

### Introduction

Un diagramme de phases (ou diagramme d'équilibre) permet de résumer les constitutions d'équilibre d'un système d'alliage. Un diagramme de phases permet de prédire, pour un mélange donné, la constitution des phases en présence, en équilibre les unes avec les autres. Deux facteurs physiques ont une influence sur la nature et la composition des phases présentes : (1) la température qui joue un rôle particulièrement important lors de la coulée et dans les modifications des propriétés mécaniques des alliages dentaires, et (2) la pression qui est habituellement négligée car elle n'a d'influence qu'à des niveaux extrêmement élevés.

Deux types de transformations peuvent être retrouvés dans les diagrammes de phases. L'étude des transformations liquide-solide donne les diagrammes de solidification. L'étude des transformations solide-solide permet de prédire les propriétés d'un alliage après traitement thermique.

### Construction d'un diagramme de phases

Les diagrammes de phases binaires sont les diagrammes les plus simples à établir. Les courbes du diagramme de phases déterminent :

- (1) les limites de domaines dans lesquels peuvent exister des phases,
- (2) la composition,
- (3) les proportions de ces différentes phases.

On peut construire (établir) un diagramme de phase à l'aide de plusieurs techniques/méthodes, et la plus connue parmi eux, on cite la solidification

### Solidification :

Lorsqu'un métal pur en fusion est refroidi, sous pression constante (pression atmosphérique par exemple), le changement de phase s'effectue toujours à une température fixe : le point de fusion. Au point de fusion, les deux phases liquide et solide coexistent. La détermination d'un diagramme de phase s'effectue en enregistrant la courbe de refroidissement (CRISTALLISATION) qui se représente par la température en fonction du temps.

Les figures 1 et 2 représentent en respectivement les courbes de refroidissements pour un métal pur (100% de A) et un mélange entre A et B (alliage A-x%B). On peut dire qu'il y a une seule différence entre les deux courbes, localisée dans l'intervalle de solidification (liquide + solide). Pour un métal pur (fig. 1), l'intervalle de solidification se représente par une ligne droite (palier) par contre, pour un alliage il se représente par une ligne pas droite. Ceci est dû à la vitesse de refroidissement (lente pour un métal pur et un peu plus grande pour un alliage).

