

# Feuilles de Travail – Expérience 1

**Titre de l'Expérience:** Vérification des lois de gaz (Charles et Boyle)

**Nom(s) de(s) Auteur(s):** Luca Gagnon et Élisabeth Philippe

**Nom du partenaire de l'auteur qui fait la soumission:** Élisabeth Philippe

**Nom du TA (Démonstrateur):** Gabriel Brunet

**Date de l'Expérience:** Le jeudi 12 septembre 2019

**Date de soumission:** Le mardi 17 septembre 2019

(Le rapport de l'Expérience 1 n'a pas besoin d'une Introduction)

**Attachez ici (au besoin; indiquez le(s) document(s) branché(s)):**

**Absence motivé:** \_\_\_\_\_

**Permission pour le changement d'une Séance de Laboratoire:** \_\_\_\_\_

**Changement de la section de laboratoire:** \_\_\_\_\_

**Laissez-Passer:** \_\_\_\_\_

**Procédure – Loi de Charles’** : Comme décrit dans le manuel de laboratoire <sup>1</sup>

**Procédure – Loi de Boyle :**

Variable indépendante : le volume (en mL)

Variable dépendante : la pression (en KPa)

1. Prépare la sonde de pression de gaz en y attachant la seringue
2. Pousse l’injecteur de la seringue à  $20 \pm 0,8$ ml, le volume initial
3. Note la mesure de pression initiale en KPa
4. Déplace l’injecteur à  $18 \pm 0,8$ ml
5. Note la mesure de pression en KPa
6. Répète l’étape 4 et 5 6 fois en diminuant de  $2 \pm 0,8$ ml à chaque fois
7. Reprendre la mesure de pression initiale à  $20 \pm 0,8$ ml

**Discussion :**

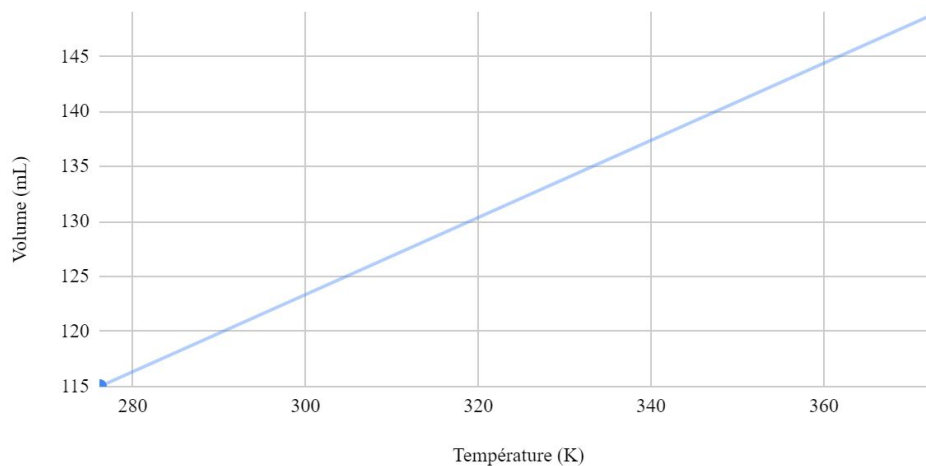
**Loi de Charles**

Tableau 1 : Données mesurées pour vérifier la loi de Charles

Volume en mL	Température en Kelvin
149	373.15
34	276.15

**Graphique 1 :**

Graphique montrant la relation du volume (en mL) par rapport à la température (en K) d'un gaz



