

Les candidats doivent remplir cette page puis remettre cette chemise accompagnée de la version finale de leur mémoire à leur superviseur.

Numéro de session du candidat

Nom du candidat

Code de l'établissement

Nom de l'établissement

Sessions d'examens (mai ou novembre)

mai

Année

2013

Matière du Programme du diplôme dans laquelle ce mémoire est inscrit : Chimie

(Dans le cas d'un mémoire de langue, précisez la langue et s'il s'agit du groupe 1 ou 2.)

Titre du mémoire : Analyse du taux de caféine dans quelques boissons énergisantes et la comparaison entre les valeurs obtenues et les valeurs nutritives à l'endos des canettes

Déclaration du candidat

Cette déclaration doit être signée par le candidat, sans quoi aucune note finale ne pourra être attribuée.

Le mémoire ci-joint est le fruit de mon travail personnel (mis à part les conseils permis par le Baccalauréat International que j'ai pu recevoir).

J'ai signalé tous les emprunts d'idées, d'éléments graphiques ou de paroles, qu'ils aient été communiqués originellement par écrit, visuellement ou oralement.

Je suis conscient que la longueur maximale fixée pour les mémoires est de 4 000 mots et que les examinateurs ne sont pas tenus de lire au-delà de cette limite.

Ceci est la version finale de mon mémoire.

Signature du candidat :

Date :

Rapport et déclaration du superviseur.

Le superviseur doit remplir ce rapport, signer la déclaration et remettre au coordonnateur du Programme du diplôme la version définitive du mémoire dans la présente chemise.

Nom du superviseur [en CAPITALES]

Le cas échéant, veuillez décrire le travail du candidat, le contexte dans lequel il a entrepris sa recherche, les difficultés rencontrées et sa façon de les surmonter (voir les pages 13 et 14 du guide Le mémoire). L'entretien de conclusion (ou soutenance) pourra s'avérer utile pour cette tâche. Les remarques du superviseur peuvent aider l'examineur à attribuer un niveau pour le critère K (évaluation globale). Ne faites aucun commentaire sur les circonstances personnelles défavorables qui auraient pu affecter le candidat. Si le temps passé avec le candidat est égal à zéro, vous devrez l'expliquer et indiquer comment il vous a été possible de vérifier que le mémoire était bien le fruit du travail du candidat en question. Vous pouvez joindre une feuille supplémentaire si l'espace fourni ci-après est insuffisant.

Je n'ai eu aucun contact avec ce candidat durant l'élaboration de son mémoire.

Ma seule façon de vérifier que le mémoire est le fruit du travail du candidat est la lettre jointe à ce dossier provenant du Dr.

Cette déclaration doit être signée par le superviseur, sans quoi aucune note finale ne pourra être attribuée.

J'ai lu la version finale du mémoire qui sera envoyée à l'examineur.

À ma connaissance, le mémoire constitue le travail authentique du candidat.

J'ai consacré heures d'encadrement au candidat pour ce mémoire.

Signature du superviseur :

Date :

Formulaire d'évaluation (réservé à l'examinateur)

Critères d'évaluation	Niveau					
	L'examinateur 1	Max.	L'examinateur 2	Max.	L'examinateur 3	
A Question de recherche	<input type="text" value="1"/>	2	<input type="text"/>	2	<input type="text"/>	
B Introduction	<input type="text" value="1"/>	2	<input type="text"/>	2	<input type="text"/>	
C Recherche	<input type="text" value="1"/>	4	<input type="text"/>	4	<input type="text"/>	
D Connaissance et compréhension du sujet étudié	<input type="text" value="1"/>	4	<input type="text"/>	4	<input type="text"/>	
E Raisonnement	<input type="text" value="1"/>	4	<input type="text"/>	4	<input type="text"/>	
F Utilisation des compétences d'analyse et d'évaluation adaptées à la matière	<input type="text" value="1"/>	4	<input type="text"/>	4	<input type="text"/>	
G Utilisation d'un langage adapté à la matière	<input type="text" value="2"/>	4	<input type="text"/>	4	<input type="text"/>	
H Conclusion	<input type="text" value="0"/>	2	<input type="text"/>	2	<input type="text"/>	
I Présentation formelle	<input type="text" value="2"/>	4	<input type="text"/>	4	<input type="text"/>	
J Résumé	<input type="text" value="1"/>	2	<input type="text"/>	2	<input type="text"/>	
K Évaluation globale	<input type="text" value="1"/>	4	<input type="text"/>	4	<input type="text"/>	
Total sur 36	<input type="text" value="12"/>		<input type="text"/>		<input type="text"/>	

BACCALAURÉAT INTERNATIONAL
MÉMOIRE
CHIMIE

Analyse du taux de caféine dans quelques boissons énergisantes et la comparaison entre les valeurs obtenues et les valeurs nutritives à l'endos des canettes

Résumé :

