

ÉTUDE DES VARIATIONS DE LA TENEUR EN CHLORURE DU LAIT DANS LA RÉGION TOULOUSAINE ⁽¹⁾

par

J. C. GODFRAIN, G. MILHAUD et Paule De SAQUI-SANNES

En raison des taux anormalement élevés de chlorures trouvés lors d'expertises de laits provenant de la région toulousaine, et de la suspicion de laits anormaux ou de mouillage par de l'eau salée qui peut en découler, il nous a paru intéressant d'effectuer l'analyse de nombreux échantillons lactés de cette région, de donner une interprétation statistique aux résultats obtenus et éventuellement de trouver l'origine de cette anomalie. La première partie de cette note sera consacrée au protocole expérimental, la seconde aux résultats et à leur interprétation.

Protocole expérimental

Les échantillons de laits frais nous ont été fournis par l'U.L.C. ⁽²⁾. Nous avons, tout d'abord, en février 1960, dosé les chlorures de vingt-quatre laits de mélange, puis, en février-mars, ceux de cent cinq échantillons provenant de douze tournées de ramassage ; chaque échantillon résulte du mélange des prises d'essai effectuées dans trois bidons différents à l'arrivée du camion à la centrale laitière ; il correspond environ au lait de dix vaches. Nous avons établi un classement des secteurs de ramassage selon le taux de chlorures et avons choisi, pour poursuivre nos recherches pendant les années 1960, 1961 et 1963, six de ces tournées : deux dont les laits ont une teneur en chlorures moyennement élevée, deux une teneur légèrement plus riche et deux légèrement plus pauvre.

Nous avons effectué les *dosages de chlorures* selon la méthode de Charpentier-Volhard : après défécation, soit à chaud par l'acide nitrique [16] en 1960 et 1961, soit à froid par le ferrocyanure de zinc [7] en 1963 [les deux méthodes donnant des résultats comparables], on précipite les chlorures en milieu nitrique par un excès de nitrate d'argent titré et on dose cet excès par du sulfocyanure d'ammonium titré en présence d'alun de fer ammoniacal comme indicateur coloré. Les résultats sont exprimés en gramme de chlorure de sodium par litre de lait. Un calcul d'erreur conduit à une précision

(1) *Rev. de Méd. Vét.*, 1964, t. CXV, 4 p., 252.

(2) Nous adressons nos remerciements à l'Union Laitière Coopérative de Toulouse, qui nous a procuré du lait pendant trois ans.

du 1/30, ce qui correspond au chiffre donné par la méthode officielle : $\pm 0,05$ g de NaCl/l.

En raison de l'importance de la *constante moléculaire simplifiée* (C. M. S.), surtout pour la détection du mouillage, nous avons jugé intéressant de calculer les C. M. S. d'un certain nombre d'échantillons. Pour cela nous avons dosé le lactose par la méthode chimique de G. Bertrand, dont le principe repose sur la réduction de la liqueur de Fehling par le lactose ; les résultats sont exprimés en gramme de lactose hydraté par litre, après correction éventuelle de l'acidité. Nous avons calculé les C.M.S. en adoptant la formule simplifiée : $C.M.S. = [\text{lactose hydraté} + 11,9NaCl] \times 1,06$; 1,06 étant un coefficient établi pour les laits normaux en fonction du taux de matières grasses et du taux d'albumines totales [16].

Résultats

Nous avons effectué, au total, 1 370 déterminations du taux de chlorures et 168 déterminations de C.M.S.

Nous rendrons compte tout d'abord des dosages de chlorures, en envisageant, dans un premier temps, la répartition de l'ensemble des résultats. Nous indiquerons ensuite les valeurs moyennes obtenues pour chaque mois et pour chaque tournée de ramassage, ce qui nous permettra de mettre en lumière des variations en fonction de la tournée et des variations en fonction du temps.

Etude de l'ensemble des déterminations du taux de chlorures.

Ces déterminations portent essentiellement sur des laits frais provenant directement des bidons de ramassage. Elles ont été effectuées dans le courant des années 1960 (24 laits de grand mélange + 343 laits de bidons), 1961 (514 laits de bidons), 1963 (489 laits de bidons) (1).

Nous avons interprété cet ensemble de résultats de deux façons différentes :

- a) *Répartition en classes et construction d'un histogramme ;*
- b) *Calcul de la moyenne m et de l'écart type σ (ou écart quadratique moyen égal à la racine de la moyenne du carré des écarts) :*

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x - m)^2}{n}}$$

x représentant les différentes valeurs obtenues,
 n le nombre total des mesures.

Nos résultats sont *répartis en dix classes* ; chaque classe est caractérisée par deux valeurs extrêmes indiquées dans le tableau n° 1, la valeur inférieure fait partie de la classe, alors que la valeur supérieure est une valeur limite qui ne peut être prise par les chiffres de la classe considérée.

(3) Les mesures effectuées en 1963 ont été réalisées avec la collaboration technique de M^{me} Chauvet.

