

Laboratoire sur les daphnies et l'effet des boissons énergisantes : La démarche expérimentale

La problématique :

Selon l'Institut national de santé publique du Québec, « la consommation de boissons énergisantes a connu une croissance importante au cours des cinq dernières années, de sorte que ces produits occupent maintenant une part considérable du marché des boissons. Ces boissons sucrées, promues pour leur capacité à rehausser les niveaux d'énergie et de vivacité, contiennent de la caféine comme principal ingrédient actif, en plus de diverses autres substances telles que la taurine, le glucuronolactone, le ginseng, l'inositol, et des vitamines. [...] Parallèlement, de nombreuses questions ont été soulevées par les professionnels de la santé et des milieux scolaires quant aux effets de ces boissons sur la santé, lorsqu'elles sont consommées notamment par une jeune clientèle, pendant une activité physique et en combinaison avec l'alcool. »

http://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/1167_BoissonsEnergisantes.pdf

Il semble donc très pertinent de chercher à mieux comprendre l'effet de ces boissons énergisantes, à différentes concentrations, sur les systèmes d'un organisme vivant.

Critère 1 : Représentation de la situation (25 POINTS)

Le problème :

1. Formulez une question complète à laquelle le laboratoire permettra d'apporter des éléments de réponse.

Quel sera l'effet de deux solutions de boisson énergisante, à concentration déterminée, sur l'organisme d'une daphnie?

/10

La théorie :

2. En vous aidant des tableaux présentés en annexe, quels sont les principaux ingrédients actifs dans votre boisson énergisante?

Réponses variables.

Exemple : caféine, taurine, glucuronolactone

3. Quel est l'effet de la caféine sur l'organisme?

Augmentation du rythme cardiaque, de la contractilité du cœur, de la pression artérielle, de l'apport de sang aux muscles et de la libération de glucose par le foie, diminution du sommeil, augmentation de l'énergie dans les muscles et dysfonctionnement du rythme cardiaque.



4. Quel est l'effet de la taurine sur l'organisme?

Augmente la contractilité cardiaque, diminue la quantité de toxines dans l'organisme et augmente la production d'énergie par les muscles.

5. Quel est l'effet du glucuronolactone sur l'organisme?

Élimine les déchets de l'organisme et aide à lutter contre la fatigue.

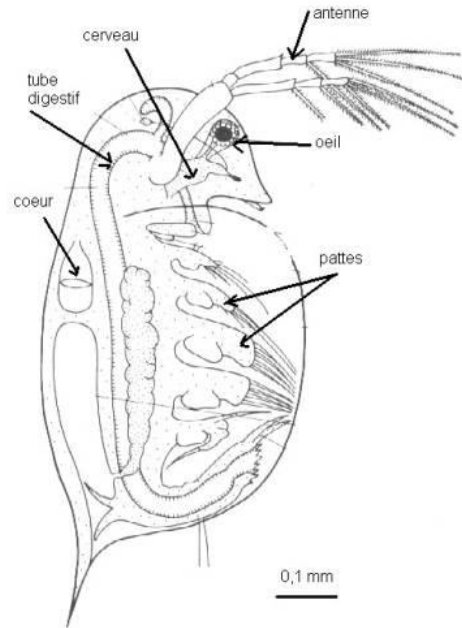


Schéma de la daphnie

Source image : http://www5.ac-lille.fr/~svt/retour_stages/capexp_1S/fiche_technique_daphnie.htm

L'hypothèse :

6. À partir des éléments de réponse contenus dans les questions précédentes, formulez une hypothèse de laboratoire complète et justifiez-la.

Réponses variables.

Exemple : Une solution contenant de la caféine risque de faire augmenter les battements cardiaques de la daphnie et de la faire bouger un peu plus. La taurine devrait avoir moins d'effet sur les battements cardiaques, mais la daphnie devrait bouger davantage. La solution de boisson énergisante la plus concentrée devrait avoir un effet plus important sur l'organisme de la daphnie.

Les calculs :

7. Sachant qu'une bouteille de boisson énergisante a un volume de 250 mL, servez-vous des données présentées en annexe pour transformer les concentrations de caféine, de taurine ou de glucuronolactone de votre solution en g/L.

