

Étude d'une masse gazeuse *Modèle du gaz parfait*

par R. TOURNIER
Lycée Ch. Coulomb - 16000 Angoulême

PRÉSENTATION

Le programme de l'option Sciences Expérimentales en Première Scientifique prévoit, dans le cadre de l'unité U2, l'étude de la loi des «gaz parfaits» - B.O. hors série du 24 septembre 1993 page 55. «La loi des gaz parfaits est introduite sous la forme $PV = nRT...$ ».

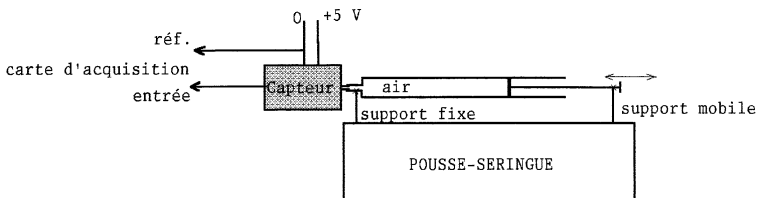
Nous proposons ici d'étudier un gaz (ou plutôt un mélange de gaz puisqu'il s'agit de l'air) de masse constante m . Son volume V subit une augmentation, on relève la pression correspondante P . Sa température T sera considérée comme constante (transformation isotherme) : la variation de volume étant très lente.

On utilise un ordinateur muni d'une carte d'acquisition et d'un logiciel généraliste (Regressi par exemple). Le graphe demandé sera $PV = f(P)$: coordonnées d'AMAGAT. On montre alors que le produit PV n'est pas constant (l'air n'est pas un gaz parfait !) et qu'un des modèles acceptables est de la forme $PV = a + bP$ dans l'intervalle d'étude.

On pourra ensuite étudier une masse m de dihydrogène, de dioxygène, ... et montrer que tous les modèles tendent, aux pressions évanouissantes, vers une même limite qui est celle du gaz parfait.



La masse gazeuse est constituée par de l'air enfermé, à la pression atmosphérique du moment, dans une seringue. Le piston de cette dernière est déplacé par un pousse-seringue récupéré dans le service maintenance d'un CHU. La pression de l'air est mesurée à l'aide d'un capteur de pression (voir informations techniques en Annexe 2). La sortie du capteur est reliée à une entrée analogique d'une carte d'acquisition de données (Candibus) installée sur un micro-ordinateur. Le logiciel utilisé est Regressi.



Le pousse-seringue a un débit réglable. On a choisi un débit de 300 mL/h. La transformation pourra être considérée comme isotherme.

La seringue a une capacité de 50 mL. Au départ le volume d'air enfermé est de 20 mL. Le pousse-seringue travaillera en marche arrière (augmentation du volume, diminution de pression).

La pression initiale de la masse d'air est la pression atmosphérique du moment mesurée à l'aide d'un baromètre (ici 750 mm de mercure). On relève à l'aide d'un voltmètre la tension U_0 correspondante à la sortie du capteur (ici 2,4281 V).

La séquence de commandes à suivre une fois le logiciel Regressi chargé est :

Fichier - Candibus (c'est la carte d'acquisition utilisée) -
 Voies - Nom - «u» - «V» - «tension à la sortie du capteur» -
 Enregistre - Durée - «300» (secondes) - Enregistre - Nombre -
 «10» (points) - Déclenche - Relâché.

Attention : avant de valider mettre en marche le pousse-seringue en marche arrière avec un débit de 300 mL/h.

Valider en fin d'acquisition - Répondre Oui - Arrêter le pousse-seringue.

(tout ce qui est entre guillemets doit être frappé au clavier)

On est alors en mode page (ou tableau). On peut définir :

- les constantes U_0 , Patn (pression atmosphérique normale en Pa), Path (pression atmosphérique normale en mm de mercure), Paex (pression atmosphérique au moment de l'expérience en mm de Hg),

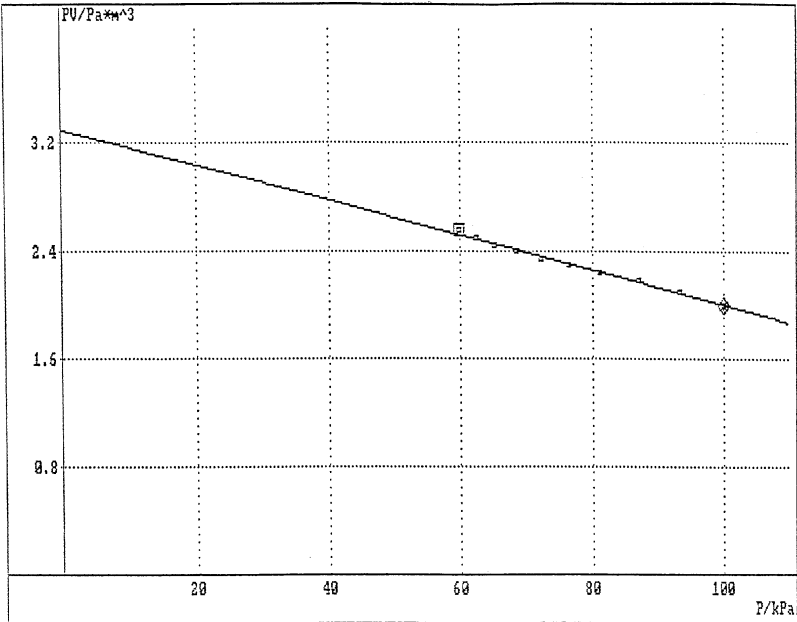
- les variables P_0 (pression atmosphérique au moment de l'expérience ou pression initiale de la masse d'air en Pa), P (pression de la masse d'air à un instant t donné c'est-à-dire pour un volume V), d (débit du pousse-seringue), V (volume de l'air à un instant t donné) et le produit PV (produit pression-volume).