TABLEAU I

DISTRIBUTION DE FRÉQUENCES DE L'ENSEMBLE DES RÉSULTATS DES DOSAGES DE CHLORURES

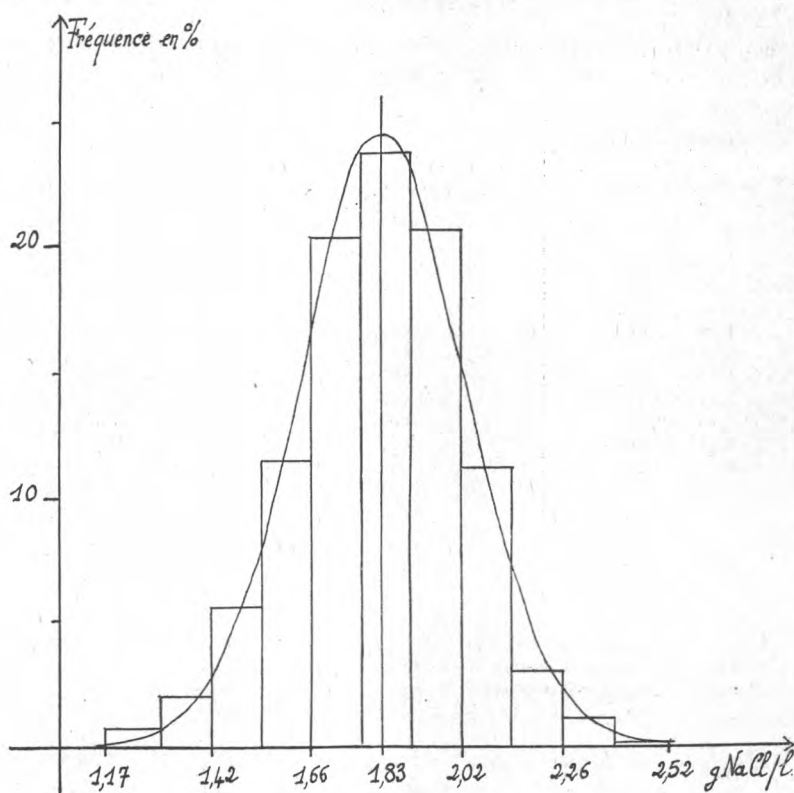
<i>Limites des classes (exprimées en g Na Cl/litre)</i>	<i>Nombre de résultats par classe</i>	<i>Fréquence relative en pourcentages</i>
1,17—1,30	11	0,80
1,30—1,42	28	2,04
1,42—1,54	77	5,62
1,54—1,66	157	11,45
1,66—1,78	277	20,21
1,78—1,90	325	23,72
1,90—2,02	283	20,65
2,02—2,14	154	11,24
2,14—2,26	42	3,06
2,26—2,38	15	1,09
2,52	1	0,07
Total.....	1 370	99,95

Moyenne générale $m = 1,83$ Ecart type $\sigma = 0,195$ Résultats compris entre $m - \sigma$ et $m + \sigma = 73$ p. 100Résultats compris entre $m - 2\sigma$ et $m + 2\sigma = 95,8$ p. 100

L'intervalle d'une classe correspond à 0,12 g de chlorure de sodium par litre de lait, la première classe cependant a un intervalle de 0,13 g de NaCl par litre, ce qui nous a permis d'inclure dans celle-ci la valeur 1,17 que nous avons rencontrée trois fois. Nous avons relevé une fois le chiffre 2,52 ; nous le signalons sans faire pour celui-ci une classe particulière. L'intervalle d'une classe est supérieur à deux fois l'erreur relative de la mesure ($\pm 0,05$ g NaCl/litre), de telle sorte qu'un chiffre placé dans une classe l'est avec une certitude satisfaisante.

Le tableau n° 1 indique le nombre de résultats par classe et leur fréquence relative, $\frac{\text{nombre de résultats par classe}}{\text{nombre total de dosages}} \times 100$, ce qui nous permet de construire l'*histogramme* du graphique n° 1.

La moyenne générale (m) de tous les résultats est de 1,83 g de NaCl/litre de lait ; l'écart type $\sigma = 0,195$ g de NaCl/litre. Nous avons construit la *courbe de distribution normale théorique* correspondante à ces deux chiffres, selon la technique proposée par Lamotte [9] à partir des valeurs données pour les abscisses et les ordonnées d'une courbe normale réduite (ayant pour moyenne 0 et pour écart type l'unité).



Graphique 1. — Histogramme et courbe théorique de distribution normale de l'ensemble des 1,370 déterminations de chlorures.

Le graphique n° 1 montre une *très bonne correspondance* entre la courbe de distribution normale théorique et l'histogramme, pour une classe déterminée la surface de l'histogramme est très voisine de celle qui est comprise entre la courbe théorique et l'axe des abscisses.

Théoriquement 68,3 pour 100 des résultats doivent être compris entre $m - \sigma$ (1,635 g NaCl/l) et $m + \sigma$ (2,025 g NaCl/l) ; entre 1,63 et 2,03, nous trouvons en fait 73 pour 100 des résultats expérimentaux.

Théoriquement, 95,5 pour 100 des résultats doivent être compris entre $m - 2\sigma$ (1,44 g NaCl/l) et $m + 2\sigma$ (2,22 g NaCl/l). En fait, nous trouvons 95,8 pour 100 des résultats expérimentaux entre ces deux valeurs.

Théoriquement, 99,7 pour 100 des résultats doivent être compris entre $m - 3\sigma$ (1,245 g NaCl/l) et $m + 3\sigma$ (2,415 g NaCl/l). C'est ce qui se produit en réalité.

La répartition de nos résultats peut être assimilée à une répartition normale, celle-ci se caractérise par une moyenne relativement élevée : 1,83 g de chlorure de sodium par litre et par un écart type important, voisin de 0,2 g de NaCl/l, ce qui entraîne une forte dispersion des résultats ; les valeurs limites observées étant : 1,17 trois fois et 1,29 huit fois... 2,34 sept fois et 2,52 une fois.

Ceci est nettement supérieur au taux de chlorures indiqué par Rochaix et Tapernoux [16] : « Le taux de chlorure de sodium dans le lait normal est fixe et varie légèrement de 1,5 g à 1,8 g par litre. On peut toutefois trouver des chiffres de chlorures inférieurs ; nous avons rencontré des laits qui présentaient 1,05 g de chlorure de sodium au litre et qui, par contre, avaient un lactose hydraté de 54 ; mais, dans la plupart des cas, les taux varient entre 1,5 g et 1,8 g ». Pour la région toulousaine, nos résultats montrent que, dans la plupart des cas (95,8 pour 100), les taux varient entre 1,44 et 2,22 g/l.

Selon Thieulin et Vuillaume [18], le taux des chlorures « oscille, dans le lait normal, entre 1,5 g et 1,8 g par litre ; valeur moyenne = 1,6 ». Dans la région toulousaine, la valeur moyenne est nettement plus forte, légèrement supérieure à 1,8 g/l.

Il semble donc que, dans notre région, les valeurs inférieures ou égales à 2,4 g/l peuvent être considérées comme physiologiques, car nous les avons rencontrées plusieurs fois sur des laits prélevés dans trois bidons différents qui avaient donc peu de chance d'être mouillés avec de l'eau salée tous les trois. Par ailleurs, ces résultats s'inscrivent dans une répartition normale autour de la moyenne, ce qui confirme leur validité. Les conclusions de Tapernoux et Nicolas [17] tendant à considérer comme « laits anormaux » ceux dont la teneur en chlorures est supérieure à 2 g, semblent trop sévères dans le cas présent.

