

Tc. casei. Fermente l'arabinose, le raffinose et la salicine. N'attaque pas la caséine ni ne liquéfie la gélatine.

Tc. liquefaciens. Ne fermente pas l'arabinose, le raffinose ni la salicine. Attaque la caséine et liquéfie la gélatine.

Tc. mycodermatius. Fermente l'arabinose, la glycérine, la sorbite et la mannite. Ne fermente pas le raffinose ni la salicine. N'attaque pas la caséine, mais liquéfie la gélatine. Son développement en surface s'assimile à celui des mycodermes.

SUPPLÉMENT TECHNIQUE

LA DISSOLUTION DE LA CASÉINE LORS DE LA PRÉPARATION DES COLLES

par

G. GÉNIN

Ingénieur E.P.C.

Lorsqu'on prépare des colles par dissolution de caséine dans l'eau, on se heurte à certaines difficultés se manifestant par la formation de grumeaux et l'emprisonnement de bulles d'air dans la solution, ces inconvénients résultant des difficultés que rencontrent les particules de caséine à traverser la surface de l'eau, en particulier lorsque celle-ci contient déjà une certaine proportion de caséine dissoute.

A la suite de travaux entrepris, à la demande d'un Comité nommé par les fabricants britanniques de colles, par le Laboratoire de recherches de la Direction des produits forestiers en Angleterre, on a pu établir que le problème peut être résolu, et cela d'une façon continue, en faisant appel à la force centrifuge pour submerger les particules de caséine. En utilisant ce principe, un appareil industriel a été réalisé, qui permet de faire passer dans un bol de centrifuge des quantités proportionnelles d'eau et de poudre de caséine, et d'obtenir ainsi une dissolution homogène, exempte de bulles d'air. L'appareil ne consomme qu'un quinzième de cheval et il fournit une dissolution satisfaisante, avec un débit d'environ 10 kilogrammes à la minute. Ce sont les travaux entrepris par LACEY [1] qui ont permis de réaliser cette machine que nous décrivons ci-dessous.

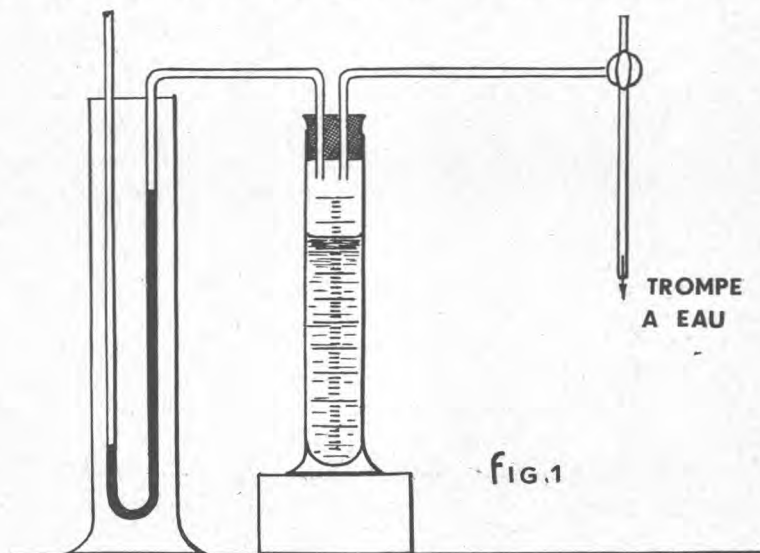
Il y a tout d'abord à signaler qu'au point de vue dissolution, les différentes qualités de poudre de caséine se comportent d'une façon très variable, certaines étant facilement solubles, d'autres au con-

traire difficilement solubles sans inconvénient, lorsqu'on opère dans un mélangeur ordinaire. Lorsque, par exemple, des grumeaux se forment dans la colle, et qu'on cherche par un malaxage prolongé à les faire disparaître, le seul résultat que l'on obtient souvent est d'augmenter la quantité d'air entraîné dans la solution et de former des mousses abondantes.

Les travaux ont été effectués sur deux qualités de caséine en poudre, l'une désignée par la lettre D et constituant un produit considéré par les praticiens comme difficile à dissoudre, l'autre désignée par la lettre E, considérée au contraire comme d'une dissolution facile. Le premier échantillon avait été tamisé au tamis 90, le second au tamis 60,

La première question qui a été étudiée a été celle de l'appréciation d'un échantillon de caséine au point de vue de sa facilité de dissolution. L'emploi d'un appareil industriel est pratiquement impossible lorsqu'on a à examiner une petite quantité de matière ; un essai effectué manuellement ne permet pas de chiffrer les résultats obtenus.

