

Pierre Millet

# Gazéification des liquides et soutirage des boissons gazeuses



**L**avoisier  
TEC & DOC

# **Gazéification des liquides et soutirage des boissons gazeuses**

## **Chez le même éditeur**

*Microbiologie du vin (2<sup>e</sup> Éd.)*

A. Lonvaud-Funel, V. Renouf, P. Strehaiano, 2021

*L'œnologie (8<sup>e</sup> Éd.)*

C. Navarre, P. Belly, 2017

*Le livre du pinot noir*

R. J. Boidron, 2016

*Le champagne, de la tradition à la science (édition actualisée)*

B. Duteurtre (2016)

*Manuel de viticulture (12<sup>e</sup> Éd.)*

A. Reynier, 2016

*Brettanomyces et phénols volatils – Outils pratiques pour prévenir et limiter les altérations dans les vins*

V. Renouf, 2015

*La fermentation malolactique dans les vins – Mécanismes et applications pratiques*

V. Renouf, 2013

*Analyses et décisions en œnologie – Guide pratique du laboratoire et de la cave*

C. Bonder, 2014

*Changement climatique et terroirs viticoles*

H. Quénot, 2014

*Le vin – De l'analyse à l'élaboration (6<sup>e</sup> Éd.)*

D. Delanoë, D. Maisondieu, C. Maillard, 2012

Pour plus d'informations sur nos publications :



[newsletters.lavoisier.fr/9782743026363](https://newsletters.lavoisier.fr/9782743026363)

# Gazéification des liquides et soutirage des boissons gazeuses

**Pierre Millet**

Ingénieur brasseur EBN (École de brasserie de Nancy)

Professeur associé ENSAIA (École nationale supérieure d'agronomie  
et des industries alimentaires de Nancy)

  
**TEC & DOC**

[www.editions.lavoisier.fr](http://www.editions.lavoisier.fr)

*Direction éditoriale* : Jean-Marc Bocabeille  
*Édition* : Brigitte Peyrot  
*Composition et couverture* : Patrick Leleux PAO, Caen

© 2022 Lavoisier, Paris  
ISBN : 978-2-7430-2615-8

# Table des matières

## *Chapitre 1*

### **La boisson gazeuse ou boisson carbonatée**

1. Définition .....1
2. But de la carbonatation.....2
3. Taux de carbonatation des principales boissons carbonatées .....2

## *Chapitre 2*

### **Le gaz carbonique**

1. Caractéristiques physico-chimiques générales.....5
2. Origine naturelle du CO<sub>2</sub>.....7
3. Production industrielle du CO<sub>2</sub>.....8
  - 3.1. Production de CO<sub>2</sub> par récupération de gaz de fermentation (exemple en brasserie).....8
  - 3.2. Production de CO<sub>2</sub> par combustion de substances carbonées.....9
  - 3.3. Production par calcination de carbonates ou leur traitement par un acide .9
4. Utilisation du CO<sub>2</sub>.....10

## *Chapitre 3*

### **Lois relatives à la dissolution des gaz dans les liquides**

1. Dissolution, saturation et expression des quantités dissoutes : cas du CO<sub>2</sub> . .13
2. Gaz carbonique en solution.....15
  - 2.1. États existants pour un liquide en fonction de sa saturation en gaz. . . .15
  - 2.2. Solubilité du gaz carbonique dans l'alcool. . . . .17
  - 2.3. Solubilité du gaz carbonique dans les boissons sucrées. . . . .19
  - 2.4. Comportement d'un liquide carbonaté circulant dans une canalisation . .19
  - 2.5. Rappel sur les différents aspects des écoulements des fluides, notamment des liquides. . . . .21
3. Gaz carbonique et bulles des boissons gazeuses . . . . .22

4. Lois spécifiques concernant les gaz et conditions de leur dissolution dans les liquides . . . . .	23
4.1. Loi de Berthollet. . . . .	23
4.2. Loi de Dalton . . . . .	23
4.3. Loi de Henry . . . . .	24
5. Mesure et contrôle de la carbonatation d'un liquide . . . . .	24
5.1. Remarque préliminaire. . . . .	24
5.2. Méthode thermomanométrique . . . . .	26
5.3. Méthode chimique ou titrimétrique . . . . .	27
5.4. Méthodes électroniques et/ou électrochimiques de mesure des gaz dissous CO <sub>2</sub> et O <sub>2</sub> . . . . .	31

