

# Le danger du « burn out » pendant l'ébullition

## Objectifs

- 1) Prendre connaissance des différents types d'ébullition
- 2) Prendre connaissance du danger du « burn out »

## Expérimentation

L'expérience se fait avec du pentafluorobutane à la place de l'eau. L'avantage du pentafluorobutane est que les phénomènes d'ébullition se produisent à des températures plus basses qui ne sont pas dangereuses pour le banc d'essai.

- 1) Réglage du débit d'eau : mettre le bouton « Pilotage vanne » sur « Pilotée » et ouvrir la vanne sur 40 % à l'aide de la double flèche.
- 2) **Remarque :**
  - \* **Vous êtes en ébullition avec bulles quand les premières bulles apparaissent au niveau de la poutre.**
  - \* **L'appareil coupe l'alimentation électrique à une température de la poutre de 160 °C afin d'éviter une surchauffe de la poutre : vous êtes en ébullition superficielle.**

Établir un tableau avec 8 colonnes :

| Commande variateur<br>de puissance | Puissance<br>(W) | Pression<br>gaz (bar) | Température<br>poutre (°C) | Température<br>liquide (°C) | Forme<br>d'ébullition | $\phi$ | $h_c$ |
|------------------------------------|------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------|--------|-------|
|------------------------------------|------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------|--------|-------|

Régler la puissance de chauffe de la poutre métallique à l'aide de la « Commande variateur de puissance », attendre 10 s (même si les mesures n'augmentent pas encore) et relever à chaque fois les mesures nécessaires pour remplir le tableau<sup>1</sup>

- I en augmentant la « Commande variateur de puissance » de 2,5 % en 2,5 % jusqu'à l'apparition des premières bulles ;
- II ensuite en augmentant la « Commande variateur de puissance » de 2,5 % et de 5 % par rapport au chiffre de la « Commande variateur de Puissance » quand les premières bulles sont apparues ;
- III ensuite en mettant la « Commande variateur de puissance » sur 30 %, 45 % et 60 % ;
- IV ensuite en augmentant la « Commande variateur de puissance » de 2,5 % en 2,5 % jusqu'à ce que la température de la poutre augmente brusquement et que l'appareil coupe l'alimentation électrique. Vous êtes en ébullition superficielle. Dans ce cas reprogrammer la « Commande variateur de puissance » à la dernière

<sup>1</sup> Indiquer dans le tableau pour la forme d'ébullition : « convection naturelle » ou « avec bulles » (l'appareil ne coupe pas l'alimentation électrique) ou « superficielle » (quand la température de la poutre augmente brusquement et l'appareil coupe l'alimentation électrique).

Déterminer à partir de vos mesures le flux thermique surfacique  $\phi$  dégagée par la poutre métallique (à l'aide d'un bilan d'énergie « Énergie introduite dans la poutre = Énergie enlevée de la poutre ») et le coefficient de convection thermique  $h_c$  entre la poutre et le pentafluorobutane. La surface de la poutre métallique est 0,0018 m<sup>2</sup>.

valeur et lire les différentes grandeurs un peu avant que la température de la poutre n'arrive à 160 °C.

V ensuite en diminuant la « Commande variateur de puissance » de 2,5 % en 2,5 % par rapport à la dernière valeur de IV jusqu'à l'apparition à nouveau du régime avec bulles (c'est-à-dire jusqu'à ce que la température de la poutre reste inférieure à 160 °C et que l'appareil ne coupe plus l'alimentation).

VI ensuite en mettant la « Commande variateur de puissance » sur 40 %, 25 %, 10 %, 6 %, 4 % et 2 %.

- 3) Mise hors service du banc d'essai : mettre la « Commande variateur de puissance » sur 0 % et laisser circuler l'eau encore pendant quelques minutes. Ensuite régler le débit d'eau à 0 %.

## **Exploitation des mesures**

- 4) Les différents régimes d'ébullition :

Que se passe-t-il avec la température de la poutre métallique quand l'ébullition passe du régime « convection naturelle » au régime « avec bulles » ? Expliquer ce phénomène.

Que se passe-t-il avec la température de la poutre métallique et la température du pentafluorobutane quand l'ébullition passe du régime « avec bulles » au régime « ébullition superficielle » ? Expliquer ce phénomène. Quel est le grand danger (appelé « burn out ») dans un dispositif d'échange de chaleur au moment où on passe du régime d'ébullition avec bulles au régime ébullition superficielle ? Sachez que la poutre atteindrait 780 °C si le liquide était de l'eau à la place du pentafluorobutane.

Que se passe-t-il avec la température de la poutre métallique et la température du pentafluorobutane quand l'ébullition passe du régime « ébullition superficielle » au régime « avec bulles » ? Expliquer ce phénomène.

- 5) Diagramme  $\Delta\theta/\varphi$  : dessiner dans un diagramme  $\Delta\theta$  (= « Température de la poutre – Température du liquide » comme axe y) en fonction de  $\varphi$  (axe x). Y indiquer les différents régimes d'ébullition.
- 6) Coefficient de convection thermique  $h_c$  : dessiner dans un diagramme  $h_c$  en fonction de  $\varphi$ . Indiquer aussi dans ce diagramme les différents régimes d'ébullition correspondants.
- 7) Quel est le régime adéquat afin de transmettre la chaleur ?
- 8) Synthèse : récapituler ce que ce TP vous a permis d'apprendre.

Fin du TP