Le but de cette expérience était de vérifier les lois des gaz, dont celle de Charles et celle de Boyle. En ce qui traite la loi de Charles, on discute de la relation entre le volume en mL par rapport à la température en Kelvin d'un gaz parfait si et seulement si la pression demeure constante<sup>2</sup>. Lors de l'expérience, on utilise les données mesurées et calculées pour effectuer l'équation suivante :  $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ . Ce dernier signifie que plus la température augmente, plus le volume augmente et plus que la température diminue, le volume diminue avec lui tout en gardant une pression constante. Les résultats obtenus sont  $0.3993 \frac{mL}{K} \approx 0.4164 \frac{mL}{K}$ . Si on place les résultats dans un graphique, on remarque que n'importe quel point sur la droite donnera la température ou le volume précis d'une mesure recherchée. Quoique les résultats sont non identiques, ils présentent une différence de 0.0171mLK soit, un nombre raisonnable si on considère les sources d'erreurs possibles. Une source d'erreur réelle se trouve auprès du calcul du volume d'eau dans l'Erlenmeyer dont le  $V_{cw}$ . Lorsqu'on place l'Erlenmeyer dans le bain glacé, il est facile d'enlever la pression sur le trou du bouchon puisque ce dernier est chaud. Donc, il est possible d'avoir modifié la pression créée dans l'Erlenmeyer ce qui impacte les résultats du  $V_2$ . De plus, une autre source d'erreur serait lors du transfert de l'eau dans la fiole dans le cylindre gradué. Cette erreur potentielle suggère qu'il est possible d'avoir subi une perte d'eau lors du transfert entre les deux contenants. Les gouttes d'eau qui sont restées prise sur les côtés et sur le bouchon auraient pu modifier le volume,  $V_2$ , de façon minime, mais, un changement du volume pourrait réduire le taux de pourcentage d'erreur ce qui confirmerait la loi de Charles de façon plus précise.

### **Loi de Boyle**

**Tableau 2 : Données mesurées pour démontrer la relation entre la pression (en kPa) par rapport au volume (en mL) ESSAIE #2**

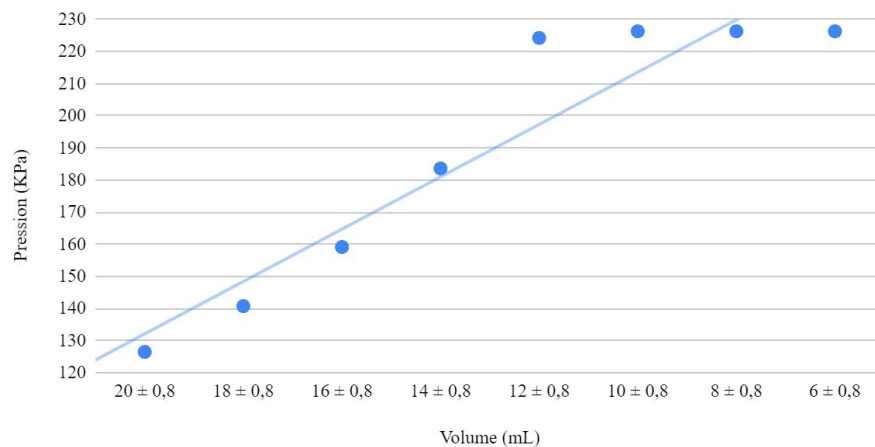
Volume en mL ± 0,8mL	Pression en kPa
20	*128.25
18	140.73
16	159.13
14	183.59
12	224.23

10	226.31
8	226.31
6	226.31

\*Nous avons choisi la deuxième mesure de la pression initiale car celle-ci suivait mieux la droite de tendance. C'est-à-dire, la mesure de 128.25 kPa suit la loi de Boyle qui indique que le volume d'un gaz est inversement proportionnel à la pression <sup>3</sup> ce que la droite démontre; à mesure que le volume diminue, la pression augmente. (Voir essai #1 dans l'annexe)

Graphique 2 :

Graphique montrant la relation entre la pression (en kPa) par rapport au volume (en mL) d'un gaz dans une seringue de 25mL



