Les boissons non alcoolisées

MT 22436

DVD scientifique à usage pédagogique de 16 minutes.

Programme :

Ce film s'adresse principalement aux élèves des classes de 5ème et de 4ème des collèges.
Il rassemble toutes les observations nécessaires pour traiter les points des programmes suivants:

classe de 5ème : dégazage d'une eau minérale pétillante, séparation de colorants alimentaires par chromatographie, l'eau contenue dans les boissons.

classe de 4ème : représentation de molécules, synthèse de l'arôme de banane.

Le DVD comporte six parties:
- en introduction : l'eau et les acides présents dans les boissons
- le dioxyde de carbone
- les sucres et les édulcorants
- les colorants
- les arômes
- en conclusion : reconstitution d'une boisson.

Il est conseillé, pour le professeur utilisateur de ce document, de le compléter par quelques observations simples permettant à l'élève de bien comprendre la réalité de la chimie.

Attention, certaines manipulations montrées à l'écran présentent quelques dangers que le professeur ne doit pas ignorer.

Les principales séquences du DVD *(la durée de chaque séquence est indiquée en italique au début de chaque paragraphe)*

PARTIE I : L'EAU ET LES ACIDES PRESENTS DANS LES BOISSONS

Séquence 1:

Durée : 1min 05secondes

Les boissons non alcoolisées contiennent de l'eau. Sa présence est mise en évidence par le test au sulfate de cuivre anhydre.

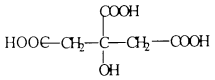
Le sulfate de cuivre anhydre est blanc, en présence d'eau après dissolution il se forme un complexe tétra-aqua cuivre II de couleur bleue.

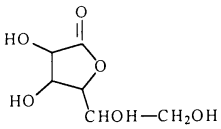
$CuSO_4 + n\ H_2O \rightarrow [Cu(HO)_4]^{2+} + SO_4^{2-}$

Séquence 2 :

Durée : 50 s

Les boissons non alcoolisées sont souvent acides. La mesure du pH se fait à l'aide de bandelettes tests. Les principaux acides sont l'acide citrique, l'acide ascorbique (vitamine C) et l'acide phosphorique.





H_3PO_4

Acide citrique | Acide ascorbique | Acide phosphorique

Valeurs de pH de quelques boissons:

PARTIE II : LE DIOXYDE DE CARBONE

Séquence 3 :

Le gaz contenu dans une eau minérale pétillante se dégage par agitation.

Ce gaz est du dioxyde de carbone. On peut le mettre en évidence par le test à l'eau de chaux.

Il est d'abord produit par action de l'acide chlorhydrique sur du marbre :

$CaCO_3 + 2\ H^+ \rightarrow CO_2 + Ca^{2+} + H_2O$ et mis en évidence par l'eau de chaux

$(Ca^{2+} + 2\ OH^-) + CO_2 + H_2O\ CaCO_3 + 2\ H_2O$

eau de chaux précipité blanc

On met ensuite le dioxyde de carbone en évidence dans deux boissons.

Séquence 4 :

On reconstitue de l'eau gazeuse en libérant une cartouche de dioxyde de carbone dans un récipient hermétique contenant de l'eau.

Séquence 5 :

Durée : 3 min 20s

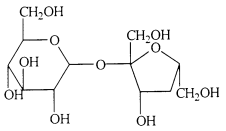
Le dioxyde de carbone peut aussi être extrait par chauffage, car la solubilité du dioxyde de carbone dépend de la température. On réalise maintenant la mesure du volume de dioxyde de carbone contenu dans une eau pétillante. On obtient 500 mL de gaz pour 33 cL de boisson.

PARTIE III : LES SUCRES

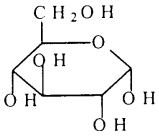
Séquence 6 :

Les trois sucres que l'on peut rencontrer dans les boissons sont : le glucose, le fructose et le saccharose.
La construction de modèles moléculaires permet de visualiser des molécules complexes.
Le fructose se trouve surtout dans les jus de fruit, il est d'origine naturelle. Les sirops sont en général à base de glucose, quelques boissons contiennent du saccharose.

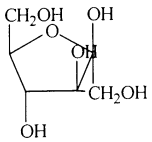
Par hydrolyse en milieu acide le saccharose libère glucose et fructose. Le fructose s'isomérise en glucose.



