

Biomatériaux

Volume Horaire		Responsable Pédagogique		Unité d'Enseignement
Cours	6:40:00	Nom	C. Combes	UE1-Matériaux Avancés
Cours-TD	0:00:00			
TD	1:20:00	Pédagogie Active		Coefficient
TP	0:00:00	0		0,66
				Mode d'Evaluation
				Epreuve écrite unique UE1-UE2

Connaissances et Capacités

Connaître les différents matériaux utilisés pour substituer, réparer ou reconstruire un tissu biologique et appréhender la relation entre la composition, la microstructure, la mise en forme et les propriétés du biomatériau en vue de l'adapter à l'application biomédicale visée. Appréhender les aspects réglementaires et de matériovigilance liés à la mise sur le marché d'un biomatériau. Savoir analyser une étude de cas.

Contenu du cours- Syllabus

Les différentes classes de matériaux pour des applications dans le domaine biomédical.
Essais à caractère biologique.
Règlementation (procédés de stérilisation, mise sur le marché).
Mise en forme des biomatériaux massifs ou en revêtements (Exemples de couples matériaux-procédés : implant crânien, stent, revêtement HAP sur implant)
Etudes de cas : Céramiques bioactives et système à libération de principe actif. Les lentilles intraoculaires

Ouvrages de Référence

- Comportement des matériaux dans les milieux biologiques – Applications en médecine et biotechnologie, R. Schmid, Traité des Matériaux. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, 1999
- Characterization of Biomaterials, A. Bandyopadhyay and S Bose, Elsevier, 2013

Céramiques et Verres

Volume Horaire		Responsable Pédagogique		Unité d'Enseignement	
Cours	0:00:00	Nom	J. Soulié	UE1-Matériaux Avancés	
Cours-TD	9:20:00				
TD	0:00:00	Pédagogie Active		Coefficient	
TP	0:00:00	0		0,66	
				Mode d'Evaluation	
				Epreuve écrite unique UE1-UE2	

Connaissances et Capacités

- Verres : Savoir définir le verre selon plusieurs approches (cinétiques, thermiques, structurales) Connaître les deux grandes voies d'élaboration des verres et savoir distinguer les grandes étapes correspondantes Connaître les paramètres d'élaboration influant sur les propriétés finales. Connaître et savoir choisir les méthodes de caractérisation (structurale, thermique, dégradabilité) des verres
- Céramiques : Connaître les principaux matériaux céramiques et appréhender la relation entre leurs compositions, structure, propriétés, utilisation et devenir. Connaître et savoir distinguer les mécanismes impliqués lors du processus d'élaboration. Savoir identifier le rôle des caractéristiques physiques des précurseurs, des impuretés/dopants et des paramètres d'élaboration dans le processus de mise en forme

Contenu du cours- Syllabus

- Verres : Définitions, Procédés d'élaboration (fusion et sol-gel), Méthodes de caractérisation, exemples d'applications.
- Céramiques : Frittage en phase solide, en phase liquide et frittage réactif, Rôle des substituants sur le frittage, Elaboration des céramiques. Exemples d'applications de céramiques dans le domaine nucléaire et biomédical.

Ouvrages de Référence

- Du verre au cristal : Nucléation, croissance et démixtion, de la recherche aux applications, *DR. Neuville, L. Cormier, D. Caurant*, EDP sciences, 2013.
- Le verre : science et technologie, *J. Barton, C. Guillemet*, EDP sciences, 2005
- Sol-Gel Science, *J. Brincker, G.W. Scherer*, AcademicPress, 1990.
- Cahier sol-gel technologique, *F. Collignon*, Certech 2012.
- Chimie Physique du Frittage, *D Bernache-Assolant*, Hermès, Paris, 1993
- Ceramic Materials : Processes, Properties and Applications, *P Boch and JC Nièpce* (ISTE), 2006

Propriétés mécaniques des composites

Volume Horaire	
Cours	0:00:00
Cours-TD	8:00:00
TD	0:00:00
TP	0:00:00

Responsable Pédagogique	
Nom	N. Caussé

Unité d'Enseignement
UE1 - Matériaux Avancés

Pédagogie Active
0

Coefficient
0,66

Mode d'Evaluation
Epreuve écrite unique UE1-UE2

Connaissances et Capacités

Etre capable d'introduire les concepts de base de la mécanique des matériaux composites et d'approcher les méthodes de conception et de dimensionnement des structures.