Tableau 1 : Concentration en ingrédients actifs d'une boisson énergisante

Quantité de taurine	Quantité de caféine	Quantité de glucuronolactone	Volume de solution (mL)
1000 mg	80 mg	600 mg	250

Concentrations :

Concentration de taurine : 1000 mg/250 ml
ou 4 mg/mL

Concentration de caféine : 80 mg/250 ml
ou 0,32 mg/mL

Concentration de glucuronolactone : 600 mg/250 mL
ou 2,4 mg/mL

Concentrations en g/L :

$$4 \text{ mg/mL} = 4 \text{ g/L}$$

$$0,32 \text{ mg/mL} = 0,32 \text{ g/L}$$

$$2,4 \text{ mg/mL} = 2,4 \text{ g/L}$$

8. Effectuez les calculs nécessaires à la préparation de votre dilution.

Réponses variables.

Exemple :

Concentration de la première dilution : 3,2 g/L en taurine

Calculs : $C_1V_1 = C_2V_2$

$$V_2 = \frac{C_1V_1}{C_2} = \frac{4 \text{ g/L} \times 0,01 \text{ L}}{3,2 \text{ g/L}} = 12,5 \text{ mL}$$

$$C_1 = 4 \text{ g/L}$$

$$V_1 = 10 \text{ mL (donné à l'élève)}$$

$$C_2 = 3,2 \text{ g/L}$$

$$V_2 = ?$$

Réponses variables.

Exemple :

Concentration de la deuxième dilution : 1,6 g/L en taurine

Calculs : $C_1V_1 = C_2V_2$

$$V_2 = \frac{C_1V_1}{C_2} = \frac{4 \text{ g/L} \times 0,005 \text{ L}}{1,6 \text{ g/L}} = 12,5 \text{ mL}$$

$$C_1 = 4 \text{ g/L}$$

$$V_1 = 5 \text{ mL (donné à l'élève)}$$

$$C_2 = 1,6 \text{ g/L}$$

$$V_2 = ?$$

Critère 2 : Élaboration d'un plan d'action (25 POINTS)

Le matériel :

9. Nommez tout le matériel nécessaire à la réalisation de votre laboratoire.

Peut varier en fonction de la dilution.

Préparation des solutions

- *15 mL boisson énergisante de type « Red Bull »*
- *5,9 mL eau*
- *2 cylindres gradués de 25 mL*
- *2 éprouvettes avec bouchon*
- *Support à éprouvette*
- *2 solutions témoin de boisson énergisante concentrées à 3,2 g/L et 1,6 g/L*

Observation de la daphnie

- *Daphnies*
- *Microscope*
- *Lame*
- *Pipette*
- *Chronomètre*
- *Papier absorbant*
- *Crayon-feutre et feuille de papier*

/5

Les manipulations :

10. Écrivez toutes les étapes nécessaires à la préparation d'une des deux solutions.

- 1. Prélever 10 mL de boisson énergisante avec le cylindre gradué de 25 mL.*
- 2. Verser la boisson énergisante dans une éprouvette.*
- 2. Prélever 2,5 mL d'eau avec le cylindre gradué de 25 mL.*
- 3. Ajouter l'eau prélevée au 10 mL de boisson énergisante.*
- 4. Agiter.*
- 6. Comparer la couleur de la solution diluée avec celle de l'éprouvette témoin.*



11. Écrivez toutes les étapes des manipulations nécessaires à l'observation des daphnies.

1. *Prélever une daphnie avec une pipette.*
2. *Placer la daphnie sur une lame de microscope.*
3. *Éponger le surplus de liquide avec du papier absorbant.*
4. *Ajouter une goutte de solution de boisson énergisante non diluée.*
5. *Compter le nombre de battements de cœur de la daphnie en 5 secondes en faisant un point sur une feuille avec un crayon à tous les battements de cœur.*
6. *Remettre la daphnie dans sa solution d'origine et attendre environ 1 minute.*
7. *Reprendre la daphnie avec la pipette.*
8. *Répéter les étapes 2 à 4 avec la solution de boisson énergisante diluée à 1,6 g/L.*
9. *Remettre la daphnie dans sa solution d'origine et attendre environ 1 minute.*
10. *Reprendre la daphnie avec la pipette.*
11. *Répéter les étapes 2 à 4 avec la solution de boisson énergisante diluée à 3,2 g/L.*
12. *Comparer les résultats.*

/20

Critère 3 : Mise en œuvre du plan d'action (25 POINTS)

L'utilisation dans l'action des ressources :

12. Quelles sont les règles de sécurité dont vous devez tenir compte pendant votre laboratoire?

Réponses variables.