Glucose



Fructose



Saccharose

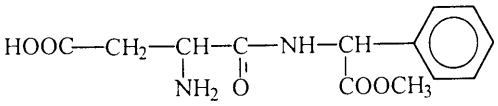
On peut montrer la présence du glucose par le test à la liqueur de Fehling.
En présence de glucose, elle donne un précipité rouge brique d'oxyde de cuivre Cu_2O.
La présence de glucose est testée dans quatre boissons :
- boisson à l'orange : test positif
- boisson au cola : test positif
- limonade : test négatif (après chauffage prolongé, le test peut devenir positif à cause de l'hydrolyse)
- boisson light (contenant un édulcorant) : test négatif

Les quantités de sucre sont importantes dans les boissons. Elles varient de 100 à 150 g/L.
L'évaporation de 25 cL de boisson montre l'importance du résidu.

Séquence 7 :

Durée : 3 min 20s

Certaines substances non caloriques remplacent les sucres : ce sont les édulcorants. Le plus utilisé est l'aspartame. Il est décomposé à 120 ° C.



Aspartame

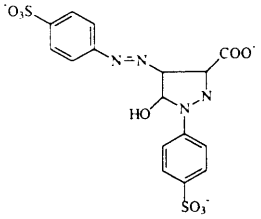
On compare le pouvoir sucrant de l'aspartame, du glucose, du fructose et du saccharose :
20 mg d'aspartame (0 cal)
5g de saccharose (20 cal)
7g de glucose (28 cal)
3,8g de fructose (15 cal)
ont le même pouvoir sucrant

PARTIE IV : LES COLORANTS

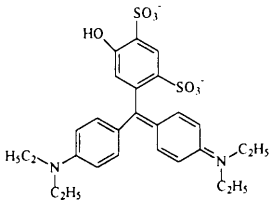
Séquence 8 :

Les boissons contiennent souvent des colorants qui ne participent pas à la saveur de la boisson.

De très faibles quantités colorent de grandes quantités de liquide. On peut les mélanger afin d'obtenir différentes nuances. On mélange un volume de vert, trois volumes de rouge et un volume de jaune. On obtient un mélange de couleur brune. On peut séparer ce mélange par chromatographie sur papier. L'éluant utilisé est de l'eau salée. La vitesse de migration dépend de la molécule, on peut donc séparer les différents colorants.



Jaune Tartrazine E102



Bleu patenté E131

MT22436

Séquence 9 :

Durée : 3 min 45s

On extrait les colorants d'un sirop de menthe en les fixant sur de la laine brute préalablement traitée dans une solution d'ammoniaque. Les colorants sont ensuite fixés en milieu acide (les colorants alimentaires sont de type ionique, leur fixation nécessite de créer sur la laine des sites chargés). Après rinçage, on fait dégorger la laine en milieu basique. La chromatographie sur couche mince montre la présence de deux colorants : le jaune tartrazine et le bleu patenté, dont la présence est indiquée sur l'étiquette. Ces deux colorants sont aussi présents dans le colorant vert du commerce.

PARTIE V : LES AROMES

Séquence 10 :

On réalise la synthèse de l'arôme de banane. Il s'agit d'une réaction d'estérification entre l'acide éthanoïque et le 3-méthylbutan-1-ol..

$CH_3\text{-}COOH + (CH_3)_2\text{-}CH\text{-}CH_2OH \quad CH_3\text{-}COO\text{-}CH_2\text{-}\ CH\text{-}(CH_3)_2$

La réaction d'estérification est lente et limitée. Il faut procéder à chaud et en présence d'acide sulfurique pour la catalyser. Cette réaction présente donc des dangers.
Après un chauffage d'environ vingt minutes, le mélange non homogène contient, en plus de l'éthanoate de 3-méthylbutyle(arôme), de l'acide éthanoïque et du 3-méthylbutan-1-ol qui n'ont pas réagi. Il faut donc procéder à la séparation du mélange.
Elle comporte trois phases:
- neutralisation de l'acide par une solution d'hydrogénocarbonate saturée :

$$HCO_3^- + H_3O^+ \text{ t } CO_2 + 2\ H_2O$$

- relargage permettant de récupérer une partie d'ester dissout dans la phase aqueuse : pour cela on ajoute de l'eau salée saturée
- décantation : on obtient une phase organique surnageante, et une phase aqueuse que l'on élimine après repos

Il est possible de fabriquer d'autres arômes de la même manière en changeant l'alcool ou l'acide (arôme de fraise, pomme, ananas...)

Séquence 11 :

Durée : 3 min 15s

Cette séquence montre l'extraction d'un arôme naturel par hydrodistillation. Les arômes sont des composés relativement volatiles, ils seraient décomposés par une chaleur excessive. Dans ce procédé ils sont entraînés par un courant de vapeur d'eau et recondensés. Le rendement de l'hydrodistillation est très faible et permet de comprendre pourquoi les arômes artificiels prédominent dans l'alimentation.

