Zeitschrift: Bulletin de la Société Neuchâteloise des Sciences Naturelles
Herausgeber: Société Neuchâteloise des Sciences Naturelles
Band: 30 (1901-1902)

Artikel: Influence du soufre sur la fermentation alcoolique
Autor: Jeanprètre, J.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-88475

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 14.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Séance du 10 janvier 1902

INFLUENCE DU SOUFRE

SUR LA FERMENTATION ALCOOLIQUE

Par le Dr J. JEANPRÊTRE

Le soufre ou, à proprement parler, l'acide sulfureux produit par la combustion du soufre, est employé depuis des siècles comme désinfectant en vinification; il eût été difficile de trouver un agent plus sûr, plus commode et moins coûteux pour l'assainissement des vases vinaires et la conservation des vins, aussi son emploi est-il universellement répandu dans tous les pays viticoles. Cependant, ces dernières années, l'amélioration constante des procédés de vinification et les efforts faits par les œnologues pour remplacer les anciennes méthodes empiriques par des méthodes raisonnées et scientifiques, ont fait reconnaître de nombreux défauts au soufrage des moûts et des vins tel qu'il se pratique de nos jours à l'aide de mèches soufrées, brûlées dans les tonneaux. C'est d'abord l'incertitude dans le dosage; les mèches du commerce, simples bandes de papier ou de toile imprégnées de soufre fondu, pèsent 20 à 40 grammes; si, suivant l'usage courant, on brante à raison d'une feuille par 1000 litres, la dose de soufre peut, de ce fait, varier du simple au double; puis la dose d'acide sulfureux produit, qui entre en solution, est très variable quand

on brûle la mèche soufrée dans un tonneau et qu'on remplit ensuite à la pompe, la majeure partie de l'acide sulfureux s'échappe par la bonde sans se dissoudre; même lorsque la combustion se fait en présence d'une certaine quantité de moût ou de vin qui absorbe l'acide sulfureux, le soufre n'est pas complètement utilisé parce qu'une partie, au lieu de brûler, se fond et tombe dans le liquide ou sublime à l'état de fleur de soufre. A cette impossibilité de régler la dose du soufre se joint un autre sérieux inconvénient, le goût désagréable des vins méchés, qui rappelle l'acide sulfhydrique ou ses composés organiques.

Pour parer à ces désavantages, on a eu recours à d'autres sources d'acide sulfureux, aux bisulfites et spécialement au métasulfite de potasse ($S_2 O_5 K_2$), un sel bien cristallisé qu'on obtient facilement en dirigeant du gaz acide sulfureux dans une solution chaude de carbonate de potasse; ce sel contient 58 $^0/_0$ de son poids d'acide sulfureux, d'une efficacité antiseptique égale à celle de l'acide sulfureux libre, supérieure à celle des sulfites et même des bisulfites, ainsi que j'ai pu le constater dans des expériences faites il y a sept ans sur des levures de bière. Avec le métasulfite on a l'acide sulfureux sous une forme pure très simple à doser et à manier: au lieu d'une feuille de soufre de 20 grammes, donnant au maximum 35 grammes d'acide sulfureux, il suffit de prendre 60 grammes de métasulfite. L'emploi des bisulfites et métasulfites est maintenant assez répandu dans les grandes contrées vinicoles, mais jusqu'à présent on n'a pas publié de recherches exactes sur l'influence qu'ils peuvent avoir sur la fermentation. Il était intéressant de faire quel-

ques essais dans ce but avec les différentes races de levure de la collection du laboratoire d'Auvernier.

D'une première série d'expériences faites en 1898 pour connaître simplement la quantité maxima de métasulfite que pouvaient supporter les levures de vin dans du moût de raisin stérilisé, il ressort qu'en général 10 grammes par hectolitre, ou 10 centigrammes par litre, ne gênent aucunement la fermentation, 15 grammes la retardent de 24 à 48 heures suivant les races, à 20 grammes plusieurs levures neuchâteloises ont été arrêtées dans leur développement, les autres n'ont fermenté qu'au bout de deux à quatre jours; à 30 grammes, la plupart des levures ne se sont pas développées, sauf une levure du *Diable* de Cortaillod et une levure italienne de Bisceglie; enfin, cette dernière seule a pu, au bout de plusieurs jours, faire fermenter un moût contenant 40 grammes de métasulfite. Comme on le voit, la question de race joue ici un très grand rôle; d'ailleurs la résistance à l'acide sulfureux peut être facilement accrue par des cultures successives dans des milieux de plus en plus bisulfités.

