

RÉFLEXIONS SUR DES MESURES BIO-ÉLECTRONIQUES EFFECTUÉES SUR DES LAITS

EDMOND BUSSAT

Résumé

L'article présente des mesures bio-électroniques effectuées sur des laits pendant une douzaine d'années. Il étudie les variations saisonnières, les variations dans le temps, l'influence de l'alimentation et de la conservation au froid. Ces mesures permettent d'effectuer un tri rapide des laits selon leur qualité physique.

Summary

The present article describes bio-electronic measures that have been taken for about a dozen of years. Here are examined seasonal and time variations, the influence of alimentation and of frost-preservation. These measurements lead to set aside each milk according to its quality.

Il ne s'agit pas à proprement parler d'une étude, mais plutôt d'un essai de «synthèse» des mesures ayant été effectuées sur des laits pendant une douzaine d'années, et portant au total sur près de 4000 mesures.

- Les prélèvements de lait ont toujours été effectués à la traite du matin et si possible le plus proche du laboratoire de façon à éviter les perturbations dues au transport (s'il y en a ?). Transports effectués en caisses réfrigérées, de façon à éviter le développement de bactéries pouvant modifier les mesures.

- Ces laits provenaient :

- De laits prélevés individuellement (vache par vache dans la même étable) - cas les plus fréquents.

- De laits de mélange de la même étable.

- Eventuellement de laits de producteurs conservés au froid (24 ou 48 heures).

- Il y a pour l'hiver des laits de foin, ou des laits d'ensilage, de maïs, ou d'herbe, ou mixte.

- Il y a d'autre part des mesures effectuées pendant la période de pâturage, et ce, sur différentes espèces de graminées fourragères.

- D'autre part, un certain nombre de laits frais ont été conservés au froid à 4°C (norme couramment admise) pendant 24 heures et 48 heures. Ceci dans le but d'apprécier les variations des mesures selon le contenant : verre, plastique ou inox.

- Compte-tenu de ce qui précède, il est évident qu'il ne peut y avoir de méthodologie générale. Il n'y a qu'un rassemblement de méthodologies différentes appropriées à chaque étude effectuée. Ceci explique que le nombre des mesures effectuées soit différent d'une année à l'autre, et d'un mois à l'autre. Et ceci sans tenir compte des données météorologiques dont nous reparlerons plus loin.

La seule méthode constante étant due à l'appareil, et à température ambiante (20-22°) pour ne pas perturber la résistivité.

I - Variations saisonnières

Elles sont mises en évidence par les graphiques du Tableau 1. Graphiques qui vont du mois d'avril (date moyenne de mise du bétail à l'herbe), au mois de mars de l'année suivante (fin de la période de stabulation). Ceci, afin d'atténuer les influences climatiques, tout ce qui est pâturé ou stocké pour l'hiver, relevant des mêmes conditions (on pourrait presque parler de calendrier de subsistance).

- Ces graphiques montrent que les maxima se trouvent en hiver, les minima se trouvant en période estivale.

La différence peut provenir du fait qu'à quantité de lait produit, il est nécessaire d'apporter plus de concentrés en hiver qu'en période estivale. Un certain nombre d'études pouvant d'ailleurs expliquer ces variations (hors peut-être phénomène d'ensoleillement).

• Congrès international de laiterie de Berne (1967). N. Vermesan, A. Georghui et A. Gondas : «L'influence de l'alimentation sur le rapport entre les acides gras volatiles et les acides non-saturés, et la variation de la consistance, et de la **résistance au rancissement** de la graisse du lait, en fonction de ce rapport». Il résulte des recherches effectuées qu'une ration riche en concentrés, une teneur élevée en farine de tourteau de tournesol et avec une teneur plus pauvre en hydrate de carbone facile à digérer a comme effet, une augmentation des acides gras non saturés et une diminution des acides gras de la graisse, déterminant une **diminution** de la consistance de la graisse, et de sa résistance au rancissement.

L.M. Smith, T. Dairiki, W.L. Dunkley et M. Ronning : «Effet de certaines variations de régime sur la composition en acides gras, et la **résistance à l'oxydation des lipides du lait**.»

Si l'on compare les résultats d'une alimentation au foin de luzerne, à ceux d'une alimentation à base d'avoine, on constate que cette dernière provoque dans la matière grasse du lait un accroissement de la quantité des acides en $C_{18}-0$ et $C_{18}-1$, et une diminution de celle des acides en C_6-0 , $C_{16}-0$, $C_{18}-2$, et $C_{18}-3$.