On passe ensuite à : **G**raphe - **C**oordonnées - «**P**» - «**PV**» - **G**raphe - **O**ptions - zéro X inclus - zéro Y inclus.

On demande le modèle par la touche **F9**, on entre la fonction $PV = a + b \cdot P$. Les coefficients a et b sont calculés ainsi que l'écart. Par **F5** on obtient le graphe.

Le compte-rendu obtenu par le menu **E**dition du logiciel **R**egressi figure en Annexe 1.

Annexe 1



U0= 2.4281 Patn= 101.32k Path= 760.00 Paex= 750.00

t : s	t	u	PC	P	d	V	PV
Temps	s	V	P _a	P _a	m ³ /s	m ³	Pa*m ³
u : V							
tension à la sortie du capteur	269.53	1.4535	99.992k	59.938k	93.333n	42.461u	2.5450
PO : Pa	239.69	1.5137	99.992k	63.335k	93.333n	39.974u	2.4919
PO=Patn*Paex/Path	229.74	1.5823	99.992k	65.160k	93.333n	37.479u	2.4421
P : Pa	179.80	1.6600	99.992k	68.361k	93.333n	34.983u	2.3915
pression de la masse d'air à un instant t donné	149.74	1.7500	99.992k	72.065k	93.333n	32.478u	2.3406
P=PO*U/U0	119.85	1.8528	99.992k	76.299k	93.333n	29.987u	2.2880
d : m ³ /s	89.843	1.9715	99.992k	81.189k	93.333n	27.487u	2.2316
débit du pousse-seringue	56.950	2.1150	99.992k	87.097k	93.333n	24.995u	2.1771
d=0.0003/1600	35.003	2.2637	99.992k	93.302k	93.333n	22.500u	2.0993
V : m ³	0	2.4281	99.992k	99.995k	93.333n	20.000u	1.9999
voluma de l'air à un instant t donné							
V=0.00082*d*t							
PV : Pa*m ³							
produit pression-volume							
PV=P*V							
U0 : V							
tension à la sortie du capteur au début de l'expérience (Pat)							
Patn : Pa							
pression atmosphérique normale en Pa							
Path : mm de Hg							
pression atmosphérique normale en mm de mercure							
Paex : mm de Hg							
pression atmosphérique au moment de l'expérience en mm de mercure							

Modèle
PV=a+b*P
a= 3.2870 ±63m b=-12.880u±820n
Ecart relatif sur PV = 0.65%

Montage

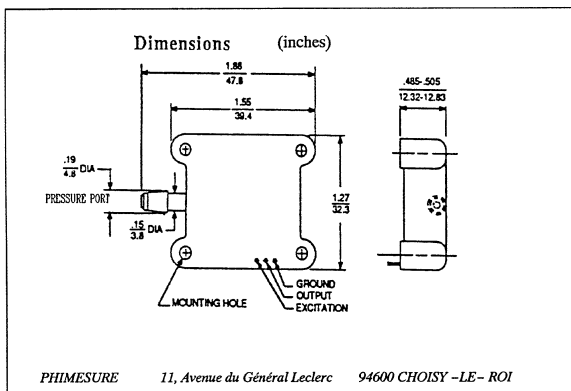
Les trous de montage sont indiqués sur le schéma ci-dessous. Des vis autotaraudantes sont nécessaires pour fixer le XT sur la surface support. Les broches de connexion peuvent traverser le support ou être courbées parallèlement à sa surface. Des précautions doivent être prises pour éviter les actions mécaniques sur le XT.

Repérer les trous de manière précise.

Utiliser le manchon du port de pression.

Un tuyau à air en nylobrade noir 3/16 ID avec une pince (ou une vanne) extérieure peut être utilisée.

Le XT peut être monté dans toutes les positions. Dans la mesure d'une utilisation correcte, en position verticale, le bec peut pointer vers le bas.



Connexion

Les broches sont soudées de préférence en utilisant un fer basse-tension.

Pression / port de pression

La pression doit être compatible avec Valox 420, le ferro-nickel 42 % et le gel silicone Dow Corning Sylgarol. La pression est transmise au diaphragme de silicium par le gel.

Le boîtier en Valox du XT n'est pas étanche. Les éléments internes ne sont pas protégés des liquides ci-celui est immergé.

Ce capteur, monté sur un support enfichable (pas de 38 mm) est vendu au CRES - Centre de Ressources pour l'Enseignement Scientifique - 10, rue Victor Hugo - 86000 POITIERS (Télécopie : 49.41.57.51) au prix de 550 F TTC, franco de port pour le lycée.