Dans une expérience plus récente faite sur des quantités de moût assez grandes pour analyser quantitativement les produits de la fermentation, on a trouvé les résultats suivants :

	Poids spécifique	Alcool %	Acid. volatile g. par litre	Extr. calc. g. p. litre
1. Levure Champagne .	0,99780	9,75	0,21	26,2
2. Levure C. + 3 gouttes d'une culture de *Bacterium aceti*	0,99783	9,73	0,37	26,2
3. Levure C. + 0g,05 par litre métasulfite (MS) .	0,99773	9,70	0,34	25,9

	Poids spécifique	Alcool %	Acid. volatile g. par litre	Extr. calc. g. par litre
4. Levure C. + 0g,10 par litre MS	0,99789	9.80	0,49	27,8
5. Levure C. + 0g,05 par litre MS + 3 gouttes *Bacterium aceti* . . .	0,99848	9,85	0,48	26,4
6. Levure Diable . . .	1,00061	9,60	0,38	32,2
7. » + 0g,05 MS .	0,99769	9,80	0,22	25,4
8. » + 0g,05 MS + 3 gouttes *Bact. aceti* .	0,99736	9,80	0,54	25,2
9. Levure Bevaix . . .	0,99772	9,80	0,15	26,2

Le milieu de culture était du moût stérilisé, la température de l'étuve 25°, la durée de l'expérience trois semaines. A côté de l'influence du MS sur la levure, on a cherché celle qu'il pourrait avoir sur des ferments de maladie ajoutés au moût.

La fermentation a marché régulièrement dans tous les ballons sauf dans le ballon n° 4 avec 0g,10 MS, qui a subi un retard d'environ 10 heures; le tube de dégagement de l'acide carbonique plongeant dans une solution d'acétate de plomb a permis de se rendre compte qu'il n'y avait aucun dégagement d'acide sulfhydrique. A la dégustation, les vins de moûts bisulfités ne montraient aucune différence avec les vins témoins, rien qui rappelât le goût des vins méchés. La quantité d'alcool produite par la levure *Champagne* n'a pas été influencée par la présence du MS; avec la levure *Diable* il y a eu une faible augmentation du degré alcoolique dans les moûts bisulfités.

L'acide volatil de la série *Champagne* montre que les vins au MS ont, comme il fallait s'y attendre, une acidité volatile plus forte provenant sans doute des

composés sulfureux; il faut aussi constater que la présence de 0g,05 MS a été impuissante à empêcher la production d'acides volatils, due aux ferments de maladie. Les fermentations avec la levure *Diable* ont été plus influencées par le MS et cela d'une manière favorable: à côté d'une petite augmentation de l'alcool il y a eu une diminution anormale de l'acidité volatile.

On peut conclure de ces résultats: 1° que jusqu'à 0g,10 par litre, le MS ne gêne pas la fermentation et peut même favoriser son achèvement; 2° qu'il ne communique aucun goût aux produits fermentés.

Si le goût de « brant » ne provient pas de l'acide sulfureux du brantage, il faut qu'il provienne du soufre qui tombe ou sublime pendant l'opération. Afin de le constater, nous avons fait l'expérience suivante: six ballons de moût sucré et stérilisé ont été ensemencés de levure *Champagne* et additionnés de 0g,10 et 0g,15 MS par litre, d'un mélange de 0g,10 fleur de soufre et 0g,10 MS par litre, enfin de 0g,15 soufre en fleur et 0g,15 soufre de canon pulvérisé. La fermentation s'est effectuée à 25° et les produits ont été analysés quand le dégagement d'acide carbonique eut cessé.

	Poids spécifique	Alcool %	Acid. volat. g. p. litre
1. Témoin levure Champagne .	1,00537	8,05	0,42
2. » + 0g,10 MS par litre	1,00486	8,25	0,45
3. » + 0g,15 MS . . .	1,00228	8,35	0,60
4. » + 0g,10 S + 0g,10 MS	0,99840	9,05	0,29
5. » + 0g,15 S (canon) .	0,99754	9,20	0,27
6. » + 0g,15 S (fleur) .	0,99750	9,05	0,27

Cette fois, il y a eu production d'hydrogène sulfuré et la réaction a été très nette dans les tubes des trois

ballons contenant du soufre, surtout dans ceux du soufre en fleur; le liquide du ballon témoin et des ballons métasulfités s'est vite éclairci, la levure se déposant bien avant la fin de la fermentation, tandis que le liquide des trois ballons au soufre est resté opalin avec la levure en suspension. A la dégustation, le goût de «brant» est prononcé dans les deux ballons avec le soufre seul, moindre dans le mélange S et MS, nul dans les autres. Cette première constatation est intéressante à noter, mais l'analyse nous réservait d'autres surprises.

