




KIRSTEN BIEDERMANN · EMMANUEL THIBAUT

BOISSONS ÉNERGISANTES



 Boissons énergétiques, boissons isotoniques, caféine, sucre, effort

 Chimie, biologie, physique, mathématiques

 Chapitre 3.1 : 14 – 18 ans et partie 3.2 : 8 – 18 ans

Étude des composants des boissons énergétiques et dangers pour la santé ; convient à tout âge entre 8 et 18 ans.

1 | SYNOPSIS

Sur le marché, on peut trouver un certain nombre de boissons énergétiques ou énergisantes, contenant des composants capables d'améliorer les performances du consommateur, mais non sans risques pour la santé. Nous proposons ici des méthodes pour présenter ces boissons et pour étudier leurs composants et leurs effets sur l'activité cérébrale et musculaire.

2 | INTRODUCTION THÉORIQUE

Ce module d'enseignement a trait aux boissons utilisées dans le football et dans le sport en général. Aujourd'hui, sur le marché, on peut trouver un nombre croissant de boissons qui stimulent les performances physiques et intellectuelles des consommateurs.

Voici les principales questions posées dans cette étude :

- Quelle est la composition de ces boissons ? Comment analyser leur contenu ?
- Quels sont leurs effets sur l'activité mentale et physique ? Comment mesurer ces effets ?

Cette étude porte sur différents types de boissons :

- Les boissons énergétiques : augmentent le rythme cardiaque et la tension artérielle
- Les boissons isotoniques : apportent des sucres et minéraux pour stimuler l'activité musculaire et cérébrale.
- Boisson naturelle : eau plate

3 | TÂCHES DES ÉLÈVES

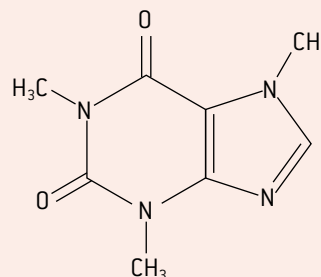
3 | 1 Boissons énergétiques

Les boissons énergétiques sont conçues pour apporter un surcroît d'énergie au consommateur, par le mélange de différents ingrédients stimulants. Ces ingrédients incluent la caféine, un alcaloïde qui a des effets stimulants et psychotropes. Ils contiennent aussi parfois de la taurine, un acide aminé dont les effets sur le corps humain restent inconnus à ce jour.

Biologie

En premier lieu, les élèves de tous âges peuvent discuter des boissons énergétiques et étudier leur teneur en caféine, en lisant l'étiquette de certains produits du commerce (pour cela, ils peuvent prendre des photos au supermarché local ; il n'est pas nécessaire d'acheter les boissons). Ils peuvent mener une étude sur la teneur en caféine de ces produits et comparer leurs résultats avec la teneur en caféine d'un espresso, puis aborder les questions de santé associées.

FIG. 1 Caféine



Conclusion

La caféine, dont les effets sur le corps humain sont aujourd'hui bien connus, est de loin le composant, bon ou mauvais, le plus efficace de ces boissons.

Une canette de boisson énergétique (250 ml) contient environ 80 mg de caféine, ce qui correspond à peu près à une tasse de café fort. Cette quantité est presque équivalente à la dose qui induit des effets secondaires (100 à 160 mg), et à la quantité maximale recommandée par jour (pour les adultes 200 mg/jour). Le risque, pour les athlètes, ne réside pas tant dans les contrôles anti-dopage que dans le risque d'absorption d'une dose toxique.

Chimie – 14 à 18 ans

L'analyse, dans les cours de chimie en laboratoire, de produits commerciaux populaires, est une méthode reconnue pour sa capacité à favoriser l'investissement intellectuel, la découverte et la compréhension. De multiples analyses peuvent être menées à différents niveaux d'apprentissage, à l'aide de méthodologies et de matériels pédagogiques différents.

3 | 1 | 1 Extraction et identification de la caféine

Une analyse qualitative basée sur la chromatographie sur plaque peut être effectuée afin de vérifier que la boisson énergétique contient de la caféine. Les élèves extraient d'abord la caféine au moyen d'un solvant inoffensif tel que l'acétate d'éthyle, utilisé après un traitement de base, afin de solubiliser les acides puis le tanin.