Cette expérience a le but de vérifier une loi des gaz, soit celle de Boyle. En analysant le graphique, on observe la relation inverse entre les variables qui s'exprime ainsi :  $P \propto 1/V$  qui donne  $PV = \text{constante}$ <sup>3</sup>. Ceci signifie que la pression diminue à mesure que le volume augmente ou vice versa. La loi de Boyle s'applique seulement dans la situation où on observe un gaz parfait et que la température et la quantité de gaz demeure identique tout au long de l'expérience. Ces deux variables sont contrôlées afin de répondre aux conditions de la loi de Boyle. Afin que la température n'influence pas nos résultats nous nous sommes assuré d'éloigner toute source de changement de température (plaque chauffante et bain de glace de l'expérience précédente) ainsi le gaz a été maintenu à la température ambiante et cette variable n'a pas affecté nos résultats puisqu'en étant constante la température n'a pas d'effet sur les données. De plus, nous avons maintenu la quantité de gaz qui se trouve dans la seringue de 25mL puisque la seringue est restée bouchée pour la durée de l'expérience. La quantité de gaz est donc la même de la

première mesure de pression jusqu'à la dernière. Alors, la quantité de gaz dans la seringue de 25mL n'a pas d'effet sur les résultats, car elle reste une mesure constante. Le produit de la pression et du volume d'un gaz parfait est presque toujours constant. Ce qui signifie que  $P_1V_1=P_2V_2$ <sup>4</sup>. Selon nos calculs le résultat est  $2544.40 \text{ kPa} \cdot \text{mL} = 2584.95 \text{ kPa} \cdot \text{mL}$ . Le résultat du calcul n'est pas une égalité parfaite, car nous avons utilisé des données expérimentales qui sont sujettes à des sources d'erreur. D'abord, la sonde utilisée afin de mesurer la pression n'était pas assez précise. Après,  $10 \pm 0,8\text{mL}$  malgré le fait que le volume diminue la pression n'augmente plus. Elle a atteint un plateau de 226.31 kPa. Afin que cette mesure de manque de précision n'affecte par nos calculs, nous avons choisi des données brutes avant ce point ( $14 \pm 0,8\text{mL}$  et  $18 \pm 0,8\text{mL}$ ). Cependant, la source d'erreur est toujours présente dans notre graphique. Si l'expérience était à refaire, nous utilisons une sonde qui permet une plus grande précision afin d'avoir des résultats avec plus de profondeur.

### **Conclusion:**

Nos résultats pour la vérification de la loi de Charles sont les suivants: le volume initial est de 149 mL, la température initiale est de 373.15 K, le volume final est de 115 mL et la température finale est de 276.15 K. En analysant les calculs, on conclut que la loi de Charles est valide; le volume d'un gaz parfait est directement proportionnel à sa température soit  $V \propto T$ .

Nos données recueillies lors de l'expérience au sujet de la loi de Boyle sont les suivantes: des volumes de  $20 \pm 0,8\text{mL}$  à  $6 \pm 0,8\text{mL}$  et des pressions de 128.25 kPa à 226.31 kPa. D'après les résultats lors de la vérification de la loi de Boyle, on confirme que la pression est inversement proportionnelle au volume soit,  $P \propto 1/V$ .

### **Références:**

<sup>1</sup>« Toute Autour, La Chimie Nous Entoure », Manuel de chimie générale, Dr. Rashmi Venkateswaran, 2019.

<sup>2</sup> Helmenstine, Todd. « Know the Formula for Charles' Law », *ThoughtCo*, 27 décembre 2018 < [www.thoughtco.com/formula-for-charles-law-604281](http://www.thoughtco.com/formula-for-charles-law-604281) > (page consulté le 15 septembre 2019)

<sup>3</sup>Collins, Guy. «*Le gaz idéal*», *Chimie physique*, Collin, 2019 <[http://www.uqac.ca/chimie/Chimie\\_physique/Chapitres/chap\\_2.htm](http://www.uqac.ca/chimie/Chimie_physique/Chapitres/chap_2.htm)> (page consulté le 14 septembre 2019)

<sup>4</sup>Hall, Nancy. «Boyle's Law», NASA, 5 mai 2015 <<https://www.grc.nasa.gov/www/k-12/airplane/boyle.html>> (page consulté le 14 septembre 2019)

## Annexe:

### Données brutes

Luca Gagnon, CHH 1711 lab 203 12/09/2019

Laboratoire 1  
partie A ~ Vérification de la loi de Charles

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \quad \text{soit } V_1 = 149 \text{ mL}$$