PARTIE VI : CONCLUSION

Séquence 12 :

On signale l'existence des conservateurs : acide benzoïque, benzoate de sodium, acide ascorbique.
L'analyse chimique d'une boisson a montré qu'elle contient :
- de l'eau
- des acides
- des sucres
- des additifs alimentaires : arômes, colorants, conservateurs
- éventuellement, si elle est gazeuse, du dioxyde de carbone.

Séquence 13 :

Durée : 1 min 15s
On reconstitue une limonade en dissolvant dans un demi-litre d'eau minérale :
- 35 g de saccharose
- 1 g d'acide citrique
- quelques gouttes d'arôme de citron
- une cartouche de dioxyde de carbone.

EXEMPLE DE QUESTIONNEMENT :

I. Comment peut-on mettre en évidence la présence d'eau dans un liquide?
La présence d'eau est mise en évidence par le bleuissement du sulfate de cuivre anhydre.
Comment mesure-t-on le pH ?
Le pH est mesuré à l'aide de papier indicateur de pH.
Pourquoi fait-on la grimace en goûtant un acide ?
Le goût acide est dû à la présence d'acides. L'acide citrique a un goût "piquant".
Dans quels fruits peut-on trouver l'acide citrique ?
L'acide citrique se trouve dans les agrumes : citron, orange.
Quel est le nom courant de l'acide ascorbique ?
La vitamine C
Le scorbut était jusqu'au siècle dernier une maladie grave qui touchait surtout les marins.
Comment y a-t-on remédié ?
En donnant des fruits frais (citrons) qui contiennent de l'acide ascorbique.

II. Comment peut-on mettre en évidence le dioxyde de carbone, peut-on en trouver dans les boissons gazeuses ?
Le dioxyde de carbone est mis en évidence par le trouble de l'eau de chaux
Citer deux méthodes permettant d'extraire le gaz contenu dans une boisson.
Le gaz peut être extrait par chauffage ou par agitation.
Quel est le nom ancien du dioxyde de carbone ?
Le gaz carbonique.

III. Quels sont les sucres que l'on peut trouver dans les boissons ?
Saccharose, glucose et fructose.
Comment peut-on montrer qu'une solution contient du glucose ?
En présence de cette solution, la liqueur de Fehling forme un précipité rouge.
A quoi sert l'ajout de sucre ? Est-il nocif ?
Il sert à donner un goût agréable à la boisson.
Combien de sucre contient une boisson ?
Les boissons sucrées contiennent environ 150 g/L de sucre.
Qu'est-ce qu'un édulcorant ?
Un édulcorant est un additif ayant un goût sucré mais sans apport calorique.
Les sucres ont-ils le même pouvoir sucrant et le même pouvoir calorique?
Non, il est différent suivant le sucre : le fructose est le moins calorique.
Citer deux végétaux contenant du sucre ?
La canne à sucre et la betterave.

IV. Qu'est-ce qu'un colorant ? Quel est son rôle ? Modifie-t-il le goût ? Est-il dangereux?
Un colorant est une substance chimique colorée. Il n'a aucun rôle gustatif et sert seulement à rendre la boisson attrayante. Les colorants sont dangereux, la dose absorbée chaque jour est limitée par la DJA (dose journalière admissible).
Comment obtient-on différentes couleurs ?
En mélangeant des colorants.
Existe-t-il des colorants naturels ?
Oui, certaines substances, sont naturellement colorées : les cochenilles, le caramel.
Quelle est la différence entre colorant et couleur ? (le programme d'optique demande la distinction)
Un colorant est une substance chimique, la couleur est perçue par l'oeil. Elle dépend du corps et de la lumière qui l'éclaire.
Rq: le programme d'optique demande la distinction entre colorant et couleur.

V. A quoi sert un arôme ? Citer deux moyens d'obtenir un arôme.
L'arôme sert à donner du goût. On peut le fabriquer par synthèse (estérification) ou l'extraire par hydrodistillation.
A quoi sert un conservateur ?
Un conservateur sert à protéger la boisson du vieillissement. Ce sont en général des substances qui s'oxydent facilement comme la vitamine C.

VI. Quels sont les ingrédients de la limonade ?
Recette de limonade : 0.5 L d'eau, 70 g de saccharose, 1 g d'acide citrique, quelques gouttes d'arôme de citron, une capsule de dioxyde de carbone.

PIERRON Entreprise : 2, rue Gutenberg - B.P. 80609 - 57206 SARREGUEMINES CEDEX
Tél. : 03 87 95 14 77 - Fax : 03 87 98 45 91
E-mail France : Education-France@pierron.com - E-mail Export : Education-Export@pierron.com
Internet : http://www.pierron.com

MT22436