

dienne des fraudes les plus diverses commises au préjudice d'aliments aussi nobles, tandis qu'elle a rendu la question de plus en plus actuelle, a malheureusement mis en lumière une certaine carence des moyens propres à déceler rapidement la présence au moins de la fraude, et donc propres à déceler aussi la pureté naturelle de l'aliment. On a eu l'impression que la légalité, avec ses possibilités de diagnostic, est arrivée à se trouver en condition de malaise, pour ne pas dire d'impuissance, en face de la puissance de l'illégalité frauduleuse. Tout cela impose la nécessité de mieux connaître les aspects particuliers de la pureté naturelle des aliments, en étudiant des techniques et méthodes nouvelles pouvant être utilisées avec sécurité pour une appréciation rationnelle de cette pureté naturelle, sans négliger aucun élément de nature à pouvoir fournir à cet égard des renseignements présentant toute garantie de sécurité. A savoir, on a ressenti la nécessité d'intensifier la lutte contre les spéculations tendant à déclasser et même à annuler la « charge biologique » qui, dans les aliments d'origine animale, représente le potentiel plastique et énergétique dans le circuit de la matière vivante.

Grâce à l'hétérogénéité physico-chimique de ses constituants et à l'équilibre de relative stabilité dynamique qui en résulte, le lait a été peut-être l'un des premiers aliments d'origine animale à offrir sa vulnérabilité aux attaques portées à ses caractéristiques biologiques particulières. En effet, en vertu même de l'état physico-chimique polymorphe de ses composants, il peut se prêter tout particulièrement aux formes les plus variées de fraudes et adultérations sans que l'équilibre mentionné plus haut en soit apparemment beaucoup perturbé.

Nous avons effectué des recherches sur le lait dans des conditions expérimentales particulières, dans l'intention de recueillir des renseignements les plus nombreux et les plus importants possible sur le sujet de la pureté naturelle du lait. Certaines de ces études ont déjà été publiées.

Nous nous occuperons ici de la conductibilité électrique du lait de chèvre, et nous chercherons à fixer un aspect particulier de celui-ci dans ses conditions physiologiques. Nous avons choisi le lait de chèvre, sachant bien que le problème de la conductibilité électrique a été amplement étudié en ce qui concerne le lait de vache, tandis que l'on possède peu de renseignements en la matière sur le lait de chèvre, à en juger par la bibliographie qu'il nous a été possible de consulter. Le but principal de notre étude était donc de chercher à établir des valeurs-indices de base pouvant être employées comme éléments de référence et de comparaison dans un secteur aussi peu connu.

*
* *

Nous avons déjà été en mesure (PINO et CHIOFALO) de mettre en relief le fait qu'une déviation par rapport à la norme des valeurs de la conductibilité électrique exprime une altération des composants du lait qui en sont à la base. Il s'agit principalement de la concentration ionique, laquelle joue un rôle déterminant à cet égard, et il est bien connu que la mesure de la conductibilité électrique a été amplement utilisée pour mettre en évidence d'éventuels états pathologiques de la glande mammaire. Ces états pathologiques, par la fonction altérée de la portion sécrétrice, perturbent l'équilibre normal du rapport chlore/lactose ou indice de Koestler. Plusieurs recherches ont été effectuées à ce sujet par différents auteurs, et, indépendamment l'un de l'autre, par SCHNORF en 1905, puis par SCHMID, plus tard, qui se sont occupés de cette question.

Les interventions frauduleuses qui viennent d'une façon quelconque troubler l'équilibre bio-physico-chimique du lait, ou qui tendent à en altérer l'iter biologique des caractéristiques typiques après la traite, sont aussi dévoilées par la détermination de la conductibilité électrique. Naturellement, les possibilités de diagnostic augmentent si on recherche aussi d'autres paramètres du lait grâce à la mesure de la constante précédemment mentionnée.

