LA CHIMIE DU COLA

DÉCOUVRIR ET APPRENDRE EN 21 EXPÉRIENCES



LE MONDE FABULEUX DE LA

SCIENCE EN CUISINE

DR. JAMIE GALLAGHER

LA CHIMIE DU COLA

Prêt à vous amuser avec votre nourriture ?

Découvrez tout ce qu'il faut savoir sur le plastique et son recyclage, apprenez à lire le tableau périodique des éléments, faites des expériences avec des fusées au soda et bien plus encore !

Devenez un scientifique de la cuisine en étudiant la glace, en faisant germer des cristaux de sucre et en posant des questions sur les acides présents dans les aliments et les boissons de tous les jours !

Ce petit livre utilise la science appliquée pour une approche amusante et interactive de l'apprentissage pour toute la famille.

ISBN : 978-2-7598-2592-9

9 782759 825929

edp sciences
www.edpsciences.org

LA CHIMIE DU COLA



Translation from the English language edition of: *The Chemistry of Cola*
© UniPress Books Ltd 2020

Traduction et mise en page de l'édition française : Benjamin Peylet

ISBN (papier) : 978-2-7598-2592-9
ISBN (ebook) : 978-2-7598-2593-6

Tous droits de traduction, d'adaptation et de reproduction par tous procédés, réservés pour tous pays. La loi du 11 mars 1957 n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41, d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinés à une utilisation collective », et d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation intégrale, ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite » (alinéa 1er de l'article 40). Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du code pénal.

© EDP Sciences, 2021

AVERTISSEMENT DE SÉCURITÉ

Les expériences décrites dans ce livre doivent être réalisées sous la supervision d'un adulte et avec toutes les précautions nécessaires, en particulier pour ce qu'il s'agit des allergies et intolérances alimentaires. Les instructions de chacune des expériences ne doivent pas se substituer au bon sens bien informé des participants. L'auteur et l'éditeur déclinent par avance toute responsabilité quant aux incidents qui pourraient survenir lors de la réalisation de ces expériences.

LA CHIMIE DU COLA

LE MONDE FABULEUX DE LA SCIENCE EN CUISINE

DR JAMIE GALLAGHER



edp sciences

SOMMAIRE

6 **INTRODUCTION**

CHAPITRE 1 : ÉTATS DE LA MATIÈRE

10 **DÉCOUVRIR :** Chimie du cola
12 **DÉCOUVRIR :** Solide, Liquide, Gaz
14 **DÉCOUVRIR :** Quand un liquide n'en est pas un
16 **EXPÉRIMENTER :** Fluide non newtonien
18 **DÉCOUVRIR :** Surprise glacée
20 **APPRENDRE :** Chimie de cuisine
21 **APPRENDRE :** Substances et états
22 **EXPÉRIMENTER :** Glace dilatée
24 **EXPÉRIMENTER :** Glace surfondue
26 **EXPÉRIMENTER :** Nuage en bocal
28 **EXPÉRIMENTER :** Glace et huile
30 **DÉCOUVRIR :** Tourbillon d'eau chaude
32 **EXPÉRIMENTER :** Sous pression
34 **EXPÉRIMENTER :** Plongeur cartésien
36 **APPRENDRE :** Tester les températures
37 **APPRENDRE :** Monter le chauffage

CHAPITRE 2 : SOLUTION

40 **DÉCOUVRIR :** Êtes-vous concentré ?
42 **DÉCOUVRIR :** Moles massives
44 **DÉCOUVRIR :** Acides
46 **DÉCOUVRIR :** Solution de base
48 **DÉCOUVRIR :** Réactions acido-basiques
50 **EXPÉRIMENTER :** Détective acide
52 **DÉCOUVRIR :** Super savon
54 **APPRENDRE :** Chasse aux moles
55 **APPRENDRE :** Question brûlante
56 **EXPÉRIMENTER :** Dents terrifiantes
58 **DÉCOUVRIR :** Maths et chimie
60 **APPRENDRE :** Bon équilibre
61 **APPRENDRE :** Au labo
62 **EXPÉRIMENTER :** Dépêchons !

