

T.P.1 - Démonstrateur DELTALAB Fréon

PREMIÈRE SÉANCE

1 - Introduction

La séance se déroulera en deux parties distinctes :

- La première partie résidera dans la *prise en main du démonstrateur*.
- La deuxième partie consistera en l'*étude de l'influence du débit du fluide frigorigène*.

2 - Description du démonstrateur

Le démonstrateur fonctionne avec 2 circuits distincts (Fig.1) : un circuit d'eau et un circuit de fluide frigorigène, du fréon 12 (dichloro-difluoro-méthane ou R12).



Fig.1 : Démonstrateur DELTALAB

Le démonstrateur étant à l'arrêt :

- Identifier le circuit de l'eau et celui du fluide frigorigène ;
- Repérer les différents éléments constituant le banc et notamment les capteurs et les actionneurs ;
- Réaliser un schéma de principe du démonstrateur au tableau.

3 – Etude 1 : Prise en main du démonstrateur

3.1 Mise en route du démonstrateur

Le banc étant à l'arrêt, suivre la procédure suivante pour le démarrer :

1. Ouvrir l'arrivée d'eau (vanne / robinet sous la table) ;
2. IMPORTANT : Régler le débit d'eau des deux réservoirs afin d'obtenir un débit plus élevé à la source froide (\dot{m}_{sf}) qu'à la source chaude (\dot{m}_{sc}) afin d'éviter la formation d'une trop grande quantité de glace dans la source froide : $\dot{m}_{sf} > \dot{m}_{sc}$;
3. Noter les températures initiales T_i ainsi que les pressions P_i (Tab 3.1) ;
4. Mettre le compresseur sous tension ;
5. Régler le débit de fréon (\dot{m}_f) à une position moyenne.
6. Laisser le banc se stabiliser (environ 20 minutes sont nécessaires pour atteindre l'équilibre) ; durant ce temps relever, **toutes les minutes**, les valeurs des pressions, débits et températures, et les rassembler dans un tableau, accompagnées de leurs incertitudes (Table 3.1).

$T_1 \pm \Delta T$	$T_2 \pm \Delta T$	$T_3 \pm \Delta T$	$T_4 \pm \Delta T$	$T_5 \pm \Delta T$	$T_6 \pm \Delta T$	$T_7 \pm \Delta T$	$P_1 \pm \Delta P$	$P_2 \pm \Delta P$	$\dot{m}_{sf} \pm \Delta \dot{m}$	$\dot{m}_{sc} \pm \Delta \dot{m}$	$\dot{m}_f \pm \Delta \dot{m}$

Table 3.1 – Exemple de tableau de mesures des températures, des pressions et des débits avant et après le démarrage. Chaque mesure doit être accompagnée de son incertitude absolue.

3.2 Principe de fonctionnement du démonstrateur

A partir des données recueillies durant la phase de démarrage, répondre aux questions suivantes :

- Fonctionnement général du démonstrateur

Représenter le schéma explicatif du fonctionnement du démonstrateur : Quelles sont les principales composantes ? Quelles sont les sources de chaleur ?

- Fonctionnement des composants principaux

Description détaillée du fonctionnement des quatre principaux éléments (rôle de chacun, transformations subies par le fluide frigorigène et par les sources de chaleur).

Pour vous aider, essayer de répondre aux questions suivantes :

- ✓ Que pouvez-vous dire de la pression dans le condenseur et de celle dans l'évaporateur lorsque l'équilibre est atteint ?
- ✓ Comment évoluent les températures respectivement du fluide frigorigène et de l'eau dans le condenseur ? Quelles sont les transformations subies respectivement par le fluide et l'eau. Conclure sur l'échange thermique mis en jeu entre le fluide et l'eau ?
- ✓ Comment évolue la température du fluide frigorigène dans l'évaporateur ? Quelle est la transformation subie par le fluide ?
- ✓ Quels sont les rôles joués par l'eau et l'air dans le fonctionnement de votre démonstrateur. Compléter le schéma du principe de fonctionnement.

- Instruments de mesure

Identification des capteurs, de leur positionnement et des grandeurs mesurés.

3.3 Résultats de l'étude 1

A partir des données recueillies durant la phase de démarrage, présenter vos données : tableau de mesures (+ incertitudes), graphiques mettant en avant vos résultats, description des résultats.

Pour vous aider, essayer de répondre aux questions suivantes :

- ✓ Est-ce qu'il y a des valeurs aberrantes ?
- ✓ Est-ce que les valeurs correspondent à ce qui pourrait être attendu ?

- Conclusion

Que pouvez-vous conclure ?

4 – Etude 2 : Influence du débit

4.1 Influence du débit du fluide frigorigène

Dans cette étude expérimentale, seul le débit du fluide frigorigène ($m \$$) sera modifié : réaliser au moins 5 essais en couvrant la plage de valeurs de débits possibles. Pour chacune des conditions, les mesures seront effectuées en régime permanent¹. Relever et rassembler dans un tableau tels que ci-dessous (Table 3.2) :

- Les pressions à l'entrée et à la sortie du compresseur² ;
- Les températures en les différents points du dispositif ;
- Le temps mis par le disque du wattheuremètre pour effectuer un ou plusieurs tours.