Contenu du cours- Syllabus

Décrire la démarche de calculs des propriétés mécaniques des matériaux et structures composites en élasticité linéaire

- Identifier puis catégoriser les échelles d'hétérogénéités
- Calculer les propriétés mécaniques d'un pli à partir de celles des constituants (théories de l'homogénéisation à l'échelle du pli)
- Mettre en évidence l'anisotropie et ses effets sur le comportement macroscopique en contrainte/déformation
- Ecrire la loi de comportement élastique linéaire tridimensionnelle
- Simplifier les matrices raideur/souplesse avec les symétries de conception
- Justifier les règles de conception (drapage) des stratifiés

Intégrer les critères de rupture à la démarche de dimensionnement

- Détecter les modes d'endommagement et de rupture des structures composites
- Appliquer les critères de rupture à des cas pratiques de dimensionnement

Ouvrages de Référence

TP Mise en œuvre des composites

Volume Horaire	
Cours	0:00:00
Cours-TD	0:00:00
TD	0:00:00
TP	16:00:00

Responsable Pédagogique	
Nom	R. Piquet

Unité d'Enseignement
UE1 - Matériaux Avancés

Pédagogie Active
0

Coefficient
2

Mode d'Evaluation
Rapport écrit

Connaissances et Capacités

Etre capable de réaliser et de contrôler la fabrication d'une pièce composite hautes-performances

Contenu du cours- Syllabus

- Mettre en œuvre des échantillons de composites hautes performances type aéronautique : fibre de carbone - matrice polyepoxy
- Effectuer le contrôle réception à partir d'une norme d'un matériau préimprégné (réalisation de coupon, essais physico-chimiques, essais mécanique, contrôle non destructif)
- Mettre en évidence l'influence de défauts (inclusions, pollutions, porosités, impacts, ...) sur les propriétés mécaniques finales du matériau

Ouvrages de Référence

Interaction Matériaux Biologie

Volume Horaire		Responsable Pédagogique		Unité d'Enseignement
Cours	0:00:00	Nom	G. Bertrand	Fonctionnalité et durabilité
Cours-TD	9:20:00			
TD	0:00:00	Pédagogie Active		Coefficient
TP	0:00:00	0		0,75
				Mode d'Evaluation
				Epreuve écrite unique UE1-UE2

Connaissances et Capacités

Etre capable de reconnaître et de décrire les mécanismes de biodétérioration/biodégradation des matériaux.
Proposer des solutions de prévention de la biodégradation.
Savoir utiliser la biomécanique comme aide à la conception et à l'évaluation des biomatériaux.
Savoir conduire une étude de cas.

Contenu du cours- Syllabus

rappels des notions de biologie et de surfaces, notions sur les biofilms
mécanismes de biodégradation des matériaux (alliages métalliques, béton et polymères), enjeux économiques et méthodes de prévention
notions sur les biocapteurs : définition et exemples
définition et introduction à la biomécanique (analyse du mouvement et estimation des forces)
mécanique des tissus osseux (caractéristiques, mécanismes d'adaptation, influence des contraintes mécaniques)

Ouvrages de Référence

Biodétérioration des matériaux, F. Fritz-Feugeas, A. Cornet, B. Tribollet, Eds Ellipses, Technosup, 2008
Biodétérioration des matériaux, C. Lemaitre, N. Pébère, D. Festy, Eds EDP Sciences, 1998

Adhésion et adhérence

Volume Horaire		Responsable Pédagogique		Unité d'Enseignement
Cours	0:00:00	Nom	M. Aufray	UE2-Fonctionnalité et durabilité
Cours-TD	9:20:00			
TD	0:00:00	Pédagogie Active		Coefficient
TP	0:00:00	0		0,75
Mode d'Evaluation				
Epreuve écrite unique UE1-UE2				

Connaissances et Capacités

OBJECTIF :

Connaître les différentes théories de l'adhésion et un ou des exemples permettant de les appliquer. Savoir mesurer l'adhérence, et diagnostiquer un problème lié à l'adhérence