$T_1: 100^\circ\text{C} \rightarrow 373,15\text{K}$   
 $T_2: 3^\circ\text{C} \rightarrow 276,15\text{K}$   
 $V_2: 115 \text{ mL}$   
 $V_{\text{ew}} = 34 \text{ mL}$

$$V_1 - V_{\text{ew}} = 149 - 34 = 115 \quad (\text{JB})$$
$$= V_2$$
$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

$\frac{149 \text{ mL}}{373,15\text{K}} = \frac{115 \text{ mL}}{276,15\text{K}}$

$\frac{149 \text{ mL}}{373,15\text{K}} = \frac{115 \text{ mL}}{276,15\text{K}} \rightarrow 0,3993 \approx 0,4164$

partie B ~ Vérification de la loi de Boyle

TABLEAU DE DONNÉES

volume (mL) <sup>+0,8</sup>	pression (kPa)
20	1) 126,47
	2) 128,25
18	1) 140,73
	2) 141,58
16	1) 159,13
	2) 163,62
14	1) 183,59
	2) 186,19
12	1) 224,23
	2) 225,39
10	1) 226,31
	2) 226,31
8	1) 226,31
	2) 226,31
6	1) 226,31
	2) 226,31

### Données Supplémentaires, Loi de Charles'

$$\% \text{ d'erreur} = \frac{\frac{V_1}{T_1} - \frac{V_2}{T_2}}{\frac{V_1}{T_1}} \times 100\%$$

$$= \frac{\frac{149 \text{ mL}}{373,15\text{K}} - \frac{115 \text{ mL}}{276,15\text{K}}}{\frac{149 \text{ mL}}{373,15\text{K}}} \times 100\% = \frac{0,0171 \frac{\text{mL}}{\text{K}}}{\frac{149 \text{ mL}}{373,15\text{K}}} \times 100\% = 0,0429 \times 100\% = 4,29\%$$

### Graphiques Supplémentaires, Loi de Charles'

### Calculs, Loi de Charles'

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \text{ ou } \frac{V}{T} = k \text{ (constante)}$$

Soit  $V_1$  : volume à la température  $T_1$  (en mL)

$T_1$  : température de l'eau bouillante, 373.15K (100°C)

$V_2$  : volume correspondant à la différence de  $V_1$  et  $V_{cw}$  (en mL)

$T_2$  : température du bain glacé (en Kelvin)

$V_{cw}$  : volume à la température  $T_2$  (en mL)

$$V_2 = V_1 - V_{cw}$$

$$V_2 = 149\text{mL} - 34\text{mL} = 115\text{mL}$$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

$$\frac{149\text{mL}}{373.15\text{K}} = \frac{115\text{mL}}{276.15\text{K}}$$

$$K_1 = 0.3993 \frac{\text{mL}}{\text{K}} \text{ et } K_2 = 0.4164 \frac{\text{mL}}{\text{K}}$$

$$0.3993 \frac{\text{mL}}{\text{K}} \approx 0.4164 \frac{\text{mL}}{\text{K}}$$

$$\therefore V \propto T$$

### Données Supplémentaires, Loi de Boyle

Tableau 3 : Données mesurées pour démontrer la relation entre la pression (en kPa) par rapport au volume (en mL) ESSAIE #1

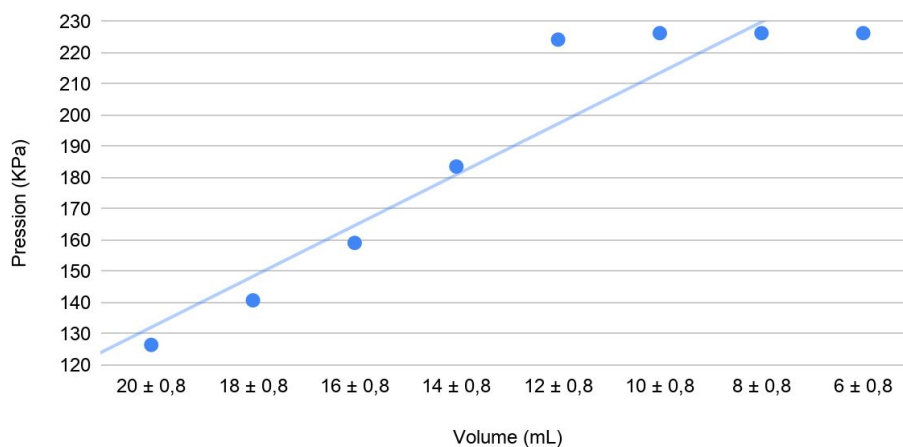
Volume en mL $\pm$ 0,8mL	Pression en kPa
20	126.47
18	140.73
16	159.13
14	183.59