Les chercheurs anglais ont réalisé un dispositif de laboratoire représenté sur la figure 1 qui permet d'apprécier la quantité de



mousse qui se forme lorsqu'on mélange une caséine de qualité donnée et de l'eau. Dans ce but, on dissout de la caséine dans un volume déterminé d'eau, de façon à obtenir par exemple une colle de la consistance désirée, et on verse environ 80 cm³ de cette colle dans un cylindre gradué, sans bec, de 100 cm³. On réduit la pression

au-dessus de la colle à la valeur de la moitié d'une atmosphère. Il en résulte une augmentation du volume de la colle, et cette augmentation est pratiquement égale au volume des bulles emprisonnées dans la colle, puisque, du fait de la diminution de la pression à la moitié de sa valeur initiale, les bulles ont doublé de volume. On voit donc que cette simple méthode, si on néglige les phénomènes de tension superficielle, permet d'apprécier la quantité d'air entraînée au moment de la préparation d'une dissolution de caséine.

Par contre, il n'a pas été trouvé de méthode permettant de chiffrer la tendance d'une caséine à former des grumeaux ; cette caractéristique s'évalue d'ailleurs facilement à l'œil.

Afin d'essayer de mettre en évidence les phénomènes qui se passent lors de la dissolution de la caséine dans l'eau, les auteurs ont procédé à des essais comparatifs sur les deux échantillons décrits ci-dessous, en ajoutant, à une vitesse déterminée, la caséine en poudre dans un récipient rempli d'eau, en même temps que le liquide était battu au moyen d'un fouet mécanique. On a pu constater que, suivant leur origine, la dissolution des caséines s'effectue de façon variable.

Avec la caséine facilement soluble, tout dépend de la vitesse d'addition de la poudre, mais si on opère sur une petite quantité de produit, par exemple une centaine de grammes il est possible d'ajouter la totalité de la poudre en une seule fois, et l'opération ne demande qu'une minute.

Si, au contraire, on opère avec des quantités plus importantes, dépassant par exemple le kilogramme, l'addition de la totalité de la poudre en une seule fois entraîne la formation de grumeaux. Enfin, si on opère dans les conditions absolument opposées, c'est-à-dire très lentement, en étalant la durée d'introduction de la poudre dans l'eau sur un quart d'heure, on constate également qu'il se forme des grumeaux. Les particules commencent, pendant les deux ou trois premières minutes de l'opération, à être facilement immergées, puis peu à peu, elles tendent à se réunir à la surface du liquide, en n'étant qu'à moitié mouillées, elles sont ensuite projetées par l'agitation sur les bords du récipient, où elles coagulent en formant des grumeaux et en enfermant souvent une proportion importante de poudre sèche qui ne se dissout pas, même après un long repos.

Avec la caséine difficilement soluble, les mêmes difficultés se produisent, mais alors quelle que soit la vitesse d'introduction de la poudre dans l'eau. Il semble que les particules viennent flotter à la surface du liquide, sous la forme d'une fine poussière qui supporte elle-même les particules les plus grosses. On ne peut arriver à mouiller la caséine qu'en procédant à une agitation violente, mais il se produit alors une mousse abondante.

Dans les deux cas, une fois que les particules ont été convenablement mouillées et submergées, sans avoir formé de grumeaux, elles ne donnent plus naissance à des difficultés, à condition que le mélange soit agité sans exagération, jusqu'à ce que les particules aient gonflé. Lorsque ce gonflement se produit le mélange devient très épais et ce n'est qu'après un repos d'un certain temps que le produit se fluidifie à nouveau. La viscosité du produit, l'évolution de cette viscosité, sont des caractéristiques particulières à chaque caséine.

Il semble donc résulter de ces observations que, tout au moins dans le cas de la caséine facilement soluble, le mélange constitue tout d'abord plutôt une suspension de particules dans l'eau qu'une véritable dissolution. Ce n'est qu'après que les particules ont eu le temps d'absorber de l'eau, de gonfler et de se dissoudre partiellement, que le produit se transforme, mais empêche à ce moment l'introduction dans la solution de particules non encore dissoutes.

