



COURBE DE REFROIDISSEMENT DE L'ETAIN (Sn) : CHANGEMENT D'ETAT

OBJECTIFS

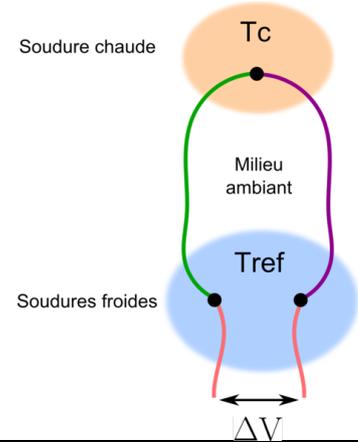
- ✓ Mettre en œuvre de façon modeste une chaîne d'acquisition d'une grandeur physique.
- ✓ Utiliser un thermocouple.
- ✓ Tracer la courbe de solidification d'un solide, observer le palier de refroidissement et en déduire la température de fusion à pression ambiante.

MATERIEL

- ✓ Creuset rempli de d'étain
- ✓ Bec bunsen
- ✓ Thermomètre à alcool
- ✓ thermocouples
- ✓ Verrerie et système de chauffage pour chauffer un petit volume d'eau à 100°C
- ✓ Maquette AO, Alimentation +/-15V
- ✓ Voltmètre, GBF, Boite à décade (1kΩ et 9kΩ)
- ✓ PC avec Eurosmart, Latis-Pro et imprimante
- ✓ Matériel des autres paillasses.

1. RELEVÉ « MANUEL » DE LA COURBE DE REFROIDISSEMENT

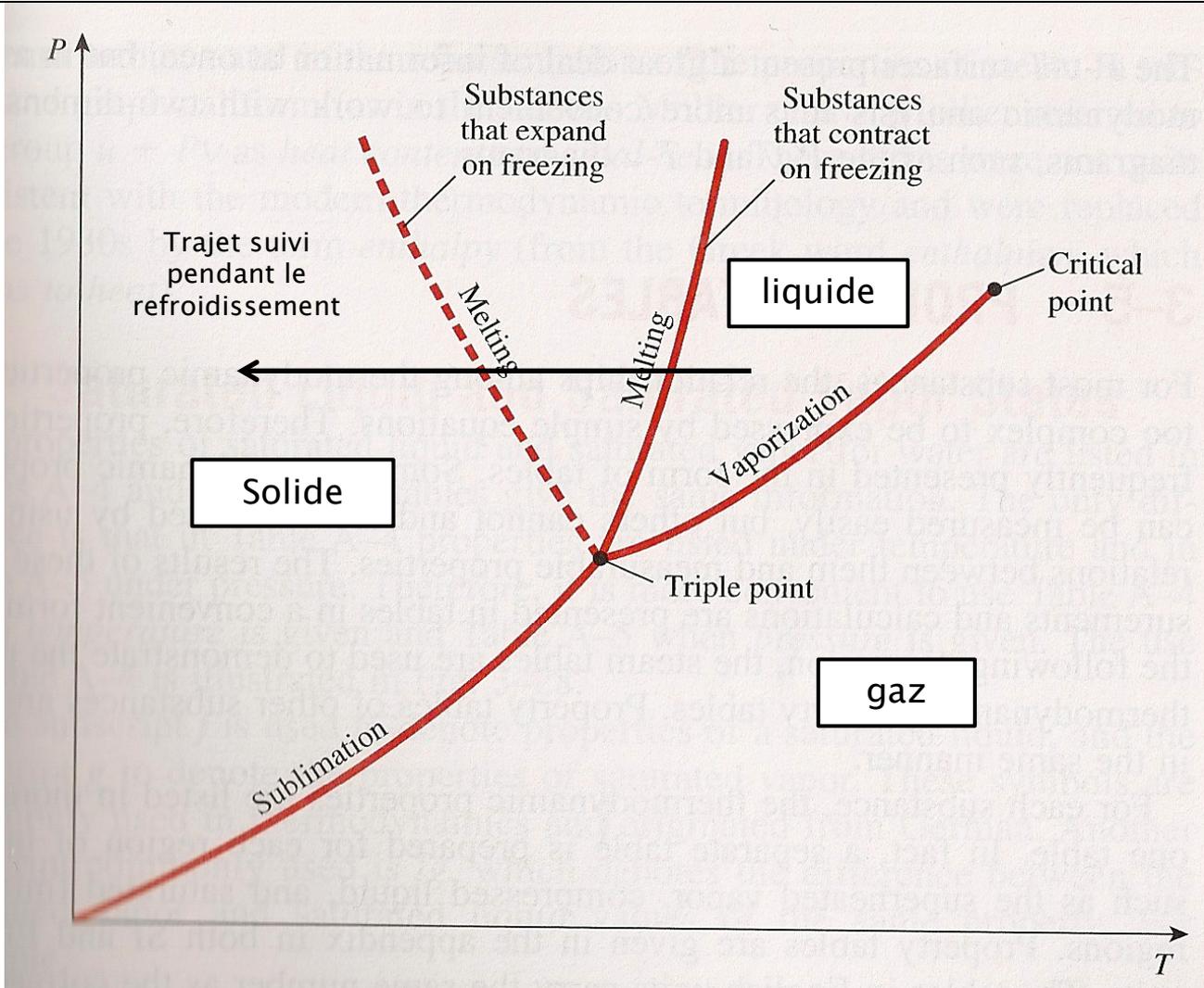
Le thermocouple est un élément électrique qui produit une tension électrique. Un thermocouple se compose de deux fils de différents métaux qui sont soudés au bout. Cette soudure est le joint chauffé. Si ce joint est chauffé, une différence de potentiels ΔV (c'est à dire une tension électrique) apparait. La tension est l'image de la température à l'endroit de la mesure.