L'analyse des résultats obtenus par Obre et M^{lle} Fournier [11] sur 121 laits du Loir-et-Cher conduit à une moyenne de 1,57 g NaCl/l avec les valeurs extrêmes de 1,11 et 2,52. Robin et Druge [15] indiquent, pour 89 laits de Loire-Inférieure, des chiffres extrêmes de 0,97 et 2,16 g NaCl/l, la valeur moyenne étant de 1,61. Ces deux travaux montrent une dispersion importante des résultats, avec cependant une moyenne inférieure à celle que nous avons enregistrée.

Pour Barthe et Dufilho [1], qui ont réalisé des dosages séparés de chlore et de sodium, « un lait d'une vache saine, alimentée avec des fourrages habituels, ne renferme jamais plus de 0 g 50 de Na ni de 1 g 50 de chlore par litre » ; 1,5 g de chlore par litre correspond théoriquement à 2,48 g NaCl/l, ce qui concorde bien avec nos résultats. Il en est de même des observations de D.-J. et D. Filipovitch [5], qui signalent, sur 9 096 échantillons de lait analysés en Bulgarie par une technique colorimétrique (Hayden et Rosell), 1 646 résultats supérieurs à 2,29 g NaCl/l, dont 19,56 pour 100 seulement sont constitués par des laits pathologiques.

Les auteurs anglo-saxons rapportent, exprimés en mg de chlore pour 100 g de lait des résultats plus faibles, que nous avons transformés en g de chlorure de sodium par litre pour les rendre plus facilement comparables. Davies, sur 7 802 échantillons prélevés pendant trois années consécutives dans des troupeaux de l'Institut de Recherches laitières de l'Université de Reading, observe, pour la race Frisé, une teneur comprise entre 1,8 et 1,96 g NaCl/l, pour la Shorthorn une moyenne de 1,6 g NaCl/l et pour la Guernesey une moyenne de 1,52 g/l. Pour cette dernière race, Castillo et coll. [2] ont étudié les variations suivant les lactations. 725 analyses, effectuées sur des échantillons provenant de 133 vaches, donnent les résultats suivants : première et deuxième lactations : 1,29 g NaCl/l ; troisième et quatrième lactations : 1,67 g NaCl/l ; de la cinquième à la onzième lactations : 1,90 g NaCl/l.

Enfin Kern [8] signale, en Israël, une valeur moyenne de 1,58 g NaCl/l avec un minimum de 1,08 et un maximum de 1,77.

TABLEAU II
RÉPARTITION DES RÉSULTATS PAR MOIS ET PAR TOURNÉE

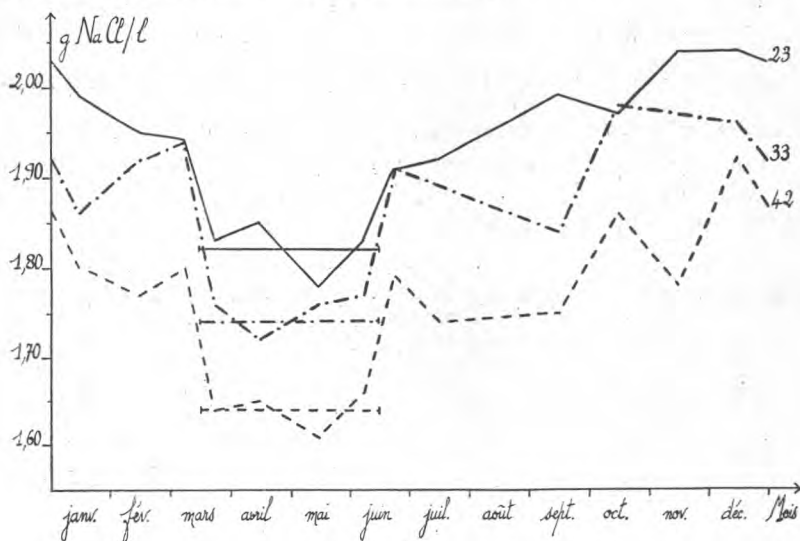
	Tournée n° 23	38	33	11	29	42
Janvier	1,99	1,98	1,86	1,90	1,74	1,80
Février	1,95	1,97	1,92	1,85	1,71	1,77
Mars	1,94-1,83 (1)	1,71-1,78	1,94-1,76	1,88	1,79-1,56	1,80-1,64
Avril	1,85	1,75	1,72	1,79	1,78	1,65
Mai	1,78	1,77	1,76	1,69	1,64	1,61
Juin	1,83-1,91	1,69-1,95	1,77-1,91	1,70-1,86	1,64-1,72	1,66-1,79
Juillet	1,92	1,89	1,89	1,84	1,81	1,74
Septembre ...	1,99	1,87	1,84	1,89	1,55	1,75
Octobre	1,97	1,97	1,98	1,89	1,74	1,86
Novembre ...	2,04	1,93	1,97	1,90	1,88	1,78
Décembre ...	2,04	1,98	1,96	1,94	1,90	1,92
Moyenne générale par tournée	1,92	1,87	1,85	1,82	1,75	1,74

(1) Pour les mois de mars et de juin, le premier chiffre correspond à la première quinzaine et le second à la deuxième quinzaine.

Répartition des résultats par mois et par tournée de ramassage

Dans le tableau n° II, sont indiquées les moyennes correspondant à un mois déterminé pour chacune des six tournées étudiées. Chaque chiffre est la moyenne d'une vingtaine de mesures portant au moins sur deux années, le plus souvent sur trois. La dernière ligne du tableau indique la moyenne générale pour les laits d'une même tournée. Nous voyons que la moyenne des tournée 33 et 11 est

voisine de la moyenne générale, alors que la moyenne des tournées 23 et 38 est légèrement supérieure, celle des tournées 29 et 42 légèrement inférieure. Dans chaque tournée, les résultats (220 environ) se répartissent selon une distribution normale autour de la moyenne. Pour la tournée n° 23, par exemple, l'écart type est de 0,158; 65,5 pour 100 des résultats sont compris entre $m - \sigma$ et $m + \sigma$, 94,5 pour 100 entre $m - 2\sigma$ et $m + 2\sigma$.



Graphique II. — Répartition des teneurs moyennes en chlorures en fonction du temps pour la tournée la plus forte (23), la plus faible (42) et une tournée intermédiaire.