Même dans ce domaine, la complexité des travaux est assez grande bien que, comme on l'a déjà dit, ils concernent seulement le lait de vache, tandis que pour le lait de chèvre on dispose de peu de renseignements sur la mesure de sa conductibilité. Les rares références bibliographiques qu'il a été possible de trouver sur la question répètent tout ce qui a été écrit en la matière par BINAGHI en 1910. Ainsi, nous voyons que MONVOISIN (1925), parlant du lait de chèvre, cite des données fournies par BINAGHI ; la même chose a été faite par MONTEFREDINE, savant qui s'est beaucoup occupé de la conductibilité électrique du lait ; SAVINI et autres, parlant de valeurs conductimétriques du lait de chèvre, se réfèrent encore à BINAGHI. Cette même constatation et la conviction que, selon MONTEFREDINE (1933), la mesure de la conductibilité « peut convenir également très bien pour reconnaître les laits des diverses espèces animales », nous ont conduit à entreprendre la présente étude.

Partie expérimentale

Pour nos recherches, nous nous sommes servis d'un groupe de trois chèvres en lactation, de race Agrigentine, aux cornes de forme caractéristique en tire-bouchon, choisies au hasard dans un troupeau

important de sujets, lui aussi « randomisé » (l'expression anglaise italianisée : choisi au hasard) dans une zone de l'Agrigentin où l'élevage est le plus florissant (MAGLIANO), d'où la dénomination de la race (Girgenti, aujourd'hui Agrigente). Les trois sujets ont été élevés et nourris en tenant compte de la pratique commune chez les éleveurs de ces chèvres pour la production de lait destiné à la consommation directe. Leur âge se situait entre 3 ans (sujets nos 2 et 3) à 4 ans (sujet n° 1). Pour chacun, on a effectué 50 mesures de la conductibilité électrique, soit un examen par jour pendant 50 jours, sur un échantillon de lait de toute la traite du matin prélevé, après mélange convenable, au bout d'environ une demi-heure après l'opération, et porté chaque fois à la température de 20°C. C'est pourquoi nous avons indiqué nos valeurs en nous référant à ce coefficient thermique. Nous nous sommes servis d'un appareil électronique de mesure de la conductibilité, modèle LBR/B à pont de Wheatstone, des Ets Weilheim (Haute-Bavière). Les valeurs, exprimées en Siemens et résultant d'une moyenne de 4 à 5 déterminations, ont été par équation rendues équivalentes à la formule rapportée dans tous les travaux qui s'occupent de la conductibilité électrique. Ainsi, au lieu de rapporter les données de la lecture — es. $\lambda \times 10^{-2}$, λ = valeur d'échelle et 10^{-2} = expression lue sur le commutateur de champ de notre appareil, nous avons préféré les présenter, après l'équation posée, en $\lambda \times 10^{-4}$. Cela afin de donner à nos valeurs la même base de comparaison que celles que l'on rencontre ordinairement dans la bibliographie.

* * *

Les données obtenues ont été élaborées en suivant la méthodologie biométrique moderne. Un tel procédé a été rendu nécessaire parce que comme on doit obtenir des valeurs de base normales de la conductibilité électrique du lait de chèvre, il était inévitable de calculer des paramètres standard qui puissent traduire la valeur vraie, et donc présentant toute garantie de sécurité (« digne de confiance »), de ce qui est la réalité biologique de la constante physico-chimique en question. C'est pourquoi, à la méthode de la classification, on a préféré celle de la simple observation, parce qu'elle répondait mieux à l'objectif. En effet, en suivant ce procédé dans l'évaluation globale, toutes les données jouent leur rôle et le résultat final reflète sans équivoque possible l'évolution biologique du phénomène étudié.

La méthodologie ainsi établie, on a procédé au calcul de la moyenne arithmétique, de la déviation, de la variation, de l'écart

standard, de l'erreur standard, et des limites de sécurité de la moyenne.

