

## **TP N° 01: Taille et fraction de précipité**

### **Introduction:**

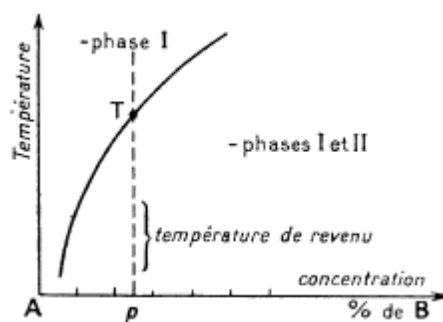
La plupart des matériaux solides tels que les métaux qui ont une structure poly-cristalline sont composés de plusieurs grains individuels et parfois aussi avec des particules de deuxième phase (précipité). La texture morphologique (la forme) de ces derniers joue un rôle très important dans l'évolution de propriétés mécaniques du matériau ainsi que d'autres. Donc, lors de l'élaboration des matériaux ou après les traitements thermomécaniques, le contrôle de la microstructure (de l'état déformé et recuit) est fréquent pour surveiller l'application pratique du matériau dans le domaine industriel ou autre.

### **Objectifs:**

- ✓ Avoir les notions de base sur la microstructure des alliages métalliques contenant des précipités.
- ✓ Utilisation du logiciel moderne -ImageJ-.
- ✓ Evaluation de la taille de précipité en utilisant la méthode d'interceptes linéaires et ImageJ.
- ✓ Détermination de la fraction volumique d'une phase (soit grain ou précipité).

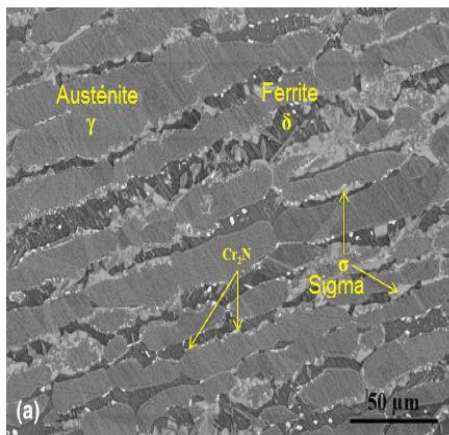
### **Partie théorique:**

Soit un métal A dans lequel une petite proportion d'un métal B peut se dissoudre. Si la limite de solubilité croît avec la température (voir le diagramme de phase au-dessous), un alliage de composition donnée  $p$ , homogène au-dessus d'une température  $T$ , se décompose au-dessous, en deux phases : l'une, composée du métal A presque pur (Phase I  $\equiv$  solution solide de substitution primaire) et une phase précipitée riche en B (Phase II).

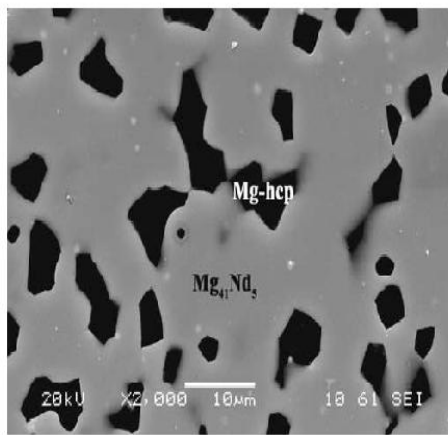


L'apparition de la phase précipitée mène au changement des propriétés mécaniques et électriques (et d'autres) bien avant que le précipité ne soit pas visible.

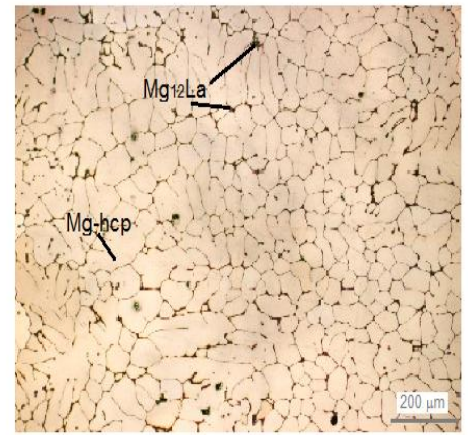
Des exemples de microstructures contenant des précipités sont comme suivants:



Alliage Fe-22Cr-5.7Ni (% en poids)



Alliage Mg-9Nd (% en at)



Alliage Mg-1La (% en poids)

Les précipités se localisent soit à travers les joints de grains ou dedans la phase mère (matrice).