Le graphique n° II, établi à partir du tableau n° II, rend compte de la répartition des résultats en fonction du temps pour la tournée la plus forte (n° 23), la plus faible (n° 42) et une tournée intermédiaire (n° 33). Ce graphique montre une *variation en fonction du temps*, avec une chute très nette du taux de chlorures entre le 15 mars et le 15 juin. Par ailleurs, les courbes obtenues pour les différentes tournées sont *bien distinctes et ont la même allure générale*. Les différences dans les taux de chlorures entre les moyennes générales de chaque tournée se retrouvent à n'importe quelle époque de l'année.

Nous allons tout d'abord essayer de préciser et d'interpréter les différences obtenues en fonction des tournées, nous en ferons de même ensuite pour les différences en fonction du temps.

Analyse des résultats en fonction des tournées

Pour essayer de réduire l'importance du facteur temps, par rapport au facteur tournée, nous avons analysé (tableau n° III) l'ensemble des résultats obtenus pour chaque tournée entre les 15 mars et 15 juin des trois années. Pendant cette époque, la teneur

moyenne en chlorure pour les tournées 33 et 11 est de 1,74 g/l, celle des tournées 23 et 38 est supérieure (1,82 et 1,78 g/l) ; celle des tournées 29 et 42 inférieure (1,66 et 1,64 g/l). La répartition des résultats autour de la moyenne est voisine d'une répartition normale. On remarque cependant de légers écarts entre les valeurs théoriques et les valeurs réelles des pourcentages compris entre $m - \sigma$ et $m + \sigma$ et entre $m - 2\sigma$ et $m + 2\sigma$.

Pour savoir si la différence observée entre les moyennes est significative, nous avons calculé, comme l'indique Lamotte [9],

le rapport $\frac{m_1 - m_2}{\sigma_d}$; m_1 et m_2 représentent les deux moyennes étudiées, σ_d est l'erreur standard de la différence des moyennes.

Pour que la différence soit significative avec une sécurité de 95 pour 100, le rapport doit être supérieur à 2, avec une sécurité de 99 pour 100 supérieur à 2,6.

TABLEAU III

RÉSULTATS OBTENUS ENTRE LES 15 MARS ET 15 JUIN POUR LES DIFFÉRENTES TOURNÉES

Numéro de la tournée	Nombre d'échantillons analysés	Moyenne m	Ecart type σ	Pourcentage des résultats entre $m - \sigma$ et $m + \sigma$	Pourcentage des résultats entre $m - 2\sigma$ et $m + 2\sigma$
23	74	1,82	0,134	74	92
38	64	1,78	0,186	71	92
33	85	1,74	0,172	64,5	98
11	72	1,74	0,170	71	95
29	55	1,66	0,163	80	94
42	73	1,64	0,177	67,7	98,3

Les valeurs obtenues pour le rapport $\frac{m_1 - m_2}{\sigma_d}$ sont les suivantes :

entre les tournées 23 et 38.....	1,42
entre les tournées 23 et 33.....	3,26
entre les tournées 23 et 11.....	2,92
entre les tournées 23 et 29.....	5,92
entre les tournées 23 et 42.....	6,92
entre les tournées 33 et 29.....	2,78
entre les tournées 11 et 42.....	2,78

La différence n'est pas significative entre les deux tournées les plus fortes 23 et 38, elle l'est entre la tournée 23 et les tournées moyennes 11 et 33 et *a fortiori* entre la tournée 23 et les tournées faibles 29 et 42. Elle l'est aussi entre les tournées moyennes et les tournées faibles.

Pour essayer d'expliquer ces différences, nous nous sommes adressés aux vétérinaires praticiens, qui exercent dans les différentes zones de ramassage étudiées (1) ; nous avons essayé de connaître la valeur des sols [4], la composition des fourrages [10], les races laitières exploitées [14].

Certes, un grand nombre de facteurs peuvent intervenir, et il est difficile de les apprécier. Voici, très schématiquement, les éléments qui semblent pouvoir être retenus.

Le centre de la tournée 23 se trouve à 10 km au Sud-Est de Toulouse (Escalquens), celui de la tournée 38 à 20 km au Nord (Vacquiers). Ces deux tournées se situent à la limite de la zone « grandes vallées » de la région toulousaine [4] où l'on trouve un « sol silico-argileux ou argilo-siliceux, fréquemment caillouteux, présentant un pH acide ». Les animaux laitiers, dans ces deux zones très rapprochées de Toulouse, sont nombreux et presque à 100 pour 100 de race Française Frisonne Pie-Noire. Les rations de ces animaux, exploités uniquement pour la production laitière, ne sont pas toujours bien équilibrées, comme le montrent les nombreuses maladies de carence observées par les vétérinaires praticiens. Ceci explique, tout au moins en partie, une forte teneur en chlorures et un taux relativement bas en deux des composants élaborés du lait (lactose et matière grasse).

Le centre de la tournée 33 se situe à 35 km à l'Ouest de Toulouse (l'Isle-Jourdain), dans les « coteaux de Gascogne et du Gers », le centre de la tournée 11 à 25 km au Sud (Beaumont-sur-Lèze). Cette tournée intéresse à la fois la zone des « grandes vallées » et le « Volvestre ». « Coteaux de Gascogne et du Gers » et « Volvestre » ont un sol de nature voisine, dont la teneur en argile est comprise entre 20 et 35 pour 100 (terreforts). Dans ces deux tournées, les vaches de race Française Frisonne Pie-Noire représentent entre 90 et 95 pour 100 du cheptel laitier, le reste étant constitué essentiellement par des Brunes des Alpes et quelques Normandes. Les Gasconnes, encore assez nombreuses dans la tournée 33, sont essentiellement exploitées pour leur viande. Les animaux de ces deux tournées reçoivent une alimentation certainement mieux équilibrée que dans les deux tournées précédentes ; assez souvent, en effet, les rations sont supplémentées avec des céréales récoltées à la ferme et des condiments minéraux. Ces meilleures conditions d'élevage, et la présence parmi les Françaises Frisonne Pie-Noire de quelques autres animaux laitiers permet d'expliquer une teneur en chlorures moindre, c'est-à-dire un lait de meilleure qualité.

Le centre de la tournée 29 se situe à 35 km au Sud de Toulouse (Caujac), dans le Sud du « Volvestre ». Celui de la tournée 42 à

(1) Nous remercions les docteurs Baricault, Boutille, Campistron, Caramel, Delcassé, Gendré, Sabaté, des renseignements qu'ils nous ont communiqués.