FIG. 2 Vérification de la basification avec du papier pH



FIG. 3 Extraction par solvant de la caféine

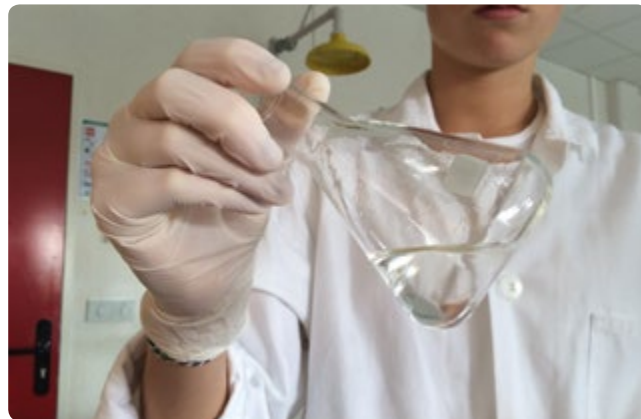


FIG. 4 Séchage de la phase organique au moyen d'un dessiccatif



FIG. 5 Chromatographie de la phase organique

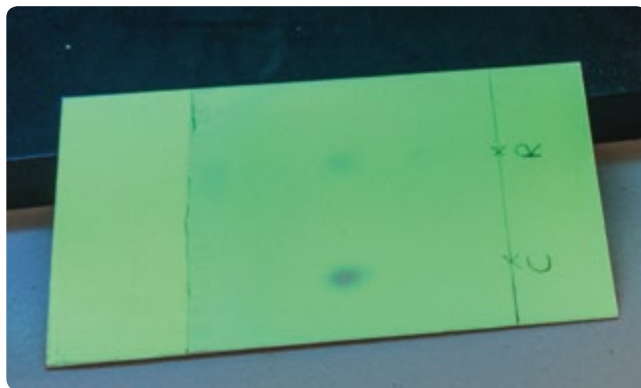


FIG. 6 Observation de l'espèce chimique avec une lampe à ultraviolet

Méthode d'extraction :

- Prélever 50 ml de la boisson et remuez-la avec une baguette de verre pour la dégazer, si besoin.
- Ajouter 1 mol/l d'une solution de soude du commerce (carbonate de sodium) tout en secouant le contenant, afin d'obtenir un taux de pH proche de 9.
- Extraire à l'aide de 15 ml de solvant et d'une ampoule à décanter.
- Recueillir la phase contenant la caféine dans un bécher.
- Répéter l'opération en utilisant 15 ml de solvant.
- Recueillir la phase organique et la sécher à l'aide de sulfate de magnésium anhydre.

Les résultats de l'analyse chromatographique seront enregistrés à la fin de cette étape, préalablement à la vaporisation du solvant.

FIG. 7 Vitamine B6 (pyridoxine) et vitamine B3 (niacine ou nicotinamide)

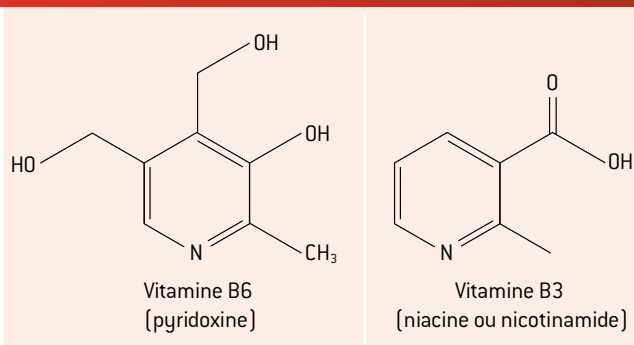


FIG. 8 Évaporation du solvant au moyen d'un évaporateur rotatif (gauche) · Dépôt de poudre sur les parois du flacon après évaporation du solvant

- Éluant (phase mobile) pour la caféine : mélange d'acide formique et d'acétate de butyle (30 ml/50 ml)
- Phase stationnaire : fine couche de silice
- Visualisation : UV
- La caféine utilisée comme composé de référence, dissoute dans de l'éthanol ou dans l'éluant.