1) Faites chauffer le creuset rempli d'étain à une température bien supérieure à la température de fusion de l'étain en utilisant le bec bunsen. Un thermocouple est plongé dans le creuset. On arrêtera de chauffer l'étain liquide quand la tension aux bornes du thermocouple ΔV ne variera plus.

2) Pendant la phase de refroidissement et toutes les 5 secondes environ, relevez la tension ΔV aux bornes du capteur. Vous pouvez remplir directement un tableur avec Latis-Pro $\Delta V = f(\text{temps})$, pensez à sauvegarder régulièrement !

Durant la phase de refroidissement, on se déplace le long de la flèche horizontale indiquée sur le diagramme P-T suivant (cf. cours de thermodynamique) :

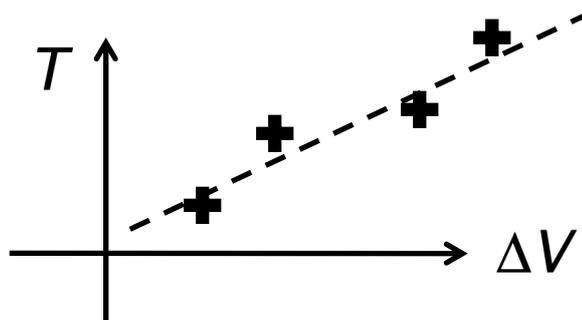


2. ETALONNAGE DU CAPTEUR



Etalonner un capteur consiste à donner la relation qui lie la grandeur d'entrée, ici la température T à la grandeur de sortie, ici la tension ΔV soit $T = f(\Delta V)$

- ✓ Proposez et mettez en oeuvre un protocole, à partir du matériel disponible, pour obtenir plusieurs points d'étalonnages (au minimum trois...).
- ✓ A partir de ces mesures, et pour **votre** capteur, tracez $T = f(\Delta V)$ à l'aide de Latis-Pro.
- ✓ Modélisez la courbe obtenue et donnez la relation qui lie la tension ΔV à la température T .



3. COURBE DE REFROIDISSEMENT ET CHANGEMENT D'ETAT

1)  A partir de la courbe d'étalonnage $T = f(\Delta V)$, tracez la courbe de refroidissement $T = f(\text{temps})$ sous Latis-Pro.

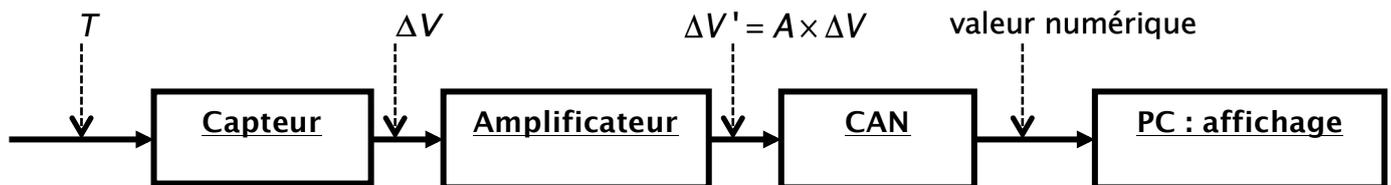
2) 

✓ Expliquez la forme du graphe, dit de refroidissement, ainsi obtenu.