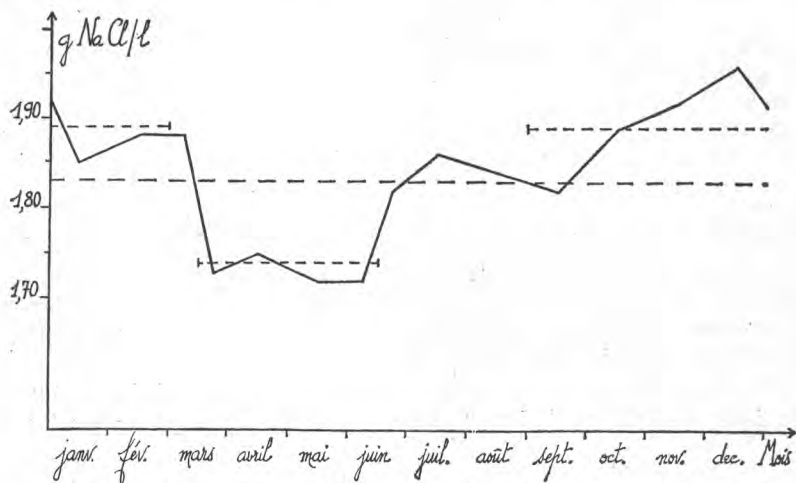
35 km au Nord-Est (Rabastens), dans les coteaux du Tarn. Les sols de ces zones de ramassage sont aussi argileux (terreforts essentiellement). Dans ces deux tournées de ramassage, les animaux sont relativement bien alimentés, leurs rations sont souvent supplémentées. La différence essentielle entre ces deux tournées et les deux précédentes semble résider dans la nature du cheptel laitier ; bien que la race Française Frisonne Pie-Noire reste majoritaire, la race Brune des Alpes représente un pourcentage important des animaux : de 25 à 30 pour 100 dans la région de la tournée 29, de 35 à 40 pour 100 dans la région de la tournée 42. La présence de cette dernière race, donnant un lait riche en éléments élaborés, permet d'expliquer la faible teneur en chlorures observée.

Analyse des résultats en fonction du temps

Pour étudier les résultats en fonction du temps, nous avons regroupé toutes les tournées et établi des *moyennes mensuelles*, exceptionnellement pour les mois de mars et de juin des moyennes par quinzaine (tableau n° IV). Les calculs des écarts types et des pourcentages compris entre $m - \sigma$ et $m + \sigma$, et $m - 2\sigma$ et $m + 2\sigma$, montrent que les valeurs observées se répartissent d'une façon pratiquement normale autour de la moyenne mensuelle.

Gâce à ces moyennes mensuelles ou bimensuelles, nous avons construit le graphique n° III, qui met en évidence une teneur particulièrement faible du 15 mars au 15 juin et une teneur beaucoup plus élevée pendant les autres périodes de l'année.

Pour préciser cette différence, nous avons fait la moyenne de toutes les mesures effectuées pour toutes les tournées du 15 mars au 15 juin [448] et du 1^{er} septembre au 28 février [636] (tableau n° IV).



Graphique III. — Répartition des moyennes mensuelles en fonction du temps.

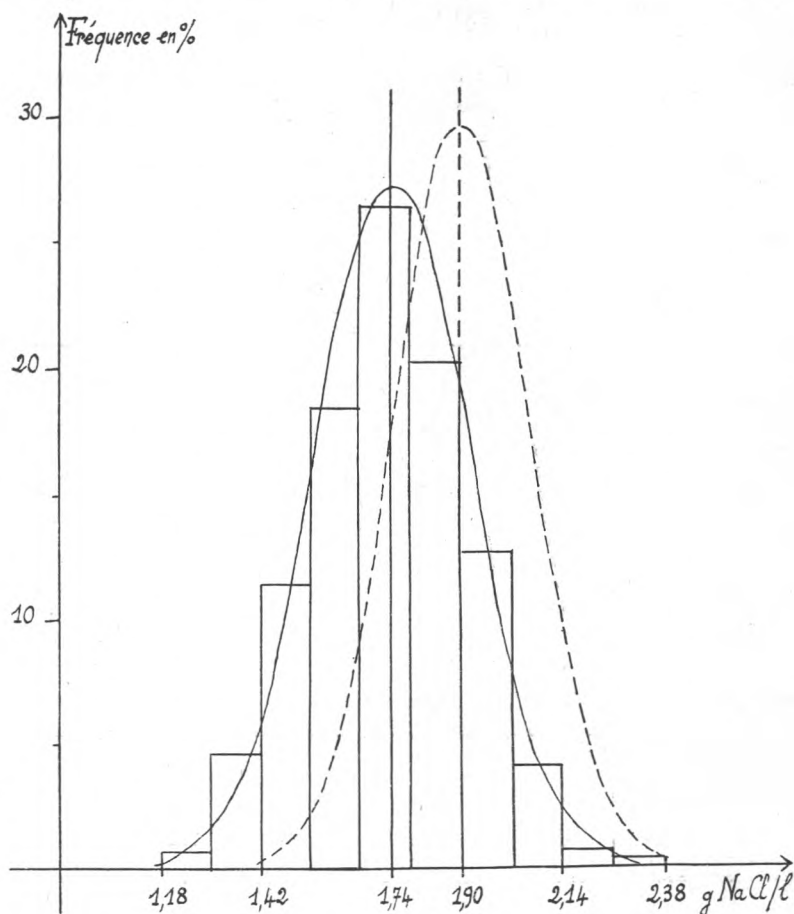
TABLEAU IV

RÉPARTITION DES RÉSULTATS EN FONCTION DU TEMPS POUR L'ENSEMBLE
DES TOURNÉES

Mois	Nombre d'échantillons analysés	Moyenne	Ecart type	Pourcentage de mesures entre $m - \sigma$ et $m + \sigma$	Pourcentage de mesures entre $m - 2\sigma$ et $m + 2\sigma$
Janvier	72	1,85	0,158	75,0	97,2
Février	119	1,88	0,164	72,2	96,6
Mars	149	1,84	0,183	69,1	95,3
1 ^{re} quinzaine...	110	1,88	0,166	68,2	96,3
2 ^e quinzaine...	39	1,73	0,175	71,7	97,4
Avril	193	1,75	0,199	74,0	95,8
Mai	155	1,72	0,172	70,9	97,4
Juin	130	1,77	0,186	62,5	96,9
1 ^{re} quinzaine...	61	1,72	0,181	63,9	93,4
2 ^e quinzaine...	69	1,82	0,182	75,3	97,1
Juillet	107	1,86	0,162	72,8	93,4
Septembre	90	1,82	0,231	70,0	95,6
Octobre	124	1,89	0,177	56,4	93,5
Novembre	157	1,92	0,162	66,2	96,1
Décembre	74	1,96	0,149	62,1	94,5
Du 15 mars au 15 juin ...	448	1,74	0,177	68,2	96,3
Du 1 ^{er} septembre au 28 février..	636	1,89	0,179	73,3	94,8

Ces moyennes sont nettement différentes : 1,74 et 1,89 de chlorure de sodium/litre de lait. Leur différence, 0,15 g/l, est hautement significative puisque le rapport $\frac{m_1 - m_2}{\sigma d} = 13,6$; les résultats se répartissent d'une façon normale autour des deux moyennes (graphique n° IV).