La caféine est un stimulant cardio vasculaire qui aide la vigilance intellectuelle et physique dans les cas de fatigues. Le but de cette recherche est d'analyser le taux de caféine à l'intérieur des boissons énergisantes pour vérifier si les compagnies de ces boissons n'abusent pas de la loi de santé Canada. De plus, cette expérience vérifie s'il est possible que les boissons énergisantes soient la cause de certains décès dus à une surconsommation de boisson énergisante car il est possible que la dose ingérée soit plus grande que l'on pense. Nous avons utilisés plusieurs boissons énergisantes telles que Monster, NOS et Rockstar. Après les manipulations requises pour extraire la caféine des boissons, nous avons utilisé un spectrophotomètre pour obtenir l'absorbance et ainsi la concentration. Selon les résultats obtenus, la compagnie de boissons énergisantes (Monster, NOS et Rockstar) mettent le double et voir plus de caféine à l'intérieur de leurs boissons énergisantes. Cependant, les résultats ne sont pas significatifs puisque les sources d'erreurs sont assez nombreuses durant les manipulations. De plus, le nombre d'essais est très petit par canette (une seule). Nous devons attendre des études plus poussées pour conclure ce que nous avons obtenu lors de notre laboratoire.

198 mots

Remerciements :

J'aimerais remercier l'équipe du groupe _____ de l'université de _____ pour m'avoir laissé accomplir ce laboratoire ainsi que de m'aider durant celui-ci.

Table des matières

Résumé :	2
Remerciements :	3
Introduction :	5
Question de recherche :	6
Hypothèse :	6
Variables :	6
Modèle expérimental :	7
Matériels :	8
Méthode :	8
Résultats :	10
Discussion :	12
Conclusion :	15
Annexe 1 : Tableaux de données brutes et traitées	16
Annexe 2: Méthode détaillée	18
Matériel en détail	18
Protocole.....	19
Annexe 3: Calculs	22

Introduction :

Tout d'abord, une boisson énergisante est un mélange de stimulants tels que la caféine, les vitamines de la série B, la taurine, la maltodextrine, l'inositol, la guarana, le ginseng et le sucre. Ces boissons servent à nous rendre plus vigilant physiquement et intellectuellement dans les cas de fatigue. La caféine ou selon l'IUPAC 1, 3,7-triméthyl-1H-purine-2,6(3H, 7H)-dione, est présente dans de nombreux aliments et dans certaines plantes. Elle agit comme stimulant du système cardiovasculaire et du système nerveux central chez les êtres humains et chez les plantes, elle agit comme insecticide naturel, paralysant ou tuant les insectes qui s'en nourrissent. Selon Santé-Canada, la consommation de caféine doit se limiter à 400 milligrammes par jour pour les adolescents plus corpulents et les adultes.¹ Plusieurs études ont démontré que s'il y a surconsommation, c'est-à-dire plus de 400 milligrammes par jour, variant selon le poids de la personne et de sa tolérance, celle-ci pourra avoir certains troubles gastro-intestinaux, contraction involontaire, flot de pensées et de paroles incohérentes, excitation, insomnie, anxiété, irritabilité, et même une arythmie cardiaque. Dans le cas d'une overdose plus importante, la personne pourra faire des erreurs de jugement, délire, hallucination, désorientation, dépression et même la destruction de cellules musculaires. Dans le cas d'une overdose extrême, la personne pourra mourir. Selon le gouvernement canadien, il faut « indiquer clairement la teneur en caféine, en milligramme, provenant de toutes sources. Comme il s'agit d'un médicament il ne doit pas dépasser 10 % (comparativement au taux de 120 % actuellement autorisé lorsque le produit est considéré comme un produit naturel)² ». De plus, peu importe la boisson, il doit y avoir un maximum de 0,32 milligramme de caféine par millilitre. Mais est-ce que cette loi est respectée ?

Question de recherche :

Étant donné que le gouvernement canadien se fie aux compagnies de boissons énergisantes pour leur indiquer le taux de caféine à l'intérieur de leur produit, rien ne nous prouve que les compagnies en profitent pour mettre une dose beaucoup plus grande que mentionnée.

Donc, la question de recherche est : **Y'a-t-il plus de caféine dans les boissons énergisantes que mentionné ?** Pour cela nous devons faire l'analyse du taux de caféine dans quelques boissons énergisantes et la comparaison entre les valeurs obtenues et les valeurs nutritives à l'endos des canettes.

Hypothèse :

Notre hypothèse est que les compagnies de boissons énergisantes telles que NOS, Monster et Rockstar, profitent de la confiance du gouvernement canadien pour mettre une dose de caféine beaucoup plus grande que mentionné. Cela rendra les consommateurs dépendant à la caféine et ainsi ils achèteront leur produit beaucoup plus souvent.

Afin de vérifier cette hypothèse, nous devons déterminer la concentration de caféine dans plusieurs boissons énergisantes en utilisant un spectrophotomètre par rayon UV.

Variables :

Variable dépendante : l'absorbance ou densité optique de la caféine à l'intérieur des boissons énergisantes déterminée à l'aide d'un spectrophotomètre par rayon UV.

