
Membres de l'Académie des sciences depuis sa création : Louis Pasteur

Mémoire de L. Pasteur sur la fermentation alcoolique

C. R. T.45 (1857) 1032-1036



INSTITUT DE FRANCE
Académie des sciences



MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHEMIE. — *Mémoire sur la fermentation alcoolique; par M. L. PASTEUR.*

(Extrait par l'auteur.)

(Commissaires nommés pour le Mémoire sur la fermentation lactique :
MM. Chevreul, Dumas, de Senarmont, Montagne.)

« J'ai soumis la fermentation alcoolique à la méthode d'expérimentation indiquée dans le Mémoire que j'ai eu l'honneur de présenter récemment à l'Académie. Les résultats de ces travaux demandent à être rapprochés, parce qu'ils s'éclairent et se complètent mutuellement.

» On sait qu'il y a deux cas principaux à distinguer dans la fermentation alcoolique. La levûre agit dans de l'eau sucrée pure ou en présence de matières albuminoïdes. Dans le premier cas, la levûre s'épuise et devient impropre à exciter de nouveau la fermentation. Dans le deuxième, elle reste active. On en recueille plus qu'on n'en a employé. Elle se régénère ou mieux il s'en détruit autant que dans le premier cas; mais comme il s'en reforme une nouvelle proportion, le poids de celle qui a disparu est masqué par l'augmentation de poids due à celle qui s'est régénérée. Quant au poids de levûre qui disparaît, les auteurs l'évaluent à 1 partie et demie environ de levûre sèche pour 100 de sucre.

» La décomposition de la levûre dans le cas où le ferment s'épuise au contact de l'eau sucrée pure est un des faits qui importent le plus à la théorie de M. Liebig : « Si la fermentation, dit-il, était une conséquence du développement et de la multiplication des globules, ils n'exciteraient pas la fermentation dans de l'eau sucrée pure qui manque des autres conditions essentielles à la manifestation de l'activité vitale; cette eau ne renferme pas la matière azotée nécessaire à la production de la partie azotée des globules. »

» On ne peut méconnaître que si la levûre bien lavée, mise au contact de

l'eau sucrée pure, ne fait que s'altérer et se détruire, il n'est pas possible de prétendre que la fermentation alcoolique est un acte corrélatif d'un développement de globules.

» L'expérience va nous apprendre que les faits sur lesquels s'appuie M. Liebig n'ont pas l'exactitude qu'il leur suppose, et que dans la fermentation avec eau sucrée pure, il y a une somme de vie et d'organisation égale à celle qui se manifeste dans le cas général.

» Je prends deux quantités égales de levûre fraîche, lavée à grande eau. Je place l'une en fermentation avec de l'eau sucrée pure, et, après avoir extrait de l'autre toute sa partie soluble en la faisant bouillir avec beaucoup d'eau et filtrant pour éloigner les globules, j'ajoute à la liqueur limpide autant de sucre que j'en ai employé dans la première fermentation, plus une trace de levûre fraîche qui ne peut apporter, comme poids de matière, aucun trouble dans les résultats de l'expérience. Les globules semés bourgeonnent, le liquide se trouble, un dépôt de levûre se forme peu à peu, et parallèlement s'effectue le dédoublement du sucre qui est déjà sensible après quelques heures. Ces résultats étaient faciles à prévoir; mais voici le fait qu'il importe de noter. En déterminant par cet artifice l'organisation en globules de la partie soluble de la deuxième portion de levûre, on dédouble un poids de sucre considérable. Je rapporterai les résultats d'une expérience : 5 grammes de levûre ont fait fermenter en six jours 12,9 grammes de sucre, et étaient épuisés. La partie soluble d'une égale portion de 5 grammes de la même levûre a fait fermenter 10,0 grammes de sucre en neuf jours, et la levûre développée par la semence était également épuisée.

» En résumé, lorsque l'on provoque l'organisation en globules de la partie azotée soluble de la levûre de bière, elle dédouble une quantité de sucre qui approche du poids total de sucre que peut dédoubler une portion de levûre brute égale à celle qui a servi à l'extraction de cette partie soluble. La différence entre les deux poids de sucre fermenté paraît d'ailleurs bien facile à comprendre. Le développement des globules doit être pénible dans l'eau de levûre très-diluée, et d'autre part l'ébullition avec l'eau enlève difficilement à la levûre toute sa partie soluble, probablement emprisonnée à l'intérieur des globules.

» A ces résultats se rattache directement l'explication de phénomènes qui ont toujours paru extraordinaires dans l'histoire de la fermentation. M. Thenard a observé depuis longtemps que la levûre pouvait être desséchée à 100 degrés, ou portée à l'ébullition sans perdre sensiblement de son énergie. La particularité de son action dans ces conditions spéciales con-

sisté en ce que la fermentation se déclare plus lentement qu'en opérant sur la même levûre fraîche et qu'elle a une plus longue durée. Ces faits curieux sont encore invoqués par les chimistes qui partagent les idées de Liebig et Berzelius et éloignent l'influence de l'organisation dans la cause des phénomènes qui nous occupent. Car une température de 100 degrés doit détruire tout principe de vie dans la levûre de bière, et néanmoins elle agit après avoir subi cette température élevée, jointe ou non à une dessiccation prolongée.