Contenu du cours- Syllabus

- Définitions, adhésion, adhérence, Différents classements des adhésifs dont AMOP, AMOC et exemples d'applications industrielles
- Théorie de l'ancrage mécanique, théorie électrique, théorie de la diffusion, théorie thermodynamique, énergie de surface et tension superficielle des liquides et des polymères, théorie des couches de faible cohésion, théorie chimique
- Interface / Interphase, Rupture adhésive / cohésive, Initiation / Propagation de rupture, Les différents modes de rupture, test de Clivage, de Pelage, de Flexion, de Cisaillement, Autres tests
- Quelques exemples de polymérisation d'adhésifs : les poly-époxydes, les PU, le PMMA, les cyanoacrylates...
- Analyses uniaxiales, Théorie de Volkersen, Théorie de Demarkles, Théorie de Erdogan et Ratwani, Analyses biaxiales et Théorie de Goland et Reissner, Approches numériques et Utilisation des éléments finis

Secteurs d'application : Tous ceux des matériaux polymères...

- Énergie et environnement (batteries ion-polymères)
- Biomédical et santé (bio-polymères, adhésifs intelligents, prothèses...)
- Composites dans les transports (Automobile, aéronautique et spatial)
- Électronique, technologie de l'information et de la communication (OLED)
- Agro-alimentaire (analyse des graisses, températures de fusion/cristallisation)...

• Ouvrages de Référence •

- Cognard, J. Science Et Technologie Du Collage, PPUR (2000) 322p.
- Cognard, P. Collage des matériaux : Caractéristiques, mise en œuvre des colles
Techniques de l'ingénieur, 2008, BM 7 616, 1-20
- Cognard, P. Collage des matériaux : Applications

Techniques de l'ingénieur, 2008, BM 7 617, 1-12

- Cognard, P. Collage des matériaux : Mécanismes. Classification des colles *Techniques de l'ingénieur, 2008, BM 7 615, 1-20*
- Jacques Cognard, Science et technologie du collage, Presses polytechniques et universitaires romandes, 2000, 322p.
- K. L. Mittal, Adhesion measurement of films and coatings, VSP, Utrecht, 1995, 456p.
- Évelyne Darque-Ceretti et Éric Felder, Adhésion et adhérence, Sc.et Techniques Ingénieur, CNRS Eds, 2003, 512p.
- Villenave JJ, Assemblage par collage, Dunod, 2005.
- Deterre R et Lestriez B, Introduction aux matériaux polymères, chapitre 5, Lavoisier Ted et Doc, 2016.

Cycle de vie des matériaux

Volume Horaire		Responsable Pédagogique		Unité d'Enseignement
Cours	0:00:00	Nom	J. Huez	UE2-Fonctionnalité et durabilité
Cours-TD	8:00:00			
TD	0:00:00	Pédagogie Active		Coefficient
TP	0:00:00	100%		0,75
				Mode d'Evaluation
				Par les pairs + épreuve écrite unique UE1-UE2

Connaissances et Capacités

A la fin de cette séance d'apprentissage, les étudiants seront capables de :

Connaitre le concept d'analyse de cycle de vie du « berceau à la tombe »	Utile
Comprendre les enjeux liés à la conception éco-responsable	Essentiel
D'évaluer un produit (système) en regard de ses impacts environnementaux et de ses enjeux socio-économiques.	Important
Cette séance faisant appel à l'évaluation par les pairs, il est à noter que les étudiants seront aussi capables de lire , décrire et modifier une grille critériée d'évaluation.	

Contenu du cours- Syllabus

En entreprise, un ingénieur peut être amené à contribuer à la fabrication de pièces industrielles, soit en tant qu'ingénieur R et D, ou qu'ingénieur qualité, ou encore en tant que responsable de production par exemple. Il peut être aussi amené à travailler sur des systèmes industriels. Ces systèmes industriels et ces opérations de fabrication et d'usage de produits sont des sources de risques environnementaux mais aussi sur la santé humaine, et ce tout au long de leur cycle de vie, depuis l'extraction de la matière première jusqu'à leur gestion de fin de vie : consommation d'énergie et de matière première, production de déchets, de gaz, d'effluents etc...