✓ Définissez la température de solidification et donnez sa valeur pour l'étain. Comparez la à la valeur tabulée. Conclure.

4. ACQUISITION AUTOMATIQUE DE LA COURBE DE REFROIDISSEMENT

On va retracer, mais cette fois ci automatiquement la courbe de refroidissement de l'étain. Avec l'interface Eurosmart pilotée par Latis-Pro, on peut acquérir la valeur de la tension à la sortie du capteur en fonction du temps. Voici le synoptique de la chaine de mesure :



✓ **Capteur** : Le thermocouple transforme le signal physique T entre une tension ΔV .

✓ **Amplificateur** : Il amplifie la tension d'un facteur $A \Rightarrow \Delta V' = A \times \Delta V$. Ce bloc permet ainsi d'augmenter la sensibilité de la chaîne de mesure.

✓ **Convertisseur Analogique Numérique CAN** : Il transforme la tension qui est analogique en une grandeur numérique exploitable par un PC

CAPTEUR

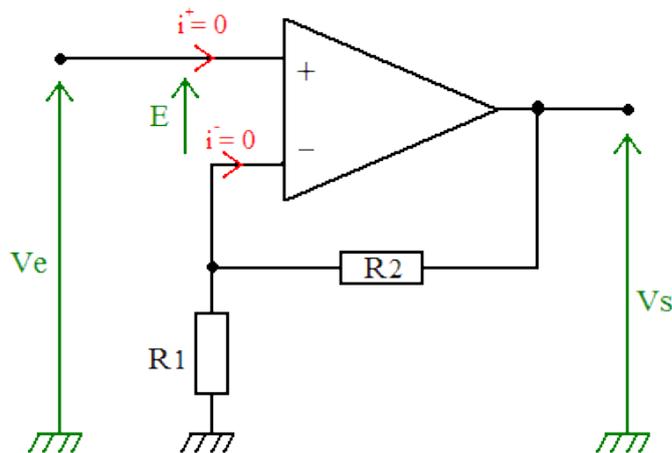


1) Rappelez la relation $T = f(\Delta V)$.

AMPLIFICATEUR



2) Le schéma du montage est le suivant : Il s'agit d'un montage amplificateur non inverseur. Ce montage fait appelle à un amplificateur opérationnel (AO ou ALI). Ce dernier est un circuit intégré complexe constitué de résistances, de condensateurs, de transistors etc... Pour nous, de façon beaucoup plus simple, l'AO est une « boîte noire » qui permet de réaliser diverses opérations mathématiques sur les signaux électriques : amplification, sommation, intégration, dérivation, comparateur...(cf. cours de PT). Il possède deux bornes d'entrée et une borne de sortie ainsi que deux bornes d'alimentation : +15 V et -15 V. En effet il s'agit d'un composant actif.



- ✓ Repérez sur le câblage la borne d'entrée où on applique la tension V_e . Repérez sur le câblage la borne de sortie. Réalisez le montage avec $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$ et $R_2 = 9 \text{ k}\Omega$.
- ✓ Appliquez sur l'entrée, une tension nulle et vérifiez que la tension V_s en sortie est bien nulle. Si ce n'est pas le cas appelez le professeur qui règlera l'offset.
- ✓ A l'aide du GBF, appliquez à l'entrée une tension continue (qui variera entre 0 V et 2 V), mesurez la tension de sortie et complétez le tableau suivant :

V_e									
V_s									

- ✓ Tracez la courbe $V_s = f(V_e)$ à l'aide de Latis-Pro et en déduire le coefficient d'amplification A commentez-la. On peut montrer que $V_s/V_e \equiv A = (R_1 + R_2)/R_1$. Vos résultats sont-ils en accord avec cette relation ?

- ✓ A partir de quelle tension V_e , le phénomène de saturation apparaît-il en sortie ?

ACQUISITION

3) 

Reliez la sortie du thermocouple à l'entrée du montage amplificateur et la sortie de l'amplificateur à l'interface Eurosmart. Avec Latis-Pro programmez une acquisition automatique pour relever 50 points environ sur une durée de **10 min** environ afin de tracer $\Delta V' = f(\text{temps})$

EXPLOITATION

4)  + 

- ✓ A l'aide de la fonction d'étalonnage du capteur $T = f(\Delta V)$, de la connaissance de l'amplification A , tracer la courbe de refroidissement sur Latis-Pro $T = f(\text{temps})$.
- ✓ Comparer à la courbe obtenue par la méthode « manuel».