

Traitements du bain liquide des alliages d'Aluminium

Objectifs :

- Étudier l'influence et l'intérêt des traitements du bain liquide sur un alliage d'Al-Si. Les traitements qui seront effectués : Affinage et Modification
- Quantifier l'impact des traitements à l'aide des analyses thermiques et microstructurales

Durée : 4h en groupes de 3 ou 4 élèves

Sécurité : Bleu et chaussures de sécurité obligatoires

Matériels à disposition :

- Four de maintien chargé de 2kg d'AlSi7Mg
- Fiches techniques des produits de traitement du métal liquide
- Pastille "Aluflux B" (Titane-Bore) pour le traitement d'affinage des alliages d'Aluminium hypoeutectiques
- Barres d'AlSr10 pour le traitement de modification au Strontium (Sr)
- Dispositif d'analyse thermique
- Modèle pour effectuer les moules en sable aggloméré dédiés aux éprouvettes microstructure
- Équipements de préparation métallographique et d'observation microscopique

1 Travail expérimental

L'objectif de ce travail est de comparer l'impact du traitement sur les points de transformation de phases ainsi que sur la microstructure obtenue après solidification. Pour cela, deux traitements en bain liquide sont proposés dans le cadre de ce TP : Affinage et Modification. L'alliage concerné est : AlSi7Mg (7%_m Si, traces de Mg).

1.1 Alliage de référence

Les résultats de cette partie serviront de référence à l'étude.

- (i) Préparer le dispositif d'analyse thermique.
- (ii) Effectuer une analyse thermique de l'alliage AlSi7Mg.
 Cette première coulée doit être réalisée par un encadrant.
- (iii) Couler une éprouvette de microstructure de cet alliage.

1.2 Traitement d'Affinage

Le traitement d'affinage consiste à ajouter un produit affinant dans le bain liquide. L'efficacité du traitement est étudiée à l'aide de l'analyse thermique et d'observations au microscope optique.

- (i) Analyser la fiche du produit "Aluflux B".
- (ii) Décrire les modalités d'utilisation de ce produit (mode d'introduction et masse de produit à introduire).
- (iii) Couper et peser le produit nécessaire au traitement d'affinage.
- (iv) Demander à l'encadrant d'effectuer le traitement.
- (v) Effectuer une analyse thermique de l'alliage AlSi7Mg affiné.
- (vi) Couler une éprouvette de microstructure de cet alliage.

1.3 Traitement de Modification

Le traitement de modification consiste à ajouter un produit modificateur dans le bain liquide. Le traitement est contrôlé à l'aide de l'analyse thermique et d'observations au microscope optique.

- (i) Analyser la fiche du produit "AlSr10".
- (ii) Décrire les modalités d'utilisation de ce produit (mode d'introduction et masse de produit à introduire).
- (iii) Demander à l'encadrant d'effectuer le traitement.
- (iv) Effectuer une analyse thermique de l'alliage AlSi7Mg modifié.
- (v) Couler deux éprouvettes de microstructure de modules thermiques différents.

1.4 Préparations métallographiques

- (i) Polir les 4 échantillons obtenus (Référence, Affiné et 2 Modifiés).
- (ii) Effectuer des observations au microscope optique à différents grossissements.

2 Analyse des résultats

2.1 Alliage de référence

Le diagramme d'équilibre de phases des alliages Al-Si est présenté en Annexe A. Le refroidissement de l'alliage étudié (AlSi7Mg) s'effectue à partir de la température de coulée de 750°C .

- 1) Déterminer les phases présentes, les compositions chimiques et les fractions massiques de chaque phase présente aux températures caractéristiques suivantes :
 - 750°C ,
 - $577^{\circ}\text{C} + \epsilon$,
 - $577^{\circ}\text{C} - \epsilon$.
- 2) Représenter schématiquement la microstructure obtenue à température ambiante.
- 3) Tracer la courbe de l'analyse thermique théorique de cet alliage, de la température de coulée (750°C) jusqu'à la température ambiante. Indiquer les températures caractéristiques et les phases en présence.
- 4) Tracer la courbe de l'analyse thermique expérimentale de cet alliage. Décrire l'allure de la courbe obtenue en identifiant les différentes phases présentes et les phénomènes observés.
- 5) Tracer sur un graphe la courbe de la dérivée de la température en fonction du temps. Déterminer les températures de Liquidus et de Solidus de cet alliage.
- 6) Légender la micrographie optique obtenue en section 1.4. La microstructure obtenue est-elle conforme à l'attendu ?

