

# Université ZIANE ACHOUR de DJELFA

**Faculté:** Sciences Exacte et Informatique

**Module:** TP Thermodynamique

**Département:** Physique

**TP:** N° 02

**Niveau:** 2<sup>ème</sup> Année LMD physique.

NOM et PRENOM : .....

MATRICULE : .....

GROUPE N° : .....

SOUS-GROUPE : .....

## Etude de la loi de Gay-Lussac

### 1. Introduction

Au début du 19<sup>ème</sup> siècle, un chimiste français, Joseph Louis Gay-Lussac, a fait des expériences sur le volume des gaz notamment ceux sur la détente thermique des gaz. La détente d'un gaz apparait dans de nombreux procédés thermodynamiques présent dans des machines comme les compresseurs, les moteurs à combustion interne ou les machines à vapeur. L'appareil TD1001 permet de réaliser simplement cette expérience fondamentale. Il utilise une enceinte fermée pour montrer la relation entre la température et la pression pour un volume constant de gaz (air). Pour une acquisition automatique des résultats des expériences et pour gagner du temps, cet appareil peut fonctionner avec le système universel d'acquisition de données VDAS®.

### 2. Description



**Figure 1- Appareil d'étude de la loi de Gay-Lussac TD1001**

L'appareil est composée de deux support verticaux avec des pieds réglables maintiennent verticalement une plaque support métallique, sur cette plaque est fixée une enceinte cylindrique fermée et l'instrumentation.

L'enceinte est calorifugée et possède une résistance surfacique. Un thermocouple T3 mesure la température de la surface chauffée. Deux autres thermocouples, T1 et T2 mesurent la température de l'air présent au sein de l'enceinte afin de donner une valeur moyenne. Un capteur de pression mesure la pression au sein de l'enceinte.

Tous les capteurs sont reliés à un afficheur numérique placé sur la plaque support. L'afficheur permet ainsi de voir les variations de température et de pression au sein de l'enceinte.

Un régulateur électronique permet de contrôler la puissance fournie par la résistance électrique à l'enceinte afin d'avoir des points de réglage pour la température de l'enceinte et ainsi de l'air présente à l'intérieur de celle-ci. Le dispositif de chauffage comprend un contacteur thermique pour limiter les risques de surchauffe accidentelle.

L'enceinte possède à sa un simple soupape (en principe fermée durant les expériences).

L'ouverture de cette vanne permet de ramener la pression au sin de l'enceinte à la pression atmosphérique.

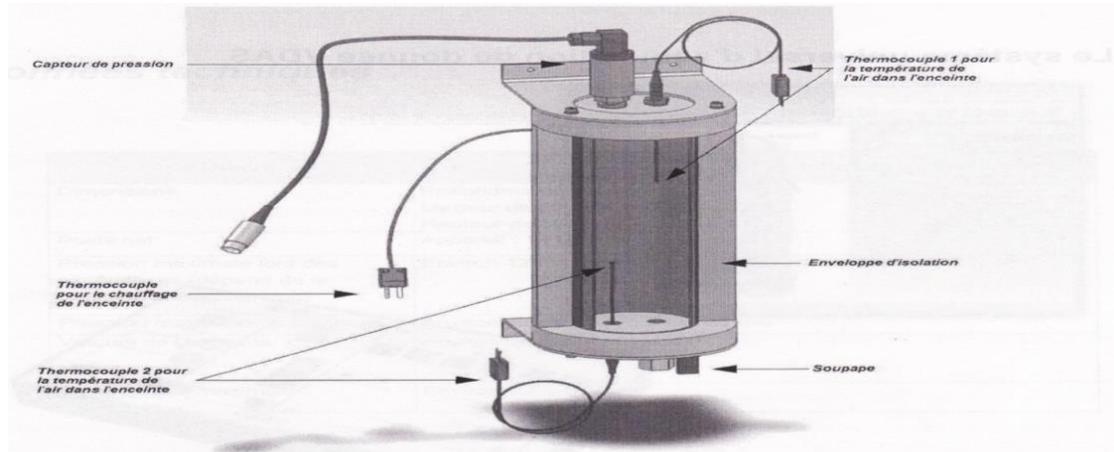


Figure 2- schéma de l'enceinte

### 3. Partie théorique

#### 3.1. Les lois des gaz

##### Relation entre la température et le volume à pression constante (isobare)

**Loi de charles :** «A pression constante, le volume d'une masse donnée d'un gaz parfait augmente ou diminue selon la proportion que la température absolue du gaz »

En terme plus simple, lorsque la température augmente, le volume augmente aussi.

