

les conditions encore mal définies qui influent sur le moment de la décoloration.

Si notre hypothèse de « lait colostral en période de substitution » est bibliographiquement expliquée, il importe, pour notre objet actuel, de chercher à préciser ces conditions. *(A suivre).*

ÉPURATION DES EAUX RÉSIDUAIRES DE FROMAGERIE

par

A. ARTUS

Chef de Travaux de Chimie à la Faculté des Sciences,
Directeur du Laboratoire Municipal de la Ville de Rennes.

Une industrie éprouve toujours de grandes difficultés à se débarrasser de ses eaux résiduaires, soit que ces eaux soient nocives par elles-mêmes, soit parce qu'elles deviennent mauvaises au bout d'un temps plus ou moins long par suite de transformations des éléments qu'elles contiennent et qui, jetées dans une petite rivière ou dans un ruisseau, contaminent et polluent fortement leurs eaux.

Les eaux résiduaires de fromagerie rentrent dans cette dernière catégorie. Elles contiennent encore de grosses quantités de matières organiques éminemment fermentescibles, éminemment putrescibles, de telle sorte que, si on les accumule, elles deviennent rapidement un foyer pestilentiel ou, si on les jette telles quelles dans un ruisseau à très faible débit, elles contaminent ses eaux.

Il était donc important de trouver un procédé d'épuration qui permit, après traitement, de jeter ces eaux directement dans n'importe quel ruisseau sans avoir à craindre la contamination de l'eau de ce ruisseau.

Disons, qu'après bien des essais infructueux, nous sommes arrivés à appliquer un procédé qui permet d'épurer suffisamment les eaux résiduaires de fromagerie pour réaliser ces conditions.

* * *

Les eaux qui ont servi à nos essais nous ont été fournies par un industriel fabricant de fromages des environs de Rennes. Ces eaux sont aussi fraîches que possible. Elles proviennent de la fabrication des fromages de Camembert et de Port-Salut. Elles sont plus ou moins laiteuses et contiennent en suspension de petits grumeaux de caséine coagulée. Elles ont une odeur de lait aigri.

Au point de vue de leur réaction, deux échantillons que nous avons examinés de très près sont différents. Nous les dénommerons n^{os} 1 et 2. L'échantillon n^o 1 est alcalin au méthylorange et neutre

à la phtaléine ; son alcalinité au méthylorange correspond à 0 gr. 60 de soude (NaOH) par litre. L'échantillon n° 2 est moins alcalin que le premier au méthylorange et il est acide à la phtaléine. Son alcalinité au méthylorange correspond à 0 gr. 200 de soude (NaOH) par litre, tandis que son acidité à la phtaléine exprimée en acide sulfurique est de 1 gr. 56 par litre.

Nous verrons plus loin qu'ils se comportent aussi d'une façon différente au traitement du procédé employé et que l'échantillon acide à la phtaléine consomme plus de produits.

Ces échantillons ont la composition suivante :

	en grammes par litre	
	n° 1	n° 2
Extrait sec à 100°	14,37	39,54
Lactose	7,75	14,33
Matières azotées	1,87	4,92
Matières contenant azote	0,294	0,77
Chaux	0,224	0,45
Acide phosphorique	0,193	0,50

Ces chiffres montrent bien que les échantillons de même provenance peuvent avoir une composition extrêmement différente. Il n'y a donc rien d'étonnant à ce que la composition des eaux résiduaires soit différente d'une fromagerie à l'autre et aussi suivant l'espèce de fromage fabriqué.

Ces eaux sont surtout riches en matières organiques et en lactose.

* * *

Ce sont ces eaux qui ont été traitées par le procédé déjà ancien au sulfate d'alumine et à la chaux, complété par une javellisation. Dans l'application du procédé, nous nous sommes donné comme critérium l'obtention d'eaux parfaitement limpides ne précipitant plus de matières organiques par suite d'une addition plus grande de sulfate d'alumine et de chaux.

La grosse difficulté réside dans l'emploi d'une quantité suffisante de sulfate d'alumine qu'on doit ajouter tout d'abord, pour qu'après l'addition de chaux jusqu'à liqueur alcaline à la phtaléine, le précipité se dépose bien et donne une eau extrêmement limpide. Nous y sommes arrivés par tâtonnement, c'est-à-dire par des essais successifs.

Pour obtenir ces résultats avec la première eau, on a employé 2 kg. 146 de sulfate d'alumine $[(\text{SO}_4)_3\text{Al}^2 + 18 \text{H}_2\text{O}]$ et 1 kg. 7 de chaux par mètre cube d'eau traitée. Avec la deuxième eau, on a dû employer 3 kg. 427 de sulfate d'alumine et 4 kg. 1 de chaux par mètre cube d'eau traitée. Dans ce dernier cas, nous avons pu constater que l'emploi d'une quantité double ou quadruple de sul-

fate d'alumine avec des poids de chaux capables de rendre la liqueur alcaline à la phtaléine, ne donnait pas de meilleurs résultats.