2.2 Alliage Affiné

- 1) Quels sont les éléments chimiques actifs dans l'"Aluflux B" permettant d'effectuer le traitement d'affinage ?
- 2) Tracer la courbe de l'analyse thermique de l'alliage. Décrire l'allure de la courbe obtenue en identifiant les différentes phases présentes.
- 3) Tracer sur un graphe la courbe de la dérivée de la température en fonction du temps. Déterminer les températures de Liquidus et de Solidus de cet alliage.

- 4) En vous appuyant sur l'Annexe B, expliquer comment l'analyse thermique peut aider le fondeur à vérifier l'efficacité de son traitement d'affinage ? Le traitement effectué a-t-il fonctionné ?
- 5) Légender la micrographie optique obtenue après affinage. Quelle(s) est (sont) la (les) phase(s) ayant été touchée(s) par ce traitement ? La microstructure obtenue est-elle conforme à celle attendue ?
- 6) Quel serait l'impact de ce traitement sur le comportement mécanique de l'alliage ?

2.3 Alliage Modifié

- 1) Quels sont les éléments chimiques actifs dans l'alliage mère "AlSr10" permettant d'effectuer le traitement de modification ?
- 2) Tracer la courbe de l'analyse thermique de l'alliage. Décrire l'allure de la courbe obtenue en identifiant les différentes phases présentes.
- 3) Tracer sur un graphe la courbe de la dérivée de la température en fonction du temps. Déterminer les températures de Liquidus et de Solidus de cet alliage.
- 4) Est-ce que le traitement effectué est efficace ?
- 5) Légender la micrographie optique obtenue après modification. Quelle(s) est (sont) la (les) phase(s) ayant été touchée(s) par ce traitement ?
- 6) Conclure.
- 7) Légender la micrographie optique obtenue 1h après le traitement de modification.
- 8) Conclure sur une caractéristique fondamentale des traitements du bain liquide.
- 9) Quel serait l'impact de ce traitement sur les propriétés physiques ainsi que le comportement mécanique de l'alliage ?
- 10) Quelle est l'influence de la vitesse de refroidissement sur la microstructure obtenue.
- 11) Conclure.

A Diagramme d'équilibre binaire Aluminium-Silicium

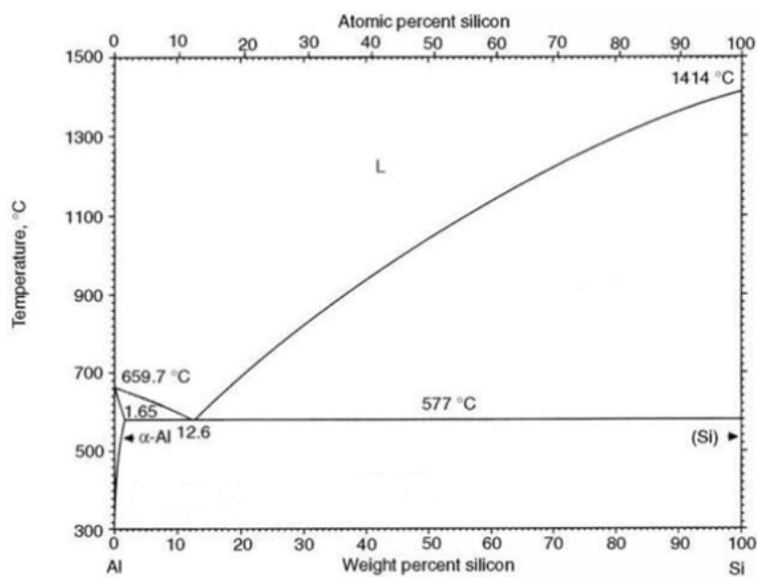


FIGURE 1 – Diagramme d'équilibre binaire Al-Si.

