

Principe de l'analyse thermique

1.1 Introduction

L'analyse thermique est une série de techniques qui mesure l'évolution, en fonction de la température, du temps et de l'atmosphère, d'une grandeur physique ou chimique d'un matériau minéral ou organique.

L'analyse thermique est largement utilisée à la fois en contrôle qualité et dans les applications de recherche sur les produits industriels :

- Génie des procédés de matériaux (modification des structures et des formes), génie climatique et bâtiment (production, stockage et isolation du chaud ou de froid), aérospatial et aéronautique (protection thermique), électronique (propriétés de conduction, protection des composants, capteurs nano- et microélectronique), agriculture et agroalimentaire (production et conservation des aliments, cuisson), pharmacie (production et conservation)...

La température traduit l'entropie d'un système. Elle est l'une des grandeurs qui caractérisent l'état d'un corps à l'équilibre thermodynamique et se mesure à l'échelle macroscopique. Dans son sens le plus commun, elle s'exprime en présence d'un grand nombre de particules car elle est générée par l'interaction des particules entre elles : vibration des atomes dans les solides et agitation moléculaire dans les liquides et les gaz.

Il existe plusieurs types d'analyse thermiques, le tableau 1 présente quelques exemples.

Tableau 1. Exemple de techniques d'analyse thermique

Technique	Paramètre mesuré	Instrument utilisé
Thermogravimétrie (TG)	Masse	Thermo balance
Analyse Thermique Différentielle (DTA)	Différence de températures	Appareil DTA
Calorimétrie Différentielle Programmée (DSC)	Différence de flux de chaleur	Calorimètre DSC
Analyse Thermomécanique (TMA)	Volume ou longueur	Dilatomètre

1.2 L'analyse thermogravimétrique (ATG)

En anglais: *thermogravimetric analysis* (TGA), est une technique d'analyse thermique qui consiste en la mesure de la variation de d'un échantillon en fonction du temps, pour une ou un profil de température donné.

1.2.1. Dispositif expérimental

Les mesures s'effectuent à l'aide de thermobalance qui comporte trois parties fondamentales:

- La balance pour la pesée,
- Le four,
- Le dispositif d'enregistrement.

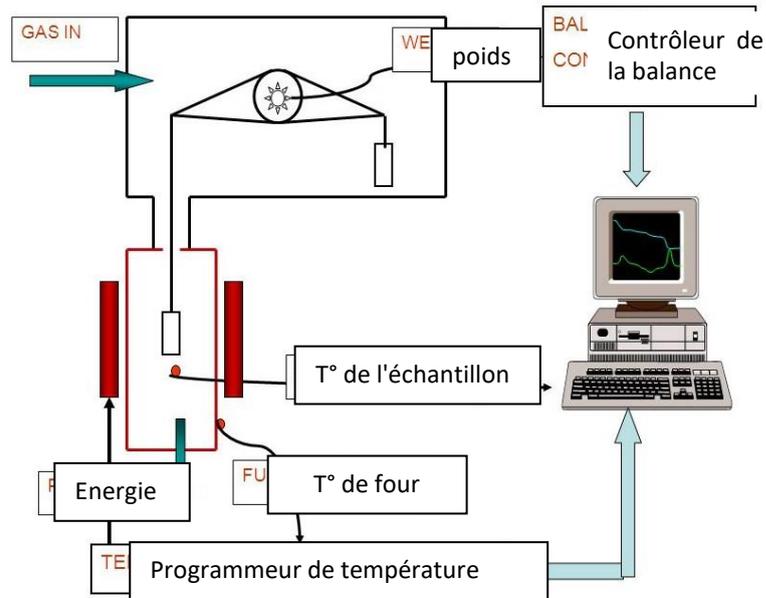


Figure 1.1 Présentation schématique d'un dispositif d'analyse thermogravimétrique

1.2.2. Résultats

Les résultats d'une expérience se traduisent par le tracé d'une courbe thermogravimétrique où la masse de l'échantillon est portée en ordonnée et le temps en abscisse.