On connaît fort bien l'importance que revêt la moyenne arithmétique comme valeur moyenne dans une distribution de valeurs : expression synthétique et efficace de l'évaluation quantitative d'un phénomène donné. Naturellement, comme elle revêt la signification universelle qu'on a coutume de lui attribuer, et comme elle remplit son rôle, il est nécessaire de prouver que la moyenne empirique ne s'éloigne pas excessivement de la moyenne théorique correspondante. En d'autres termes, il est nécessaire que la moyenne calculée ou empirique *présente toute sécurité* dans sa fonction consistant à représenter la moyenne théorique correspondante des valeurs conductimétriques du lait de chèvre. Il en résulte donc la nécessité d'évaluer l'amplitude et le degré de variabilité des trois distributions sur lesquelles ont été calculées les trois moyennes empiriques. La déviation standard nous a donné la mesure de la dispersion des variantes autour de la moyenne, et ainsi le type de courbe qu'engendre la distribution des valeurs, résumant synthétiquement l'amplitude de variabilité de la distribution. Cette amplitude s'est révélée faible : signe de l'homogénéité des données expérimentales. En nous servant du sigma, il a été possible de calculer l'erreur standard, ou erreur moyenne de la moyenne, ou écart quadratique moyen de la moyenne, et aussi de mesurer la portée des erreurs d'échantillonnage, d'avoir des indices sur leur causalité ou casualité, et de pouvoir indiquer le degré d'écart de la moyenne empirique par rapport à la moyenne théorique correspondante ; dans le cas d'espèce, également de vérifier le *degré de sécurité* de la moyenne empirique et donc son aptitude au rôle de moyenne théorique, expression synthétique de la valeur *vraie* de la conductibilité électrique du lait de chèvre. En observant le tableau ci-après, on peut très bien s'expliquer que nos trois moyennes empiriques dépassent d'une grande longueur le triple de leur erreur standard. Il est ainsi démontré qu'entre la moyenne empirique et la moyenne théorique, il subsiste l'hypothèse de la différence zéro. Cela indique que les trois moyennes sont essentiellement homogènes, expression quantitative synthétique de valeurs tout aussi homogènes. Pour plus de scrupules, nous avons calculé aussi les limites de sécurité dans lesquelles on peut placer avec probabilité de stabilité la valeur *vraie ou théorique* de la moyenne. L'amplitude de l'intervalle de sécurité offre en effet un autre signe probatoire de la sécurité et de l'homogénéité des trois moyennes.

L'examen des valeurs qui délimitent l'intervalle de sécurité met en évidence le fait que ces valeurs ne s'écartent pas beaucoup

CONDUCTIBILITÉ ÉLECTRIQUE DU LAIT DE CHÈVRE

	Limites de sécurité de la moyenne
<p><i>Chèvre n° 1 :</i></p> $\bar{x} = 56,34 \cdot 10^{-4}$ $D = 158,64$ $V = 3,237$ $\sigma = 1,800$ $Es = 0,254$	$\bar{x} + t_{0,05} \cdot Es = 56,34 + 2,021 \cdot 0,254 = 56,853$ $\bar{x} - t_{0,05} \cdot Es = 56,34 - 2,021 \cdot 0,254 = 55,827$ $\bar{x} + t_{0,01} \cdot Es = 56,34 + 2,704 \cdot 0,254 = 57,026$ $\bar{x} - t_{0,01} \cdot Es = 56,34 - 2,704 \cdot 0,254 = 55,654$
$\frac{\bar{x}}{Es} = \frac{56,34}{0,254} > 3$	
<p><i>Chèvre n° 2 :</i></p> $\bar{x} = 53,39 \cdot 10^{-4}$ $D = 45,70$ $V = 0,932$ $\sigma = 0,965$ $Es = 0,136$	$\bar{x} + t_{0,05} \cdot Es = 53,39 + 2,021 \cdot 0,136 = 53,664$ $\bar{x} - t_{0,05} \cdot Es = 53,39 - 2,021 \cdot 0,136 = 53,116$ $\bar{x} + t_{0,01} \cdot Es = 53,39 + 2,704 \cdot 0,136 = 53,757$ $\bar{x} - t_{0,01} \cdot Es = 53,39 - 2,704 \cdot 0,136 = 53,023$
$\frac{\bar{x}}{Es} = \frac{53,39}{0,136} > 3$	
<p><i>Chèvre n° 3 :</i></p> $\bar{x} = 55,02 \cdot 10^{-4}$ $D = 54,65$ $V = 1,115$ $\sigma = 1,055$ $Es = 0,149$	$\bar{x} + t_{0,05} \cdot Es = 55,02 + 2,021 \cdot 0,149 = 55,321$ $\bar{x} - t_{0,05} \cdot Es = 55,02 - 2,021 \cdot 0,149 = 54,719$ $\bar{x} + t_{0,01} \cdot Es = 55,02 + 2,704 \cdot 0,149 = 55,422$ $\bar{x} - t_{0,01} \cdot Es = 55,02 - 2,704 \cdot 0,149 = 54,618$
$\frac{\bar{x}}{Es} = \frac{55,02}{0,149} > 3$	

