

**Titre :** Montage : Transition de phase

**Présentée par :** Théo Le Bret  
Aeschlimann

**Rapport écrit par :** Raphael

**Correcteur :** Erwan Allys – Ludivine Oruba

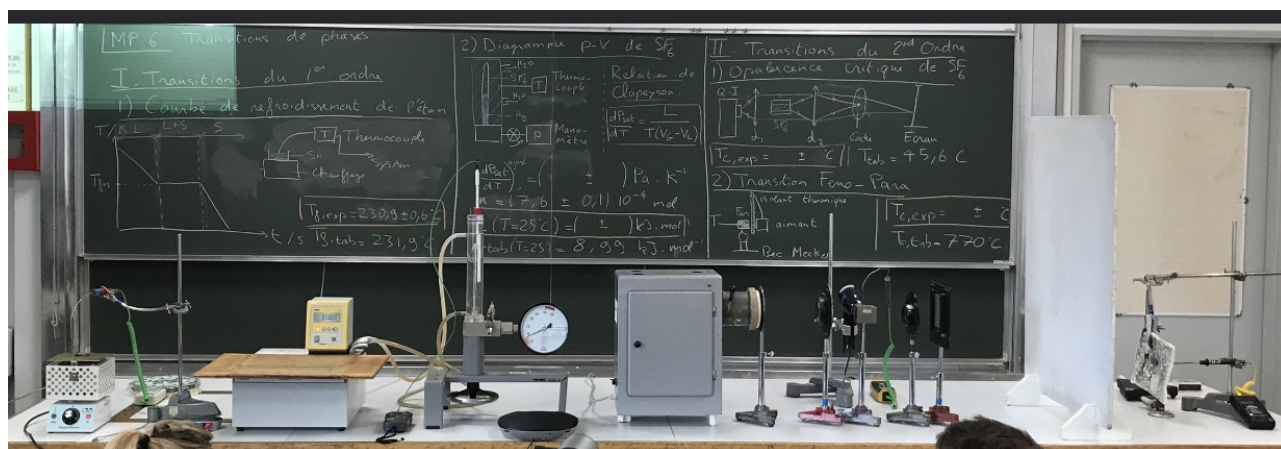
**Date :** 19/02/21

## Bibliographie

Titre	Auteurs
Physique expérimentale	Lidon, Thibierge
Poly TP Transitions de phase	

## Plan détaillé

(indiquer parties, sous-parties, 1 ou 2 phrases d'explications par sous-partie, et références)



### Intro

Les transitions de phases. Il y a une universalité du phénomène malgré des domaines d'application très variés.

I

Manip de la température de fusion de l'étain. On chauffe jusqu'à fusion, puis on coupe le chauffage et on lance l'acquisition automatisée de la courbe de refroidissement. On y revient donc plus tard le temps que la courbe se fasse.

II

Hexafluorure de soufre et mercure dans une colonne thermostatée par un bain d'eau. On augmente le niveau du mercure dans la colonne, poussant ainsi l'hexafluorure de soufre. En diminuant le volume en faisant remonter la colonne de mercure (la lecture se fait avec le bas du ménisque du mercure), on augmente la pression. On mesure l'évolution de la pression en fonction du volume accessible. On cherche à observer le plateau de pression

lors de la transition de phase entre liquide et solide. On prend donc plusieurs points successifs en fonction de la hauteur de la colonne de mercure proportionnelle au volume accessible. On fait ça pour plusieurs isothermes en préparation. On remonte à la mesure de  $P_{\text{sat}}$ , en regardant le plateau. On relève le volume d'entrée et de sortie du palier pour remonter au volume molaire du gaz et du liquide. On voit la transition de phase avec le palier lors de la coexistence liquide-gaz, puis la rupture de pente brutale due à la compressibilité beaucoup plus faible de la phase liquide. En utilisant la relation de Clapeyron au tableau, on obtient la chaleur latente de la transition en fonction de la température et on vérifie sa dépendance linéaire avec  $T$ .

Le relevé d'un isotherme complet devant le jury à 36 °C avec 5 isothermes en préparation 4 avant et un après la température critique. Attention il est nécessaire d'attendre que la pression se stabilise lors du plateau de transition de phase. Prendre les mesures par température croissante car le bain thermostaté à une énorme inertie thermique. Le calcul de la quantité de matière de  $\text{SF}_6$  se fait à basse pression avec la loi des gaz parfait.

### III

La cellule Leybold contient une quantité de  $\text{SF}_6$  de manière à ce qu'à la température critique  $T_c$ , elle atteigne la pression critique  $P_c$ . On éclaire la cellule dans les conditions de Fraunhofer et l'on met un masque circulaire dans le plan de Fourier (plan image de la source) pour supprimer les basses fréquences spatiales et ne conserver que les hautes fréquences c'est-à-dire les variations brusque de contraste correspondant à l'interface et les mouvements de convection. On observe à l'approche du point critique, la disparition du ménisque. Au point critique, il n'y a plus de chaleur latente de changement d'état. Il s'agit d'une transition du 2nd ordre. Attention à utiliser le sèche cheveu à puissance maximale et exposer qu'une seule des arrivées d'air pour avoir un chauffage optimal. La température est prise avec un thermocouple via un petit trou sur le dessus de la colonne. La température critique attendu est de 46,5 °C, on la mesure en repérant la disparition du ménisque.