CHAPITRE 3 : COMPOSANTS CHIMIQUES

66 **DÉCOUVRIR :** Diviser l'indivisible
68 **DÉCOUVRIR :** Tableau périodique
70 **EXPÉRIMENTER :** Fer comestible
72 **APPRENDRE :** Chasse aux éléments
74 **DÉCOUVRIR :** Connexions chimiques
76 **APPRENDRE :** Succès périodique
77 **APPRENDRE :** Échange électronique
78 **DÉCOUVRIR :** Magnifiques molécules
80 **DÉCOUVRIR :** Surfaces rapides
82 **APPRENDRE :** Dessins chimiques
84 **APPRENDRE :** Surfaces suspectes
86 **EXPÉRIMENTER :** Fontaine pétillante
88 **EXPÉRIMENTER :** Découvrir la diffusion

CHAPITRE 4 : CHIMIE EN CUISINE

92 **DÉCOUVRIR :** Science sucrée

94 **EXPÉRIMENTER :** Une ou deux cuillères ?

96 **DÉCOUVRIR :** Du maïs au cola

98 **DÉCOUVRIR :** Énergie indestructible

100 **DÉCOUVRIR :** Boisson énergisante

102 **EXPÉRIMENTER :** Arc-en-ciel de densité

104 **EXPÉRIMENTER :** Sucre coulant

106 **DÉCOUVRIR :** Plus sucré que le sucre

108 **DÉCOUVRIR :** Huiles essentielles

110 **DÉCOUVRIR :** Réveil à la caféine

112 **DÉCOUVRIR :** Sucre cristal

114 **EXPÉRIMENTER :** Culture de cristal

116 **DÉCOUVRIR :** Secrets du cola

118 **EXPÉRIMENTER :** Couleur de bonbons

CHAPITRE 5 : GROS PLAN SUR LE COLA

122 **EXPÉRIMENTER :** Cola sans couleur

124 **EXPÉRIMENTER :** Nettoyage au cola

126 **DÉCOUVRIR :** Fuite de gaz

128 **DÉCOUVRIR :** Un océan de cola

130 **APPRENDRE :** Préserver les apparences

CHAPITRE 6 : COLA À EMPORTER

134 **DÉCOUVRIR :** Plastique Fantastique ?

136 **DÉCOUVRIR :** Une brève histoire des polymères

138 **DÉCOUVRIR :** Pollution plastique

140 **EXPÉRIMENTER :** Réduire la pollution

142 **DÉCOUVRIR :** Canette

144 **DÉCOUVRIR :** Recyclage

146 **APPRENDRE :** Problèmes polymères

147 **APPRENDRE :** Recyclage et réutilisation

148 **DÉCOUVRIR :** Embouteiller

150 **LES RÉPONSES**

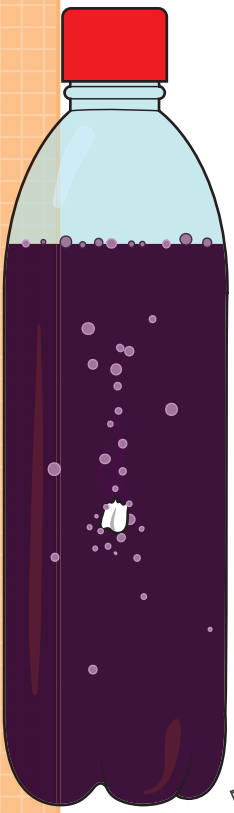
156 **INDEX**

160 **CRÉDITS PHOTOGRAPHIQUES**



INTRODUCTION

La chimie est tout autour de nous. Ce sont les médicaments que nous avalons, l'air que nous respirons et le cola que nous buvons. La chimie est cette branche de la science qui s'intéresse à la matière, depuis les atomes (les briques élémentaires) jusqu'aux molécules, grands et complexes assemblages de milliers d'atomes liés. Les chimistes cherchent à savoir de quoi les choses sont faites, comment elles se forment, pourquoi elles se comportent comme elles le font.



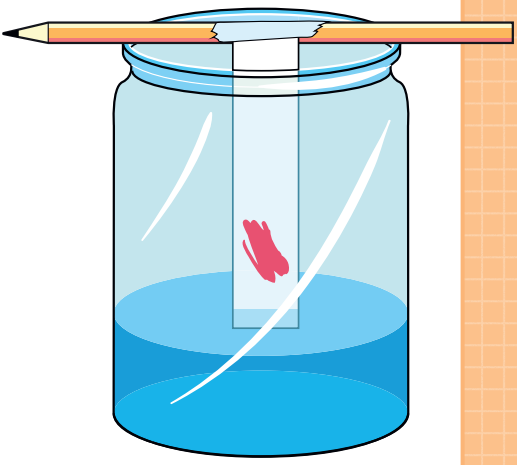
La chimie est parfois désignée comme la science centrale car elle relie bien des autres domaines scientifiques et parfois s'y superpose. La physique nous donne le mouvement des planètes, la chimie leur constitution et leur habitabilité. La biologie décrit le phénomène de la sélection naturelle, la chimie nous fait comprendre les liaisons de l'ADN.