B Analyse thermique

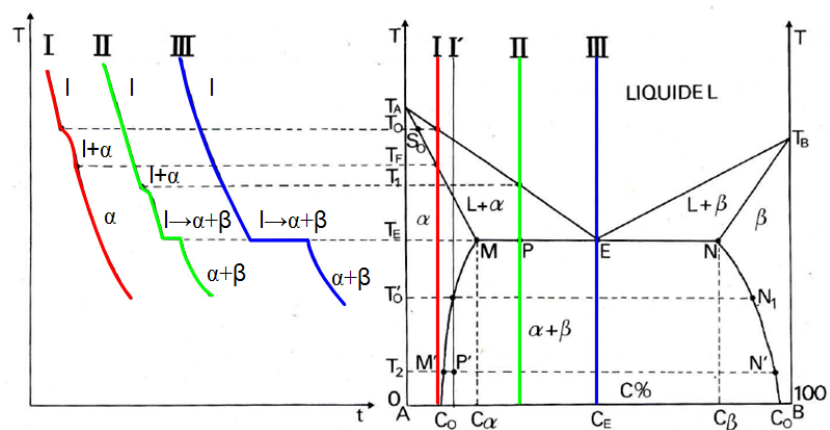


FIGURE 2 – Détermination de la composition chimique d'un alliage par analyse thermique.

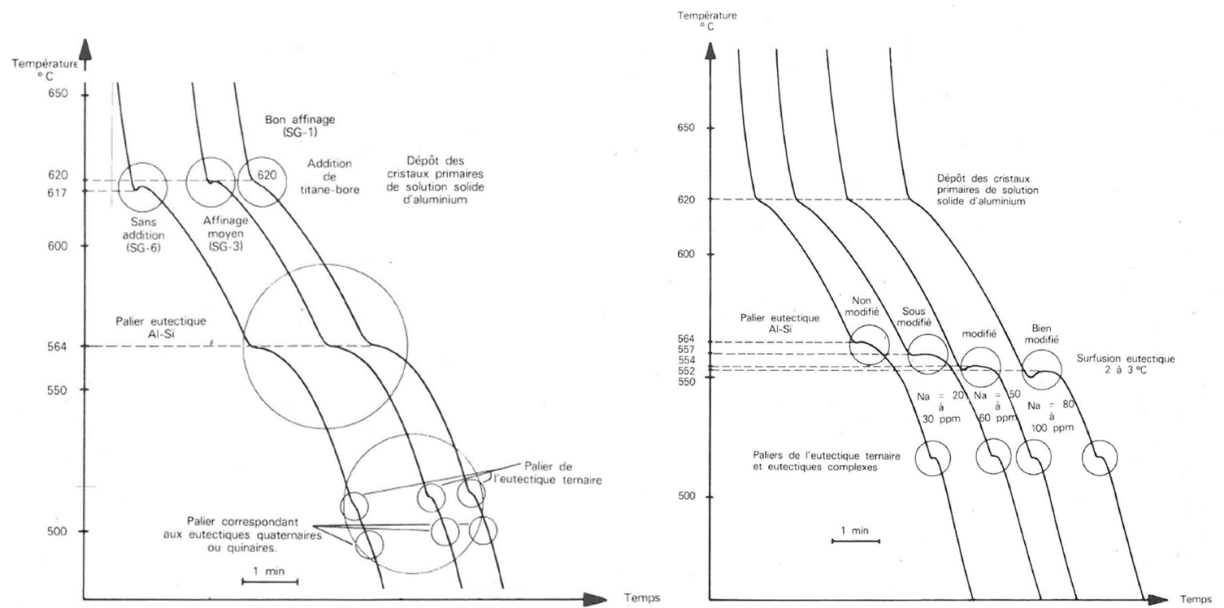


FIGURE 3 – Effet de l'affinage (à gauche) et de la modification (à droite). (Dispositif Thermo-test).