Toutes ces constatations mettent bien en évidence l'importance capitale du rapport qui existe entre le volume des particules et leur surface spécifique. On ne peut améliorer la situation en prolongant la durée de malaxage, puisque si on attend le temps nécessaire pour qu'il y ait dissolution et gonflement d'une certaine proportion des particules, ces particules une fois dissoutes ne feront qu'empêcher la dissolution des autres.

Il faut donc, dans la conception d'un appareil destiné à la préparation de colles de caséine, ou de tout autre poudre qui subit des changements d'état analogues à ceux que supporte la caséine quand on ajoute l'eau, observer les précautions suivantes :

1° Les produits doivent être amenés l'un au contact de l'autre en petites quantités, ou ce qui revient au même, sous la forme de deux courants d'alimentation continus.

2° La submersion des particules de caséine doit être accrue en augmentant les forces qui s'exercent sur elles, ou en augmentant leur facilité de mouillage.

3° La suspension des matières solides doit être rapidement évacuée de la machine, avant que ces particules aient eu le temps de subir des changements appréciables d'état et d'empêcher la pénétration dans le liquide des autres particules non encore mouillées.

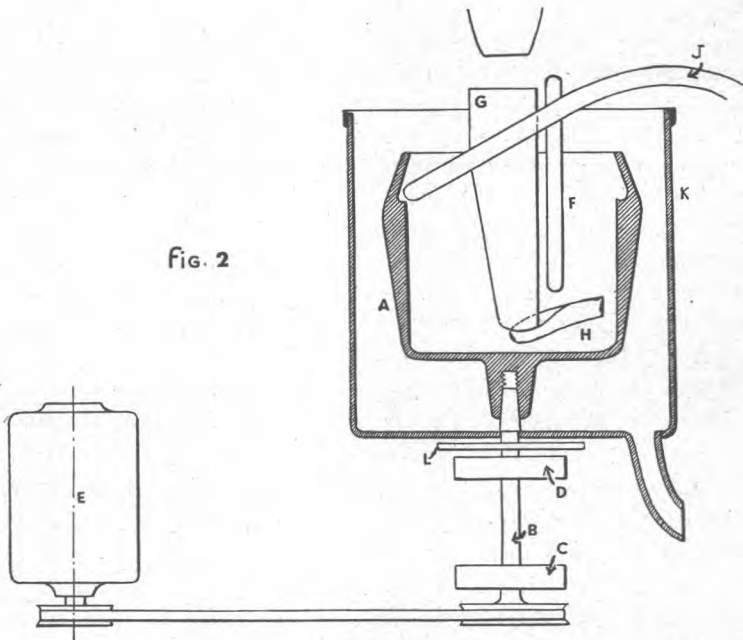
La seconde de ces conditions est bien connue et on facilite la submersion des particules par agitation, mais cette opération a comme inconvénient de favoriser l'entraînement de l'air et la coagulation des particules à demi-mouillées. On a également ajouté à la caséine des agents mouillants, mais c'est là une question de chimie

qui est en dehors du sujet que nous traitons qui n'envisage que le côté mécanique de la question.

Au lieu d'opérer par agitation, on peut opérer par centrifugation, cette solution ayant l'avantage qu'elle entraîne en même temps la séparation de l'air retenu par les particules. C'est ce principe qui a été retenu dans l'appareil dont nous allons maintenant donner la description.

Le mélangeur centrifuge

La figure 2 représente une section par un plan vertical passant par l'axe de la machine. Le prototype capable de fournir environ 10 litres de colle à la minute, a été réalisé dans le Laboratoire des Forêts ; il peut d'ailleurs différer quelque peu des appareils industriels qui seront réalisés par la suite.



L'appareil se compose essentiellement d'un bol A muni d'un dispositif conique qui permet de le monter facilement et de le démonter de l'axe B au moment des opérations de nettoyage. Cet axe est supporté par des roulements à bille C et D et il est commandé par un moteur de 1/5^e de CV. La transmission se fait au moyen d'une courroie trapézoïdale et la vitesse de rotation du bol doit être d'environ 1.250 tours/minute, mais peut être, si on le désire,

portée à 1.450 tours/minute, ce qui définit les caractéristiques du moteur.