#### *Chapitre 4*

### **Dégazage et désoxygénation des liquides alimentaires**

1. Dégazage et désoxygénation par le vide . . . . .	33
2. Dégazage et désoxygénation par déplacement d'un ou de plusieurs gaz par un autre gaz . . . . .	34
3. L'azote dans l'industrie des boissons. . . . .	36
3.1. Caractéristiques générales de l'azote. . . . .	36
3.2. Production d'azote. . . . .	37
3.3. Utilisation originale d'azote dans les boissons. Inserts des boîtes de bière (type Guinness) . . . . .	37

#### *Chapitre 5*

### **Techniques fondamentales de production industrielle des boissons gazeuses**

1. Remarques préliminaires . . . . .	41
2. Méthode champenoise . . . . .	42
3. Bondonnage . . . . .	42
4. Colonne de carbonatation. . . . .	44
5. Injection de gaz à travers une bougie en métal fritté dans le liquide en circulation . . . . .	45
6. Introduction du gaz dans le liquide par un éjecteur. . . . .	45

#### *Chapitre 6*

### **Soutirage (remplissage) des bouteilles, des boîtes boisson et des fûts de boisson carbonatée**

1. Place du soutirage des liquides carbonatés dans le soutirage des liquides en général . . . . .	49
1.1. Soutirage à niveau . . . . .	50
1.2. Soutirage à jet libre . . . . .	51
1.3. Soutirage dit électronique . . . . .	53
2. Maintien de la carbonatation des liquides gazeux pendant leurs stockage et transfert . . . . .	54
3. Soutirage isobarométrique . . . . .	55
3.1. Soutirage isobarométrique strict . . . . .	55

3.2. Fonctions complémentaires du soutirage isobarométrique . . . . .	56
3.3. Soutirage en déséquilibre de phase . . . . .	56
3.4. Remplissage d'un récipient souple logé dans un réservoir sous pression avec un liquide carbonaté . . . . .	59
4. Soutireuse isobarométrique classique : description et organisation . . . . .	60
4.1. Les différents éléments constitutifs d'une soutireuse isobarométrique pour bouteilles et boîtes de boissons gazeuses . . . . .	60
4.2. Organisation des soutireuses pour liquides (gazeux ou non) . . . . .	61
5. Réservoir de liquide . . . . .	62
5.1. Nécessité de la régulation de pression dans le réservoir . . . . .	63
5.2. Nécessité de la régulation de niveau de liquide dans le réservoir de la soutireuse . . . . .	65
5.3. Les différentes organisations possibles des réservoirs de liquide . . . . .	66
6. Procédés de régulation de pression, débit, niveau . . . . .	70
6.1. Régulation de pression sur liquide en circulation dans une conduite . . . . .	70
6.2. Régulation de niveau de liquide dans le réservoir de la soutireuse . . . . .	74
7. Organes de soutirage : robinets et canules de remplissage . . . . .	78
7.1. Robinets de remplissage . . . . .	79
7.2. Canules . . . . .	80
7.3. Présentation des principaux types de robinets . . . . .	81
7.4. Particularisme de la détermination du niveau de remplissage avec une canule courte sur un robinet à commande mécanique . . . . .	90
7.5. Comportement du robinet à clapet en cas d'explosion de bouteilles . . . . .	91
7.6. Cas particulier : la canule courte de GAI (Italie) . . . . .	93
8. Contraintes du remplissage isobarométrique . . . . .	93
8.1. Étanchéité pendant le soutirage et rôle des pistons porte-bouteille . . . . .	96
8.2. Sécurité concernant la possible introduction de bris de verre dans un récipient en cours de remplissage . . . . .	97
8.3. Problème de changement de format sur les soutireuses destinées à traiter plusieurs types de récipients . . . . .	97
8.4. Procédés mis en œuvre pour accélérer l'écoulement . . . . .	98
9. Techniques complémentaires de soutirage qui se greffent à un soutirage isobarométrique . . . . .	101
9.1. Autonivellation . . . . .	101
9.2. Prévide et balayage . . . . .	103
9.3. Examen de procédés de soutirages isobarométriques perfectionnés . . . . .	112
9.4. Approche du soutirage aseptique ou hyper-propre des liquides gazeux . . . . .	122
9.5. Soutirage isobarométrique et emballages souples (plastique et boîtes boisson) . . . . .	128

## *Chapitre 7*

### **Organes annexes équipant une soutireuse isobarométrique**

1. Organes de levage des récipients, ou pistons porte-bouteilles . . . . .	133
1.1. Description . . . . .	133
1.2. Pression d'air comprimé à exercer sur les pistons . . . . .	135
2. Système de centrage des bouteilles et autres récipients : tulipe ou cloche de centrage . . . . .	141
3. Zones de soutirage sur le carrousel et exemple de positionnement des taquets de commande des clés de robinet . . . . .	141