Dans ce module, il est proposé aux étudiants des éléments de réflexion, des outils et des connaissances qui permettent de prendre en main la mise en œuvre d'une approche éco-responsable appliquée aux matériaux et aux systèmes industriels associés.

Les étudiants appréhenderont dans ce module la notion globale de bilan, d'économie circulaire, l'analyse de cycle de vie, la gestion de fin de vie, et les données socio-économiques afférentes.

Ce module, intégralement en pédagogie active, fait appel à 4 intervenants dont un industriel (J. Huez, C. Sablayrolles, M. Aufray et T. Espinosa (SAFRAN)). Les activités proposées se déroulent sur une journée, en groupe, autour de plateaux de jeu sur la perception du cycle de vie. L'évaluation des apprentissages se base essentiellement sur une évaluation par les pairs.

Ouvrages de Référence

Métallurgie, du minerai au matériau
J. Philibert, A. Vignes, Y. Bréchet, P. Combrade
Ed Masson, 1998

McGraw-Hill Recycling Handbook, 2nd Edition
Herbert Lund

Analyse du cycle de vie ,
O. Jolliet, M. Saadé, P. Crettaz
Presses polytechn. Et univ. Romandes, 2005

Conférences

Volume Horaire		Responsable Pédagogique		Unité d'Enseignement
Cours	0:00:00	Nom	C. Blanc, B. Causat	UE2-Fonctionnalité et durabilité
Cours-TD	8:00:00			
TD	0:00:00	Pédagogie Active		Coefficient
TP	0:00:00	0		0,75
				Mode d'Evaluation
				Epreuve écrite unique UE1-UE2

Connaissances et Capacités

- Connaissances : par le biais d'interventions de conférenciers issus du monde industriel, il s'agit de découvrir les activités et problématiques industrielles dans le domaine des matériaux appliqués à un large panel de secteurs d'activités (aéronautique, espace, nucléaire, pharmacie, photovoltaïque, ...).
- Capacités : Etre capable d'utiliser les connaissances et compétences acquises lors des enseignements pour comprendre des situation opérationnelles

Contenu du cours- Syllabus

Intervention de personnalités du monde industriel et du monde académique sur des thématiques complémentaires à celles traitées dans le cadre des enseignements des deux parcours du pôle. Suivant les conférenciers, l'intervention peut détailler les axes suivants :

- Présentation de l'entreprise et de ses activités en production et/ou en recherche et développement
- Description des matériaux d'intérêt, des procédés mis en œuvre et des contraintes spécifiques au secteur d'activités visé
- Présentation d'exemples de sujets traités en R&D en interne ou par le biais de collaborations universitaires
- Questions/discussion avec les étudiants

Ouvrages de Référence

Calcul de structures par éléments finis

Volume Horaire	
Cours	0:00:00
Cours-TD	0:00:00
TD	0:00:00
TP	9:20:00

Responsable Pédagogique	
Nom	D. Poquillon

Unité d'Enseignement
UE2-Fonctionnalité et durabilité

Pédagogie Active
0

Coefficient
1

Mode d'Evaluation
Rapport écrit

Connaissances et Capacités

Savoir utiliser un code éléments finis pour résoudre des problèmes de mécanique ou de thermique à plusieurs constituants, savoir résoudre un problème de thermomécanique

Contenu du cours- Syllabus

Modéliser par éléments finis un problème de mécanique ou de thermique à plusieurs constituants
Appréhender les conditions aux limites pertinentes
Modéliser un problème couplé de thermomécanique

Ouvrages de Référence

Eléments finis : aide-mémoire -- Alexandre Ern (Dunod 2015)
Méthode des éléments finis : approche pratique en mécanique des structures -- Michel Cazenave (Dunod 2013)
Documentation relative à Cast3M (<http://www-cast3m.cea.fr/index.php?xml=documentation>)

Matériaux composites à matrice métallique

Volume Horaire		Responsable Pédagogique		Unité d'Enseignement
Cours	0:00:00	Nom	D. Poquillon	UE3-Du matériau aux structures
Cours-TD	8:00:00			
TD	0:00:00	Pédagogie Active		Coefficient
TP	0:00:00	0		0,83
				Mode d'Evaluation
				Oral unique UE3-UE4