L'eau pénètre dans le bol par une tuyauterie F et provient d'un réservoir en charge, l'écoulement de l'eau étant commandé par un robinet pointeau et réglé au moyen d'un compteur. La poudre de caséine est contenue dans une trémie, d'où elle est transférée par l'intermédiaire d'un dispositif quelconque dans un entonnoir G. Ce dernier est fixé d'une façon rigide à sa partie supérieure et porte à sa partie inférieure une lame d'acier formant grattoir, dont la forme est calculée pour qu'une certaine proportion du mélange retourne à la base du bol, une autre partie au contraire pouvant s'échapper.

Les parois du bol forment avec la verticale un angle d'environ 1° et, dans ces conditions, dès que la vitesse dépasse 945 tours-minute, ce qui donne une accélération radiale égale à 57 gr., le mélange s'élève peu à peu, jusqu'à ce qu'il atteigne la partie supérieure recourbée du bol. A ce moment, il rencontre l'ouverture de la tuyauterie d'évacuation dans laquelle il se déplace sous l'action de son énergie cinétique.

Au cas où il se produirait un colmatage de cette tuyauterie, par suite d'une mauvaise alimentation par exemple, le mélange s'accumule dans le bol et déborde. C'est la raison pour laquelle un carter cylindrique K a été prévu, muni d'un couvercle plat, et d'un orifice d'évacuation inférieur pour permettre de recueillir le mélange qui a débordé du bol. Le tube d'évacuation doit pouvoir facilement être démonté, afin de faciliter son nettoyage le cas échéant.

Le palier supérieur qui supporte l'arbre doit pouvoir être protégé contre tout accès de solution de colle et cette protection est assurée à la fois par un disque L formant écran et par la forme particulière donnée à la base du carter K.

Il faut également que les positions des tubes d'évacuation J, de l'entonnoir d'introduction de la poudre de caséine et du couteau-racleur G puissent être réglées, afin de fixer leur emplacement à l'intérieur du bol.

Il est possible de faire fonctionner la machine soit pour assurer une production continue, soit pour préparer des lots successifs de mélange.

Dans le cas d'un fonctionnement continu, le dispositif d'introduction de la caséine en poudre doit être capable d'introduire dans le bol, à une vitesse rigoureusement constante, indépendante de la quantité de caséine se trouvant dans la trémie, une quantité de poudre réglable à volonté. Dans ces conditions, on parvient à faire débiter à la machine environ 10 litres de colle à la minute, cette

colle ne renfermant pas plus de 7 à 8% d'air. A titre de comparaison, une colle préparée avec un malaxeur normal peut contenir jusqu'à trois fois cette quantité d'air.

Il est toutefois difficile de réaliser un dispositif assurant une arrivée constante de poudre de caséine dans l'appareil. C'est la raison pour laquelle on peut également opérer d'une façon discontinue.

Lorsque l'on veut opérer dans ces conditions, on place dans la trémie du mélangeur une quantité convenable de caséine en poudre et on prévoit un réservoir de faible diamètre mais de hauteur relativement élevée contenant l'eau. Dans ces conditions, on peut, par un choix judicieux des dimensions de la trémie et des dimensions du réservoir d'eau, faire en sorte qu'au fur et à mesure que les réservoirs se vident, les vitesses d'introduction de la poudre de caséine et de l'eau diminuent dans les mêmes proportions, ce qui permet d'introduire dans l'appareil des quantités relatives de caséine et d'eau toujours identiques. On évite ainsi les difficultés qui auraient pu se produire si la quantité d'eau ou au contraire la quantité de caséine devenaient excessives par rapport à l'autre constituant.

Le nettoyage de la machine s'effectue simplement par passage d'un courant d'eau; ce n'est qu'une fois par jour qu'il peut être nécessaire de la démonter, pour procéder à un nettoyage plus complet.

L'énergie électrique nécessaire pour commander l'appareil est très faible. L'appareil prototype était muni d'un moteur de 1/2 CV, mais l'expérience a montré qu'il était beaucoup trop largement calculé. Des mesures de consommation d'énergie électrique ont montré que lorsque le bol de l'appareil centrifuge est vide, la puissance nécessaire à sa rotation est de 16,5 watts, elle s'élève à 53,5 dans le cas de la machine complètement chargée. On voit donc que cela correspond à une puissance de 1/15^e de CV et si l'on tient compte de l'effort supplémentaire demandé au moteur au moment du démarrage, on voit qu'une machine de 1/5^e de CV est en principe suffisante.

RÉFÉRENCE

- [1] P. M. C. LACEY. *Journal Applied Chem.*, 1952, t. II, n° 7, p. 408.