Les variables indépendantes : Les différentes concentrations des boissons énergisantes expérimentales (C) en mole par litre

Les variables contrôlées : Longueur d'onde (271 nm), la caractéristique de la molécule (ϵ en $L \text{ mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$), et l'épaisseur de la cuve utilisée (l) en centimètre

Modèle expérimental :

Nous allons analyser la concentration de caféine dans une canette de Monster Original, de Rockstar Original et de NOS Original. Le choix s'est porté à ces boissons car Santé-Canada n'a pas encore homologué ceux-ci³. Plus de 80% des boissons énergisantes qui sont en ventes au Canada n'ont pas fait leur preuve de leur non-dangerosité⁴.

L'expérience se fera à l'aide d'un spectrophotomètre par rayon UV car la caféine a un pic caractéristique à 271 nm. Cette longueur d'onde fait partie du spectre Ultraviolette proche et donc nécessite un appareil capable de recueillir les données ce qui est le cas du spectrophotomètre UV-Visible, fournie par la faculté des sciences de l'Université de Sherbrooke.

Nous avons utilisé une solution d'acide sulfurique pour dissoudre la caféine en poudre car la caféine se dissout plus facilement dans cette solution. De plus, nous avons utilisé du chloroforme pour extraire la caféine des boissons énergisantes vu que celle-ci est facilement soluble dans le chloroforme. Sachant que cette solution est cancérigène si on le manipule à long terme⁵, nous devons bien nous protéger et porter l'équipement de sécurité requise. Toute manipulation avec l'acide sulfurique ainsi que le chloroforme doivent se faire sous la hotte pour éviter toute émanation toxique. Pour que l'évaporation de la phase organique soit plus rapide, nous avons utilisé un Rotavapor⁶. Il est très sécuritaire et nous empêche d'inhaler les gaz cancérigènes du chloroforme.

Matériels :

- Spectrophotomètre par rayon UV-Visible de Shimadzu UV-1800 avec 2 cuvettes en quartz (1cm de longueur) (fourni par l'Université de Sherbrooke)
- Évaporateur rotatifs par Buchi avec contrôleur de vide et pompe à diaphragme (fourni par l'Université de Sherbrooke)
- Balance de précision classe I Type ALD avec paravent haut (fourni par l'Université de Sherbrooke)
- Solutions de chloroforme et d'acide sulfurique (1M) (fourni par l'Université de Sherbrooke)
- Cigarettes de Monster Original, de Rockstar Original et de NOS Original
- Caféine pure en comprimé *4 Ever Fit Caffeine*
- Pipette automatique et pipette pasteur (fournie par l'Université de Sherbrooke)
- Mortier et pilon en verre ainsi que la verrerie (Béchers, ampoule à décanter, éprouvette graduée, ballons et fioles jaugées) (fournie par l'Université de Sherbrooke)
- Équipement de sécurité (lunettes, gants et sarrau)
- pH-mètre

Méthode :

1. Préparation d'une solution mère étalon à $5,66 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$

Les comprimés de caféines ont été écrasés à l'aide du mortier et du pilon. Nous avons pesé 0,011g de cette poudre dans 0,1L d'acide sulfurique.

2. Spectrophotométrie par rayon UV de la solution mère étalon à $5,66 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ et dilution de celle-ci

Après avoir préparé la solution mère, nous avons versé le contenu dans une fiole jaugée. Nous avons dilué la solution à plusieurs reprises (voir le tableau à l'annexe 2) et puis pour chacune des dilutions, nous avons utilisé le spectrophotomètre par rayon UV pour déterminer la concentration de caféine et ensuite tracer la courbe d'étalonnage.

3. Extraction de la caféine dans les boissons énergisantes

Pour ce faire, nous avons versé 100mL d'une des boissons énergisantes dans un bécher de 250mL et puis nous l'avons agité pour le dégazer. Nous avons prélevé 5mL de cette solution mère et nous l'avons versé dans un autre bécher de 50mL. Après, à l'aide d'une pipette pasteur et d'un pH mètre, nous avons versé goutte à goutte une solution d'ammoniac de 0,5 mol/L sous la hotte jusqu'à ce que le pH mètre indique 7,00, c'est-à-dire un pH neutre. Après nous avons ajouté 10mL de chloroforme et nous avons transvasé le tout quantitativement dans l'ampoule à décanter et l'avons agité longuement sous la hotte. Peu après nous avons récupéré la phase organique, c'est-à-dire la phase inférieure et la transvasé quantitativement dans un bécher. Le Rotavapor nous a été utile pour l'évaporation totale du chloroforme. Nous avons dissout le résidu dans un minimum d'acide sulfurique à 1 mol/L dans une fiole jaugée.

4. Spectrophotométrie par rayon UV des boissons énergisantes et dilution de celle-ci

Après avoir extrait la caféine des boissons énergisantes, nous l'avons dilué pour obtenir une solution 50 fois moins concentré que la solution de départ. Nous avons utilisé le spectrophotomètre par rayon UV pour déterminer la concentration de caféine de chacune des boissons énergisantes.