Grâce à ce livre, vous verrez le monde qui nous entoure d'un jour nouveau. Vous découvrirez, par ses exemples simples, des aspects essentiels de la chimie. Votre cuisine deviendra votre laboratoire lors des expériences qui jalonnent les différents chapitres. Toutes sont décrites pas à pas et font appel à des ingrédients faciles à trouver.

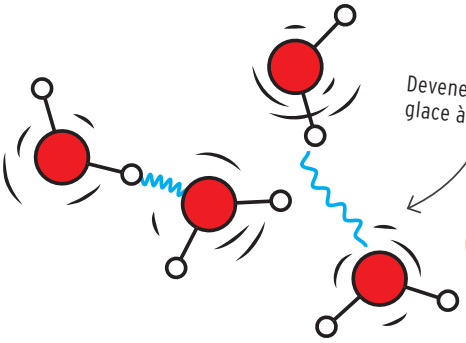
Pourquoi les boissons sucrées sont-elles mauvaises pour vos dents ? Voir page 56 !

Glace et feu, eau et huile, fruits et arômes – en lisant ces pages, vous explorerez un grand nombre de sujets, de ce que nous mangeons à ce que nous jetons. Vous découvrirez ce que sont les acides et comment les tester chez vous. Vous rétrécirez pour parcourir le monde des atomes et des molécules. Vous cultiverez des cristaux, ferez fondre du plastique, créerez des nuages et écraserez des bouteilles. Tout ça pour la gloire de la chimie.

Lancez-vous dans la chromatographie aux pages 118-119 !



Le savoir scientifique de ce livre vous aidera à comprendre la chimie, que ce soit celle des laboratoires ou des réactions à grande échelle dans l'environnement. Et vous trouverez en chemin bien des opportunités de tester vos nouvelles connaissances chimiques avec des quiz et des questions.



Devenez expert en glace à la Page 18.

UNE CANETTE de cola contient six éléments chimiques différents et plus de 10 000 000 000 000 000 000 000 000 d'atomes et molécules. Vous en saurez plus sur les élements en lisant les pages 68-69.



CHAPITRE 1

ÉTATS DE LA MATIÈRE

DÉCOUVRIR...

APPRENDRE...

EXPÉRIMENTER...

DÉCOUVRIR : CHIMIE DU COLA

La chimie du cola n'aboutit pas qu'à son goût. Le cola se reconnaît aussi tout de suite à sa couleur caractéristique, et ça n'a rien d'un hasard. Experts culinaires et chimistes travaillent depuis longtemps avec des spécialistes en marketing pour élaborer des produits aussi beaux qu'ils sont bons. Cette section s'intéresse à cette couleur bien connue.

Imaginons que vous décidiez de fabriquer votre propre cola à l'aide des ingrédients listés sur la bouteille. Vous mélangez de l'eau gazeuse, du sucre, de l'acide phosphorique et de la caféine. Eh bien, vous obtiendrez un liquide clair, incolore et pétillant. Les arômes artificiels ne modifieront pas beaucoup cette apparence : ce n'est qu'après l'ajout du E150d que cela ressemblera à du cola. Mais pourquoi le fabricant se fatigue-t-il à ajouter de la couleur ? Pour le savoir, il faut s'intéresser à l'histoire du cola.

CRÉATION DE LA COULEUR

Depuis sa création en 1886, les fabricants se sont efforcés de préserver le goût et l'apparence caractéristiques du cola, malgré les changements de recette. La recette originale est entrée dans la légende : on raconte qu'elle n'était connue que de quatre personnes avant la mort de son créateur, le Dr Pemberton, en 1888. Elle a été reconstituée au fil des années et on sait à présent que ce mélange de saveurs vient de diverses essences (agrumes, cannelle, muscade et autres), et que l'amère noix de cola était employée pour ajouter de la caféine. Pour masquer son amertume, Pemberton avait ajouté du sucre, en partie dilué, en partie transformé en caramel. C'est ce dernier qui a donné la couleur bien connue.