La quantité de sulfate d'alumine et de chaux employée est beaucoup plus grande avec la deuxième eau qu'avec la première, non pas seulement parce qu'elle a un extrait plus élevé, mais surtout parce qu'elle est beaucoup plus acide que la première. Dans les deux cas, nous avons obtenu une précipitation parfaite. Le précipité se dépose bien ; de sorte qu'au bout de quelques heures il peut être séparé facilement à l'essoreuse ; après 12 heures, on peut séparer les trois quarts du liquide par simple décantation, sans craindre de mettre le précipité en suspension.

On recueille alors une eau extrêmement limpide, très peu odorante, qui, évidemment, n'est pas dépouillée de tout ce qu'elle contenait en dissolution. L'extrait sec ou la quantité de matières en dissolution n'a pas sensiblement diminué, mais la nature de ces matières a changé assez considérablement. Tandis que la proportion de lactose, comme nous avons pu nous en assurer, n'a pas changé, l'acide lactique est passé à l'état de lactate de chaux. Les matières organiques, celles en suspension tout au moins, ont été précipitées, et il reste des quantités faibles d'acide phosphorique. Par contre, la teneur en chaux a augmenté assez considérablement ; elle est environ trois fois plus forte qu'au début et est surtout à l'état de sulfate et de lactate.

D'ailleurs, voici un tableau qui donne la composition de ces eaux après traitement :

	en grammes par litre	
	n° 1	n° 2
Extrait sec à 100°	10,73	20,75
Matières azotées	1,09	1,55
Contenant azote	0,171	0,243
Acide phosphorique	»	0,052
Chaux	»	1,595

Ce traitement des eaux équivaut à un véritable collage. En même temps que l'alumine mise en liberté se combine pour ainsi dire aux matières organiques et produit un précipité insoluble, celui-ci entraîne avec lui les parties solides qui sont en suspension et certainement la majeure partie des microorganismes. En même temps qu'il se fait une purification chimique de ces eaux, il doit aussi se faire une purification bactériologique. Ce qui le prouve bien, c'est que ces eaux ainsi traitées, conservées à la température du laboratoire, soit entre 15 et 20°, sont une huitaine de jours avant de commencer à fermenter. Et si on a le soin de leur ajouter quelques gouttes d'eau de Javel (soit 4 ou 5 gouttes d'eau de Javel par litre pour tuer le reste des microorganismes, ces eaux sont au moins

trois semaines avant de fermenter. C'est au plus si ces eaux finissent par se troubler un peu, par carbonatation d'un peu de chaux libre, qui finit par se déposer complètement.

Ces eaux peuvent ensuite être jetées à la rivière ou dans un cours d'eau à faible débit, sans qu'il n'y ait plus à craindre d'altérations profondes des eaux qui le reçoivent.

Les eaux fraîches, non traitées, abandonnées pendant dix jours à la température du laboratoire, soit entre 15 et 20°, fermentent; il se produit une fermentation lactique et aussi une fermentation des matières albuminoïdes. Elles deviennent rapidement acides à la phtaléine. Ainsi, l'eau n° 1, alcaline tout d'abord au méthylorange et neutre à la phtaléine, est devenue après dix jours très acide à ce réactif : 1 gr. 81 exprimée en acide sulfurique par litre.

Pour être purifiées, ces eaux acides exigent l'emploi de beaucoup de sulfate d'alumine et de chaux. C'est ainsi que nous n'avons obtenu la limpidité de l'eau n° 1, conservée pendant dix jours, qu'après avoir ajouté trois fois plus de produits épurants, c'est-à-dire 5 kg. 15 de sulfate d'alumine et 7 kg. de chaux par mètre cube d'eau traitée. D'où l'intérêt énorme qu'il y a à traiter des eaux aussi fraîches que possible et n'ayant subi aucune fermentation préalable.

* * *

Le précipité obtenu dans l'épuration des eaux résiduelles de fromagerie est blanc grisâtre après dessiccation. Il est surtout composé de chaux, à l'état de carbonate principalement, d'alumine ou d'aluminate de chaux, de chaux libre, puis de matières organiques combinées à la chaux et à l'alumine, et enfin de phosphates. Son poids est d'environ 9 à 12 kg. par mètre cube d'eau traitée.

Nous avons analysé les deux précipités obtenus dans l'épuration des eaux n° 1 et n° 2 pour nous rendre compte de leur richesse en azote, en acide phosphorique et en chaux, et connaître leur valeur comme engrais et comme amendement calcaire.

Voici quelle est leur composition à l'état sec :

	Etat sec	
	n° 1	n° 2
Azote (%)	1,95	2,57
Acide phosphorique	2,75	3,20
Chaux	19,80	20,90

Comme on le voit, les teneurs en ces différents éléments fertilisants du sol sont loin d'être négligeables et font de ce produit un engrais, azoté surtout, de premier ordre, en même temps qu'un amendement calcaire.