5. Traitement des données brutes

L'expérience a été répétée 5 fois. Les résultats sont traités en moyenne \pm écart-type.

Résultats :

Figure 1. Courbe d'étalonnage de la caféine

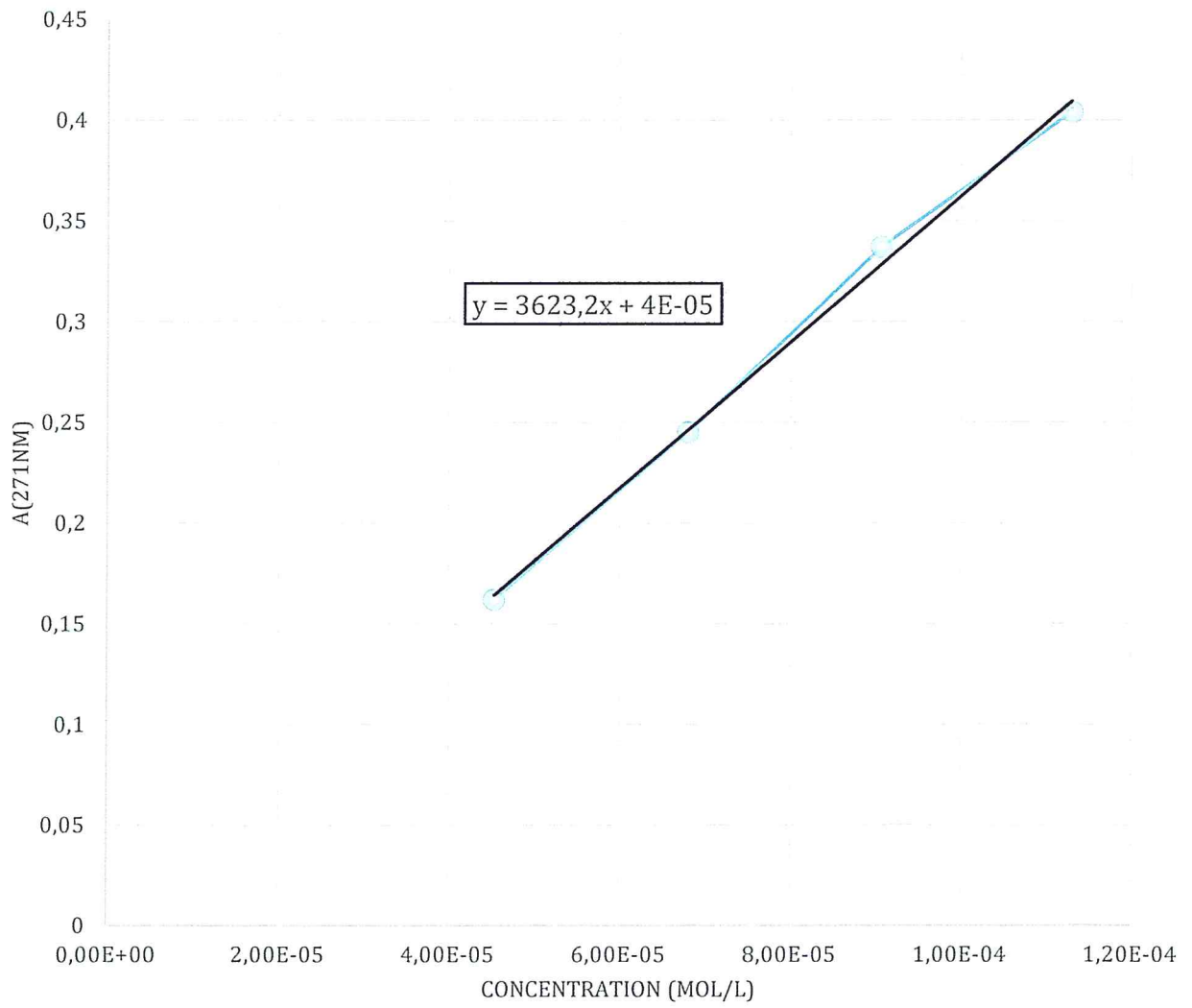
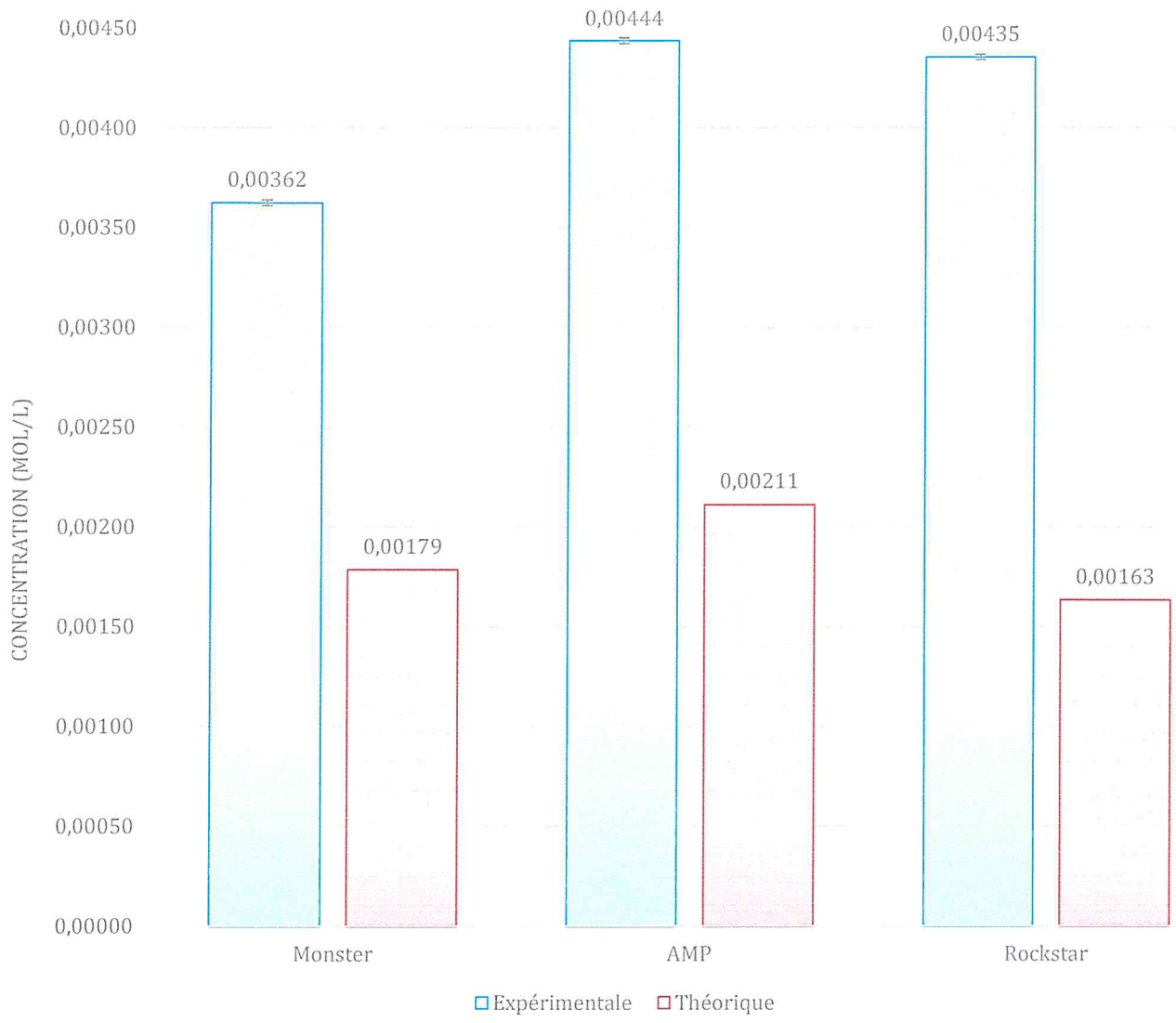