### IV

On mesure la température de Curie de la transition ferromagnétique-paramagnétique. Incertitude importante de 5 °C due à la nature de la mesure. Plus simple à repérer lors du refroidissement.

Ouverture sur l'universalité des concepts abordés et sur la métastabilité observée lors du refroidissement de l'étain.

## Questions posées par l'enseignant (avec réponses)

*(l'étudiant liste les questions posées, ainsi que les réponses données par l'enseignant. Si certaines réponses manquent, l'enseignant pourra compléter le document)*

**-Expliquez la surfusion.** Il s'agit d'un état d'équilibre instable qu'une faible perturbation peu briser.

**-Vous avez parler d'équilibre monovariant.** En calculant la variance il apparait qu'un seul parametre est libre dans cet équilibre.

**-L'existence d'un plateau, ça veut dire que la réaction est exothermique, pourquoi ?** Le système "refroidit", il perd de la chaleur au cours du temps donc si il y a un plateau c'est que quelque chose compense cette perte : la transition de phase. Elle fournit donc de l'énergie : exothermique

**-Pourquoi faut-il retirer la couche d'oxyde d'étain sur le dessus ?** Pour pouvoir observer la surfusion et éviter la nucléation hétérogène. Aussi pour éviter d'encrasser le thermocouple

## II

**-Pourquoi SF6 et pas eau ?** Point critique à des pressions et températures pratiques pour un labo. De plus pas toxique

**-Peut-on observer un état métastable dans cette manip ?** Non car les perturbation mecaniques (vibration etc) l'empêcheraient. Peut-être un retard à la condensation. (non a priori).

**-Autre manière de calculer une chaleur latente de vaporisation ?** Manière plus directe avec l'azote liquide : on mesure la différence de masse au cours du temps, avec et sans chauffage. On remonte à la chaleur latente.

**-Comment s'appellent ces procédés de mesure ?** Calorimétrie

**-Quel thermomètre utilisé ?** Un thermocouple. Retour sur les plateaux des diagrammes PV

**-Pourquoi on n'a pas des plateaux bien droits ?** On n'a pas attendu assez longtemps

**-Comment tu as mesuré les volumes molaires de gaz et de liquide ?** Pour le gaz on utilise  $PV=nRT$  à basse pression courbe de Amagat.

**-Dans quelle approximation on peut écrire que la relation de Clapeyron est linéaire ?** Approximation d'Ellingham  $C_p$  et  $C_v$  sont indépendant de  $T$

**-Comment on peut distinguer avec précision un liquide d'un gaz ?** Le volume n'occupe pas tout l'espace.

**-Est-ce qu'on peut distinguer dans l'absolu un liquide d'un gaz ?** Non en pratique on peut passer continument de l'un à l'autre en contournant le point critique.

## III

**-Pourquoi pas faire la manip avec le montage précédent ?** L'échantillon n'est pas assez pur, le thermostat n'est pas parfait. La cellule est construite avec exactement la bonne quantité de matière.

**-C'est quoi l'opalescence critique ?** Au point critique la longueur caractéristique des fluctuations de densité diverge et atteint une valeur macroscopique très grande devant la longueur d'onde. On a alors de la diffusion.

## Chariot surprise : Mesure d'une induction mutuelle

Principe relativement bien exposé. Montage à un générateur et mesure de la tension induite dans le circuit secondaire.

## Commentaires lors de la correction de la leçon

*(l'étudiant note les commentaires relatifs au contenu de la leçon : niveau, sujets abordés, enchaînement, réponses aux questions, etc. **L'enseignant** relit, et rectifie si besoin)*

Le diagramme PV peut être mis sur diapo

Trop de chose sont traité numériquement et ça rend confus la présentation : prendre plus le jury par la main, **il y avait trop de courbes dans la manip II. Clarifier au maximum, pour que le jury comprenne bien ce que vous faites !**

**Pour la manip III : Mettre le seche cheveu à l'avance à faible puissance pour gagner du temps (et le diriger vers un seul des deux trous du boitier, pour optimiser la circulation !)**

Peut être mettre le Sn à la fin en partie 3. (Éventuellement à sacrifier)

Très bonne transition I vers II. **Rappelons que le montage doit afficher une trame (il ne faut pas qu'il se résume à une succession de manips)**

Essayer de prendre des points dès qu'on explique la manip, **pour gagner du temps**

**Remarque :** La différence liq/vap pas bien def. Ce n'est clair qu'à la frontière de coexistence des deux phases.