

Ourania Voyatzis (VOYO78260401)
Kian Chowanietz (CHOK86330401)
Gubens Romulus (ROMG77300401)
Loïc Lompo (LOMY76310501)

Laboratoire : Adoucissement par précipitation

Chimie et matériaux (CHM131-15)

Remis à : Marc Fraser

Date : 21 octobre 2025

Date de remise : 24 novembre 2025

Introduction

Les sources d'eau dure peuvent poser de nombreux problèmes aux procédés industriels ainsi qu'à certains types d'instruments et aux canalisations. La principale solution à ce problème courant consiste à utiliser différentes méthodes d'adoucissement de l'eau. L'eau dure est généralement, et dans ce cas précis, une eau contenant une forte concentration d'ions calcium (Ca^{2+}) dissous. Bien qu'il puisse également s'agir d'un autre ion ou d'une combinaison d'ions, l'objectif final de l'adoucissement de l'eau peut, dans tous les cas, être atteint par des moyens chimiques et/ou mécaniques. Dans le cadre de ce laboratoire, l'objectif est d'adoucir l'eau pour faire de la bière en éliminant les ions calcium afin qu'elle soit utilisable dans ce procédé industriel. Pour ce faire, la concentration de calcium est mesurée, précipitée hors de la solution et filtrée mécaniquement afin d'obtenir le produit final : de l'eau adoucie.

Principe

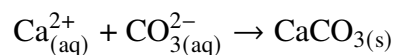
Les tests préliminaires réalisés sur l'eau souterraine de Loublonnière ont montré qu'elle présente des qualités organoleptiques et chimiques favorables à la fabrication de la bière, à l'exception d'une dureté trop élevée (PIOTTE & BÉLISLE, 2025). Une eau de consommation est considérée de bonne qualité lorsqu'elle possède un goût neutre, sans arrière-goût métallique, et qu'elle est incolore, limpide et sans odeur perceptible (MÉDIATERRE, 2013). La présence de certains ions peut toutefois influencer positivement le goût final de la bière : par exemple, une eau contenant une concentration de chlorure supérieure à celle de sulfate peut « *rehausser la rondeur et la douceur du malt* » (GIOVANISCI, 2022).

La dureté de l'eau est principalement causée par la présence d'ions calcium (Ca^{2+}) et magnésium (Mg^{2+}) dissous. Une concentration trop élevée en ces ions peut nuire à certains procédés industriels et altérer la saveur des boissons produites avec cette eau. « *La dureté de l'eau dépend de sa source. Les eaux souterraines qui ont été en contact avec des roches poreuses contenant des dépôts de minéraux tels que le calcaire ou la dolomie seront très dures* » en raison de la dissolution et de la dissociation de ces minéraux dans l'eau » (McVEAN, 2019). Cependant, cette dureté peut également être bénéfique pour le brassage de la bière si la source est la gypse.

« *Les effets positifs du gypse sont de réduire le pH du moût, d'améliorer l'efficacité de l'extraction du malt grâce à une activité amylolytique accrue, de donner un pouvoir tampon au moût, d'équilibrer l'arôme du houblon pour les bières fortement houblonnées, d'améliorer la clarté du moût et d'éliminer les phosphates et les protéines dans les résidus du moût. Toutefois, ce dernier effet d'élimination des ions phosphates (sous forme de phosphate de calcium insoluble) peut être exagéré et nuire à la fermentation si le moût est trop pauvre en ions phosphates.* » (OLIVER, 2013, p. 47)

Par exemple, une dissociation courante à l'origine de la dureté de l'eau est la dissolution du gypse dans l'eau, dont l'équation chimique est la suivante.

Dans ce laboratoire, l'adoucissement de l'eau est effectué par précipitation chimique. Un réactif, le carbonate de sodium (Na_2CO_3), contenant des ions carbonate (CO_3^{2-}) est ajouté afin de former un précipité insoluble de carbonate de calcium, éliminant ainsi une partie des ions responsables de la dureté. L'équation ionique simplifiée de cette réaction est la suivante :



Le carbonate de calcium précipité est ensuite séparé mécaniquement par filtration, permettant d'obtenir une eau adoucie dont la concentration en ions calcium est réduite.

Bibliographie

- GIOVANISCI, M. (2022). *The Beginner's Guide to Brewing Water Chemistry*. <https://www.brewcabin.com/brewing-water/>
- McVEAN, A. (2019, janvier 11). *Is hard water dangerous to drink ?* [Office for science and society]. Consulté le 21 novembre 2025 à <https://www.mcgill.ca/oss/article/health-you-asked/you-asked-hard-water-dangerous-drink>
- MÉDIATERRE. (2013). *L'importance des propriétés organoleptiques de l'eau*. <https://www.mediaterre.org/eau/actu,20130218103536,1.html>
- OLIVER, G. (Éd.). (2013). *The Oxford companion to beer*. Oxford Univ. Press.
- PIOTTE, D., & BÉLISLE, H. (2025). CHM131 – Modules 2 et 3 – Laboratoire : Adoucissement par précipitation (protocole) [Place : Montréal, QC].