Figure 2. Comparaison entre la concentration expérimentale et théorique des boissons

énergisantes. **Chaque valeur expérimentale représente la moyenne de 5 essais \pm l'écart type.**



Discussion :

Selon mon hypothèse, les compagnies de boissons énergisantes telles que NOS, Rockstar et Monster mettent une dose de caféine beaucoup plus grande que celle mentionnée à l'endos des cannettes.

Nos données de cette expérience nous montrent que notre hypothèse est affirmée et que les compagnies de boissons énergisantes mettent une forte dose de caféine dans ces boissons et elle est supérieure à la norme mentionnée à l'endos des cannettes.

Dans la figure 1, la pente de la courbe désigne la caractéristique de la molécule de caféine qui est, dans notre cas, de $3,6232 \times 10^3 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$

Dans la figure 2, nous pouvons constater que, théoriquement, il y a 164mg de caféine dans 473mL de solution, c'est-à-dire que la concentration de la caféine dans les cannettes de Monster est de $1,79 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$. Cependant, expérimentalement, la concentration est de $(3,62 \pm 0,01) \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ soit 2,03 fois plus grande que la valeur théorique. Théoriquement, il y a 194mg de caféine dans 473mL de solution, c'est-à-dire que la concentration de la caféine dans les cannettes de NOS est de $2,11 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ mais expérimentalement elle est de $(4,44 \pm 0,01) \times 10^{-3} \text{ mol/L}$, soit 2,10 fois plus grande que la valeur théorique. Sachant que théoriquement, il y a 150mg de caféine dans 473mL de solution, donc la concentration de la caféine dans les cannettes de Rockstar est de $1,63 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$, expérimentalement, elle est de $(4,35 \pm 0,01) \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ soit 2,67 fois plus grande que la valeur théorique.

