.- Regression models for repeated measurements. *Biometrics*, 1982, **38**, 850-853.

*
* *