En terme mathématique :  $V \propto T$  (1)

La théorie peut s'appliquer pour une température et un volume résultant d'un gaz parfait à partir du zéro absolu (0K ou -273°C).

Ainsi pour le domaine supérieur à 0°C, la courbe est une droite de pente k :

$$k = \frac{V}{T} \quad (2)$$

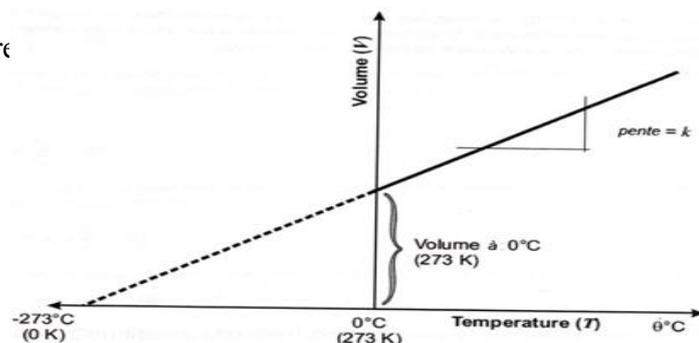


Figure 3- Volume en fonction de la température pour un gaz à pression constante

##### Relation entre la température et la pression à volume à constant (isochore)

**Loi de Gay-Lussac :** « La pression d'une masse de gaz à volume constant est directement proportionnelle à sa température absolue ».

En terme plus simple, lorsque la température augmente, la pression augmente aussi.

En terme mathématique

$$P \propto T \quad (3)$$

Ainsi pour le domaine supérieur à 0°C, la courbe est une droite de pente k :

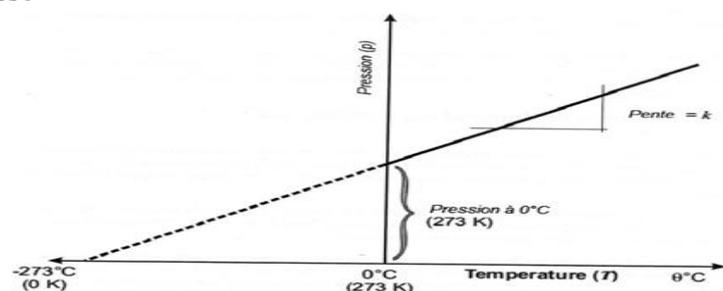


Figure 4- pression en fonction de la température pour un gaz à volume constant

$$k = \frac{P}{T} \quad (4)$$

A partir de ceci, quand vous chauffez un volume fixe de gaz d'une température  $T_1$  à une température  $T_2$ , la pression changera proportionnellement de  $P_1$  à  $P_2$ .

Ainsi :

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2} \quad (5)$$

Ainsi vous pouvez déterminer la pression  $P_2$  pour une température donnée  $T_2$  à partir d'autres valeurs connues,  $P_1$  à  $T_1$  :

$$P_2 = P_1 \times \frac{T_2}{T_1} \quad (6)$$

## 1. Partie expérimentale

### 1.1. Remarques utiles

#### Utilisation du régulateur de température

Le régulateur de température a une fonction PID intégrée qui s'active automatiquement à chaque fois que vous allumez. Il permet d'appliquer automatiquement des changements par étape à la puissance de chauffe et mesure le temps de réponse de la variation de température de paroi de l'enceinte. Il utilise ce temps pour adapter les valeurs de son PID afin d'atteindre la meilleure régulation.