Il y a aussi une **diminution de la résistance à l'oxydation du lait et de sa matière grasse** (voir tableau 1 ci-après).

En ce qui concerne plus spécifiquement le pH, notons que : J.J. Ferreira, C.H. Noller, R.B. Keyser et T.S. Sewart du Département des Sciences animales de l'Université de Purdue (West Lafayette) ont publié en décembre 1979 une étude sur : «L'effet des taux de calcium et de protéine de l'alimentation sur le pH, et la consistance des fèces, ainsi que sur la vitesse du transit intestinal, chez les vaches laitières».

Ces auteurs montrent en particulier que le pH des fèces passe de 5,78-5,79 avec une alimentation pauvre en calcium à 6,24-6,33 avec une alimentation plus riche. Une alimentation riche en protéines, fit passer le pH des fèces de 5,89-5,97 à 6,13-6,14. Les effets du calcium et des protéines se cumulent. On peut donc supposer que la distribution supplémentaire de concentrés (l'hiver) entraînant une augmentation du pH des fèces, c'est donc tout le tractus digestif qui se trouve alcalinisé et donc vraisemblablement le sang, et le lait.

On peut y ajouter cette communication faite lors du 20ème congrès international de laiterie à Paris en 1978, par K. Zlabinger et H. Stock (Institut pour la recherche laitière et la microbiologie-Université de Vienne, Autriche) : «Potentiel d'oxydo-réduction provenant de fourrages ensilés ou non».

Tableau 1 • a

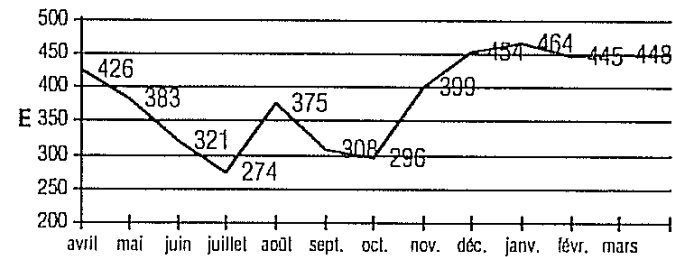


Tableau 1 • b

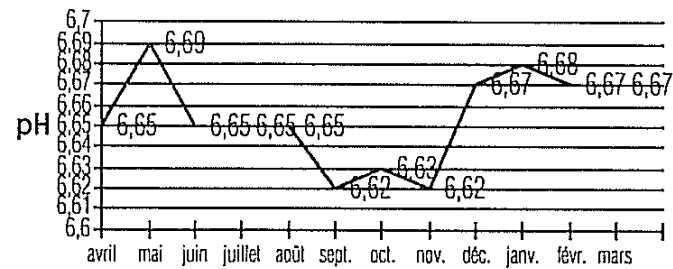
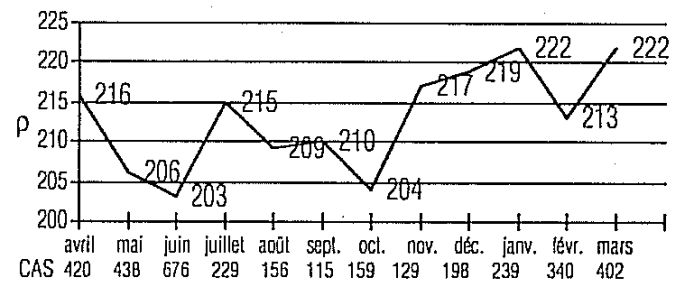


Tableau 1 • c



Lors d'évaluation par calcul, il a été montré que pour le lait provenant de fourrages ensilés, il existait une légère corrélation entre la teneur en germes (clostridia) et la valeur du pH, et une corrélation marquée, entre le potentiel d'oxydo-réduction et la valeur du pH. Dans le cas de fourrages non ensilés ce rapport n'a pu être constaté. Cette étude a montré, avec une certitude statistique, que le potentiel du lait de fourrages ensilés, était supérieur d'environ 30 mv à celui de fourrages non ensilés.