12	224.23
10	226.31
8	226.31
6	226.31

### Graphiques Supplémentaires, Loi de Boyle

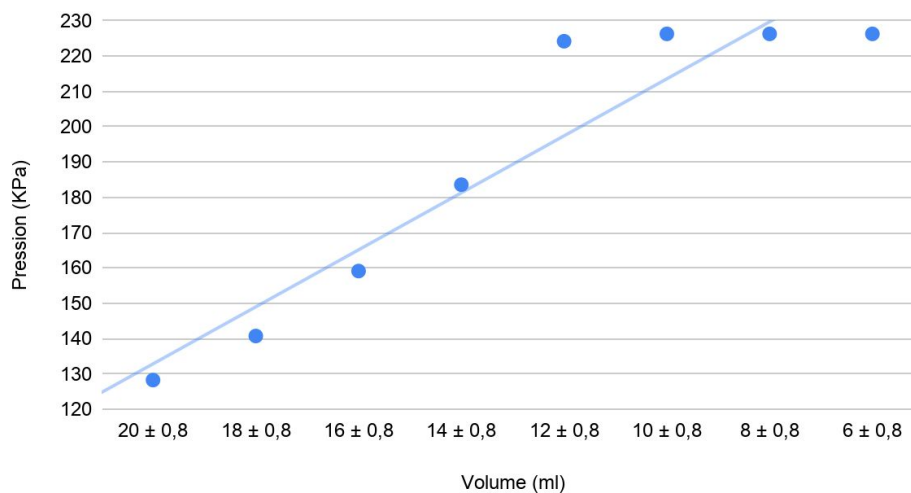
Graphique 3 : ESSAI #1

Graphique montrant la relation entre la pression (en kPa) par rapport au volume (en mL) d'un gaz dans une seringue de



Graphique 4 : ESSAI #2

La pression par rapport au volume dans une seringue de 25 ml



### Calculs, Loi de Boyle

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

Soit  $P$  : pression (en  $kPa$ )

$V$  : volume (en  $mL$ )

$$P_1 = 140.73 \text{ kPa}$$

$$V_1 = 18.08 \text{ mL}$$

$$P_2 = 183.59 \text{ kPa}$$

$$V_2 = 14.08 \text{ mL}$$

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$(140.73 \text{ kPa})(18.08 \text{ mL}) = (183.59 \text{ kPa})(14.08 \text{ mL})$$

$$2544.40 \text{ kPa} \cdot \text{mL} = 2584.95 \text{ kPa} \cdot \text{mL}$$

$$2500 \text{ kPa} \cdot \text{mL} \approx 2500 \text{ kPa} \cdot \text{mL}$$

$$\therefore P \propto 1/V$$

### Critères d'Évaluation

Critères d'évaluation pour la planification de la Vérification de la loi de Boyle (imprimez et collez dans votre cahier de laboratoire avant de rentrer au labo)			
Nom du TA:	Gabriel Brunet	Noms des étudiants dans l'équipe:	a. Luca Gagnon
			b. Elizabeth Philippe
		Date:	12/09/2019
Critères:	Points Possible	Évaluation	
		étudiant	TA
1. Variation d'une seule variable à la fois.	1	1	1
5. Conditions pour les autres variables sont clairement constatées.	1	1	1
6. Des erreurs expérimentales minimisées par le bon choix de la méthode ou de l'appareil.	1	1	1
7. Méthode assez claire que d'autres étudiants peuvent la suivre.	1	1	1
11. Essais multiples indiqués.	1	1	1
13. Limitations dans le dessin expérimental incluses	1	1	1
<b>TOTAL:</b>	<b>6</b>	(6)	(6)