» L'explication de ces phénomènes me paraît très-naturelle. Je viens d'établir que dans la levûre de bière, ce ne sont point les globules qui jouent le principal rôle, mais bien la mise en globules de leur partie soluble; car je prouve que l'on peut supprimer les globules formés, et l'effet total sur le sucre est sensiblement le même. Or, assurément, il importe peu qu'on les supprime de fait par une filtration avec séparation de leur partie soluble, ou qu'on les tue par une température de 100 degrés, en les laissant mêlés à cette partie soluble. C'est ce dernier cas que l'on réalise quand on emploie de la levûre desséchée à 100 degrés. C'est également le cas de la levûre portée à l'ébullition dans de l'eau, pourvu toutefois qu'on n'éloigne pas par une filtration la partie dissoute. Car si la levûre mise en ébullition est filtrée, et que l'on recueille les globules restés sur le filtre, ils seront à peu près complètement inertes, parce qu'ils auront été séparés de leur partie soluble.

» Mais, dira-t-on, comment la fermentation du sucre peut-elle s'établir lorsque l'on emploie de la levûre portée à 100 degrés, si elle n'est due qu'à l'organisation de la partie soluble des globules, et que ceux-ci aient été tous paralysés par la température de 100 degrés? La fermentation s'établit alors tout comme elle s'établit dans un liquide sucré naturel, jus de raisin, de canne à sucre, etc., c'est-à-dire spontanément, et c'est là ce qui rend compte de la particularité que j'ai signalée du retard apporté à la fermentation quand on dessèche préalablement la levûre à 100 degrés, aussi bien que cela explique la plus longue durée de l'action de la levûre dans ces conditions. On le voit, dans tous les cas, même les plus propres en apparence à nous éloigner de croire à l'influence de l'organisation dans les phénomènes de fermentation, l'acte chimique qui les caractérise est toujours corrélatif d'une formation de globules lente et progressive à la manière de l'acte chimique lui-même.

» Les observations suivantes, tout en confirmant les données qui précèdent, jetteront un jour nouveau sur les fermentations. Les théories de la

fermentation partent de ce principe que le ferment ne cède rien et ne prend rien à la matière fermentescible. Je vais démontrer au contraire que la levûre emprunte quelque chose au sucre, que le sucre est un de ses aliments, qu'il n'y a pas équation entre les quantités d'alcool, d'acide carbonique (d'acide lactique), et le poids total du sucre devenu incristallisable. Ces résultats peuvent être facilement établis. Il suffit de prendre deux quantités égales de levûre fraîche lavée, de dessécher l'une dans sa capsule de pesée, et de prendre alors son poids exact à 100 degrés. Ce poids sera dans tous les cas inférieur à celui de l'autre portion également desséchée à 100 degrés, et recueillie seulement après qu'on l'aura épuisée en présence d'un excès de sucre. La différence des poids est variable, mais elle est toujours fort sensible. Il faut remarquer d'ailleurs que des causes de pertes importantes sont placées du côté de la portion de levûre qui pèse le plus. Ce résultat curieux et inattendu permet de rendre compte d'un fait qui, au début de ces études, m'avait beaucoup surpris. Lorsque la levûre s'épuise dans l'eau sucrée pure, on admet que tout son azote passe à l'état de sel d'ammoniaque. En réalité, la quantité d'ammoniaque formée pendant la fermentation est excessivement faible et bien inférieure à celle qui devrait prendre naissance pour que l'on pût expliquer par elle la diminution de la teneur en azote de la levûre. La perte d'azote de la levûre n'est qu'apparente. Elle est due principalement à son augmentation de poids par assimilation du sucre, matière privée d'azote.

» Les conclusions à déduire des faits qui précèdent seront évidentes pour tout le monde. Le dédoublement du sucre en alcool et en acide carbonique est un acte corrélatif d'un phénomène vital, d'une organisation de globules, organisation à laquelle le sucre prend une part directe, en fournissant une portion des éléments de la substance de ces globules.

» Avant de terminer, je demande à l'Académie la permission de lui annoncer un résultat auquel j'attache une grande importance. J'ai découvert un mode de fermentation de l'acide tartrique, qui s'applique très-facilement à l'acide tartrique droit ordinaire, et très-mal ou pas du tout à l'acide tartrique gauche. Or, chose singulière, mais que le fait précédent permet de prévoir, lorsque l'on soumet l'acide paratartrique formé par la combinaison, molécule à molécule, des deux acides tartriques, droit et gauche, à ce même mode de fermentation, l'acide paratartrique se dédouble en acide droit qui fermente et en acide gauche qui reste intact, de telle sorte que le meilleur moyen que je connaisse aujourd'hui pour isoler l'acide tartrique gauche consiste à dédouble l'acide paratartrique par la fermentation.

» Je dois ajouter que la nature des produits de la fermentation de l'acide tartrique comparée à celle de nouveaux acides que j'ai rencontrés dans la fermentation du sucre ordinaire et jointe à des relations curieuses entre les formes cristallines du sucre candi et de l'acide tartrique droit, m'autorisent à penser que le sucre candi a probablement la même constitution moléculaire que cet acide.

» Ainsi se trouvent agrandies mes études antérieures, par ces phénomènes mystérieux de la fermentation, qui semblaient tout d'abord devoir m'en éloigner. »