• De tous ces éléments, on peut donc penser que la quantité de concentrés distribuée par litre de lait produit a une influence sur les mesures enregistrées. Dans la mesure où l'ensilage entraîne une distribution de concentrés plus élevée qu'avec du foin à production laitière égale (au moins pour le département de l'Ain), on peut comprendre les différences enregistrées entre hiver et été. La Maison de l'Elevage de l'Ain ayant d'ailleurs en 1967, obtenue une corrélation positive ($r = +0,77$) entre la quantité de concentrés distribuée par litre de lait produit, et le potentiel d'oxydo-réduction de ces laits.

En ce qui concerne la résistivité (inverse de la pression osmotique, selon la formule de Diffson $\rho = kx \frac{1}{\omega}$).

La littérature sur ce sujet est, certes, moins abondante, mais on y retrouve quelques indications :

Pour l'histoire, citons Pline l'Ancien qui suggérait, pour apprécier la qualité des laits, le procédé suivant : «Si une goutte de lait déposée sur l'ongle s'écrase, le lait est réputé «mauvais». Si elle ne s'écrase pas, le lait est réputé «bon». Soupçonnait-il déjà empiriquement l'importance de la pression osmotique ou de la résistivité ?

S.K. Ho, M. Hirioglou et J.G. Proulx du Service de Recherches Agricoles d'Ottawa (Canada) ont publié en 1980 une étude dont le titre est le suivant : «Une carence en cuivre latente, chez les bovins nourris avec de l'ensilage, et efficacité du cuivre séquestré pour sa prévention», où on lit notamment : «Trois groupes de 18 vaches Shortorn, sont nourris avec de l'ensilage d'herbe connu pour produire une hypocuprémie...

Le groupe, non supplémenté en cuivre, de vaches gestantes, montre une diminution du cuivre dans le plasma sanguin durant l'hiver jusqu'au mois d'avril. Plus de la moitié de ce groupe était hypocuprémique... A la mise à l'herbe, au début de l'été, les vaches présentent une élévation du taux sanguin en cuivre». On peut penser que ces variations de teneur en cuivre du plasma sanguin peuvent se répercuter sur le lait. D'où une explication possible des variations enregistrées sur les laits.

Au total, l'ensemble de ces quelques données bibliographiques, même si elles ne touchent individuellement qu'un ou deux points, permet d'expliquer une partie des variations enregistrées.

II - Observations particulières sur les courbes du Tableau 1

Ces courbes ne sont que des moyennes mensuelles des mesures effectuées pendant une douzaine d'années. Même si le nombre de mesures effectuées n'est pas le même d'une année sur l'autre, ou d'un mois sur l'autre, la tendance : différence hiver-été se retrouve pour toutes les années considérées. Il n'y a donc pas là de hasard provoqué par une défaillance de l'appareil, ou d'une année particulière.

1) Observations sur les pics enregistrés :

• pour E : la moyenne s'élève à 375 mv. Alors que la seule coïncidence observée concerne les années 72 et 73 où l'on obtenait : 420 et 422 mv, où l'on a eu les étés les plus froids : minimum 10°2 et maximum 23°. Soit des températures inférieures aux autres années. Coïncidence ?

NB : Toutes les données météorologiques que nous pouvons être amenés à mentionner, proviennent de la station météorologique nationale d'Ambérieu en Bugey.

• Nous reviendrons plus loin sur le problème météorologique particulier de l'année 73.

• Pour le pH : la moyenne s'élève à 6,69. Or, nous notons en 70 et 74 sur ce mois de mai des pluviométriques supérieures aux autres années : 90 et 96 mm de pluie.

• Pour ρ : pour ce pic, nous ne notons que deux coïncidences météorologiques pour la température : 30°4 maximum sur 10 ans et hauteur d'eau minimale, avec 34 mm, la plus basse sur 10 ans.

2) Observations faites au cours des ans :

Si les variations saisonnières vont toutes dans le même sens, il faut noter que leurs amplitudes varient d'une année sur l'autre.

• en 1965, nous notons pour E : - 125 mv ; pour le pH : -0,01 ; pour ρ pas de changement.

• en 1969, pour E : - 170 mv ; pour le pH : + 0,03 ; pour ρ - 10.

• en 1970, pour E : - 30 mv ; pour le pH : - 0,04 ; pour ρ - 12.

• en 1972, pour E : - 69 mv ; pour le pH : + 0,02 ; pour ρ : - 15.