Dans la figure 1, nous pouvons constater que la courbe d'étalonnage est une fonction affine de fonction $f(x) = ax + b$ au lieu d'être une fonction linéaire de forme $f(x) = ax$. Cela est dû

aux molécules présentes dans les cannettes de boissons énergisantes qui ont les mêmes propriétés chimiques que la caféine.

Pour limiter nos causes d'erreurs, nous avons pris cinq cannettes différentes de la même compagnie, cela écarterait les résultats aléatoires. Cependant nous aurions dû faire plusieurs essais pour la même canette car dans notre cas nous en avons fait qu'une seule pour chacune des cannettes. De plus, l'écart type des résultats est imperceptible ce qui expliquerai que les erreurs durant les manipulations sont minimales. Par rapport aux valeurs de l'absorbance obtenues, les écarts-type étaient convenables. Cependant, puisque les données des différents essais et boissons énergisantes sont similaires et donc plusieurs personnes peuvent percevoir cet écart-type de différents point de vue.

Pour extraire la caféine, il était recommandé de dégazéifier la boisson énergisante pour ne pas fausser le dosage de caféine dans les boissons énergisantes. Cependant lors de l'expérience, nous avons agité la boisson pour dégazer et enlever le dioxyde de carbone. Cependant, il aurait été plus juste d'abaisser la pression de la vapeur de dioxyde de carbone au-dessus de la solution. De plus, selon la loi de Henry, si la pression d'un gaz est presque nulle alors sa concentration en solution sera aussi nulle.

Le pH de la solution obtenu à la fin de l'extraction de la caféine dans les boissons énergisantes doit être neutre. Cependant, il n'était pas tout à fait neutre car dans le laboratoire où a eu lieu l'expérience, il y avait seulement du chloroforme à 1 mol/L et il fallait être très minutieux et la laisser verser très doucement grâce à une pipette pasteur, goutte par goutte. Il aurait été préférable d'avoir une solution de chloroforme de plus petite concentration telle que 0,5 mol/L pour avoir une plus grande précision au niveau de la neutralité de la solution.

La caféine en comprimé 4 Ever Fit Caffeine n'est peut-être pas de la caféine pure car la vente de caféine pure dans les pharmacies est illégale sans prescription d'un médecin donc cela fausserai la pente d'étalonnage est donc fausserais aussi l'absorbance ainsi que la concentration de la caféine dans les boissons énergisante. Il aurait été préférable d'utiliser une poudre de caféine pure avec la prescription d'un médecin pour limiter les erreurs dues à la contamination d'autres produits que la caféine et ainsi éliminer toute cause qui pourrait fausser les données brutes.

Cependant lors de l'expérience nous avons utilisé une micropipette qui a une incertitude quasi nulle. Alors cela limite les erreurs dites humaines lors du pipetage. De plus, il est aussi important de mentionné que lors du pipetage, un membre du laboratoire Zysman-Colman⁷ était présent et aidait en cas de besoins.

Lorsque qu'il fallait décanter la phase organique contenant la caféine et la phase contenant d'autres solutions non désirables telles que l'ammoniac, il n'est pas toujours précis d'obtenir les 5 millilitres de départ car la méthode de décantation n'est pas vraiment précise. Il aurait fallu utiliser une centrifugeuse qui aurait fort bien séparé la phase organique de la phase de solutions non désirables. En outre, il aurait fallu décanter plusieurs fois pour ne pas que la phase organique soit contaminée par la phase non désirable. Dans notre cas, nous avons seulement décanté une seule fois, donc il y a une possibilité que notre phase organique soit contaminée.

Après des révisions, pour extraire la caféine, il aurait été mieux d'utiliser un autre solvant que l'acide sulfurique c'est-à-dire utiliser de l'eau chauffé à 65 degrés Celsius ce qui aiderait à extraire un maximum de caféine.

Conclusion :

Notre hypothèse était que dans les boissons énergisantes, expérimentalement, il y aurait plus de caféine que mentionné à l'endos des cannettes. Cette hypothèse a été confirmée car selon les résultats obtenus, la dose de caféine dans les boissons énergisantes est le double de la concentration théorique. Cependant, dû à quelques causes d'erreurs, il est possible que l'hypothèse soit rejetée et que les compagnies de boissons énergisantes soient en normes et respectent les lois de santé Canada.

Il est possible que les résultats obtenus soient dû à cause d'erreurs expérimentales, donc cette expérience ne peut assurer que la caféine obtenue expérimentalement soit plus grande que celle théorique. Ces sources d'erreurs nous font douter des résultats et de leur légitimité. Effectivement, certaines causes d'erreurs pouvaient être corrigées facilement et pouvaient être évitées. Avec une méthode plus appropriée avec plus d'essais entre autres, des résultats plus exacts pourraient être obtenus.

Il serait intéressant de faire cette expérience sur la taurine pour savoir si la dose de taurine dans les boissons énergisantes est respectée. De plus, nous ne savons pas les effets secondaire que la taurine a sur le corps humain. Dans certaines boissons, il y a 2000mg de taurine dans celles-ci.