4. Micro-valves à poussoir de commande de décompression, prévide, mouchage . . . . .	143
5. Taquets et cames de commande des clés de robinet. . . . .	144
6. Mécanisme d'entraînement du carrousel. . . . .	145
7. Système d'introduction et d'évacuation des récipients à l'entrée et sortie du carrousel de soutirage . . . . .	150
7.1. Système d'introduction par vis et étoile. . . . .	151
7.2. Système de répartition en sortie de carrousel : distribution sur plusieurs voies avec le multiliner de Kronos. . . . .	151
7.3. Pièces de format entre soutireuse et boucheuses . . . . .	153
7.4. Cas particulier des récipients légers véhiculés par le col . . . . .	155
8. Circuit des fluides . . . . .	156
9. Bâti . . . . .	156
10. Régulation et automation réalisées pour une soutireuse et ses différentes fonctions . . . . .	157
11. Organe de moussage pour bouchage sur mousse. . . . .	158
11.1. Appareil d'injection à haute pression HDE de KHS . . . . .	158
11.2. Autre procédé de moussage en sortie de soutireuse : procédé Ortmann et Herbst . . . . .	159
12. Pompe à vide . . . . .	161

### *Chapitre 8*

## **Nettoyage et stérilisation des soutireuses**

### *Chapitre 9*

## **Qualité du soutirage**

1. Organisation du soutirage et maintenance . . . . .	169
1.1. Place de la soutireuse et son insertion dans un groupe de conditionnement. . . . .	169
1.2. Maintenance. . . . .	170
2. Soutirage des boîtes pour boissons carbonatées. . . . .	171
2.1. Problèmes spécifiques rencontrés avec les boîtes . . . . .	172
2.2. Modifications apportées à la soutireuse . . . . .	174
2.3. Principe du soutirage proprement dit . . . . .	178
3. Soutirage des fûts à plongeurs incorporés dits « fûts de brasserie » . . . . .	179
4. Plongeur incorporé et tête de débit. . . . .	182
4.1. Plongeur à tête plate ou à plateau . . . . .	183
4.2. Plongeur en creux ou à cuvette . . . . .	183
5. Tirage pression . . . . .	185
5.1. Calculs des installations de tirage pression . . . . .	185
5.2. Nettoyage, hygiène et entretien des installations de tirage pression . . .	187
5.3. Évolutions et orientation du conditionnement des boissons gazeuses . .	187
<b>Conclusion</b> . . . . .	191
<b>Bibliographie</b> . . . . .	193
<b>Index</b> . . . . .	195

Une boisson est dite gazeuse ou carbonatée si elle contient du gaz carbonique à l'état dissous. La carbonatation – ou gazéification – est une opération qui consiste à dissoudre du gaz carbonique dans une boisson afin de lui donner son caractère de boisson gazeuse, et donc un certain nombre de qualités organoleptiques que le consommateur apprécie.

Le soutirage des liquides carbonatés demande à l'utilisateur conditionneur une parfaite connaissance des échanges gazeux qui se passent dans les liquides pendant leur transfert, leur circulation et leur état de saturation, ainsi qu'une parfaite connaissance du matériel existant. Celui-ci évolue sans cesse, notamment sous l'impulsion de l'industrie brassicole avec les équipements en carrousel permettant des cadences de soutirage élevées et, plus récemment, des artisans brasseurs avec les soutireuses en lignes dont la cadence est plus modeste.

L'ouvrage *Gazéification des liquides et soutirage des boissons gazeuses* aborde tous ces points en 9 chapitres portant sur :

- La boisson gazeuse ou boisson carbonatée
- Le gaz carbonique
- Lois relatives à la dissolution des gaz dans les liquides
- Dégazage et désoxygénation des liquides alimentaires
- Techniques fondamentales de production industrielle des boissons gazeuses
- Soutirage (remplissage) des bouteilles, des boîtes boisson et des fûts de boisson carbonatée
- Organes annexes équipant une soutireuse isobarométrique
- Nettoyage et stérilisation des soutireuses
- Qualité du soutirage

Le rappel des notions de chimie des gaz et la présentation du matériel et des techniques s'appuient sur de nombreuses illustrations didactiques.

Ce livre s'adresse aux industriels producteurs de boissons gazeuses, aux professionnels de l'industrie brassicole, ainsi qu'aux nouveaux et nombreux brasseurs artisanaux.

**Pierre Millet** est ingénieur brasseur EBN (École de brasserie de Nancy), professeur associé ENSAIA (École nationale supérieure d'agronomie et des industries alimentaires de Nancy)