Noix de cola séchées

Bien qu'il n'y ait plus de caramel dans le cola, les fabricants ont conservé l'apparence qu'il donnait à la boisson en ajoutant des colorants. En particulier du E150d, un agent colorant soluble qui va du jaune au brun foncé. On en trouve dans de nombreux aliments et boissons dans les mêmes tons, du café à la nourriture pour chat. L'ajout de couleur contribue bien peu à l'aspect gustatif du cola, mais cela permet de lui donner l'apparence que le consommateur attend.

ALLEZ VOIR pages 122-123 pour découvrir ce qui arrive quand on mélange du lait au cola !



Les chimistes savent modifier la couleur des aliments et même leur donner un aspect doré ou argenté à l'aide des additifs E, de 100 à 199. On s'inquiète souvent de leur ajout, mais trouver ces codes numériques sur une étiquette n'a rien d'alarmant. Ils sont là avant tout par facilité d'usage et obligation légale et désignent des composés chimiques ; là où « colorant alimentaire brun » est un peu vague, E150d est spécifique. Et ces codes ne servent pas qu'aux colorants : E300 désigne par exemple la vitamine C.

TROMPER L'ŒIL

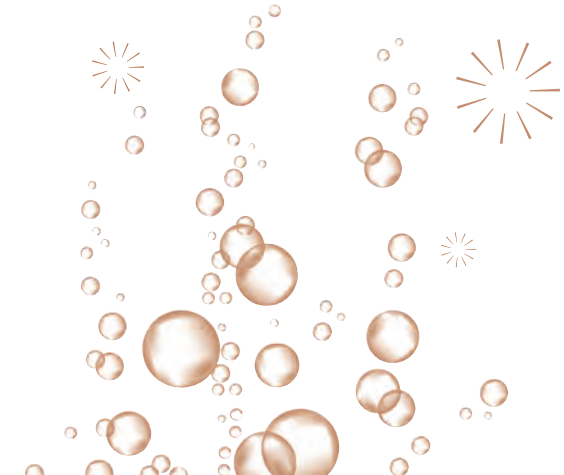
Ajouter de la couleur aux boissons pour les rendre plus appétissantes n'est pas la seule astuce des chimistes. Lors de votre prochaine visite au supermarché, observez de près les bouteilles d'eau. De quelles couleurs sont-elles ? On pourrait penser qu'elles sont toutes transparentes, comme les bouteilles de cola, mais certaines des plus chères sont en réalité légèrement bleutées. On a ajouté un pigment bleu au plastique car les clients ont tendance à penser que les bouteilles un peu bleues sont plus propres et plus fraîches que les transparentes.

DÉCOUVRIR : SOLIDE, LIQUIDE, GAZ

Chacun construit sa compréhension du monde différemment, mais les chimistes partent souvent des états de la matière : solides, liquides et gaz. Dans le cas d'une bouteille de cola, nous avons une bouteille solide qui contient un liquide, et un liquide qui contient un gaz.

Pour faire du cola, on dissout un gaz, le dioxyde de carbone (CO_2), dans du liquide qu'on maintient ensuite sous pression pour empêcher le gaz de s'échapper, jusqu'à l'ouverture de la bouteille accompagnée de son sifflement distinctif. Quand la bouteille s'ouvre, le CO_2 s'échappe en formant des bulles qui montent dans le liquide et éclatent dans l'air. C'est aussi pour ça que le cola fait roter : la faible pression dans votre estomac permet au CO_2 de s'échapper du liquide.

Comprendre les états de la matière et le comportement des substances au niveau moléculaire aide beaucoup chimistes et physiciens à donner du sens au monde qui les entoure.



SOLIDES

Dans les solides, les particules (voir pages 66–67 et 78–79) touchent leurs voisines, si bien qu'elles sont piégées, d'où le volume et la forme fixes des solides. Cependant, les particules, même piégées, peuvent vibrer un peu.

