

MATERIAUX POUR LE TRANSPORT ET L'ENERGIE

– Approche par fonctionnalités

Responsable : J CORMIER

Equipe pédagogique : J CORMIER, M GIGLIOTTI, S HÉMERY, X MILLET, O SMERDOVA

Apprenti ISAE-ENSMA
Programme

3^e année

Objectifs du module :

Appréhender le comportement et les fonctionnalités spécifiques des matériaux intégrés à des applications transports et énergie, en lien avec leur structure, leur procédé d'élaboration et leurs conditions de fonctionnement. Le cours abordera les matériaux métalliques, céramiques, composites, polymères ...

Compétences visées :

Être capable de choisir un matériau et son procédé de mise en œuvre en fonction de ses propriétés spécifiques et suivant ses contraintes de fonctionnement ;
Pouvoir interpréter des données suivant les différents types de matériaux et les paramètres d'essais; comprendre les règles de dimensionnement des composants à haut niveau de sécurité et/ou d'intégrité mécanique ;
Pouvoir analyser une défaillance et proposer une réparation, une modification ou un remplacement de pièce.

Prérequis :

Modules "Mécanique des solides et systèmes mécaniques",
"Comportement des matériaux et des structures"

Contenus :

Matériaux hautes températures (12,5h)

- Superalliages base Ni, base Co, base Ni-Fe: enjeux environnementaux, procédés de mise en forme (voie coulée - forgée, voie fonderie - dont solidification dirigée, métallurgie des poudres) et applications associées, grandes classes de superalliages, métallurgie des superalliages, traitement thermique, tenue environnementale (dont protections environnementales, sous-couches d'accroche et barrières thermiques), performances mécaniques en traction, fatigue, fluage, réparabilité, spécificités des applications de production d'énergie, Off-shore, spatiale, automobile, industrie verrière.
- CMC et céramiques ternaires : grandes classes de CMCs (base SiC, SiC/C, Oxydes/Oxydes, ...) et phase MAX, procédés d'élaboration, gains potentiels par rapport aux alliages métalliques, applications, performances environnementales (protection vis à vis de la corrosion H₂O, barrières environnementales - EBC), modes d'endommagement spécifiques aux CMC, critère de dimensionnement.

Contenus (suite) :

Matériaux à hautes propriétés spécifiques (25h)

- Alliages d'aluminium: procédés de mise en forme (voie coulée-forgée, voie fonderie, métallurgie des poudres) et applications associées, grandes classes d'alliages d'aluminium, métallurgie des alliages d'aluminium, traitements thermiques, comportement mécanique monotone, durabilité en fatigue, tenue en corrosion, réparabilité.
- Alliages de Titane: généralités sur le titane et les alliages de titane, métallurgie et propriétés du titane et de ses alliages, élaboration, procédés de mise en forme, propriétés d'usage en lien avec la microstructure et les traitements thermo-mécaniques.
- Composites à matrice organique (CMO) pour l'allègement des structures : Les différents types de pièces, les matrices et procédés associés (stratification, placement de fibre, enroulement filamentaire, pultrusion ...) ; comportement et durabilité.
Caractérisation thermo mécanique - essais normés spécifiques - précautions à prendre dans l'analyse des données matière en vue de conception (anisotropie, influence des conditions expérimentales).

Matériaux pour l'électronique de puissance (10h)

Introduction : de l'intérêt de l'électrification des systèmes /
Systèmes électronique de puissance (généralités et évolutions).
Les convertisseurs actuels: architecture (multi - matériaux / fonctionnalités (thermiques / mécaniques / électriques)
Évolution en fonctionnement (problèmes incompatibilités CTE, Fluage, fatigue, transformation de phases).
Dernières évolutions (normes RoHS et autres améliorations de performance): ré-imaginer les matériaux dans l'architecture (si un composant change, le reste doit changer car impacté).

Tribologie (10h)

Concepts de frottement, d'usure et de lubrification. Caractérisation, traitements et texturation des surfaces. Applications dans l'espace : revêtements tribologiques (procédés et propriétés). Applications dans l'automobile : pneus et joints élastomères (procédés et propriétés tribologiques), freins (composites à matrice métallique, composites carbone-carbone).

Modalités pédagogiques :

Cours, TD/TP, Etudes de cas