	Essais	1	2	3	4	5	6
Wattheuremètre t	Nombre de tour (s)						
Eau							
T_1	°C						
\dot{m}_{sf}	$\text{g}\cdot\text{s}^{-1}$						
T_2	°C						
\dot{m}_{sc}	$\text{g}\cdot\text{s}^{-1}$						
T_3	°C						
R12							
\dot{m}_f	$\text{g}\cdot\text{s}^{-1}$						
Haute pression	bar						
Basse pression	bar						
T_4	°C						
T_5	°C						
T_6	°C						
T_7	°C						

Table 3.2 – Exemple de tableau de mesures du compteur électrique, des débits³, des pressions, et des températures. Chaque mesure doit être accompagnée de son incertitude absolue.

Remarque : Le wattheuremètre comptabilise l'énergie consommée par le compresseur et le ventilateur dont la puissance est estimée à 7 W.

- Résultats

A partir des données recueillies durant l'étude 2 :

- Présenter vos données : tableau de mesures (+ incertitudes).
- Déterminer les puissances thermiques \dot{Q}_f et \dot{Q}_c transférées par le fluide frigorigène⁴ ainsi que la puissance injectée dans le compresseur⁵, \dot{W}_u .
- Représenter sur un même graphique :
 - \dot{W}_u , \dot{Q}_f et \dot{Q}_c en fonction du débit de fréon ($m \$$) ;
 - \dot{Q}_f et \dot{Q}_c en fonction de la puissance injectée dans le compresseur (\dot{W}_u) ;
- Calculer le coefficient de performance du cycle de la pompe à chaleur, β .
- Calculer le coefficient de performance du cycle de Carnot correspondant, β_{rev} , en considérant que la température des sources chaude, T_c , et froide, T_f , est égale à la moyenne entre les températures d'entrée et de sortie de l'eau pour chacune des sources.
- Conclusion

Que pouvez-vous conclure ?

5 - Arrêt du démonstrateur

Une fois les mesures terminées, vous pouvez arrêter le démonstrateur. Pour cela :

1. Mettre le débit du liquide frigorigène à un niveau moyen ($4 \text{ g}\cdot\text{s}^{-1}$) ;
2. Mettre le débit de la source froide à un niveau moyen ;
3. Attendre 15 minutes la stabilisation du dispositif ;
4. Couper l'alimentation électrique ;
5. Attendre 4 à 5 minutes, puis fermer l'alimentation en eau (sous la table).

6 - Incertitudes

Les incertitudes des différents appareils de mesures seront pour ce T.P., les suivantes :

- Pour les thermomètres : $\Delta T = 0,1 \text{ }^{\circ}\text{C}$;
- Pour les manomètres : $\Delta P = \text{une demi-graduation du manomètre considéré}$;
- Pour le débitmètre à eau : $\Delta \dot{m}_e = 0,5 \text{ L}\cdot\text{h}^{-1}$;
- Pour le débitmètre à fréon : $\Delta \dot{m}_f = 0,25 \text{ g}\cdot\text{s}^{-1}$;

Toute valeur présentée sans incertitude sera considérée comme erronée.

¹ Il faut impérativement atteindre l'équilibre thermodynamique !

² Attention la basse pression est mesurée en valeur relative et la haute pression en valeur absolue.

³ La courbe d'étalonnage des débitmètres à bille en tantale (circuit d'eau) est donnée en annexe.

⁴ On pourra considérer que : $\dot{Q}_f = -\dot{Q}_{sf}$ et $\dot{Q}_C = -\dot{Q}_{sc}$

⁵ \dot{W}_u est calculée à partir de la puissance électrique P consommée.

Annexe

Courbe d'étalonnage des débimètres

La figure suivante présente les résultats obtenus au cours des tests d'étalonnage des débimètres à bille de tantale. La courbe rouge permet de déduire la correspondance entre la hauteur de la bille de tantale et le débit d'eau dans les sources.

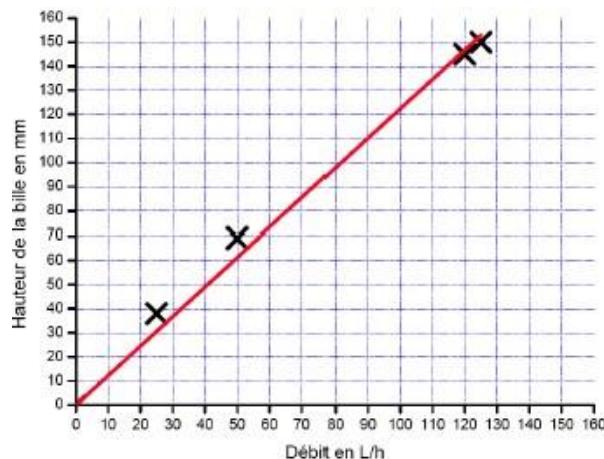


Figure A.1 Hauteur de la bille de tantale en fonction du débit d'eau. Les croix sont les points expérimentaux. La droite en rouge représente le meilleur ajustement linéaire avec ces points.

Attention : la mesure de la hauteur de la bille dans la colonne du débimètre doit être effectuée uniquement à partir du sommet ou de la base de la bille, le centre de la bille étant difficilement accessible à l'œil nu.

Sachant que la bille présente un rayon de 6 mm, si la mesure est effectuée à partir de la base de la bille, on ajoute de 3 mm à la hauteur mesurée, si la mesure est effectuée à partir du sommet de la bille, on ôte 3 mm de la hauteur mesurée.