Figure 1 : courbe de refroidissement d'un métal pur

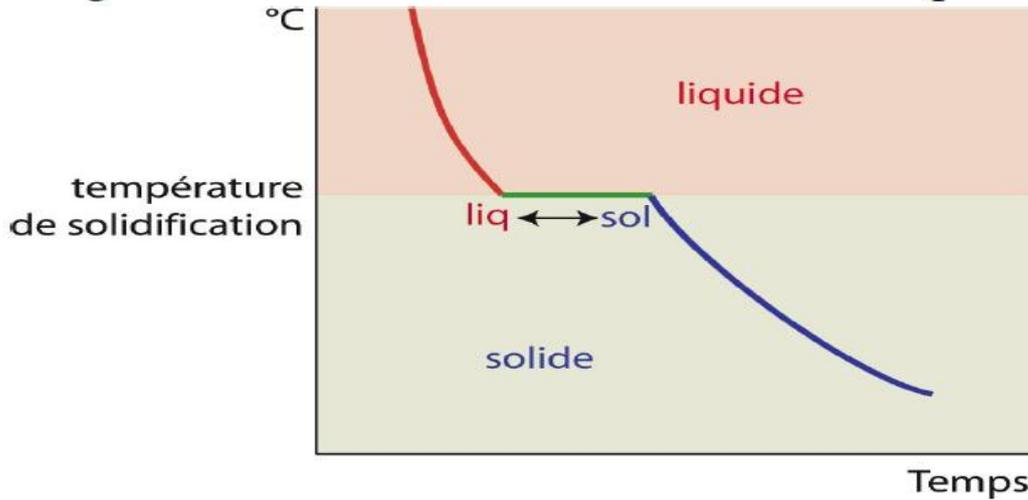
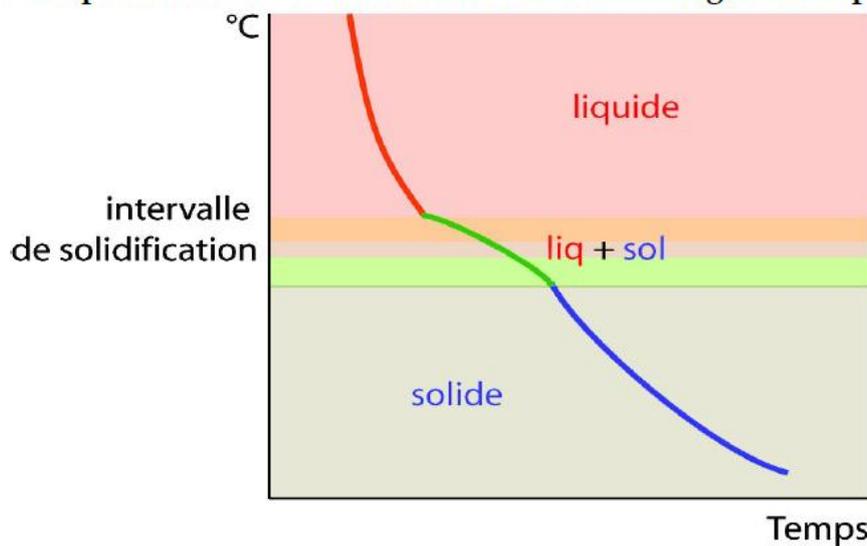
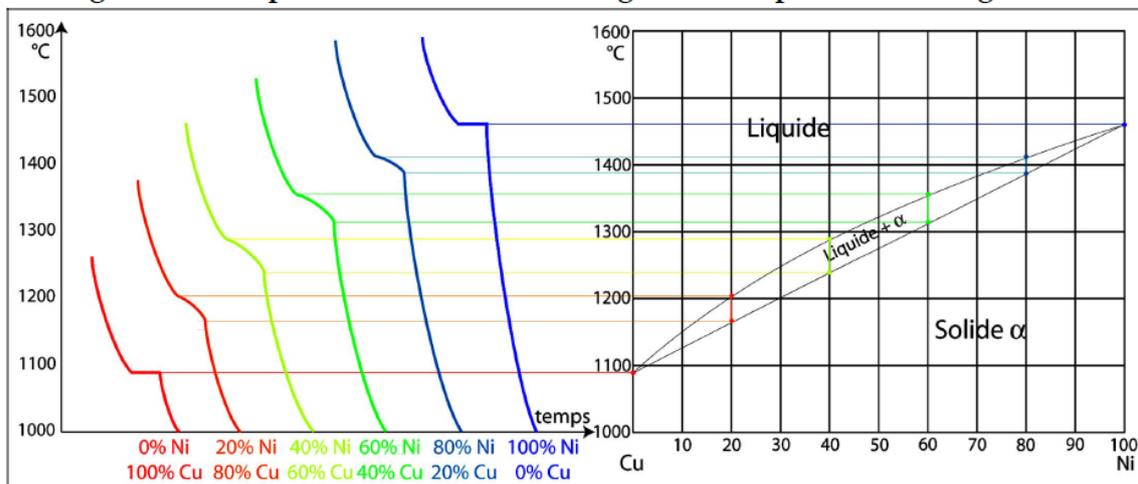


Figure 2 : Exemple de courbe de refroidissement d'un alliage de composition AB



Pour construire le diagramme de phase d'un alliage binaire A-B, il suffit d'enregistrer les courbes de refroidissement pour chaque concentration de B dans A en partant de A, métal pur jusqu'à B, métal pur (exemple **figure 3**).