Selon, le matériau lui-même et son composition chimique ainsi que les opérations thermomécaniques appliquées, une ou plusieurs phases (précipités) peuvent se développer dedans la phase mère (matrice).

Donc il est nécessaire *la quantifiée* en utilisant plusieurs méthodes, parmi eux, nous citons la méthode d'interceptes linéaires qui consiste à:

- Mettre un réseau des lignes orthogonales (de longueur  $L_r$ )

On observe que chaque phase intercepte plusieurs lignes verticales et horizontales

- Mesurer la longueur de celles-ci ( $\sum L_i$ ) pour une phase bien définie

- La fraction volumique  $F_v$  de cette phase est:  $F_v = \sum L_i / L_r$ .

Parmi les logiciels les plus utilisés pour évaluer la fraction volumique de différentes phases, on trouve le logiciel ImageJ.

### Partie pratique:

1) Soit la microstructure de l'alliage à base de Mg à l'état biphasé (obtenue par MEB), la phase matrice  $\alpha$  (couleur noir) et la phase  $Mg_{12}Nd$  (couleur blanche) comme suivant:

On vous demande d'évaluer la fraction de la phase  $Mg_{12}Nd$  en utilisant le logiciel ImageJ:

- Cliquer sur ImageJ.exe

- File--- Open--- Sélectionner l'image

- Sélectionner l'échelle: Analyze---- Set Scale--- mettre l'échelle (Known distance) ---- ok

- Prendre l'image sans échelle: Sélectionner l'image --- Image --- Duplicate

- Différencier les différentes phases: Image --- Adjuste --- Thershold (re-couleur la phase à mesurer) --- Apply

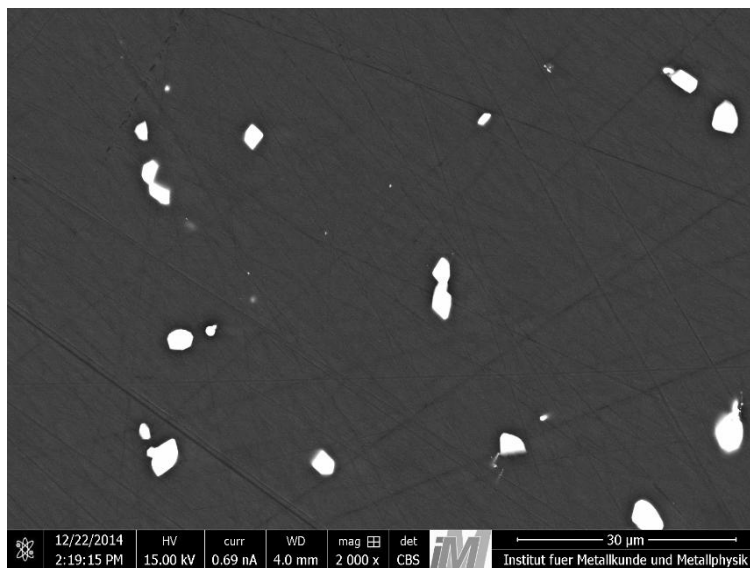
- Analyze --- Analyze particles --- ok.

\* Voir: %Area (qui représente la fraction volumique  $F_v$  de la phase  $Mg_{12}Nd$ )

\* La fraction volumique de la phase Mg est:  $F_v(Mg) = 100 - F_v(Mg_{12}Nd)$

*Il y a aussi deuxième méthode comme suivant :*

- Cliquer sur ImageJ.exe
- File--- Open--- Sélectionner l'image
- Sélectionner l'échelle : Analyze---- Set Scale--- mettre l'échelle (Known distance) ---- ok
- Prendre l'image sans échelle : Sélectionner l'image --- Image --- Duplicate
- Sélectionner la deuxième phase par : wand (tracing) tool



2) Répéter les mêmes étapes pour avoir la fraction volumique de la phase  $Mg_{12}La$  de l'alliage Mg-1%La (% en poids). La microstructure a été obtenue à l'aide de MO (microscope optique).

