

Chapitre 3 :***Diagramme de phase***

- **Objectifs spécifiques :**
 - Connaitre les phases d'un élément chimique en différentes températures.
 - maîtriser la lecture d'un diagramme de phase et comprendre sa construction

- **Pré-requis :**

Niveau BAC, notions élémentaires de chimie

- **Éléments de contenus :**
 - 1. introduction*
 - 2. Définitions*
 - 3. Diagramme de phases d'un corps pur*
 - 4. Diagramme binaire et ternaire*

CHAPITRE V

DIAGRAMME DE PHASE

1. Introduction

Les métaux purs sont très rarement utilisés dans les constructions industrielles car ils présentent souvent des caractéristiques mécaniques très limitées. La plupart des matériaux de construction sont constitués de différents éléments : on parle alors d'alliages.

Lorsque ces éléments ne sont que partiellement miscibles, le matériau est constitué de plusieurs phases de structures cristallines et de compositions différentes. Il en résulte une influence très importante sur les caractéristiques mécaniques du matériau et son comportement.

L'étude de la microstructure du matériau consiste à déterminer la nature des différentes phases en présence, leur proportion et leur constitution. Cette analyse se fait à partir des diagrammes d'équilibre de phases qui traduisent les états d'équilibre entre les différentes phases.

2. Définitions

2.1. Phase

On appelle phase toute partie homogène d'un système qui peut être dans un état gazeux, liquide, solide amorphe ou solide cristallisé

2.2. Diagramme de phase

Le diagramme de phase est une « carte » représentant l'état d'un système (corps pur ou mélange de corps purs), pour des conditions de pression, de température ou de composition donnée.

2.3. Alliage

Initialement, le terme d'alliage était réservé aux métaux. Dans ce cadre, un alliage est une combinaison d'au moins deux éléments dont l'un est métallique, par exemple le fer. Les autres éléments peuvent être soit métalliques, soit non métalliques, par exemple le carbone.

Par extension, il est possible de parler d'alliages pour les céramiques ainsi que pour les polymères.

On dit d'un alliage qu'il est binaire s'il combine uniquement deux éléments (Fe-C), et ternaire s'il combine trois éléments (Fe-C-Ni). Dans la plupart des cas, les alliages associent souvent

plus de trois éléments afin de présenter un bon compromis entre les différentes caractéristiques mécaniques (Fe-C-Ni-Cr-Mo).

2.4. Constituants

Les éléments constitutifs de l'alliage sont appelés constituants de l'alliage. L'alliage est alors défini par la nature de ses constituants et par leur concentration. Ils sont repérés par leur symbole chimique. La proportion d'un constituant B peut être définie soit par sa concentration massique :

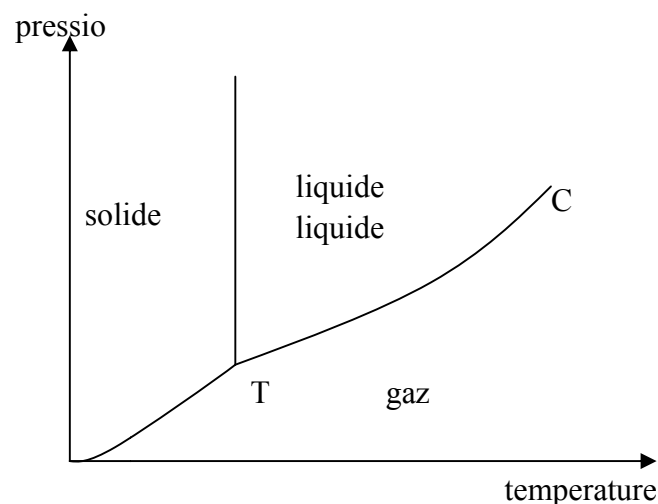
$$m_B\% = \frac{\text{masse de l'élément B}}{\text{masse de l'alliage}} \times 100$$

soit par sa concentration atomique ou molaire :

$$x_B\% = \frac{\text{nombre d'atomes de B}}{\text{nombre d'atomes de l'alliage}} \times 100$$

3. Diagramme de phases d'un corps pur

Un corps pur peut être présent sous plusieurs formes : solide liquide ou gazeux, selon la pression et la température. Généralement, à l'équilibre, le corps pur n'existe que sous une seule forme pour une pression et une température données, mise à part à son point triple (coexistence des trois phases) et au-delà du point critique (coexistence gaz-liquide à haute pression et haute température). Comme ici la notion de phase est identique à celle d'état, on parle parfois de diagramme de changement d'état.