Figure 3 : Exemple de construction du diagramme de phase de l'alliage CuNi

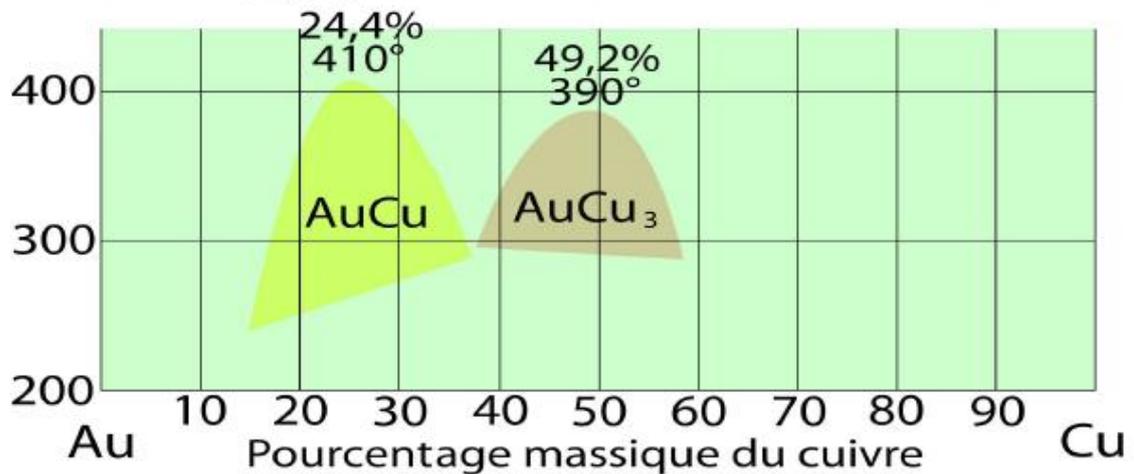
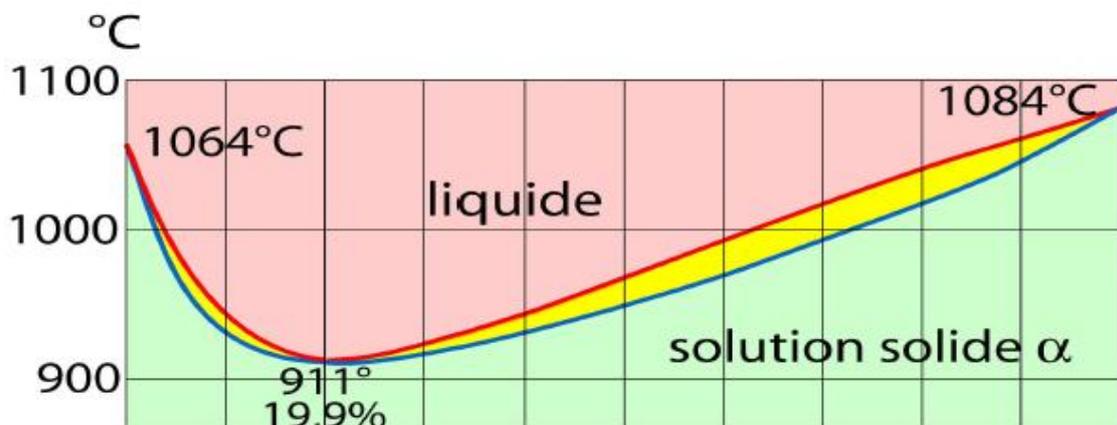
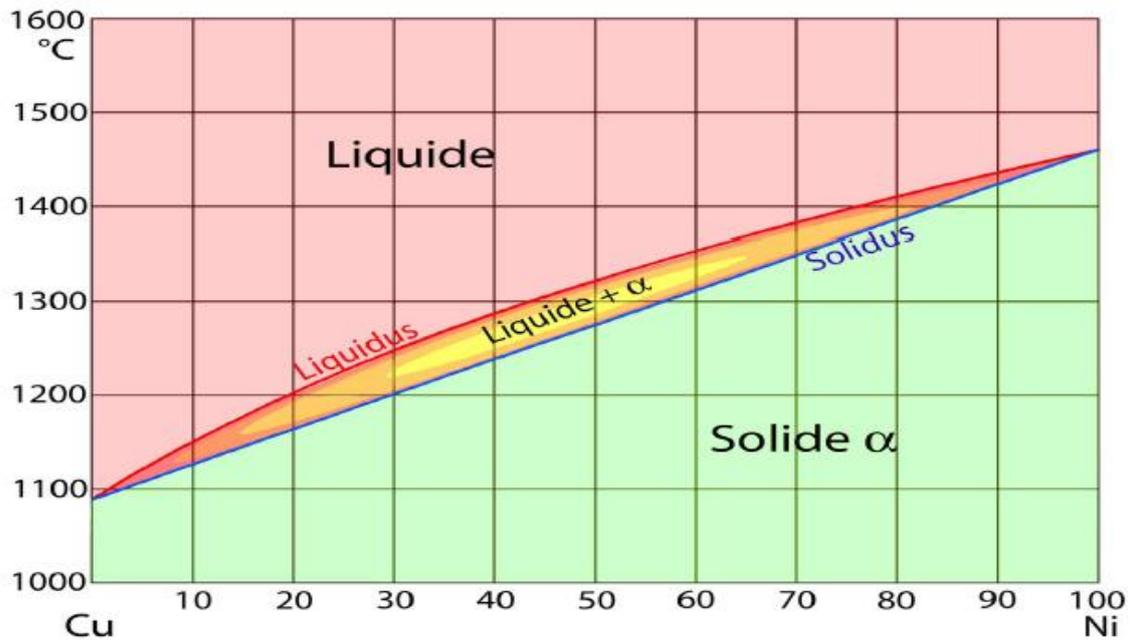