Connaissances et Capacités

Savoir proposer une solution optimale à un problème de structure grâce à un composites à matrice métallique, savoir comment l'élaborer, comprendre comment optimiser sa microstructure

Contenu du cours- Syllabus

Elaboration des composites à matrice métallique
Caractérisation spécifiques
Comportement mécanique et thermomécanique
Interface et réactivité
Mécanique et mécanismes d'endommagement
Applications

Ouvrages de Référence

Metal matrix composites : thermomechanical behavior -- Minoru Taya,... Richard J. Arsenault (Oxford 1989)
An Introduction to Metal Matrix Composites de Clyne & Withers (Cambridge University Press 2008)

Matériaux granulaires et cellulaires

Volume Horaire		Responsable Pédagogique		Unité d'Enseignement
Cours	0:00:00	Nom	D. Poquillon	UE3-Du matériau aux structures
Cours-TD	17:20:00	Pédagogie Active		Coefficient
TD	0:00:00	0		0,83
TP	0:00:00			Mode d'Evaluation
				Oral unique UE3-UE4

Connaissances et Capacités

Savoir élaborer un matériau granulaire, savoir le caractériser, savoir le mettre en forme,
Savoir caractériser la morphologie et les propriétés physiques et mécaniques d'un matériau cellulaire,
Savoir modéliser le comportement thermique et mécanique d'un matériau cellulaire, savoir optimiser des solutions fonctionnelles grâce à des multi matériaux

Contenu du cours- Syllabus

Matériaux cellulaires :

- Elaboration
- Caractéristiques microstructurales
- Propriétés thermique et mécanique
- applications aux structures sandwichs

Matériaux granulaires

- Elaboration des poudres
- Caractérisations spécifiques des agrégats
- Mécanique des agrégats.
 - Elaboration de pièces à partir de poudres

Ouvrages de Référence

- Ceramics Materials – Processes, Properties and Applications, ed. P Boch and J.C. Nièpce, ISTE London, 2007
- Chimie-Physique du frittage, FORCERAM Formation Céramique, ed. D. Bernache-Assolant, Hermès Science Publications, 1993
- Du sac de billes au tas de sable (physique et mécanique des granulaires), Etienne Guyon & Jean-Paul Troadec
- Cellular Solids, Lorna J. Gibson & Michael F. Ashby

Comportement et endommagement I

Volume Horaire		Responsable Pédagogique		Unité d'Enseignement
Cours	0:00:00	Nom	E. Andrieu	UE3-Du matériau aux structures
Cours-TD	8:00:00			
TD	0:00:00	Pédagogie Active		Coefficient
TP	0:00:00	0		0,83
				Mode d'Evaluation
				Oral unique UE3-UE4

Connaissances et Capacités

Savoir intégrer l'endommagement dans les lois de comportement mécanique
Connaître les différents mécanismes d'endommagement et les modes de rupture associés

Contenu du cours- Syllabus

1. Rappels et compléments d'information (critère de plasticité, principales lois de comportement)
2. Modes de rupture (Elasticité : clivage, rupture intergranulaire, plasticité : clivage, rupture intergranulaire, rupture transgranulaire ductile, viscoplasticité : rupture intergranulaire, rupture ductile, fatigue : amorçage et propagation de fissure)

Ouvrages de Référence

Mécanique des matériaux, A. Zaoui, A. Pineau, D. François, Hermès

Mise en forme des structures

Volume Horaire		Responsable Pédagogique		Unité d'Enseignement
Cours	0:00:00	Nom	J. Huez	UE3-Du matériau aux structures
Cours-TD	8:00:00			
TD	0:00:00	Pédagogie Active		Coefficient
TP	0:00:00	0		0,83
				Mode d'Evaluation
				Oral unique UE3-UE4

Connaissances et Capacités

A la fin de ces séances d'apprentissages les étudiants seront capables de :

Connaitre les phénomènes physique/mécanique/thermique qui interviennent, depuis le métal fondu, dans la mise en forme haute température des alliages métalliques- **Utile**

Comprendre les enjeux liés à la mise en forme haute température - **Essentiel**

Analyser la faisabilité d'un traitement thermomécanique sur un produit et ses impacts sur la microstructure, la texture et les propriétés mécaniques finales de ce produit- **Important**

Contenu du cours- Syllabus

Ce module, assuré par B. Viguier et J. Huez, présente comment la matière première est obtenue, comment on en maîtrise la transformation, depuis le métal fondu, pour en faire un demi-produit, voire une pièce, conforme en terme de : microstructure (taille et morphologie de grain, texture), composition chimique, répartition des phases (nature, morphologie et proportion) propriétés mécaniques (traction, fatigue, fluage) et qualité (santé interne, défauts acceptables).