Les variations saisonnières de la composition du lait sont bien connues, elles ont été décrites, pour la région lyonnaise, par Rochaix et Tapernoux [16], qui précisent qu'« à la fin de l'automne et au début de l'hiver, la quantité (de lait) diminue considérablement et la matière grasse augmente, le lactose diminue généralement alors que le chlorure de sodium augmente ». Ces auteurs pensent que ces variations sont dues au fait qu'à cette époque « la majorité des animaux se trouvent vers la fin de la période de lactation ».



Graphique IV. — Histogramme et courbe théorique de distribution normale : ——— résultats du 15 mars au 15 juin pour les six tournées (448 mesures) - - - - - distribution du 1^{er} septembre au 28 février (636 mesures).

Dans la région toulousaine, d'après les renseignements fournis par l'U.L.C., la quantité de lait produite est maximale en mai (25 p. 100 de plus qu'en janvier) et minimale en août-septembre (25 p. 100 de moins qu'en janvier), la teneur en matière grasse passe par un minimum au mois de mars, un maximum en octobre-novembre.

Des facteurs essentiels peuvent être avancés pour expliquer ces variations : *l'époque du vêlage et l'alimentation.*

Dans la région toulousaine, les renseignements fournis par L. Sablay-Rolles, directeur du Centre d'Insémination artificielle

et par nos confrères praticiens, nous montrent que les *vêlages* passent par un maximum en automne et en hiver. Entre le début du mois d'octobre et la fin du mois de février, leur nombre mensuel est environ deux fois plus fort qu'entre le début du mois de mars et la fin du mois de septembre. Nous avons donc un nombre plus important de vaches qui arrivent en fin de lactation entre le début du mois de juillet et la fin du mois de décembre. C'est effectivement une période pendant laquelle la teneur en chlorures est élevée ; entre le 15 mars et le 15 juin, on peut dire que pratiquement les deux tiers des vaches sont en pleine lactation ; au cours de cette période, le taux des chlorures est bas. A notre avis, cependant, le rythme des *vêlages* ne permet pas d'expliquer complètement les variations du taux des chlorures, un facteur alimentaire semble intervenir.

La deuxième quinzaine de mars correspond à la *pousse de l'herbe jeune*, très riche en eau, la deuxième quinzaine de juin, correspond à la maturation de celle-ci ; à partir de cette époque, surtout les années un peu sèches, les animaux reçoivent une alimentation moins aqueuse et plus riche en éléments minéraux comme le montrent les dosages de Ca, Mg, Na effectués par le Père J. Magny [10] suivant la coupe des fourrages. Pour le sodium, par exemple, la teneur est quatre à cinq fois plus importante à la quatrième coupe qu'à la première.

Ces observations sont en accord avec celles de Frens [6], qui note que les vaches nourries uniquement avec de l'herbe jeune, comme cela arrive souvent dans la région au printemps, peuvent fournir une quantité de lait maximale mais présentent une émission prolongée de selles liquides ne permettant pas une bonne absorption de tous les éléments nutritifs ; ceci se traduit par des troubles du métabolisme du cuivre et par une carence en sodium responsable, en partie tout au moins, du mauvais état général des animaux, de leur infécondité ainsi que de fréquents cas d'hémoglobinurie et de tétanie.

Il semble exister un rapport entre la faible teneur du lait en chlorures et en matières grasses et l'alimentation à base d'herbe tendre. Ce fait, suggéré par nos résultats, mériterait d'être précisé. N'oublions pas, en effet, comme l'a montré Winter [19] et comme le rappelle Ch. Porcher [2], que le lait est une sécrétion en équilibre osmotique parfait avec le sérum sanguin. D'après ce dernier auteur, le chlorure de sodium dans le lait est un élément des plus variables, ne dépendant pas immédiatement de l'alimentation ; il a pour mission d'assurer la régulation de l'équilibre osmotique.

Valeurs obtenues pour les Constances Moléculaires Simplifiées (C.M.S.) et interprétation

Nous avons déterminé un certain nombre de C.M.S. en avril-mai 1960, septembre-octobre 1960, septembre-octobre-novembre 1963.

Etudions d'abord la *répartition de l'ensemble des résultats* [168], comme nous l'avons fait pour les chlorures. Ceux-ci sont distribués en dix classes, ayant pour intervalle deux unités. La valeur inférieure fait partie de la classe, la valeur supérieure est une valeur limite. Le nombre de résultats par classe et la fréquence relative en pourcentage sont indiqués dans le tableau n° V et représentés par l'histogramme du graphique n° V.

TABLEAU V
DISTRIBUTION DE FRÉQUENCE DES C. M. S.