1.2.3. Applications

On fait appel à cette technique pour:

- Déterminer la stabilité thermique d'un composé,
- Connaitre l'hydratation des composés;
- Isoler les phases intermédiaires qui prennent naissance pendant le traitement thermique;
- Déceler d'éventuelles impuretés;
- Suivre une oxydation ou une réduction.

1.3 Analyse thermique simple

1.3.1 But de l'ATS

Tracé de la courbe donnant, la variation de la température d'un corps préalablement chauffé, en fonction du temps.

1.3.2 Utilisation

L'étude des transformations liquide-solide permet de:

- Tracer les liquidus et solidus des diagrammes d'équilibre;
- Déterminer la composition d'un alliage.

1.3.3 Principe général du dispositif de mesure

Un creuset contenant le métal ou l'alliage est placé dans un four.

Un couple thermoélectrique est relié à un enregistreur. Il permet de tracer la courbe donnant la variation de température en fonction du temps.

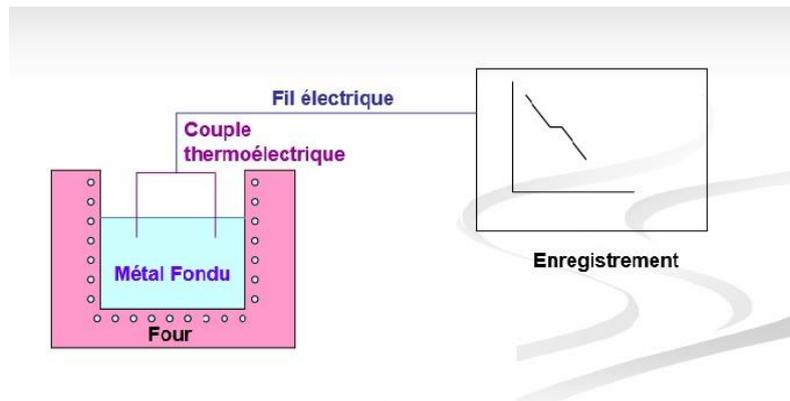


Figure 1.2 Schéma du dispositif de mesure de l'ATS

1.3.4 Les capteurs de température (Thermocouples)

L'effet Seebeck est un effet thermoélectrique, découvert par le physicien allemand Thomas Johann Seebeck en 1821. Celui-ci remarqua que l'aiguille d'une boussole est déviée lorsqu'elle est placée entre deux conducteurs de natures différentes et dont les jonctions ne sont pas à la même température T , figure 1.3.

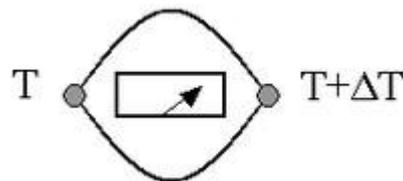


Figure 1.3 L'effet Seebeck

Les capteurs de température sont des dispositifs, grâce à l'effet Seebeck, permettent de transformer l'effet du réchauffement ou du refroidissement sur leurs composants en signal électrique. Ces capteurs de température sont dits " Thermocouple".

Si on réunit à une extrémité deux fils métalliques de natures différentes et que l'on élève la température de cette extrémité, il apparaît une tension e_{AB} aux extrémités restées libres suite à un courant électrique dans ce circuit. Il est possible de déterminer la température de l'extrémité chauffée à partir de la mesure de e_{AB} .

On appelle :

Soudure chaude : Jonction de l'ensemble thermocouple soumis à la température à mesurer : c'est la jonction Capteur.

Soudure froide : Jonction de l'ensemble thermocouple maintenu à une température connue ou à 0 °C : c'est la jonction Référence.

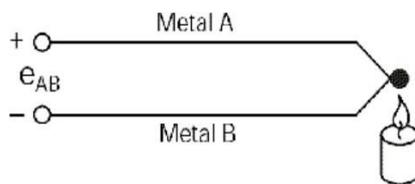


Figure 1.4 Principe de fonctionnement d'un thermocouple