Il aborde les traitements thermomécaniques, les défauts, la genèse des microstructures et le lien procédé/microstructure/propriété

L'ensemble des illustrations sera faite sur aciers/superalliages base nickel/alliages de titane.

Ainsi le programme de formation est le suivant

- 1) Introduction générale : du minerai à la pièce en passant par le métal
- 2) Principe métallurgique, diagramme binaire, diagramme TRC, solidification, ségrégation mineure et majeure, notion de défauts
- 3) Elasticité et plasticité,
- 4) Corroyage et déformation, Modes de transmission de Chaleur et fours industriels
- 5) Ecouissage, restauration, recristallisation
- 6) Exemples de transformations microstructurales liées aux traitements thermomécaniques, textures cristallines

Ce cours est complété par les Travaux pratiques matériaux sur le même semestre ainsi que la visite du site industriel d'Aubert et Duval à Pamiers (09).

Ouvrages de Référence

D. François, A. Pineau et A. Zaoui, Elasticité et plasticité, Hermès Science Publications, ISBN 978-2-7462-2347-9

Franck Montheillet- Métallurgie en mise en forme- Techniques de l'ingénieur- M600.

Cours Philippe Lours-EMAC- Sciences des matériaux : http://nte.mines-albi.fr/SciMat/co/SciMat_web.html

Cours Benoit Appolaire- Diagramme de phase binaire : http://mms2.ensmp.fr/mat_nancy/binaire/transparents/1_binaires_r.pdf

Assemblages

Volume Horaire		Responsable Pédagogique		Unité d'Enseignement
Cours	0:00:00	Nom	E. Andrieu	UE3-Du matériau aux structures
Cours-TD	8:00:00			
TD	0:00:00	Pédagogie Active		Coefficient
TP	0:00:00	0		0,83
				Mode d'Evaluation
				Oral unique UE3-UE4

Connaissances et Capacités

Savoir optimiser un assemblage, brasage, soudage, ou un assemblage mécanique.
Savoir dimensionner les structures en conséquence,
Prévoir et intégrer les évolutions de microstructures associées aux procédés

Contenu du cours- Syllabus

Soudage - Brasage
Processus élémentaires, critères de choix, durabilité
Processus élémentaires, Outils de caractérisation
Contraintes résiduelles
Assemblages mécaniques autres que soudage et brasage

Ouvrages de Référence

Procédés de soudage -- Klas Weman (Dunod 2012)
Métallurgie et mécanique du soudage -- sous la dir. de Régis Blondeau (Lavoisier 2001)

Comportement en fatigue des matériaux métalliques: fatigue des assemblages soudés
- Le Quilliec Guénhaël; Huther Isabel; Galtier André (edt CETIM 2014)

Conception durable des structures

Volume Horaire		Responsable Pédagogique		Unité d'Enseignement
Cours	0:00:00	Nom	C. Blanc	UE3-Du matériau aux structures
Cours-TD	12:00:00			
TD	0:00:00	Pédagogie Active		Coefficient
TP	0:00:00	0		0,83
				Mode d'Evaluation
				Oral unique UE3-UE4

Connaissances et Capacités

Savoir concevoir des structures en choisissant le matériau, en intégrant les effets d'épaisseur (structures minces), l'endommagement et le vieillissement

Contenu du cours- Syllabus

Démarche de conception intégrant le vieillissement et l'endommagement des matériaux
 - Point de vue du concepteur
 - Point de vue du métallurgiste
 - Démarche de sélection des matériaux et procédés
 Effets d'échelle en conception durable - Méthodes et outils de CND

Ouvrages de Référence

Comportement et Endommagement II

Volume Horaire		Responsable Pédagogique		Unité d'Enseignement
Cours	0:00:00	Nom	E. Andrieu	UE4-Vieillessement et durabilité
Cours-TD	9:20:00			
TD	0:00:00	Pédagogie Active		Coefficient
TP	0:00:00	0		1
				Mode d'Evaluation
				Oral unique UE3-UE4