Par l'analyse chromatographique, les élèves identifient la caféine et un autre composé qui forme une tache distincte (indiquant que ce second composé ne peut être laissé dans la phase organique après extraction). Après avoir pris connaissance de la composition de la boisson, ils peuvent en déduire que ce second composé est peut-être une vitamine avec de multiples liaisons doubles, notamment de la vitamine B3 ou B6.

Pour approfondir :

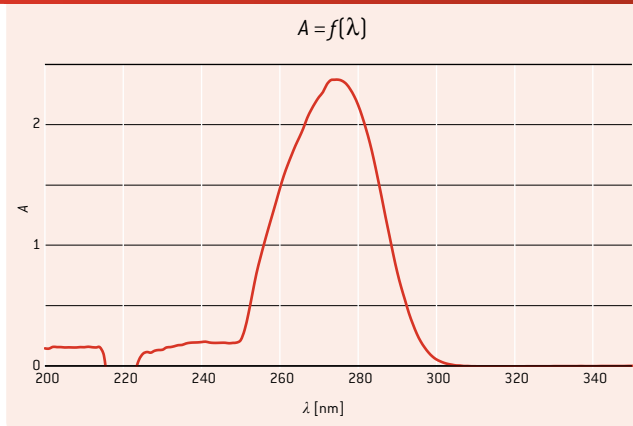
- Les élèves pourront préparer une autre analyse chromatographique en utilisant de la vitamine B6 et B3 comme substances de référence.
- On peut évaporer le solvant afin d'obtenir de la poudre de caféine.

3 | 1 | 2 Dosage de la caféine

On peut d'abord effectuer une analyse basée sur la loi de Beer-Lambert.

- Les élèves déterminent le spectre d'activité d'une solution aqueuse à base de caféine et celui des boissons énergétiques, afin de déterminer le niveau d'absorption maximum. Ils prépareront une solution contenant environ la teneur en caféine indiquée par le fabricant. En raison de la saturation d'absorption, la solution devra être diluée. Ils doivent opter pour une longueur d'onde de 271 nm, car elle présente une crête d'absorption.
- Ils pourront produire une courbe d'étalonnage, avec différentes solutions aqueuses de caféine, et la tester sur une boisson énergétique particulière diluée 20 fois.
- De cette méthode, ils peuvent conclure que la boisson énergétique contient 17 % plus de caféine (373 mg/l) que la taux indiqué (320 mg/l) par le fabricant. Évidemment, le fabricant n'a pas triché sur les chiffres, car il est soumis à des procédures de contrôle de la qualité internes et externes. Cependant, le second composé mis en lumière par l'analyse chromatographique (vitamine B6 et/ou B3), qui absorbe également dans la région UV, a une incidence sur la courbe d'étalonnage.

FIG. 9 Spectre d'absorption de la caféine



Pour améliorer la courbe d'étalonnage :

- Les élèves pourront produire le spectre d'absorption de la vitamine B6 et/ou B3 afin de déterminer si elles opèrent une forte absorption à la longueur d'onde précédemment utilisée. En fonction du résultat, on peut choisir d'utiliser une autre longueur d'onde. Avec les spectres de la vitamine B6 et B3, ils peuvent choisir une longueur d'onde pour laquelle l'absorption est faible (p. ex., entre 240 et 250 nm).

FIG. 10 Courbe d'étalonnage de l'absorption liée à la concentration de la caféine