Moyenne (\bar{x}).

Déviation (D).

Variation (V).

Déviation standard (σ).

Erreur standard (Es).

Critérium de sécurité de la moyenne = $\frac{\bar{x}}{Es}$

de la valeur moyenne calculée, c'est-à-dire que la probabilité, tant à 95 p. 100 ($P = 0,05$) qu'à 99 p. 100 ($P = 0,01$), d'avoir une moyenne différente de celle obtenue, possède une portée d'oscillation très réduite. L'intervalle restreint de sécurité confirme à nouveau l'homogénéité biologique de la substance analysée et la convenance de la méthodologie suivie.

Considérations finales

La vérification du degré de *sécurité* des valeurs moyennes obtenues au cours de notre recherche autoriserait à affirmer que ces valeurs moyennes expriment la valeur *vraie*, universelle, et donc significative de la conductibilité électrique du lait de chèvre. Étant donné leur sécurité élevée, elles peuvent constituer des indices de base et donc représenter la valeur normale de la constante physico-chimique du lait de chèvre auparavant mentionnée, en possession de ses particularités bio-physiologiques.

Nous devons préciser que nous avons limité intentionnellement notre étude à trois sujets. Devant en effet rechercher des données sur la conductibilité électrique du lait de chèvre, données qui apparaissent comme des paramètres pouvant être considérées comme des valeurs de base et des termes de comparaison, étant donné la carence relative de la bibliographie, nous avons considéré opportun de diriger notre recherche en profondeur plutôt qu'en étendue : étude intensive donc, si l'on peut dire, plutôt qu'extensive. Nous aurions pu étendre nos recherches à un nombre assez grand de chèvres, en limitant les déterminations à une ou deux par tête. À la recherche en série, sans doute intéressante et que nous avons déjà inscrite d'ailleurs à notre programme, nous avons préféré pour le moment la recherche individuelle, en examinant avec précision pendant une période de 50 jours et à raison de prélèvements journaliers le lait produit par chaque chèvre. Cela dans l'intention de pouvoir suivre avec précision, pendant une période de temps convenable, l'évolution de la conductibilité électrique du lait de chèvre en considérant le facteur individu, afin de recueillir et d'enregistrer, par l'évaluation biométrique, l'éventuelle homogénéité et l'éventuelle stabilité de la constante précédemment mentionnée par rapport à l'iter biologique de l'animal. C'est la réponse biométrique de stabilité élevée de la conductibilité électrique du lait de chèvre, rapportée au facteur individu, qui pourrait refléter le comportement de cette même constante sous l'aspect ethnologique, et pour cela, elle pourrait entrer dans la catégorie des attributs différentiels du lait en relation avec l'espèce d'animal producteur. Natu-

rellement, il faut tenir compte des fluctuations individuelles : le cas de la chèvre n° 2 en fait foi. Mais cela n'infirmes pas le caractère d'homogénéité de la constante physico-chimique, qui demeure la même dans toute son évolution. Il reste par contre à établir la nature de l'écart, que l'on pourrait probablement attribuer à des facteurs de constitution ou à des éléments de l'individualité.

* * *

Ce qui a été dit précédemment a dans une certaine mesure devancé les considérations sur le rôle que joue l'étude de la conductibilité électrique dans l'appréciation du lait. Etant fonction de la concentration ionique du lait, et donc l'expression d'un certain équilibre — aussi bien dans le sens dynamique — la conductibilité électrique du lait pourrait en révéler d'éventuelles perturbations d'origine exo-endogène. Il est facile de comprendre sous cet aspect l'intérêt que revêt l'étude de la conductibilité électrique, précisément de nos jours où l'on porte atteinte continuellement à la valeur biologique d'un aliment si noble.