Connaissances et Capacités

Savoir intégrer l'endommagement dans les lois de comportement mécanique - Connaître les différents mécanismes d'endommagement et les modes de rupture associés

Contenu du cours- Syllabus

1. Mesure de l'endommagement (mesures directes et indirectes)
2. Approche globale de l'endommagement (phénoménologie, modèles)
3. Approche locale de l'endommagement (phénoménologie, modèles)
4. Mécanique de la rupture (élasticité linéaire, plasticité confinée, plasticité étendue)
5. Essais de caractérisation (résilience, ténacité)

Ouvrages de Référence

Mécanique des matériaux, A. Zaoui, A. Pineau, D. François, Hermès

Corrosion et protection anti corrosion

Volume Horaire		Responsable Pédagogique		Unité d'Enseignement
Cours	0:00:00	Nom	C. Blanc	UE4-Vieillessement et durabilité
Cours-TD	8:00:00			
TD	0:00:00	Pédagogie Active		Coefficient
TP	0:00:00	0		1
				Mode d'Evaluation
				Oral unique UE3-UE4

Connaissances et Capacités

Etre capable de mener une étude de cas sur une problématique de corrosion aqueuse dans sa globalité :

1. Maîtriser les notions de base de la corrosion (formes de corrosion, outils de suivi et d'études, mécanismes et facteurs du 1er ordre, cinétiques, méthodes de protection)
2. Maîtriser la corrélation microstructure / tenue à la corrosion d'un matériau nu ou revêtu
3. Savoir expertiser une pièce en utilisant les outils adéquats (identification de la forme de corrosion, identification des facteurs de 1er ordre ayant généré l'avarie)
4. Savoir réaliser une étude ou un suivi d'installation en utilisant les outils adéquats (forme de corrosion, facteurs du premier ordre, détermination de cinétique de corrosion)
5. Etre capable de proposer des solutions adaptées aux différents stades du cycle de vie du matériau

Contenu du cours- Syllabus

1. Corrosion des alliages métalliques
 - 1.1. Rappel (Outils de base et différentes formes de corrosion)
 - 1.2. Corrosion et microstructure : complexité des alliages industriels
 - Quelles relations corrosion/microstructure ? Les échelles ?
 - Quels milieux choisir ? Quels tests ? Représentativité des essais ?
 - Quels outils utiliser ? Comment décrire un défaut de corrosion ?
 - 1.3. Sollicitations complexes : rôle de la contrainte
2. Protection anticorrosion
 - 2.1. Rappel
 - 2.2. Optimisation métallurgique
 - 2.3. Cas particulier des inhibiteurs de corrosion
 - 2.4. Cas particulier des traitements d'anodisation des alliages d'aluminium

Ouvrages de Référence

Prévention et lutte contre la corrosion, B. Normand, N. Pébère, C. Richard, M. Wéry, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, 2004

Oxydation et corrosion haute température

Volume Horaire		Responsable Pédagogique		Unité d'Enseignement
Cours	0:00:00	Nom	A. Rouaix	UE4- Vieillessement et durabilité
Cours-TD	8:00:00			
TD	0:00:00	Pédagogie Active		Coefficient
TP	0:00:00	0		1
				Mode d'Evaluation
				Oral unique UE3-UE4

Connaissances et Capacités

Savoir réaliser une étude de corrosion HT (réalisation d'essais, exploitation des données, caractérisation des échantillons corrodés)
Savoir reconnaître les différents faciès de corrosion et appréhender l'effet des différents paramètres environnementaux (Température, Pression, Vapeur d'eau, ...)
Connaître les principales méthodes de protection contre la corrosion

Contenu du cours- Syllabus

Oxydation des métaux (aspects cinétiques et thermodynamiques),
Oxydation des alliages
Oxydation interne / externe, "third element effect", éléments réactifs, breakaway
Protection contre l'oxydation et la corrosion
Atmosphères complexes
Réalisation d'un essai d'oxydation