Annexe 1 : Tableaux de données brutes et traitées

Tableau 1.

	Essai 1	Essai 2	Essai 3	Essai 4
Absorbance à 271 nm	0,404	0,337	0,245	0,162
Concentration (en mol/L)	$1,13 \times 10^{-4}$	$9,06 \times 10^{-5}$	$6,79 \times 10^{-5}$	$4,53 \times 10^{-5}$

Tableau 2. L'absorbance des boissons énergisantes expérimentales (moyenne et écart-type)

	Monster	Rockstar	NOS
Essai 1	0,263	0,321	0,315
Essai 2	0,264	0,322	0,315
Essai 3	0,261	0,320	0,314
Essai 4	0,262	0,321	0,316
Essai 5	0,263	0,323	0,317
Moyenne	0,263	0,321	0,315
Écart-type	0,001	0,001	0,001

Tableau 3. Concentration de la caféine dans les boissons énergisantes expérimentales et théoriques ainsi que le ratio

Concentration en mol/L	Monster	Rockstar	NOS
Essai 1	$3,63 \times 10^{-3}$	$4,43 \times 10^{-3}$	$4,35 \times 10^{-3}$
Essai 2	$3,64 \times 10^{-3}$	$4,44 \times 10^{-3}$	$4,35 \times 10^{-3}$
Essai 3	$3,60 \times 10^{-3}$	$4,42 \times 10^{-3}$	$4,33 \times 10^{-3}$
Essai 4	$3,62 \times 10^{-3}$	$4,43 \times 10^{-3}$	$4,36 \times 10^{-3}$
Essai 5	$3,63 \times 10^{-3}$	$4,46 \times 10^{-3}$	$4,37 \times 10^{-3}$
Moyenne	$3,62 \times 10^{-3}$	$4,44 \times 10^{-3}$	$4,35 \times 10^{-3}$
Écart-type	$0,01 \times 10^{-3}$	$0,01 \times 10^{-3}$	$0,01 \times 10^{-3}$
Théorique	$1,79 \times 10^{-3}$	$2,11 \times 10^{-3}$	$1,63 \times 10^{-3}$
Ratio	2,03	2,10	2,67

Annexe 2: Méthode détaillée

Matériel en détail

- 3 béchers de 250mL
- 5 béchers de 150mL
- Ampoule à décanter
- Fioles jaugées de 250mL
- 3 cylindres gradués
- Pipette pasteur
- Mortier et pilon en verre
- 3 cuvettes en quartz de longueur 1 cm
- Embouts pour la micropipette
- Support universel et pinces universelle
- Balance électronique
- Micropipette 500 μ L
- Spectrophotomètre par rayon UV-visible
- Rotavapor
- pH-mètre
- Solution de chloroforme 1 mol/L
- Solution d'acide sulfurique 1 mol/L
- Solution d'ammoniac 1 mol/L
- 5 cannettes de Monster Original
- 5 cannettes de NOS Original
- 5 cannettes de Rockstar Original
- Caféine
- Hotte
- Gants de sécurité
- Lunettes de sécurité
- Sarrau

Protocole

A. Courbe d'étalonnage

1. Enfiler le sarrau, les lunettes et les gants de sécurité
2. Moudre les capsules de caféine en utilisant le mortier et le pilon en verre
3. Grâce à la balance électronique, tarer en mettant un bécher vide de 150mL dessus
4. Peser exactement 0,011 gramme de caféine pure et verser dans une fiole jaugée de 250mL.
5. Verser 0,1L d'acide sulfurique dans la fiole jaugée de 250mL pour obtenir une solution de concentration de $5,664 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$.
6. Verser la solution dans la cuvette en quartz
7. Faire la spectrophotométrie de celle-ci et noter la valeur à $A(271\text{nm})$. A étant l'absorbance.
8. Diluer la solution-mère en ajoutant 5mL d'acide sulfurique dans 5mL de solution et verser dans la cuvette en quartz. On obtient donc une concentration de $1,133 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$
9. Faire la spectrophotométrie de celle-ci et noter la valeur à $A(271 \text{ nm})$
10. Diluer la solution en ajoutant 500 μ L d'acide sulfurique dans 2mL de la solution obtenue en 6 et verser le tout dans la cuvette en quartz au $\frac{3}{4}$ pour obtenir une solution de concentration de $9,064 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$.
11. Faire la spectrophotométrie de celle-ci et noter la valeur à $A(271 \text{ nm})$.
12. Diluer la solution en ajoutant 1mL d'acide sulfurique dans 1,5mL de la solution ajoutant 1mL d'acide sulfurique dans 1,5mL de la solution obtenu en 8 et verser le

tout dans la cuvette en quartz au $\frac{3}{4}$ pour obtenir une solution de concentration de $5,438 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$.