Exemple d'un diagramme de phase de corps pur : l'eau

4. Diagramme binaire et ternaire

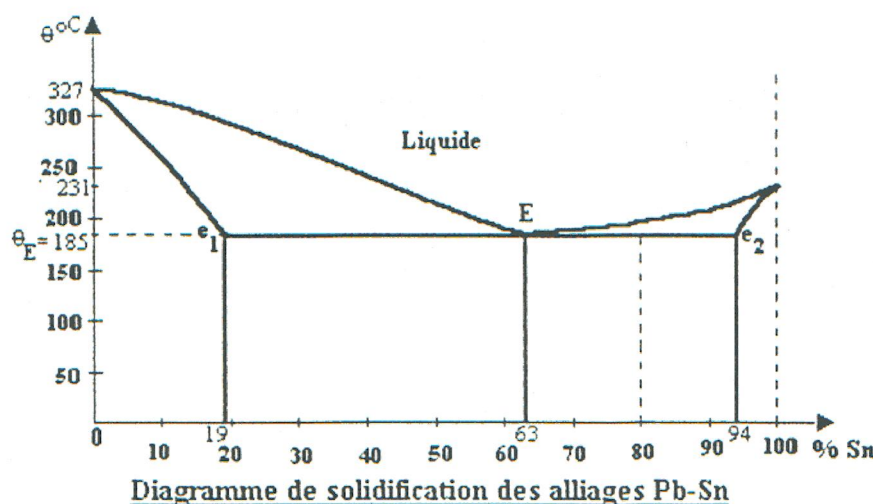
Lorsque l'on a un composé de deux corps purs, le système peut être sous plusieurs formes :

- Entièrement solide, chaque corps cristallisant séparément ;
- Entièrement solide, les deux corps étant parfaitement mélangés sous la forme d'un composé défini, appelé « eutectique », « eutectoïde », péritectique ou péritectoïde selon la manière dont il se décompose en chauffant ;
- Mélange solide-liquide ;
- Entièrement liquide, sous la forme de deux liquides non miscibles (émulsion), ou d'un seul liquide parfaitement homogène (une seule phase) ;
- Mélange liquide-gaz (aérosol, ou bien gaz au-dessus d'un liquide) ;
- Gaz (un gaz est toujours homogène pour de faibles variations d'altitude).

Les états ci-dessus sont composés soit d'une phase unique (par exemple liquides miscibles ou gaz), soit de plusieurs phases hétérogènes. On peut tracer de même l'état d'un système en fonction de la pression, de la température et de la composition.

Lorsque l'on a n corps purs, on a n concentrations, soit $n+1$ paramètres indépendants : On a en plus la pression et la température, mais comme la somme des concentrations vaut 100 %, une des concentrations ne "compte pas" puisqu'elle peut se déduire des autres. Il faudrait donc un diagramme à n dimensions (3 dimensions pour deux corps purs, 4 dimensions pour trois corps purs...). Pour simplifier l'étude, on fixe un ou plusieurs paramètres afin de tracer un diagramme à deux dimensions ; on considère souvent les diagrammes suivants :

- Pour une composition donnée, le diagramme de phase pression-température (P,T), similaire à ce qui a un diagramme de corps pur ;
- Pour une pression donnée et deux corps purs, le diagramme binaire composition-température (c,T) ;



- Pour une pression et une température données et trois corps purs, le diagramme ternaire (c_1, c_2), c'est à dire la phase en fonction de la composition ; par habitude, et bien que l'on ait $c_3 = 1 - c_1 - c_2$, on trace ce diagramme dans un triangle équilatéral (c_1, c_2, c_3)

