



[30h+60h exercices] 7 crédits

Cette activité se déroule pendant le 2ème semestre

Enseignant(s): Francis Delannay (coord.), Pascal Jacques
Langue d'enseignement : français
Niveau : cours de 2ème cycle

Objectifs (en terme de compétences)

Approfondissement des concepts de la physico-chimie et de la thermodynamique en vue de la description des transformations en phase solide pour leur application à l'étude des procédés d'élaboration et des phénomènes de vieillissement des matériaux métalliques.

Objet de l'activité (principaux thèmes à aborder)

1. Introduction : grandes familles d'alliages métalliques industriels.
2. Thermodynamique métallurgique : les fonctions thermodynamiques et les propriétés d'état : rappels de thermodynamique ; diagramme d'Ellingham, propriétés thermodynamiques des solutions : lois de Raoult et de Henry, solutions régulières et non-régulières ; activité.
3. Diagrammes de phases : règle de phases ; systèmes à un constituant ; déduction thermodynamique de la forme des diagrammes de phases ; étude de diagrammes binaires typiques des alliages métalliques ; introduction aux diagrammes ternaires.
4. Diffusion à l'état solide : diffusion interstitielle et auto diffusion ; cinétique de la diffusion ; diffusion dans les alliages de substitution; court-circuits de diffusion ; approche thermodynamique générale.
5. Thermodynamique des interfaces : modèle de Gibbs; équation de Laplace; mesure de l'énergie de surface et d'interface; relation entre l'énergie de surface et les chaleurs de fusion et de sublimation; interfaces solide-gaz : isothermes d'adsorption; interfaces solide/solide; angles d'orientation et cohérence; croissance des grains et des précipités dans les polycristaux et les alliages.
6. Solidification : germination; ségrégation en cours de solidification; purification par fusion de zone; croissance dendritique et cellulaire; structure des lingots et des pièces coulées; notions de fonderie; coulée continue; structure des cordons à souder.
7. Transformations de phases à l'état solide : germination et croissance; diagrammes de transformation isotherme; recristallisation; décomposition spinodale; transformation martensitique; application aux aciers et aux alliages d'aluminium.
8. Electrochimie : électrochimie des solutions aqueuses; extraction et raffinage électrolytique; application à l'extraction électrochimique de l'aluminium et du zinc.
9. Introduction à l'étude de la corrosion : différents modes de corrosion; corrosion galvanique et passivation; phénomènes de polarisation; corrosion d'origine mécanique et microbiologique; illustrations; thermodynamique de la corrosion : diagrammes de Pourbaix; protection contre la corrosion.

Résumé : Contenu et Méthodes

Le cours magistral se donne de manière classique mais s'appuie sur le savoir acquis au cours des séances de laboratoire; certaines parties du cours sont d'ailleurs exclusivement abordées au travers des séances d'exercices et des labs.

Les étudiants MATR travaillent en petits groupes sur un sujet particulier (généralement l'étude approfondie d'un métal) et sont invités à aborder au cours de ce travail les aspects suivants : processus d'élaboration des matériaux étudiés, leurs propriétés d'emploi, leur toxicité et les effets environnementaux du process et du matériau lui-même (en ce compris l'étude de son recyclage et de sa toxicité).

En guise de préparation à ce travail qui se termine par un exposé oral d'une ou deux heures, ces étudiants reçoivent un séminaire de formation à la communication écrite et orale dans le domaine scientifique.

Des visites d'usine sont organisées en rapport avec les thèmes choisis.

Autres crédits de l'activité dans les programmes

MAP23	Troisième année du programme conduisant au grade d'ingénieur civil en mathématiques appliquées	(7 crédits)	
MATR21	Première année du programme conduisant au grade d'ingénieur civil en science des matériaux	(7 crédits)	Obligatoire
MATR22	Deuxième année du programme conduisant au grade d'ingénieur civil en science des matériaux	(7 crédits)	