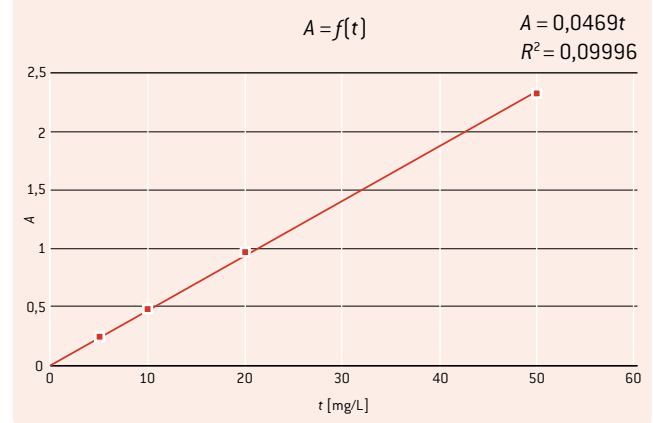


FIG. 11 Spectre d'absorption de la vitamine B6

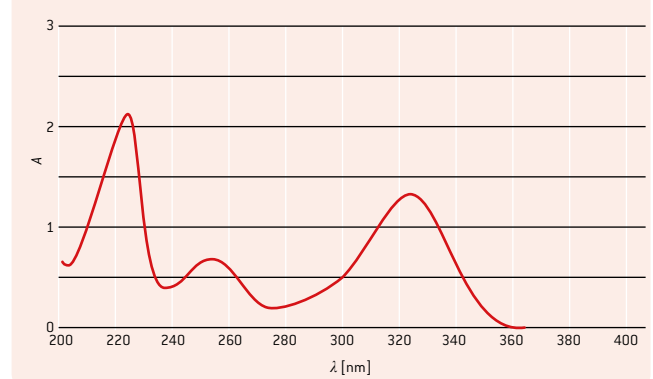
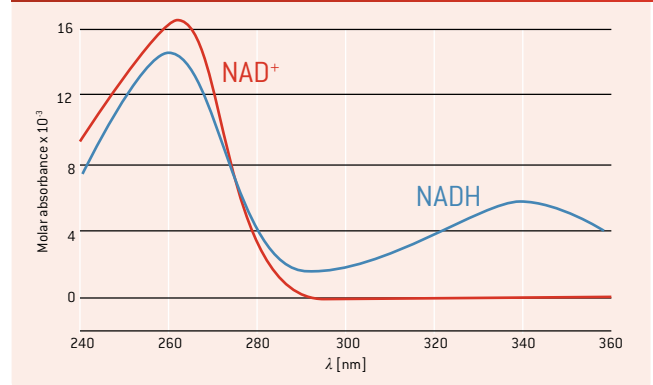


FIG. 12 Spectre d'absorption de la vitamine B3^[1]



- Il est également intéressant d'encourager les élèves à trouver une autre méthode d'analyse en laboratoire, telle que la CLHP ; cela leur permet d'obtenir de meilleurs résultats.

FIG. 13 Exemple de tableau pour le test « digit symbol substitution »

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<	∩	Δ	X	+	⊥	∧	○	=
2	1	5	4	7	6	9	3	8
∩	<							
6	3	1	2	6	7	3	9	2

3 | 2 **Comment mesurer l'effet des boissons isotoniques et de l'eau sur l'activité cérébrale.**

Notre corps a besoin d'eau, de sucre et de minéraux pour pouvoir fonctionner correctement. On peut en voir une magnifique illustration dans une vidéo montrant Gabriela Andersen-Schiess au marathon olympique de 1984, qui ne s'est pas désaltérée au dernier stand d'approvisionnement en boissons. Vous trouverez plusieurs versions de cet événement sur Internet.

Nous allons élaborer des méthodes et concevoir une étude dans un souci d'objectivité, de validité et d'exactitude, pour la mesure des effets des boissons isotoniques et de l'eau sur le fonctionnement de notre cerveau.

Biologie :

Les élèves de tous âges mettront d'abord en commun leurs connaissances. Les élèves âgés de plus de 13 ans peuvent enchaîner avec des recherches sur les différentes activités cérébrales (capteurs, acteurs, activité modale et intermodale, etc.) et le rôle de l'eau et des boissons isotoniques. Ils afficheront ensuite leurs résultats sur des panneaux, avant de réfléchir à la manière de mesurer ces effets.

Ils peuvent opter pour les méthodes suivantes :

[A] test de nombre-symbole (utilisé dans de nombreux tests de QI) — recommandé pour les élèves âgés de plus de 13 ans

Également connu sous le nom de test du symbolisme des nombres, le « digit symbol substitution test » (DSST) permet d'évaluer si le sujet présente une activité intermodale normale.

Sur une feuille de papier, on écrit, par exemple, une série de chiffres allant de 1 à 9. Chaque chiffre est associé à un symbole (p. ex. - / & / 0). Sous cette série figure un tableau comprenant une série de chiffres répétés dans un ordre aléatoire. Le sujet doit marquer, le plus rapidement possible, le symbole correspondant sous chaque chiffre.