• en 1973, pour E : + 30 mv (seule exception sur les années considérées); pour le pH : - 0,02 ; pour ρ : pas de variation (mais il s'agit d'une année particulière sur laquelle nous reviendrons plus loin, et à résistivité basse en hiver (190).

• en 1980, pour E : - 50 mv ; pour le pH : - 0,03 ; pour ρ : pas de variation.

Si l'on se réfère aux données bibliographiques précédemment citées, concernant l'influence probable de la distribution de concentrés, il n'est pas illogique de supposer que la qualité des fourrages (pâturage ou stockage pour l'hiver) a pu varier selon les conditions météorologiques. D'où, à égalité de lait produit, une variation de la complémentarité en concentrés.

3) Variations dans le temps :

Les graphiques ci-après n'ont été faits que pour les années où nous avons sensiblement des mesures sur tous les mois de l'année.

D'autres facteurs pouvant d'ailleurs expliquer l'irrégularité de leur profil :

- Le pourcentage des laits de montagne par rapport aux laits de plaine n'est pas constant. Or, d'après ce que nous avons pu mesurer, les laits de montagne sont, dans leur ensemble, plus acides, plus réducteurs, et à plus basse résistivité que les laits de plaine. Ce qui peut s'expliquer de différentes façons :

- La valeur alimentaire des fourrages de montagne, au kg de matière sèche, est plus élevée qu'en plaine. D'où, pour une même quantité de lait produit, un apport de concentrés plus faible.

- Les espèces fourragères ne sont d'ailleurs pas les mêmes. Nous avons pu constater significativement au cours de trois années d'étude (en relation avec les engrais Péchiney) que, sur un lot de 16 vaches, toutes les mesures baissaient lorsque nous passions du pâturage de Raygrass d'Italie, à celui d'une Fétuque des prés (ceci avec les mêmes apports d'engrais). Or, la fétuque est une graminée courante dans les prairies naturelles de Montagne.

- Notons pour la petite histoire qu'un botaniste spécialiste de la Montagne, écrivait en 1937, que les plantes de ces pays contiennent de 2 à 3 fois plus de sucres réducteurs que les plantes de plaine.

- La pratique de l'ensilage (Raygrass d'Italie et Maïs), s'est largement implantée, sinon généralisée dans toute la plaine. Il faut noter que, si cette technique apporte une amélioration en ce qui concerne les facilités de récolte, elle n'apporte que peu de choses sur la ration nutritionnelle des animaux. D'autre part, les ensilages ne sont pas souvent de bonne qualité. Et, une mauvaise conservation outre un développement anormal de ferments butyriques (nous devrions dire de producteur de gaz cultivés sur milieu au lactate : Bryand et Burkley 1957), entraîne sur ces ensilages, une élévation des trois mesures qui nous intéressent. Elévation qui se répercute ensuite sur les laits (Maison de l'Elevage de l'Ain -1983).

Quoi qu'il en soit, ces graphiques montrent :

En ce qui concerne E :

L'évolution dans le temps est continue et n'est guère discutable.

Un élément supplémentaire peut expliquer ce phénomène : la sélection des vaches laitières s'est effectuée essentiellement sur la quantité de lait produit jusqu'à la promulgation de la loi Goddefroy (1969 et mise en application dans l'Ain en 1973), qui fait obligation d'y adjoindre le taux de matière grasse, et le taux de matière azotée). Mais la quantité de lait produit reste malgré tout prépondérante, au moins en ce qui concerne les sommes perçues par les éleveurs. Mais pendant ces années, la quantité de lait produit par les seuls fourrages n'a pas ou pratiquement pas augmenté. Le surcroît n'étant donc «couvert» que par une quantité de concentrés sans cesse croissante.

En ce qui concerne le pH :

L'évolution dans le temps semble exister mais d'une manière beaucoup plus floue.

Ceci peut s'expliquer par le fait que sur les échantillons pris vache par vache, il ne varie guère que de 6,60 à 6,75/ 6,80 si l'on veut être large (ceci pour des laits que l'on peut considérer comme normaux, c'est-à-dire hors mammites, colostrum, et laits mal conservés).