La détermination de l'alcool dans le vin des trois premiers ballons montre l'influence favorable exercée par le MS comme dans l'expérience précédente; mais dans les trois ballons contenant du soufre, les différences avec le témoin deviennent considérables: ce ne sont plus quelques dixièmes de degré, mais un degré entier et cela aussi bien dans le vin au mélange de MS et de soufre que dans ceux fermentés avec du soufre pur. Pour l'acidité volatile, l'influence du soufre se fait encore mieux sentir, les moûts fermentés avec du soufre ont donné à peine les deux tiers de l'acidité volatile du témoin et, chose curieuse, l'action du soufre n'a pas été entravée par la présence du métasulfite.

Un tel changement dans la marche de la fermentation ne pouvait avoir lieu sans que la levure s'en ressentît; en effet, à l'examen microscopique, tandis que les cellules de levures du témoin et du n° 3 avec 0g,15 MS présentaient une apparence vigoureuse et un protoplasma homogène, les levures des nos 4, 5, 6 étaient fortement granulées et vacuolisées, d'aspect maladif avec un % très élevé de cellules mortes se colorant directement à l'éosine.

Des résultats aussi inattendus demandaient à être précisés et confirmés; l'expérience fut donc recommencée avec une autre race de levure, la levure Bevaix (M. de Chambrier) et des doses différentes de soufre, le moût étant sucré plus fortement afin d'accentuer si possible les différences. La durée de la fermentation a été de 16 jours à 25°.

	Poids spécifique	Alcool °/o	Acidité volatile g. par litre	Extrait g. par litre
Tém. levure Bevaix .	1,01231	8,2	0,40	58,8
» 0g,15 MS p. litre	1,01210	8,2	0,68	58,3
» 0g,05 S fleur .	0,99685	10,2	0,16	25,0
» 0g,20 S fleur .	0,99704	10,1	0,22	25,4
» 0g,15MS+0g,05S	0,99711	10,0	0,31	25,4

Les résultats ci-dessus sont du même ordre et plus accentués que ceux des essais précédents: la quantité du soufre employé ne semble pas avoir d'influence, ce corps insoluble ne pouvant guère exercer qu'une action de surface; comme auparavant les fermentations sans soufre se sont rapidement clarifiées en conservant leur couleur primitive, tandis que celles au soufre se sont éclaircies plus lentement, le liquide a perdu de sa couleur et la lie est devenue plus rougeâtre. Quand on verse les liquides fermentés, on s'aperçoit que les nos 1 et 2 sont très chargés d'acide carbonique, tandis que les nos 3, 4, 5 n'en ont presque pas et coulent légèrement huileux comme des vins gras. A l'examen microscopique, mêmes observations que précédemment: les cellules des levures soumises à l'action du soufre sont plus granulées, déformées, vacuolisées; la plupart se colorent à l'éosine dans l'essai avec 0g,20 de S, les neuf dixièmes dans les essais 3 et 5 et à peine un tiers dans les fermentations sans soufre.

Le fait du peu de différence entre l'effet de 0g,05 et de 0g,20 de soufre par litre invitait à s'assurer si des doses beaucoup plus faibles n'auraient pas le même effet et en même temps si d'autres composés du soufre ne pourraient exercer une influence analogue. Les essais suivants ont porté sur des doses de 0g,01 et 0g,02 de soufre par litre, puis sur un mélange de 0g,02 S et 0g,15 MS, où le soufre est comme dans les moûts brantés en présence d'un grand excès d'acide sulfureux; enfin à la dose de 0g,05 par litre, l'hyposulfite de soude, le sulfite de soude et le sulfate de magnésie. Le moût sucré et stérilisé a été ensemencé de levure Bevaix. Durée de l'expérience 18 jours à 25-28°. La fermentation s'est déclarée dès le second jour, sauf pour le n° 4 avec 0g,15 MS, qui n'a commencé que le quatrième jour.