<i>Limite des classes (unités C. M. S.)</i>	<i>Nombre de résultats par classe</i>	<i>Fréquence relative en pourcentage</i>
65,5—67,5	2	1,2
67,5—69,5	4	2,4
69,5—71,5	19	11,3
71,5—73,5	34	20,2
73,5—75,5	47	28,0
75,5—77,5	37	22,0
77,5—79,5	20	11,9
79,5—81,5	3	1,8
81,5—83,5	1	0,59
83,5—85,5	1	0,59
Total.....	168	99,98

Moyenne générale $m = 74,5$

Ecart type $\sigma = 2,9$

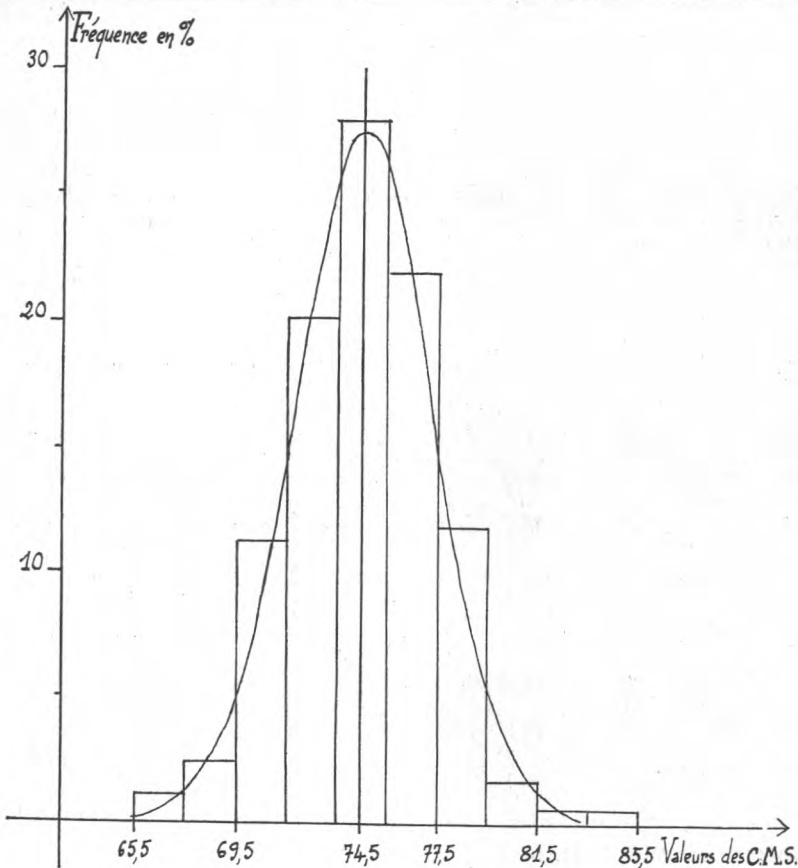
Résultats compris entre $m - \sigma$ et $m + \sigma = 73,8\%$

Résultats compris entre $m - 2\sigma$ et $m + 2\sigma = 85,2\%$

La valeur moyenne des C.M.S. est de 74,5, l'écart type de 2,9; la courbe de distribution normale théorique se superpose assez bien à l'histogramme, on trouve 73,8 p. 100 des résultats entre $m - \sigma$ (71,6) et $m + \sigma$ (77,4), 95,2 p. 100 des résultats entre $m - 2\sigma$ (67,7) et $m + 2\sigma$ (80,3). Encore une fois, la dispersion des résultats est importante : nous relevons 4,76 p. 100 des résultats expérimentaux inférieurs à 70, le chiffre le plus bas étant 66.

Ces chiffres sont voisins de ceux obtenus par Obre et M^{lle} Fournier [11] qui, pour 121 laits du Loir-et-Cher, enregistrent des variations de 65,9 à 81,7, avec une moyenne de 73,6.

Par contre, Robin et Druge [15], dans la Loire-Inférieure, n'ont constaté qu'une oscillation de la C.M.S. entre 69,9 et 78,9 pour des laits normaux, ce qui se rapproche davantage des conclusions de l'étude critique effectuée par Ch. Porcher [13] sur la Constante Moléculaire Simplifiée proposée en 1914 par Mathieu et Ferré.



Graphique V. — Histogramme et courbe théorique de distribution normale des C. M. S.

Pour Porcher, « le nombre 70 marque la limite minima, infranchissable en quelque sorte par les laits non fraudés, qu'ils soient normaux, anormaux ou pathologiques ».

Pour les laits de la région toulousaine, ce chiffre semble un peu trop élevé, nous ne pouvons pas, cependant, tirer des conclusions trop formelles de notre étude, en raison essentiellement du petit nombre de résultats obtenus et aussi parce que, pour des valeurs trop éloignées de la moyenne, nous n'avons pas pu déterminer le taux des autres constituants du lait.

Enfin, dans le tableau n° VI, nous avons étudié les *valeurs de la C.M.S. en fonction de la teneur en chlorures du lait*. Les chiffres se répartissent assez largement autour d'une moyenne qui n'est que peu influencée par le taux de chlorures ; ceci est en accord avec la loi de Ch. Porcher sur le « balancement qui existe entre le lactose et le chlorure de sodium ».

TABLEAU VI

RELATIONS ENTRE LA C. M. S. ET LE TAUX DE CHLORURES

<i>Limite des classes pour les chlorures</i>	<i>Nombre de résultats par classe pour les chlorures</i>	<i>Valeurs extrêmes et moyennes des C. M. S. correspondant à chaque classe de chlorures</i>
1,30—1,42	1	72,4
1,42—1,54	9	67,8—71,4—71,7—72,2—74,0—74,8—76,9—77,2 —77,4 moyenne : 73,7 $\pm$ 2,99
1,54—1,66	15	67,5—68,1—69,4—70,0...75,1—75,4—76,5—76,8 moyenne : 72,0 $\pm$ 2,91.
1,66—1,78	25	70,0—70,2—70,9—71,0...77,3—77,9—77,9—78,5 moyenne : 74,2 $\pm$ 2,53.
1,78—1,90	49	66,7—66,8—69,7—69,9—70,1...78,1—78,4—78,7 —79,4 moyenne : 74,0 $\pm$ 2,91.
1,90—2,02	38	70,2—70,4—71,0—71,8...77,9—78,6—82,0—85,3 moyenne : 73,5 $\pm$ 3,1.
2,02—2,14	22	70,5—71,4—72,1—74,2...78,2—78,3—80,0—81,4 moyenne : 75,9 $\pm$ 2,55.
2,14—2,26	5	73,8—73,8—74,9—75,9—78,4 moyenne : 75,3 $\pm$ 1,71.
2,26—2,38	4	73,9—75,5—77,3—80,0. moyenne : 76,6

Résumé et conclusions

Les résultats de 1 370 dosages de chlorures effectués sur des laits de la région toulousaine se répartissent d'une façon normale autour d'une moyenne relativement élevée égale à 1,83 g de chlorure de sodium par litre. La dispersion est importante ; l'écart type est de 0,195 : 95,8 p. 100 des résultats sont compris entre 1,44 et 2,22 g NaCl/l.