Ainsi le régulateur peut prendre un peu de temps pour se régler et attendre la première consigne.

Pour utiliser le régulateur :

1. Appuyer sur le bouton de réglage.  
Le lampe SP va alors s'allumer.
2. Utiliser alors les boutons pour monter ou descendre afin de choisir la température souhaitée.
3. De nouveau appuyer sur le bouton de réglage.  
La lampe SP va alors s'éteindre. Le régulateur va alors afficher la température de paroi de l'enceinte et va ajuster la puissance fournie à la résistance de chauffe afin que la température de paroi de l'enceinte atteigne la valeur programmée.

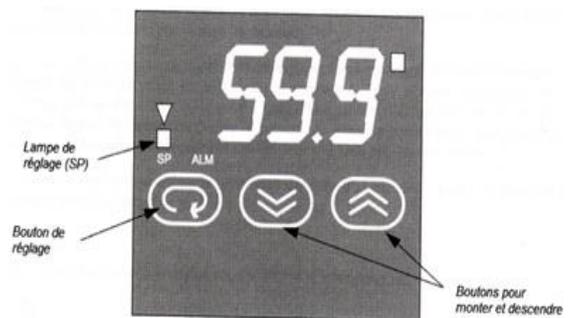


Figure 5 - Régulateur

#### Les mesures de températures

La loi de Gay-Lussac nécessite que le gaz dans l'enceinte soit à une température uniforme en tout point. C'est pour cela, que les parois de l'enceinte sont enroulées d'une résistance électrique et qu'un isolant épais est placé autour. Le transfert de chaleur de l'air dans l'enceinte prendra plus de temps car ce transfert c'est un mélange de conduction et de convection naturelle. Ainsi durant le chauffage la température de la paroi intérieure de l'enceinte est plus haute que la température de l'air à l'intérieur de l'enceinte. Durant l'expérience, vous devrez attendre plusieurs minutes pour que la température de l'air dans l'enceinte soit homogène et stable.

### 1.1 Expérience

#### Objectifs :

Démontrer que la pression et la température d'un gaz dans un volume constant sont directement proportionnelles.

#### Procédure :

1. Vérifiez que la résistance électrique n'est pas alimentée et ouvrez la soupape placée sous l'enceinte, pour que la température dans l'enceinte est la même que celle de l'extérieur.
2. Fermez la soupape
3. Notez la pression et la température moyenne de l'air dans l'enceinte.
4. Utiliser le régulateur pour augmenter la température de la paroi de  $5^{\circ}\text{C}$ . Laissez la température de paroi et la température de l'air se stabiliser (cela peut prendre jusqu'à 10 minutes) et ensuite noter les valeurs

de la pression et de la température moyenne de l'air dans l'enceinte.

5. Répétez la procédure tous les 5°C jusqu'à la valeur de 65°C.

$T_{\text{moy}}(^{\circ}\text{C})$	25	30	35	40	45	50	55	60	65
$T_{\text{moy}}(\text{K})$									
$1/T_{\text{moy}}$									
P									
$P_{\text{th}}$									

**Travail demandé :**

1. A partir de vos résultats créez un graph de la pression en fonction de la température moyenne (en K)  
Faites passer une droite parmi vos résultats et déterminez sa pente.

2. Avez-vous bien obtenu des résultats linéaires confirmant la loi de Gay-Lussac ?

.....  
.....  
.....  
.....

3. Calculez la pression théorique pour chaque température mesurée.

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

4. Ajoutez les valeurs théoriques à votre graph et comparez vos résultats aux valeurs théoriques  
notamment les pentes des droites.

.....  
.....  
.....  
.....

5. Comment pouvez-vous expliquer les différences ?

.....  
.....  
.....  
.....

6. Créez un autre graph qui vous permet de prolonger la droite jusqu'à couper l'axe horizontal afin de  
déterminer la température absolue pour une pression nulle. Comparez avec la valeur théorique  
(0 K ou -273 °C).

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

7. Quelle application de la loi de Gay-Lussac connaissez-vous ?

.....  
.....  
.....  
.....  
.....