Un élève du groupe sujet dispose, p. ex., de 90 secondes pour remplir la feuille. Au bout de 45 secondes, p. ex., il fait une pause. Vous pourrez vérifier ultérieurement si l'élève a gagné en rapidité pour associer les chiffres avec les symboles. Ce type d'activité mentale est appelé apprentissage.

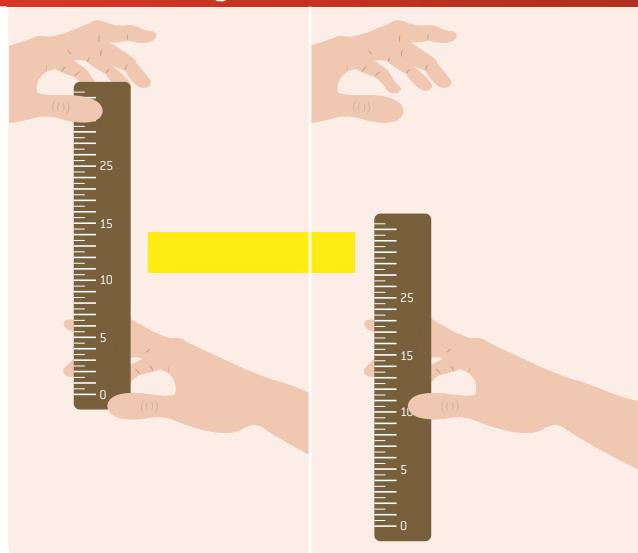
Au bout de cinq minutes, on pourra demander à l'élève d'inscrire les symboles correspondant aux chiffres, afin de tester sa mémoire. Cette autre activité mentale est liée à la mémoire à long terme.

[B] Test de la règle — adapté à tous âges

L'animateur du test laisse tomber une règle entre le pouce et l'index du sujet, et le sujet essaie de l'attraper aussi promptement que possible. Les élèves peuvent discuter pour déterminer la meilleure position initiale de la règle. Il leur est facile de mesurer la distance à parcourir par la règle avant que le sujet puisse l'attraper.

En outre, ils doivent élaborer le meilleur modèle d'analyse possible, en déterminant également le temps nécessaire pour qu'un élève n'ayant pris aucune boisson attrape la règle. Il s'agit là évidemment d'un modèle de contrôle expérimental, ce qui signifie que l'on compare simultanément deux groupes aléatoires (un groupe témoin et un groupe expérimental). Cette configuration permet de comparer l'activité mentale de deux groupes exempts d'effets ou de facteurs confusionnels autres que la boisson. Pour approfondir, les élèves pourront mesurer et comparer les effets de différentes sortes de boissons.

FIG. 14 Test de la règle



Maths :

[pour le test A] Les élèves (+ de 13 ans) collectent et analysent des données, puis présentent leurs conclusions.

[pour le test B] Les élèves doivent faire du calcul mental afin de déterminer quelle distance en cm la règle a parcouru, s'ils ne considèrent pas que la position initiale du pouce du sujet est à 0 cm. Les plus jeunes élèves peuvent juste comparer des résultats simples, tandis que les plus âgés pourront faire des calculs prenant en compte le caractère approximatif des mesures, puis calculer la moyenne des différentes mesures.

Physique :

[pour le test B] Les élèves âgés de plus de 13 ans peuvent calculer la durée de la chute de la règle en utilisant la mesure de la hauteur h qu'ils ont relevée.

$$E_{cin(1)} + E_{pot(1)} = E_{cin(2)} + E_{pot(2)}$$

$$E_{cin(1)} + 0 = 0 + E_{pot(2)}$$

$$\frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = m \cdot g \cdot h \quad | : m$$

$$\frac{1}{2} \cdot v^2 = g \cdot h$$

avec $v = g \cdot t$ car $v = a \cdot t$ et $a = g$

$$\frac{1}{2} \cdot a^2 \cdot t^2 = g \cdot h \quad | \frac{2}{g^2}$$

$$t^2 = 2 \cdot \frac{h}{g} \quad | \sqrt{\quad}$$

$$t = \sqrt{2 \cdot \frac{h}{g}}$$

a : accélération [$\frac{m}{s^2}$]

h : hauteur [m]

g : accélération de la pesanteur, $g = 9,81 \frac{m}{s^2}$

t : temps [s]

v : vitesse [$\frac{m}{s}$]