Des variations ont été observées suivant les tournées de ramassage et suivant les époques de l'année, avec un effondrement du taux des chlorures entre le 15 mars et le 15 juin. Nous avons essayé de déterminer les facteurs responsables de ces fluctuations.

La constante moléculaire simplifiée, déterminée pour 168 laits à une valeur moyenne de 74,5 ; l'écart type est de 2,9, ce qui traduit encore une dispersion assez importante des résultats.

*(Travail du Laboratoire de pharmacie et toxicologie
de l'Ecole nationale vétérinaire de Toulouse,
subventionné partiellement par l'I.N.R.A.).*

Summary

The results of 1 370 chloride titrations made on milk near Toulouse are normally situated near a rather high average : 1,83 g of sodium chloride by litre. The dispersion is large, the standard deviation is 0,195. 95,8 per cent results are between 1,44 and 2,22 g of sodium chloride per litre.

Variations were observed according the regions and the moments of the year. A decreasing rate of chlorides was observed between the 15th of march and the 15th of june. We tried to determine the causes of such variations.

The simplified molecular constant given for 168 milks has an average value of 74,5. The standard deviation is 2,9. And this shows a rather large dispersion of the results.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] L. BARTHE et E. DUFILHO. — Elimination du sodium et du chlore dans le lait de vache (fraude du lait par addition de sels de sodium). — *Le Lait*, 1927, p. 817.
- [2] L.-S. CASTILLO, G.-W. TRIMBERGER, B. L. HERRINGTON, C.-R. HENDERSON et K.-L. TURK. — Facteurs modifiant la teneur en chlorure et le rapport du chlorure, de la protéine et de l'extrait sec dégraissé dans le lait Guernesey. — *Journ. Dairy Sci.*, 1961, 44, n° 10, pp. 1961-1965. — *Le Lait*, 1962, p. 674, résumé.
- [3] W.-L. DAVIES. — La teneur en chlorures du lait. *Journ. Dairy Research*, 1938, 9, p. 327. — *Le Lait*, 1940, p. 72.
- [4] DECAU (J.), FIORAMONTI (S.), MALTERRE (H.) — Teneur des sols de la Haute-Garonne en matière organique. — *Ann. Agro.*, 1962, 13; 4, pp. 347-362.
- [5] D.-J. FILIPOVITCH et D. FILIPOVITCH. — Recherche sur la teneur en chlorures du lait et sa valeur dans le diagnostic des diverses mammites bovines et celui du lait pathologique. — *Le Lait*, 1956, pp. 608-613.
- [6] A.-M. FRENS. — Considérations d'ordre physiologique sur l'alimentation du bétail en pâture. — *Ann. Méd. Vét.*, 1956, p. 537.
- [7] *Journal Officiel de la République Française*. — Analyse physique et chimique du lait. — Paris, Imprimerie de journaux officiels, 1954, n° 1010.
- [8] A. KERN. — Le lait de brebis en Israël. — *Le Lait*, 1954, pp. 257-276.
- [9] LAMOTTE. — Initiation aux méthodes statistiques en Biologie. — Masson et C^{ie}, 1957.
- [10] P.-J. MAGNY. — Communication sur la composition minérale des fourrages. — *Fourrages*, 1962, 11, pp. 33-46.
- [11] F. OBRE et M^{lle} M. FOURNIER. — La constante moléculaire simplifiée. Son application aux laits du Loir-et-Cher. — *Ann. Fals. et Fr.*, juillet 1924, p. 344. — *Le Lait*, 1925, pp. 625-629.
- [12]. — Ch. PORCHER. — Du chlorure de sodium dans le lait. — *Le Lait*, 1923, pp. 11-21.
- [13] Ch. PORCHER. — La constante moléculaire simplifiée. Etude critique sur sa valeur. — *Le Lait*, 1923, pp. 364-381.
- [14] QUITTET. — Races bovines françaises. — La Maison Rustique, éditeur, 1963.
- [15] ROBIN et F. BRUGE. — La constante moléculaire simplifiée appliquée aux laits de la Loire-Inférieure. — *Le Lait*, 1932, pp. 658-664.

- [16] A. ROCHAIX et A. TAPERNOUX. — Le Lait et ses dérivés. — Vigot Frères, éditeurs, 1942.
- [17] A. TAPERNOUX et J.-J. NICOLAS. — Les variations du taux des chlorures dans le lait au cours de l'évolution d'une mammite streptococcique. — *Rev. Vét. et Journ. Méd. Vét. et Zoot.*, 1935, 87, p. 624.
- [18] G. THIEULIN et R. VUILLAUME. — Eléments pratiques d'analyse et d'inspection du lait. — *Le Lait*, édit., 1942 et 1948.
- [19] WINTER. — Constance du point de congélation de quelques liquides de l'organisme. Application à l'analyse du lait. — *C. R. Acad. Sci.*, nov. 1895, pp. 696-698.

ASPECTS NOUVEAUX DE LA MULTIPLICATION ET DU TRAITEMENT DES FERMENTS LACTIQUES (1)

par

D. E. EAKLE, G. A. SANDERS et R. L. SELLARS

Les changements survenus en industrie laitière depuis 30 ans sont nombreux, variés. Les nouveaux procédés ont créé des problèmes. La multiplication et l'usage des ferments lactiques n'ont pas échappé à la tourmente générale.

Il est impossible d'imputer à une cause générale les difficultés rencontrées dans ce domaine particulier.

Les recherches effectuées voilà 30 ou 50 ans, sont à la base de la technique mais ne correspondent plus à nos conditions de travail. Prenons comme exemple la détermination du développement d'une culture lactique établie par le comptage bactériologique et la production d'acide.

Ce graphique repose sur un travail sérieux. Cependant cette courbe ne représente plus la croissance et le développement d'une culture lactique dans les conditions actuelles. Ainsi dans le temps :

a) Nous avions des cultures lentes, adaptées à nos méthodes de transformation ;

b) Nous utilisions du lait cru ;

c) Les contrôles de température manquaient de précision ;

d) Seule la réfrigération à l'eau de puits existait.

Aujourd'hui :

(1) Les auteurs donnent ici les résultats d'expériences poursuivies à : Culture Research Center, Chr. Hansen's Laboratory, Inc., 9015 W. Maples Street, Milwaukee, Wisconsin 53214.

(2) *Le Québec laitier et alimentaire*, 1964, n° 9 et 10.