Il est évident que sur des laits de mélange les variations sont faibles et ne peuvent excéder que quelques centièmes d'unité. D'où une évolution non significative. (voir Tableau 2 ci-après)

En ce qui concerne la résistivité : Hormis l'année 1973 qui a été une année assez particulière, on note une augmentation de la résistivité, difficile à expliquer. Cependant, on peut se poser une question qui rejoint celle posée par la distribution du concentré supplémentaire due à la sélection du bétail. Car il y a de la même façon une distribution complémentaire de condiments minéraux. **Ont-ils la même possibilité d'assimilation que ceux qui sont liés aux plantes sous forme organique.**

Nous avons nous-même noté un abaissement de la résistivité lors de la distribution de luzerne riche en calcium, notamment dans la phytine. La littérature chinoise (Précis de Chimie Pharmaceutique du Pr Marceau) conseillait d'ailleurs en l'an 800, de donner aux enfants rachitiques des infusions de fleurs de luzerne (dont le nom latin est d'ailleurs «medicago lupulina»).

III- Particularités de l'année 1973

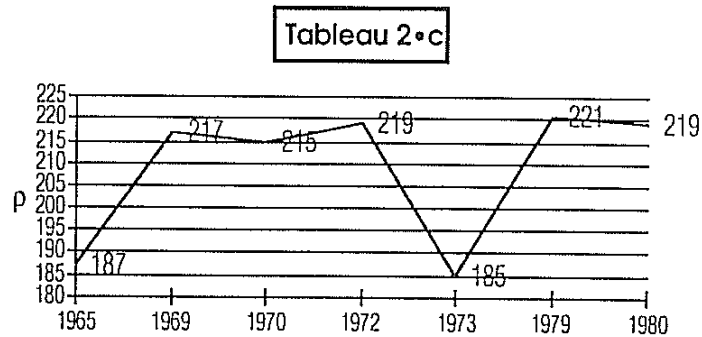
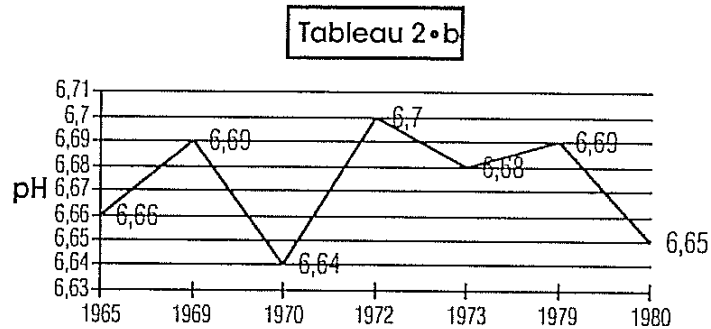
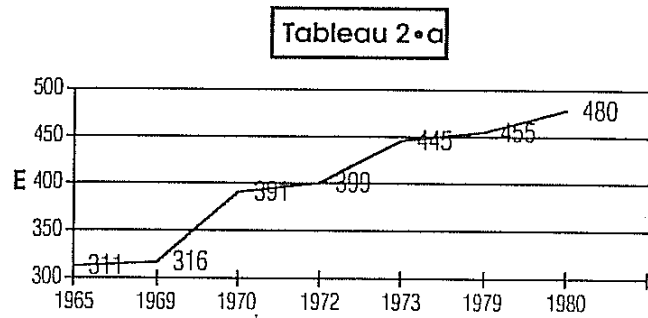
Dans une publication datée de 1979 : «Effets de la qualité de l'ensilage, sur la qualité des laits», M. Heikonen, Moisiot, Kreulat (Finlande), mentionnent que ces qualités ont été les meilleures en 1973, et que cela coïncide avec le printemps le plus froid qu'ils aient enregistré sur un certain nombre d'années (voir Tableau ci-après).

Nous avons essayé de vérifier dans le département de l'Ain si le même phénomène s'était passé. En retenant les années antérieures, et postérieures. Pour les gelées, nous avons retenu le nombre de jours de gel sur les mois de février, début du redémarrage de la végétation et où l'on apporte les engrais azotés sur les prairies, plus les mois de mars et avril.

Dans le tableau ci-après, les chiffres représentent les mois arrêtés à fin octobre, puisqu'en novembre les animaux sont remis en stabulation. Il en ressort :

- Que la pluviométrie ne peut guère être mise en cause de façon significative.

- Par contre, nous notons une moyenne de température qui ne peut s'expliquer que par le nombre de jours de gel des trois premiers mois. Nos données correspondent donc à celles des Finlandais.