Exemples :

- *Porter des lunettes de sécurité.*
- *Attacher ses cheveux.*
- *S'assurer que l'objectif du microscope ne touche pas à la daphnie.*
- *Ne pas laisser la lumière du microscope allumée inutilement.*

13. Avez-vous travaillé de manière sécuritaire? Justifiez votre réponse.

_____ *Réponses variables* _____

/5



L'organisation des données :

14. Notez vos résultats.

Réponses variables.

Exemple :

Tableau 2 : Nombre de battements de cœur de la daphnie en 5 secondes avec différentes concentrations de boisson énergisante.

Concentration en taurine (g/L)	Concentration en caféine (g/L)	Concentration en glucuronolactone (g/L)	Battements de cœur de la daphnie
0,00			27
0,16			31
0,32			35

/20

Critère 4 : Élaboration de conclusions (25 POINTS)

L'analyse :

15. Comparez vos résultats avec l'ensemble de la classe et faites-en l'analyse.

Observations :

Réponses variables.

Analyse :

Réponses variables.

Exemple : Les battements cardiaques de la daphnie augmentent peu avec la taurine comparativement à la caféine. La caféine a comme effet d'augmenter le rythme cardiaque, alors que la taurine a comme effet d'augmenter la production d'énergie par les muscles.



La conclusion :

16. Quel est l'effet de votre boisson énergisante sur les battements du cœur d'une daphnie?

Le cœur de la daphnie bat plus rapidement.

17. Quels systèmes du corps peuvent expliquer la réaction de la daphnie? Justifiez votre réponse.

Système 1 : *Système digestif*

Justification : *La caféine est absorbée par l'estomac et l'intestin grêle, deux organes du système digestif. La caféine contribue à la libération du glucose par le foie. Après l'ingestion de boisson énergisante, la caféine sera métabolisée par le foie par des enzymes chimiques. Or, le foie est une glande digestive.*

La taurine intervient aussi dans le mécanisme de digestion des lipides. Elle est présente dans la bile et sert à émulsifier les lipides alimentaires.

Le glucuronolactone est naturellement produit par le foie lors du métabolisme du glucose.

Système 2 : *Système circulatoire*

Justification : *La caféine est redistribuée dans la circulation sanguine par le système circulatoire. La boisson énergisante sera ainsi distribuée aux muscles et au cerveau par diffusion. La caféine augmente le rythme cardiaque, la contractilité du cœur, la pression artérielle et l'apport de sang aux muscles.*



Système 3 : Système excréteur

Justification : *Dans le cerveau, la caféine ressemble beaucoup à une protéine qui agit comme neurotransmetteur : l'adénosine. Normalement, l'adénosine se fixe aux récepteurs des cellules cérébrales et envoie un influx qui diminue l'activité des cellules et favorise le sommeil. Lors de l'ingestion d'une boisson énergisante, la caféine prend la place de l'adénosine et se fixe aux récepteurs des cellules cérébrales. L'adénosine ne peut donc plus effectuer sa tâche principale. L'organisme et le sommeil ne sont plus favorisés.*

La taurine est un acide aminé qui agit comme neurotransmetteur.

/15

18. Est-ce que votre hypothèse était justifiée? Expliquez.

_____ Réponses variables _____

/5

Les pistes d'amélioration :

18. Quels problèmes avez-vous rencontrés au cours de votre laboratoire?

Réponses variables.

Exemple : La réaction de la daphnie est très variable d'un organisme à l'autre.

Il est difficile de voir l'effet de plusieurs concentrations de solution sur une même daphnie, car celles-ci ne sont pas très résistantes; elles finissent par mourir.

Plusieurs ingrédients actifs sont présents dans la boisson énergisante (caféine, taurine et glucuronolactone) et il est difficile d'analyser la réaction de la daphnie en fonction d'un seul de ces ingrédients.

La daphnie n'absorbe pas toujours la même quantité de boisson énergisante d'une fois à l'autre.

19. Comment pourriez-vous améliorer l'expérience?

Réponses variables.