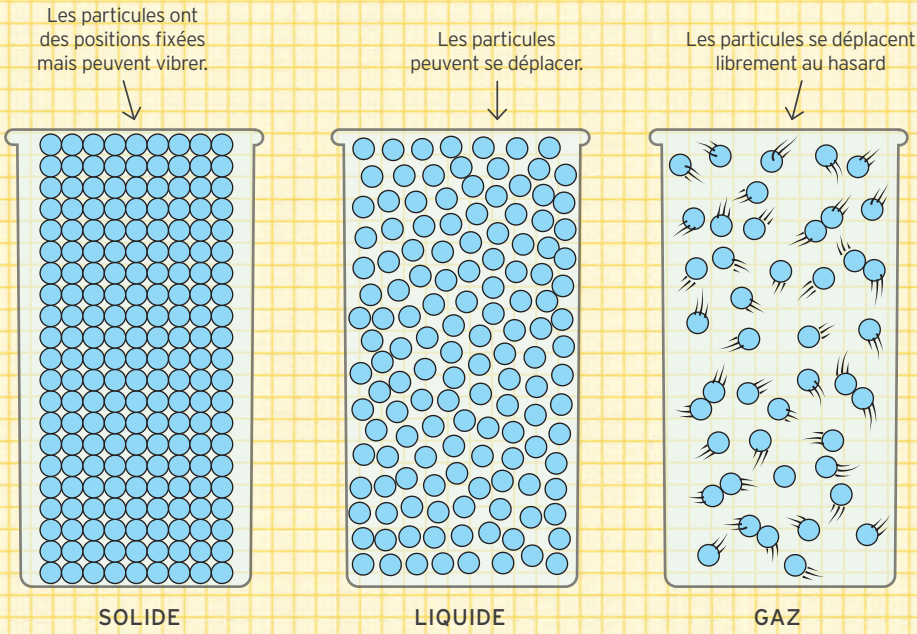
LIQUIDES

Dans un liquide, les particules ont plus de liberté de mouvement ; elles se croisent et circulent au hasard. On peut voir le résultat de ce mouvement des particules microscopiques : les liquides adoptent la forme de ce qui les contient et peuvent être versés.

GAZ

Dans un gaz, les particules sont loin les unes des autres. Elles ne restent pas accrochées à leurs voisines comme dans les solides ni ne coulent les unes sur les autres comme dans les liquides. Elles circulent et se cognent au hasard, entre elles ou contre une paroi. Les gaz ont un volume élevé et une densité faible comparés aux liquides et aux solides de même température, ils sont donc très légers. Voilà pourquoi les bulles de gaz remontent du fond du verre.

LES TROIS ÉTATS



CHANGEMENT DE PHASE

Une substance peut passer du solide au liquide et du liquide au gaz quand on la chauffe. Cela ne veut pas dire que les gaz sont toujours plus chauds que les liquides, car différentes substances changent de phase à différentes températures. À 20 °C, le dioxyde de carbone est un gaz, mais l'eau (H_2O) est un liquide. La taille, la forme et la charge électrique des particules d'une substance sont ce qui détermine son état à une température donnée.

SUBLIMES MATÉRIAUX

Certaines substances peuvent se transformer directement du solide au gaz, un phénomène qu'on appelle la sublimation. L'eau peut se sublimer ; vous avez peut-être remarqué que les glaçons rétrécissent lentement (très lentement) dans votre congélateur. C'est parce que certaines particules d'eau se sont échappées sous forme gazeuse.



DÉCOUVRIR : QUAND UN LIQUIDE N'EN EST PAS UN

La section précédente a évoqué les solides, les liquides et les gaz, mais ce n'est que le début de l'histoire ! Certaines substances se comportent très bizarrement. Il n'est parfois pas suffisant de les regarder ou de les toucher pour les classer parmi les solides, les liquides ou les gaz.

Les bouteilles en plastique ressemblent à des solides, mais le matériau qui les forme est plus complexe. Les plastiques sont composés de particules très grandes, de longues chaînes qui coulent les unes sur les autres comme dans un liquide, mais qui s'emmêlent en raison même de leur longueur, tel le fil de vos écouteurs roulé en boule dans votre poche. Dans une bouteille, elles sont si tournicotées qu'elles en adoptent une forme solide, pourtant certaines sont encore capables de bouger et de couler.

Un autre exemple de liquide qui se déguise en solide est l'asphalte, celui qu'on emploie pour nos routes. En 1927, le professeur Thomas Parnell a versé de l'asphalte dans un entonnoir puis il a attendu. L'asphalte « solide » a coulé petit à petit, chaque goutte prenant un temps immense. Cette expérience dure depuis plus de 90 ans et seules neuf gouttes de ce liquide très épais sont tombées !

LE TEST DE L'ASPHALTE