	Poids spécifique	Alcool %	Acidité volat. g. par litre	Extrait g. par litre
Témoin levure Bevaix .	1,00280	9,4	0,34	37,2
» 0g,01 soufre fleur	0,99712	10,2	0,14	25,7
» 0g,02 S fleur . .	0,99738	10,15	0,13	26,2
» 0g,02 S + 0g,15 MS	0,99771	10,05	0,31	26,9
» 0g,05 SO_4Mg .	1,00050	9,55	0,32	34,6
» 0g,05 $S_2O_3Na_2$, 5aq.	1,00164	9,40	0,28	34,3
» 0g,05 SO_3Na_2 .	0,99989	9,80	0,37	31,2

Il y a eu dégagement d'hydrogène sulfuré dans tous les ballons contenant du soufre et dans celui contenant de l'hyposulfite, aucun dans les autres; pour le reste mêmes remarques que précédemment, le soufre, malgré la dose très minime, a donné des résultats tout aussi nets, soit dans le degré alcoolique, soit dans l'acidité volatile. Le sulfite a eu aussi une légère influence sur l'atténuation (% du sucre

fermenté), l'hyposulfite et le sulfate n'ont fait que diminuer un peu l'acidité volatile, mais les différences sont trop faibles pour être prises en considération. Il est à remarquer que l'hyposulfite ayant par l'action de la levure fourni de l'hydrogène sulfuré sans autre effet sur l'alcool et l'acidité volatile, on ne pourrait guère attribuer à la seule production d'hydrogène sulfuré l'étrange action du soufre sur la fermentation.

Une nouvelle série d'essais fut alors faite avec d'autres levures et un moût très fortement sucré, pesant 1,100, pendant un temps plus long, soit un mois, afin de s'assurer qu'il ne s'agissait pas seulement d'une accélération momentanée de la fermentation. Pour chaque levure un ballon fut laissé comme témoin, l'autre additionné de 0g,02 de soufre par litre; en outre deux ballons reçurent, outre la levure Bevaix, deux gouttes d'une culture de *Bacterium aceti*, l'un avec, l'autre sans soufre; il était en effet bon de rechercher si l'effet du soufre, qui restreint la quantité des acides volatils produits par la levure, ne contrecarrerait pas l'action de la bactérie acétique sur l'alcool, soit la production de ces mêmes acides volatils par un autre microbe. L'action du MS et du mélange soufre et MS dans ces conditions spéciales furent également essayées dans deux ballons avec la levure Champagne.

	poids spécifique	Alcool %	Acidité volatile g. par litre	Extrait
1. Lev. Volnay témoin	1,01689	11,3	0,68	—
2. Id. + 0g,02 S .	1,00517	12,8	0,38	51,1
3. Lev. Diable témoin.	1,03012	9,5	0,89	—
4. Id. + 0g,02 S .	1,00376	12,9	0,46	48,9

	Poids spécifique	Alcool %	Acidité volatile g. par litre	Extrait
5. Lev. Bevaix témoin	1,02538	10,3	0,64	—
6. Id. + 0g,02 S .	1,00742	12,4	0,38	56,0
7. L. Bev. + *Bact. aceti*	1,02745	10,1	0,70	—
8. Id. + 0g,02 S .	1,00446	12,9	0,33	50,6
9. Lev. Champag. tém.	1,01827	10,8	0,88	—
10. Id. + 0g,02 S .	0,99610	13,75	0,45	32,6
11. Lev. Champ. 0g,15 MS	1,00379	13,0	1,00	49,2
12. Id. + 0g,15 + 0g,02 S	0,99526	13.70	0,63	34,0

Ici, on peut aisément se rendre compte à la fois de l'influence de la race de levure et de celle du soufre en général : dans ce moût fortement sucré, les levures ne trouvaient pas un terrain bien favorable, la haute teneur en acides volatils des témoins l'indique clairement ainsi que le peu d'alcool produit; mais cela rend d'autant plus remarquable le fait qu'une trace de soufre a suffi pour augmenter de 2 et 3 $^1/_2$ % la production d'alcool et diminuer de moitié l'acidité volatile.

L'essai avec les bactéries acétiques n'a pas donné de résultats probants, les conditions de l'expérience ayant enlevé à ces bactéries l'oxygène nécessaire à leur développement. Quant au métasulfite, il a donné un développement tout à fait extraordinaire, sans que son influence atteigne cependant celle du soufre.