Exemple : Tous les élèves devraient choisir une daphnie qui a le même nombre de battements cardiaques au départ pour que les comparaisons soient plus justes.

Privilégier des boissons énergisantes dont un seul ingrédient actif diffère.

/5



ANNEXES

Tableau 1 : Teneurs en ingrédients actifs des boissons énergisantes

Nom de boisson	Taurine (mg)	Caféine (mg)	Énergie (kcal)	Glucuronolactone (mg)
Amp Energy	292	80	116	?
Battery Energy Drink	1 000	80	125	?
Burn Energy Drink (hors France)	1 000	80	153	?
Burn Energy Drink (France)	0	80	158	?
Dark Dog (hors France)	?	80	?	?
Dark Dog (France)	0	80	125	0
Duff	704	85	113	?
Énergie	1 000	80	?	600
Énergie, léger	1 000	80	7	600
FULL SIZE performer's drink ¹⁶ (France)	1 000	80	208	600
Full Throttle, citron	1 000	75	?	?



Grizzly power drink (France)	0	80	112	0
Grizzly power drink original	1 000	80	112	600
Guru original	0	125	100	??
G'Z	1000	80	117,5	0,575
Hype	1 000	80	43	?
Hype, enlite	1 000	80	49	?
Lost	1 057	85	?	634
Monster Energy , Anti-Gravity	2 000	?	?	?
Monster Energy , Khaos	1 057	82	?	?
Monster Energy , Original	1 057	82	120	?
Monster Energy , Ripper	1 057	82	117,5	?
NOS, fruité	1 042	130	115	28
Rage	1 057	84	?	802
Power Poker Energy Drink	1000	80	117,5	0,575

Red Bull (hors France)	1 000	80	112,5	600
Red Bull (France)	1 000	80	115	600
Red Bull, diète	1 000	80	?	?
Red rain	1 000	80	?	600
Red Rave	1 000	80	?	600
Red Rave, diète	1 000	80	?	?
Rockstar	1 001	101	?	?
Rockstar, diète	1 001	85	?	?
Rockstar, Burner	1 057	85	?	?
Rockstar, Juiced 50 %	1 057	85	?	?
Rockstar, Juiced 70 %	1 001	85	?	1 136
Sobe, No fear	1 000	80	?	?
SHARK	1 000	80	155	600
Stoked Energy	1 057	85	?	634

Taurus Energy Drink	1 000	24	46	6
Truc de Fou, la french energy¹⁷	1 000	80	115	600
Txori Gorri Energy Drink	?	?	?	?
Wild Dragon	?	?	?	?
X-Tense , Original	?	80	110	?
X-Tense , Zero	?	80	11	?

Source : http://fr.wikipedia.org/wiki/Boisson_énergisante

Tableau 2 : Teneur en caféine de différents produits végétaux

Produit végétal	% caféine du poids sec
Graine d'arabica (café)	1,1
Graine de robusta (café)	2,2
Fève de cacao	0,1 à 0,4
Noix de kola (cola)	1 à 3,5
Feuille de thé	2,5 à 5

Source : <http://fr.wikipedia.org/wiki/Caféine>

Tableau 3 : Teneur en caféine de différents aliments et boissons

Teneur en caféine de différents aliments et boissons ⁴¹⁻⁴²			
Produit	Portion	Caféine par portion (mg)	Caféine par litre (mg)
Chocolat noir	1 barre (43 g ; 1,5 oz)	31	-
Chocolat au lait	1 barre (43 g ; 1,5 oz)	10	-
Chocolat chaud	207 ml (7 U.S. fl oz)	52	250 ³⁵
Café moulu	207 ml (7 U.S. fl oz)	80–135	386–652
Café filtre	207 ml (7 U.S. fl oz)	115–175	555–845
Café décaféiné	207 ml (7 U.S. fl oz)	5	24
Café expresso	44–60 ml (1,5-2 U.S. fl oz)	100	1691–2254
Thé vert ou Thé noir ⁴³	177 ml (6 U.S. fl oz)	30-53	169
Coca-Cola Classic	355 ml (12 U.S. fl oz)	46	129
Red Bull	250 ml (8,2 U.S. fl oz)	80	320

Source : <http://fr.wikipedia.org/wiki/Caféine>