**Différents types de diagrammes de phases**

- Diagrammes de phases avec miscibilité totale à l'état solide :

On prend comme exemple, le diagramme Cu-Ni et Au-Cu comme suivants :

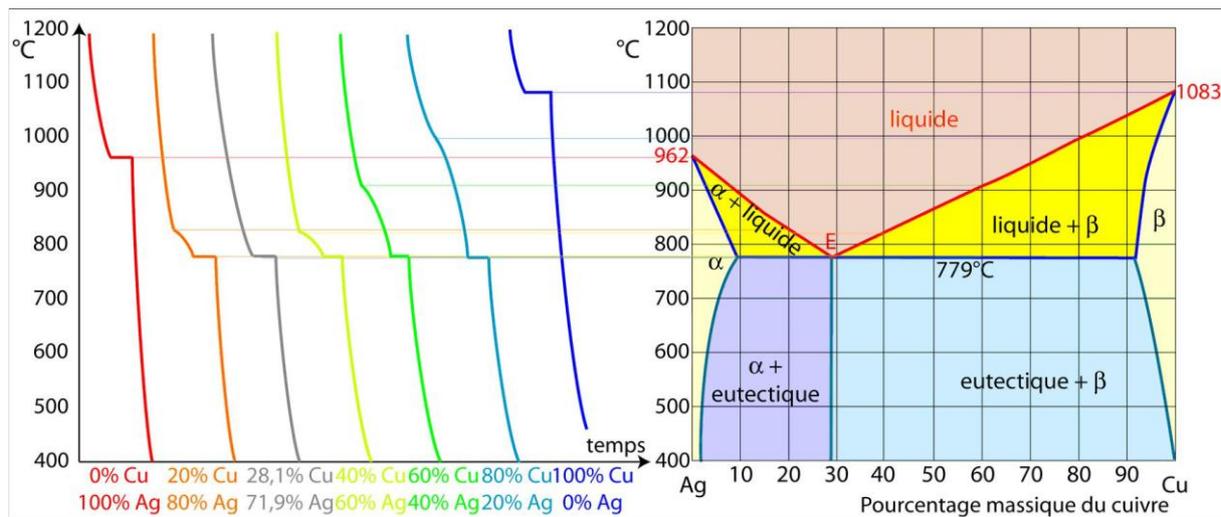
D'après les deux diagrammes, on observe une seule phase à l'état solide. Les deux phases  $AuCu$  et  $AuCu_3$  s'appellent des composés intermédiaires.