Mode opératoire pratique d'épuration des eaux résiduaires de fromagerie. — Pour opérer convenablement et commodément l'épuration de ces eaux, on doit disposer de deux citernes à ciel ouvert et autant que possible disposées en gradin. Chacune de ces citernes a des dimensions telles qu'elle peut contenir la quantité d'eau produite journallement.

Toutes les eaux étant réunies dans une même citerne, on prélève d'abord un litre du liquide rendu homogène par agitation, et on le met dans un verre, puis à l'aide d'une solution de sulfate d'alumine de concentration déterminée, soit 100 gr. par litre, on détermine la quantité de solution à ajouter au liquide pour qu'après la neutralisation par la chaux, on ait une eau parfaitement limpide. La neutralisation sera faite avec de la chaux en poudre (délimitée) en présence de quelques gouttes de solution alcoolique de phtaléine du phénol, jusqu'à coloration rouge violacée persistant à l'agitation.

Il est vraisemblable qu'après deux ou trois essais de la sorte, en faisant varier les quantités de sulfate d'alumine et, par suite, de chaux, on arrive à trouver les quantités réelles de produits à employer par litre. (On fera bien de commencer par employer 10 centimètres cubes de solution de sulfate d'alumine, puis de continuer en doublant ou triplant la dose.) Ces essais durent environ un quart d'heure. Bien entendu, la quantité de chaux ayant servi à la neutralisation doit être pesée.

Lorsqu'on connaît exactement les quantités de sulfate d'alumine et de chaux à ajouter à un litre d'eau pour avoir, après dépôt, un liquide parfaitement limpide, il suffit de savoir la quantité d'eau à traiter, et d'établir les quantités de chacun de ces produits à ajouter. Alors, on traite cette eau par la quantité calculée de sulfate d'alumine préalablement dissoute, on agite le liquide, puis on ajoute la quantité également calculée de chaux en poudre. On agite à nouveau le plus possible, de manière à bien homogénéiser le liquide et le précipité, puis on laisse le dépôt s'effectuer. Après 12 heures de repos, on sépare la plus grande partie du liquide par simple décantation, puis on achève la séparation du précipité à l'aide d'une essoreuse. Toutes ces eaux claires sont réunies dans la deuxième citerne, où elles sont javellisées à la dose de un quart de litre d'eau de Javel par mètre cube d'eau. On mélange bien, puis, après un contact d'une demi-heure ou d'une heure, elles peuvent être évacuées dans une rivière ou un ruisseau. Quant au résidu obtenu, il est ensuite séché complètement, pulvérisé et employé comme amendement calcaire ou comme engrais.

Prix de revient du procédé. — Le procédé d'épuration décrit est assez peu coûteux. En admettant l'emploi de 2 kg. 500 de sulfate

d'alumine, de 3 kg. de chaux et de un quart de litre d'eau de Javel, on arrive à un prix de revient inférieur à 4 fr., comme produits, par mètre cube d'eau traitée. Et de ce prix est encore à défalquer la valeur de l'engrais obtenu comme résidu de traitement.

CONCLUSION

Le traitement des eaux résiduaires de fromagerie par le sulfate d'alumine et la chaux, convenablement employés, permet d'avoir des eaux claires, limpides, qui, javellisées, sont stabilisées pendant un certain temps ; elles restent pendant plusieurs jours sans se modifier chimiquement. Jetées dans une rivière ou dans un cours d'eau à faible débit, elles ont suffisamment le temps de se diluer de manière à ne pas modifier sensiblement la composition de l'eau qui les reçoit au point de la souiller.

ÉTUDE DE L'APPRÉCIATION DE LA QUALITÉ DES CASÉINES LACTIQUES

par

JEAN PIEN

Ingénieur chimiste I. C. R.

Docteur ès sciences

Directeur des laboratoires des « Fermiers Réunis »

ROBERT MARTIN

et

MARC BERGIER

Ingénieur chimiste I. C. R.

Ingénieur (I. A. N.)

des laboratoires de la laiterie des « Fermiers Réunis »

(Suite.)

Dans nos articles précédents, nous avons montré la nécessité et énoncé les bases d'un ensemble de méthodes d'examen chimique complémentaire pour l'appréciation de la qualité des caséines lactiques.

Après l'importante question du dosage des formes d'azote soluble, nous passons maintenant, conformément à notre plan, à l'étude du dosage de l'acide lactique.

I. REMARQUE PRÉLIMINAIRE

Une distinction s'impose immédiatement entre l'acide lactique et l'acidité de la caséine.

Il est clair que l'acidité totale d'une caséine comporte une portion importante qui concerne les radicaux acides de la molécule protéique. Ces radicaux font partie intégrante de la caséine et l'acidité qu'ils représentent ne saurait à aucun titre être considérée comme anormale (il s'agit bien entendu ici de caséine lactique ; ce raisonnement ne vaut pas pour la caséine présure).