13. Faire la spectrophotométrie de celle-ci et noter la valeur à $A(271 \text{ nm})$
 14. Diluer la solution en ajoutant 1,5mL d'acide sulfurique dans 1mL de la solution obtenue en 8 et verser le tout dans la cuvette en quartz au $\frac{3}{4}$ pour obtenir une solution de concentration de $2,175 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$.
 15. Faire la spectrophotométrie de celle-ci et noter la valeur à $A(271 \text{ nm})$
 16. Diluer la solution en ajoutant 2mL d'acide sulfurique dans 500 μ L de la solution obtenue en 8 et verser le tout dans la cuvette en quartz au $\frac{3}{4}$ pour obtenir une solution de concentration de $4,350 \times 10^{-8} \text{ mol/L}$.
 17. Faire la spectrophotométrie de celle-ci et noter la valeur à $A(271 \text{ nm})$
 18. Laver tout le matériel utilisé avec de l'acétone.
- B. Extraction de la caféine dans les boissons énergisantes
1. Verser le contenu d'une canette de Monster dans le bécher de 250mL.
 2. Extraire 25mL du bécher, le verser dans un bécher de 150mL et le dégazer en l'agitant.
 3. Grâce à une pipette pasteur ajouter goutte par goutte l'ammoniac jusqu'à ce que le pH soit neutre. Le pH est calculé grâce à un pH-mètre plongé dans le bécher.
 4. Ajouter 10mL de chloroforme 0,5M dans le bécher de 150mL
 5. Verser le tout dans une ampoule à décanter et bien agiter
 6. Décanter pour obtenir que la phase organique.
 7. Grâce au Rotavapor, évaporer la partie liquide de la phase organique pour obtenir qu'une fine poudre (caféine)

8. Laver le tout le matériel utilisé avec de l'acétone.

C. Analyse de la caféine

1. Recueillir la poudre obtenue en 7.B avec la solution d'acide sulfurique (ne pas dépasser 10mL)
2. Grâce à une micropipette, pipeter 200 μ L de la solution mère obtenue en 1 et y ajouter 10mL d'acide sulfurique pour obtenir une solution 50 fois plus diluée.
3. Faire la spectrophotométrie de cette solution et verser la solution dans la cuvette en quartz au $\frac{3}{4}$. Analyser le résultat pour $A(271nm)$
4. Refaire les point B et C pour les boissons énergisantes Rockstar et NOS.

Annexe 3: Calculs

La pente de la courbe d'étalonnage de la caféine correspond au ϵ de la formule suivante

$$A(271nm) = \epsilon \times l \times c \quad (\text{loi de Beer - Lambert})$$

Où A est l'absorbance ou la densité optique à une longueur d'onde, elle est sans unité.

ϵ est l'absorptivité molaire exprimée en $\frac{L}{mol}$

l est la longueur du trajet optique dans la solution traversée en cm

Et c est la concentration molaire de la solution en mol/L

Pour les boissons énergisantes (partie C), nous devons multiplier la concentration obtenu par le ration de dilution, c'est-à-dire 50.

Pour calculer le ratio entre la valeur théorique et la valeur expérimentale de la concentration des boissons énergisantes, nous devons procéder à ce calcul :

$$\frac{\text{concentration expérimentale}}{\text{cocentration théorique}} = \text{le ratio}$$

Pour calculer la concentration pour chacune des solutions faisant part de la courbe d'étalonnage, nous avons procédé comme ceci :

$$c_1 \times V_1 \equiv c_2 \times V_2$$

Où c_1 est la concentration initiale en *mol/L*

V_1 est le volume de la solution initiale en *mL*

c_2 est la concentration recherchée en *mol/L*

V_2 est le volume total en *mL*

Pour calculer la concentration de caféine, théoriquement, dans les cannettes de boissons énergisantes, nous devons procéder comme ceci :

$$\frac{\rho}{M} = c$$

Où ρ est la masse volumique de la caféine dans les boissons énergisantes, elle est en *g/L*

M est la masse molaire de la caféine soit *194,2 g/mol*

c est la concentration recherchée en *mol/L*

Bibliographie

¹ Gouvernement du Canada, Santé-Canada [en ligne]

http://www.hc-sc.gc.ca/ahc-asc/media/nr-cp/_2011/2011-132bk-fra.php

(page consultée le 18 août 2012)

² Gouvernement du Canada, Santé-Canada [en ligne]

http://www.hc-sc.gc.ca/dhp-mps/prodnatur/activit/groupe-expert-panel/report_rapport-fra.php#a4

(page consultée le 18 août 2012)

³ Institut National de santé publique du Québec [en ligne]

http://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/1311_BoissonsEnergisantes.pdf

(page consultée le 22 août 2012)

⁴ Association pour la santé publique du Québec [en ligne]

<http://www.aspq.org/fr/dossiers/boissons-energisantes/la-reglementation>

(page consultée le 10 octobre 2012)

⁵ Carex Canada [en ligne]

<http://www.carexcanada.ca/fr/chloroforme.pdf>

⁶ Buchi [en ligne]

http://www.buchi.com/rotary-evaporator_rotavapor.4695.0.html

⁷Groupe Zysman-Colman Université de Sherbrooke

http://www.zysman-colman.com/home_fr.php