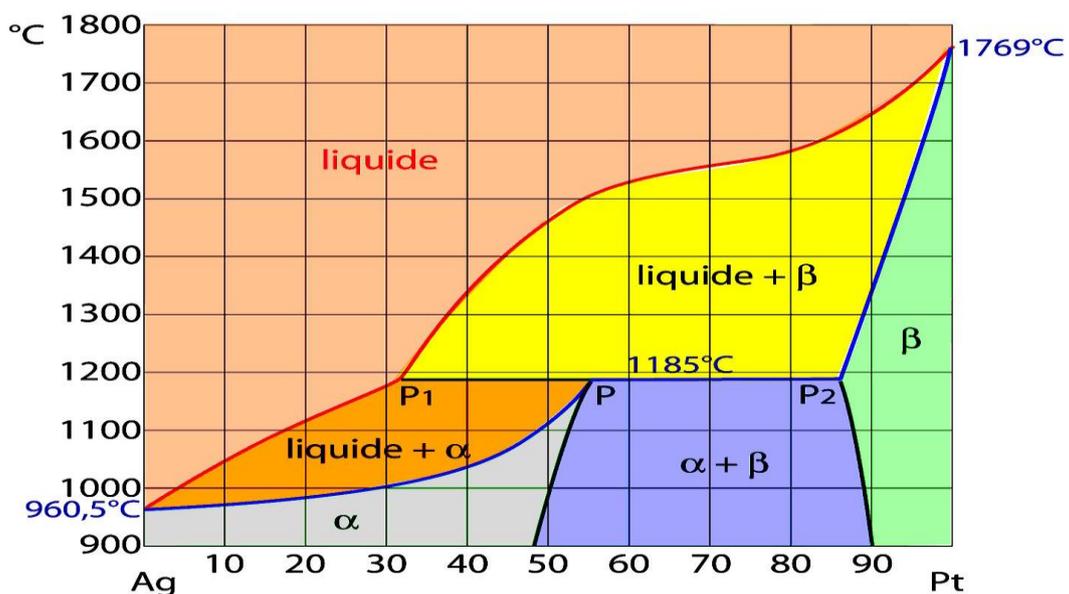
#### - Diagrammes de phases avec miscibilité partielle a l'état solide

C'est évidemment le cas le plus fréquent dans les alliages binaires. Deux types de transformations peuvent se rencontrer : les diagrammes avec point eutectique et les diagrammes avec point peritectique.

Au niveau du point E ou point eutectique, l'équilibre s'établit entre trois phases : une phase liquide d'une part, et deux phases solides d'autre part. A ce point, un liquide se transforme simultanément en deux phases solides :