Années Nbre de spores Matière sèche%

Années	1971	72	73	74	75	76	77	78
Nbre de jours de gel 2.3.4.	31	9	63	28	38	24	15	14
Temp. moy. de 2 à 10	13,3	12,6	12	12,5	13,3	14,8	14,3	13,3
Pluies en mm de 2.3.4.	19	28	18	33	35	24	49	47
Pluies en mm de 2 à 10	553	625	623	763	723	525	934	669

Tableau 3 . Données météorologiques
(Station Nationale d'Ambélieu en Bugéy)

Qualités des ensilages durant ces quelques années (compte-tenu qu'il y a des années où nous n'avons pas de mesures, et que, d'autre part, il convient de dissocier herbe et maïs. De plus, il faudrait pouvoir analyser les différentes variétés, les techniques d'ensilage et d'autres facteurs). Le nombre de spores de butyriques étant ramené au gramme de matière sèche.

Sont mis en évidence les pourcentages admis généralement comme synonymes de bonne qualité pour un ensilage (sauf pour le rH₂ et p où il n'y a pas de normes connues).

Au total, ces tableaux représentent 3308 mesures sur des silos de maïs, et 1434 pour les silos d'herbe.

NB : Pour la matière sèche rien de nouveau, et cela a été démontré dans nombre d'études que le taux de celle-ci pourrait être un facteur annihilant la croissance des spores.

Pour le pH : on admet en général le pH de 4-4,20 comme indice d'une bonne acidification, d'où le choix du pH 4,10.

Mais les résultats, sauf pour l'année 1974, ne sont pas absolument concluants. Ceci peut s'exprimer par le fait que cette mesure est en général effectuée pendant la période d'hiver. C'est-à-dire que l'on ne connaît pas le laps de temps qu'il a fallu pour atteindre un pH voisin de 4 à partir du début des travaux d'ensilage.

Pour notre part, nous avons enregistré sur des jus mesurés à partir du début de chantier, un laps de temps qui a varié de 3 jours à 3 semaines, pour arriver à un pH voisin de 4.

Années	Nbre de spores		Matière sèche%		pH		rH ₂		P	
	<1000 en %	>20000 en %	<19% en %	>23 en %	≤3,8 en %	>4,10 en %	<27 en %	>31 en %	<500 en %	>700 en %
1971	40	39,99	24,10	5,52	60,71	17,86	32,60	13,04	0	2,17
1972	42,22	28,89	56,40	3,85	59,04	27,71	40	10	16,25	12,50
1973	69,03	2,38	59,26	7,41	20,29	50,07	72,22	3,70	69,75	5,66
1974	73	0	58,05	13,5	72,21	13,89	96,14	0	76,92	0
1975	41,67	25	40	20	45	30				
1976	64	10	47,14	23,40	22,42	27,45				

Tableau 4
Silos d'herbes : en % des cas

Années	Nbre de spores		Matière sèche%		pH		rH ₂		P	
	<1000 en %	>20000 en %	<27 en %	≥30 en %	≤3,8 en %	>4,10 en %	<27 en %	>31 en %	<600 en %	>700 en %
1971	40	39,99	16,39	30,42	68	13,33	8,77	0	8,77	56,14
1972	42,42	28,89	41,92	19,70	68,36	6,42	21,16	7,84	7,52	65,74
1973	86,26	5,78	11,55	61,45	23,23	16,46	39,72	0	53,85	7,41
1974	66,22	7,79	29,79	21,71	70,41	6,10	96,03	0	9,24	5,16
1975	34,67	9,61	20,19	29,71	64,59	4,96	99	0	42,79	13,4
1976	53,70	16,56	23,79	46,42	58,80	5,76				

Tableau 5
Silos de Maïs (plante entière)

Pour p : on n'en parle pas dans la littérature mais, quelquefois, de la pression osmotique.

Minh (1940 - cité par Bergère) mentionnait la possibilité d'adjonction de sel

dans les ensilages pour augmenter la pression osmotique. Les écrits américains de 1897 (cités par la revue «Agriculture Française» d'octobre 1912) précisaient qu'un apport de 4 kg, par tonne de maïs ensilé était néfaste aux «mauvaises fermentations».

Il n'y a d'ailleurs pas si longtemps que l'on salait le foin stocké dans des conditions d'humidité trop élevée.

Quoiqu'il en soit, il faut bien admettre la concordance entre la basse résistivité des ensilages de l'année 1973 et celle enregistrée sur les laits pour la même année (voir Tableau 2).