Tous ces essais avaient été faits avec des moûts plus ou moins sucrés; au moment de la vendange, nous avons voulu essayer l'effet du soufre et de différentes levures sur du moût frais non stérilisé, pris sous le pressoir. Mais, à l'analyse, il n'y avait pas de différence entre les vins des douze ballons en expé-

rience, vu la faiblesse du moût; tous étaient complètement fermentés, l'alcool variant entre 7,7 et 7,6 %, l'acidité volatile 0,31 à 0,40, encore les fleurs qui se sont développées dans quelques ballons avant la fin de l'expérience ont-elles pu influencer les résultats.

M. le professeur Billeter, à qui je parlai un jour de ces essais, m'ayant fait remarquer très justement que la présence dans mes moûts sucrés de sucre non interverti pouvait être pour quelque chose dans les résultats des précédentes expériences, je résolus de refaire mes essais sur un moût sucré avec une solution de candi, interverti par trois quarts d'heure d'ébullition avec 1 % d'acide tartrique et dont l'interversion totale fut constatée par l'analyse. Ce moût, poids spéc. 1,11101, fut réparti dans quatre ballons, lesquels, après stérilisation, furent ensemencés de levure Champagne et reçurent, le nº 2 0g,02 de soufre par litre, le nº 4 0g,10 de MS par litre et le nº 3 une petite lentille faite avec du soufre pur cristallisé, puis fondu, et pesant exactement 0g,235.

Après un mois de fermentation, l'analyse a donné:

	Poids spécifique	Alcool %	Acidité volat. g. par litre	Extrait g. par litre	Glycérine
Témoin lev. Champ.	1,00147	14,39	0,79	46,0	9,4
0g,02 S fleur . .	0,99420	15,40	0,55	32,2	8,2
0g,235 S fondu . .	1,00162	14,29	0,64	47,2	7,1
0g,10 MS. . . .	0,99969	14,67	0,68	43,6	8,4

Ici, il est bien évident que l'interversion complète a permis à la levure du témoin, qui, dans l'essai précédent, avait à peine fourni 11° d'alcool, une fermentation beaucoup plus énergique; mais l'influence du soufre se fait toujours sentir, soit sur l'alcool, soit sur l'acidité volatile.

Quant au soufre fondu, dont le poids n'a pas varié d'un milligramme après l'opération, son action a été nulle, sauf une diminution insignifiante de l'acidité volatile. Mon ami et collègue M. Conne a eu la grande amabilité de se charger des dosages de glycérine dans ces quatre fermentations; malheureusement la grande quantité d'extrait dans ces vins rend ce dosage, par lui-même long et fastidieux, encore plus pénible, et je ne crois pas que l'on puisse déduire quelque chose des différences trouvées.

Si nous résumons ce que ces essais nous ont appris sur l'influence du soufre sur la fermentation alcoolique, nous voyons que la présence de $^1/_{100000}$ de soufre dans un milieu sucré suffit pour rendre la fermentation plus complète et plus rapide, pour diminuer sensiblement la production d'acidité volatile, enfin pour épuiser plus rapidement les forces et la vitalité de la levure.

Cette influence du soufre se fait d'autant mieux sentir lorsque la levure de vin est gênée par la présence de saccharose; il y a donc tout lieu de croire que le soufre favorise tout spécialement la diastase hydrolysante ou sucrase du *Saccharomyces ellipsoideus*. Mais ce n'est là qu'un léger aperçu sur une question vaste et compliquée.

Il faudrait de nouvelles expériences pour voir si d'autres disaccharides et trisaccharides, ainsi que les maltodextrines, ne pourraient pas, en présence du soufre, être plus facilement fermentescibles par les levures de vin et les levures de bière ou de distillerie; il faudrait aussi étendre ces recherches à l'action certaine du soufre sur les diastases de l'organisme animal.

Pour le moment, nous jugeons de l'effet produit sans pénétrer le mécanisme de l'action. Comme cela

a d'ailleurs été constaté depuis longtemps, la levure transforme en hydrogène sulfuré une minime partie du soufre, mais est-ce cette partie-là seulement qui agit si fortement sur le dédoublement du sucre, il est permis d'en douter après avoir vu la levure fabriquer de l'hydrogène sulfuré aux dépens de l'hyposulfite et cela sans provoquer les phénomènes dus au soufre.

Je ne puis que signaler à tous ceux qui s'occupent de la chimie des diastases ce nouveau champ d'investigations intéressantes.

Laboratoire de l'Ecole de viticulture d'Auvernier.