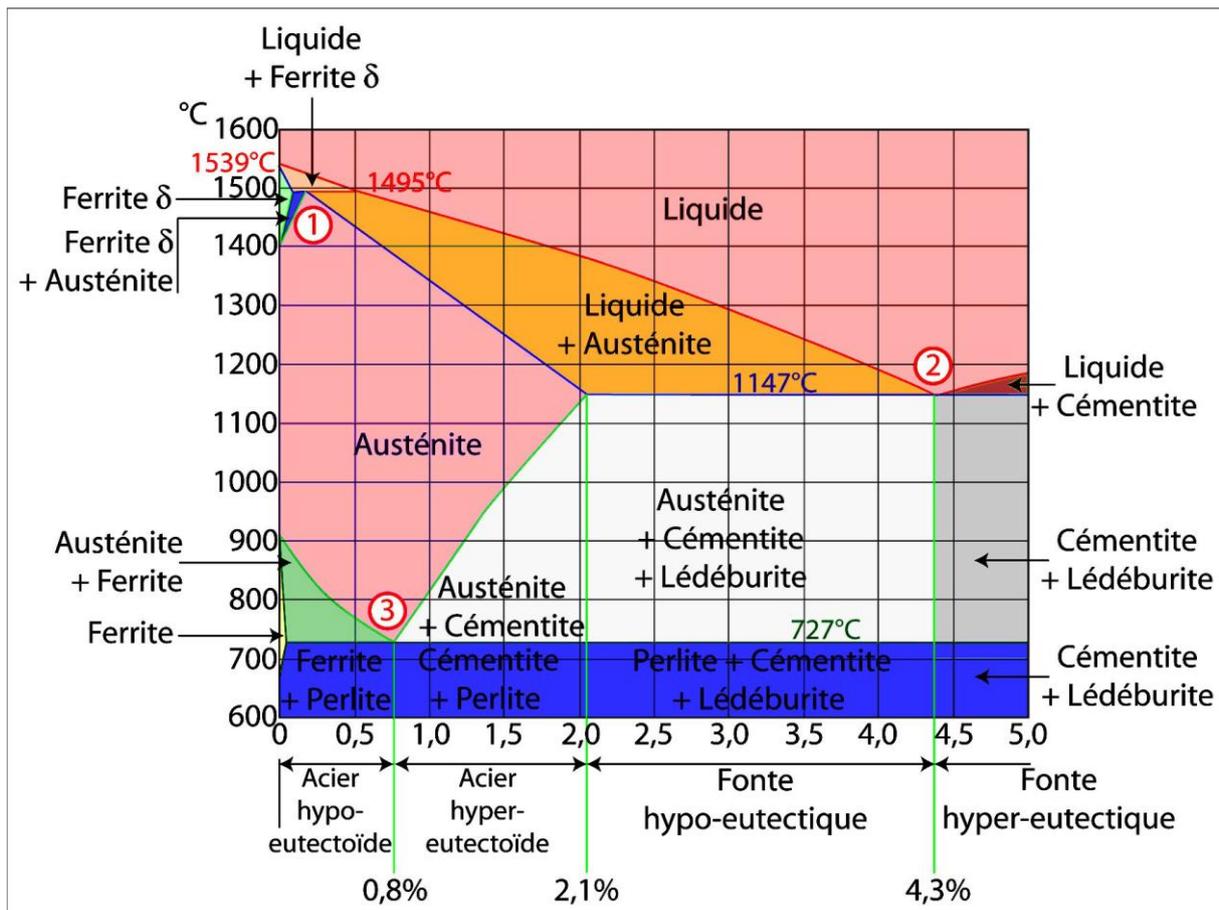
Au niveau du point P ou point Peritectique, l'équilibre s'établit entre trois phases : une phase liquide d'une part, et deux phases solides d'autre part. A ce point, un liquide et solide se transforment simultanément en une phase solide différente de la première :



### Chapitre III : Diagrammes de phases binaires

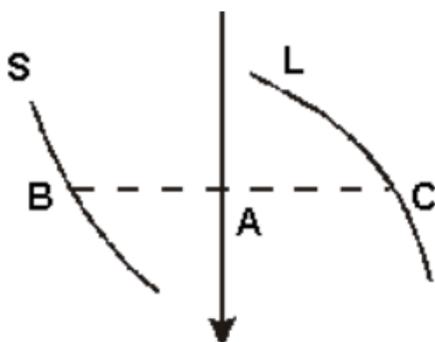
#### Exemple : Diagramme Fer-Carbone (Fe-C)

Ce type de diagramme contient plusieurs transformations (réaction), Voir points 1, 2 et 3.



#### Proportions des phases à une température donnée :

Généralement, on utilise la règle de *Bras de Levier* (ou *Segments inverses*) comme suivant :



$$\text{proportion liquide} = \frac{AB}{BC}$$

$$\text{proportion solide} = \frac{AC}{BC}$$