4 | CONCLUSION

Adaptable, ce projet convient à des élèves âgés entre 8 et 18 ans. Il permet d'enseigner comment mesurer l'activité mentale et comment optimiser une méthodologie pour minimiser le besoin d'évaluation par des opérations de calcul, comptage, etc. Il leur permettra d'appréhender le modèle de contrôle expérimental. Ils pourront profiter de l'occasion pour mettre en oeuvre les connaissances acquises dans les matières scientifiques telles que la biologie, les maths ou la physique.

5 | POSSIBILITÉS DE COLLABORATION

Il convient de considérer ce projet comme un projet interscolaire international. Si votre école ne dispose pas du matériel technique requis pour la partie chimie, vous pouvez contacter des écoles proches de la vôtre en vue de mener les expérimentations conjointement. Vos élèves devront communiquer les résultats de leurs investigations et leurs protocoles à leurs pairs ; ce qui présentera un intérêt bien plus grand qu'une simple retranscription dans leurs cahiers. La coopération et le partage de connaissances stimulent la motivation et la participation, tout en permettant l'introduction d'une option bilingue dans l'enseignement / l'apprentissage des matières scientifiques.

Vous pouvez comparer les boissons qui sont vendues dans les différents pays et les points de vue par rapport à leur consommation. Vous pouvez également discuter des modèles d'étude, recueillir de nouvelles idées et faire les exercices en collaboration avec deux écoles participantes ou plus, afin de collecter un plus grand nombre de données pour votre analyse des effets de ces boissons.

Enfin, vous êtes invités à partager les résultats que vous avez obtenus en collaboration avec les autres écoles. Vous trouverez des informations complémentaires sur notre site web. ^[2]

RÉFÉRENCES

^[1] Source : Cronholm144 (own work) [public domain], via Wikimedia Commons https://en.wikipedia.org/wiki/Nicotinamide_adenine_dinucleotide#/media/File:NADNADH.svg (08/03/2016)

^[2] www.science-on-stage.de/iStage3_materials



IMPRINT

TAKEN FROM

iStage 3 - Football in Science Teaching
available in Czech, English, French, German,
Hungarian, Polish, Spanish, Swedish
www.science-on-stage.eu/istage3

PUBLISHED BY

Science on Stage Deutschland e.V.
Poststraße 4/5
10178 Berlin · Germany

REVISION AND TRANSLATION

TransForm Gesellschaft für Sprachen- und Mediendienste mbH
www.transformcologne.de

CREDITS

The authors have checked all aspects of copyright for the images and texts used in this publication to the best of their knowledge.

DESIGN

WEBERSUPIRAN.berlin

ILLUSTRATION

Tricom Kommunikation und Verlag GmbH
www.tricom-agentur.de

PLEASE ORDER FROM

www.science-on-stage.de
info@science-on-stage.de

Creative-Commons-License: Attribution Non-Commercial
Share Alike



First edition published in 2016

© Science on Stage Deutschland e.V.



SCIENCE ON STAGE – THE EUROPEAN NETWORK FOR SCIENCE TEACHERS

- ... is a network of and for science, technology, engineering and mathematics (STEM) teachers of all school levels.
- ... provides a European platform for the exchange of teaching ideas.
- ... highlights the importance of science and technology in schools and among the public.

The main supporter of Science on Stage is the Federation of German Employers' Associations in the Metal and Electrical Engineering Industries (GESAMTMETALL) with its initiative think ING.

Join in - find your country on

WWW.SCIENCE-ON-STAGE.EU

 www.facebook.com/scienceonstageeurope

 www.twitter.com/ScienceOnStage

Subscribe for our newsletter:

 www.science-on-stage.eu/newsletter



MAIN SUPPORTER OF
SCIENCE ON STAGE GERMANY

think
ING.
Die Initiative für
Ingenieur Nachwuchs

Proudly supported by