Ouvrages de Référence

P. Sarrazin, A. Galerie, J. Fouletier, *Les mécanismes de la corrosion sèche*, Monographies de matérialogie, 5, EdP Sciences, Les Ulis, (2000)
A.M. Huntz, B. Pieraggi, *Oxydation des matériaux métalliques*, Traité de Mécanique et Ingénierie des Matériaux, Hermes Sciences, Lavoisier, (2003)
D. Young, *High Temperature Oxidation and Corrosion of Metals*, Series Editor Tim Burstein, Cambridge, UK, (2008)
N. Birks, G.H. Meier, *Introduction to high temperature oxidation of metals*, Edward Arnold Publ. London, U.K., (1983)
P. Kofstad, *High Temperature Corrosion*, Elsevier Applied Science, Barking, U.K., (1988)

Durabilité des matériaux

Volume Horaire		Responsable Pédagogique		Unité d'Enseignement
Cours	0:00:00	Nom	E. Andrieu	UE4-Vieillessement et durabilité
Cours-TD	25:20:00	Pédagogie Active		Coefficient
TD	0:00:00	0		1
TP	0:00:00			Mode d'Evaluation
				Oral unique UE3-UE4

Connaissances et Capacités

Maîtriser les conséquences de sollicitations complexes sur la durée de vie des matériaux et des structures

Contenu du cours- Syllabus

- Vieillessement thermomécanique des structures
 - Acier inoxydable martensitique à durcissement structural
 - Alliages base nickel polycristallin pour disques de turbine
 - Alliages base nickel monocristallin
 - Structures minces pour pots catalytiques
 - Alliages de titane pour turboréacteurs
- Endommagement par couplage mécanique / oxydation
 - Alliages base nickel pour turbines
 - Alliages base nickel pour applications nucléaires
 - Alliages zirconium en milieu REP
 - Fontes pour collecteurs d'échappement
- Corrosion sous contrainte
 - Définition, phénoménologie
 - Principaux modèles
 - Moyens de protection
 - Essais
 - Applications aux alliages d'aluminium
- Fragilisation par l'hydrogène
 - Phénoménologie
 - Mécanismes et facteurs du 1er ordre
 - Différentes voies d'enrichissement en hydrogène des matériaux (durant l'élaboration ou lors d'opérations de transformation et de mise en œuvre (traitements thermiques, de surface, soudage...ou lors de processus de corrosion)
 - Propriétés des aciers en présence d'hydrogène des aciers

Ouvrages de Référence

TP matériaux

Volume Horaire	
Cours	0:00:00
Cours-TD	0:00:00
TD	0:00:00
TP	28:00:00

Responsable Pédagogique	
Nom	G. Odemer

Unité d'Enseignement
UE4 - Vieillessement et durabilité

Pédagogie Active
0

Coefficient
1

Mode d'Evaluation
Oral

Connaissances et Capacités

Comprendre les relations entre procédés de mise en forme/microstructures/propriétés d'usage/durabilité et modes d'endommagement:

- comportement mécanique des matériaux métalliques (traction-résilience-dureté)
- procédé de mise en forme (forgeage)
- comportement en corrosion des matériaux métalliques (corrosion, corrosion sous contrainte, fragilisation par l'hydrogène)
- comportement en oxydation haute température des matériaux métalliques
- déformation des matériaux sous l'action d'une sollicitation mécanique ou de transformation de phases

Contenu du cours- Syllabus

Comprendre les relations entre procédés de mise en forme/microstructures/propriétés d'usage/ durabilité et modes d'endommagement:

1. Interprétation des mécanismes de rupture par observation des faciès au MEB et analyse d'essais de traction
2. Interprétation des mécanismes de rupture par détermination de la température de transition ductile-fragile et par observation des faciès de rupture au MEB
3. influence des paramètres du procédé de forgeage-matriçage sur la microstructure et/ou sur l'optimisation des outils du procédé
4. Mécanismes d'endommagement par corrosion et CSC (corrosion par piqûres, corrosion intergranulaire, FPH...)
5. Analyse des couches d'oxydes par microscopie optique et mesures de prise de masse, MEB/EDS, DRX
6. Etude cristallographique des transformations de phases, visualisation des contraintes au sein d'un matériau, étude expérimentale des mécanismes de déformation en fluage d'un matériau métallique

Ouvrages de Référence