Par ailleurs, c'est en 1973 que nous avons enregistré les meilleures lactocoagulations sur nos laits, de même que les meilleurs dénombrements de ferments butyriques, et les meilleurs classements (commerciaux) des gruyères de type Emmenthal.

De plus, il faut noter que l'influence du gel s'est manifestée aussi bien sur les herbes que sur les maïs. Or, ces derniers n'étant semés que vers le mois de mai, on ne peut pas penser à un effet plante. Dans ces conditions, ne doit-on pas plutôt penser à un effet sol ?

IV - La conservation au froid peut-elle jouer sur ces qualités ?

Nous avons essayé d'appréhender ce problème sur 160 échantillons. Afin d'obtenir une échelle de données la plus large possible, ils ont été prélevés vache par vache, à la traite du matin dans des étables, proches du laboratoire pour permettre d'effectuer les mesures ou analyses dans les deux ou trois heures qui suivaient.

Après travail sur laits frais, les échantillons étaient répartis dans 3 flacons de 60 cc.

- 1 flacon verre
- 1 flacon plastique (nature indéterminée)
- 1 flacon inox

NB : Le flacon inox avait ainsi été reconstitué : dans un flacon verre, nous avons immergé une plaquette d'inox attachée par un fil de nylon au centre du bouchon. La surface de cette plaquette, avait été calculée de telle sorte que la quantité de lait par unité de surface soit la même que dans un tank de 1000 litres. Elle portait en outre un point de soudure sous Argon.

Une imagination tant soit peu fertile pourrait insinuer qu'à chaque vibration du frigo (arrêt ou démarrage) cette plaquette se balance, reproduisant de loin l'influence de l'agitateur du tank.

La température du frigo était réglée à 4°.

De plus, nous n'avons pas pris en considération les laits qui présentaient des tendances mamitteuses (test au tepool).

Nous avons de plus effectué sur ces laits, avant et après conservation, quelques

dénombrements de germes :

- Flore totale
- Levures et moisissures
- Psychothrophes
- Cofiformes

Nous n'avons pas trouvé apparemment d'influence de leur nombre sur la conservation après 48 heures à 4°.

Nous n'en parlons donc pas dans le tableau ci-dessous.

Résultats :

rH ₂	Lait frais	Inox 48h	Plastique 48h	verre 48h
pH	6,64	6,68	6,67	6,66
Rh2	28,50	28,58	28,10	28
r	202	204	202	201
R.P.x	31'	34'	33'	36'

Tableau 6

(x ou résistance présure, terme couramment utilisé en fromagerie)

- Pour le pH, on note quel que soit le contenant, une légère alcalinisation. Peut-être un peu plus pour l'inox.
 - Pour le rH₂, pas de variation. Sauf que c'est l'inox qui donne la seule augmentation.
 - Pour ρ, la seule augmentation se trouve sur l'inox.
 - Pour le temps de coagulation, quel que soit le contenant, elle augmente pour l'ensemble d'environ 10%.
- Sur l'ensemble, notons que l'inox serait plutôt défavorisant.

CONCLUSION

De ces quelques pages, il résulte :

- Que les variations bio-électroniques saisonnières des laits sont difficilement discutables puisqu'elles se retrouvent constamment sur toutes les années où ces mesures ont été effectuées.

- Il en va de même pour une certaine évolution dans le temps, avec des exceptions (voir année 1973).

On peut donc, à partir de là, envisager des mesures rapides permettant un tri rapide des laits, selon leurs qualités physiques.

Cependant il faut noter que, pour la même année, un certain nombre de paramètres peuvent modifier ces mesures (climatologie, nature des fourrages, rations de concentrés distribués, et, pourquoi pas, nature des sols. Nous n'avons eu ici que des mesures d'animaux nourris sur sols calcaires ou silico-limoneux. Mais il est possible que les mesures puissent être différentes sur d'autres types de sol).

De toute façon, si l'on peut trier des laits sur la base de ces mesures, il ne faut pas raisonner sur quelques échantillons, mais sur un nombre suffisant. Et bien connaître « l'environnement » qui entoure leur production.

BIBLIOGRAPHIE

E. Bussat : « La bio-électronique du lait. Applications des paramètres bio-électroniques dans l'industrie laitière de transformation. », Sciences du Vivant n°1, Arys, Paris, 1990, pp. 97-109.