Les présentes recherches, bien que sur un petit nombre de sujets, confirment pour cette raison que la notable stabilité de la conductibilité électrique par rapport à l'espèce d'animal producteur de lait offre un instrument valable pour avoir des renseignements précis sur l'état physico-chimique et biologique du lait. Sans dissimuler en outre — comme l'a laissé entendre MONTEFREDINE — qu'elle pourrait trouver une application convenable également pour le diagnostic ethnique du lait. En effet, si on examine les valeurs conductimétriques indiquées dans la bibliographie et appartenant à chaque espèce d'animaux, il est facile de constater combien la différence est sensible entre les laits, et combien pour chaque type de lait la conductibilité électrique est caractérisée par une homogénéité élevée.

Disons encore que la rapidité et la facilité d'exécution (si l'on réfléchit au fait que l'on effectue environ 60 épreuves à l'heure), liées à la précision technique de la méthode, sont des éléments qui recommandent l'emploi de la détermination de la conductibilité électrique dans la pratique quotidienne pour une appréciation rationnelle du lait.

Résumé

Etant donné l'importance que revêt la mesure de la conductibilité électrique pour une appréciation rationnelle du lait, les auteurs ont suivi pendant 50 jours la lactation de trois chèvres en détermi-

nant chaque jour la valeur conductimétrique du lait produit. Les données obtenues ont été élaborées en suivant les directives modernes de la méthodologie biométrique. Ainsi, on a constaté que les valeurs moyennes obtenues sont des résultats présentant toute sécurité dans leur fonction de paramètres typiques, et qu'elles sont donc susceptibles d'être considérées comme des valeurs-indices de base. La variabilité enregistrée pendant la période de 50 jours, variabilité appartenant à chaque sujet, s'est montrée d'une importance négligeable. Ces valeurs-indices de base, qui ne sont pas affectées par le nombre limité des cas, peuvent conduire à caractériser la conductibilité électrique typique du lait de chèvre sous l'aspect ethnique et permettre, en outre, d'utiles découvertes et renseignements sur les sources de sa production.

RÉFÉRENCES

- [1] BINAGHI. D'après E. Savini (cité plus loin).
- [2] L. CHIOFALO. Leçons au cours de biométrie et de méthodologie biométrique, *Zootecnia e Vita*, II^e année, n^{os} 2-3 et 4, 1959 ; IV^e année, n^o 4, 1961.
- [3] A. MAGLIANO. La chèvre agrigentine, *L'Italia Agricola*, 1930, 481.
- [4] A. MONTEFREDINE. Différenciation des laits des différentes espèces animales au moyen de la conductibilité électrique (note préliminaire), *Atti Soc. Ital. Progresso Sci.*, XXII^e Réunion, Bari, 1933, 12-18 oct.
- [5] A. MONTEFREDINE. La conductibilité électrique, moyen de recherche dans l'analyse du lait, *Annali di Chimica applicata*, 1942, 32, fasc. 2.
- [6] A. MONVOISIN. *Le lait et les produits dérivés*, 1925. Vigot Frères, éditeurs, Paris.
- [7] A. PINO et L. CHIOFALO. Modifications de la viscosité, de la tension superficielle et de la conductibilité électrique du lait à la suite du transport, *Zootecnia e Vita*, 1962, V^e année, n^o 2 ; *Le Lait*, 1963, 43, I.
- [8] A. PINO, L. CHIOFALO et A. LEONTI. Caractérisation et « randomisation », et leur importance en zootechnie, *Cahiers de l'Institut de Zootechnie générale de l'Université de Messine*, août 1957.
- [9] E. SAVINI. *Fromagerie : le lait et sa production*, 1946, Hoepli, Milan.
- [10] SCHMID. D'après Montefredine (déjà cité).
- [11] SCHNORF. D'après Montefredine (déjà cité).