

MASTER

PHYSIQUE DES MATERIAUX, MECANIQUE ET MODELISATION NUMERIQUE

Spécialité Recherche : Physique des matériaux, mécanique numérique

Contenus des enseignements de deuxième année

I Tronc commun

	Intervenant(s)	Durée/ (crédits ECTS)
21 Mécanique des milieux continus : plasticité et visco-élasticité - Comportement non linéaire des matériaux en grande déformation : plasticité et viscoplasticité des métaux, viscoélasticité et pseudoplasticité des polymères fondus - Couplage rhéologie-phénomènes thermiques	M. Bellet M. Vincent	18h (2)
22 Hydrodynamique Physique Suspensions : Ecoulements aux faibles nombres de Reynolds, Correction d'Oseen, Viscosité d'une suspension diluée, Sédimentation, théorie de Kinch, Milieux poreux : loi de Darcy, Théories sémiempiriques de la filtration, Ecoulements diphasiques, Rappel de la capillarité, Imbibition, Drainage	L. Lobry P. Kuzhir	18h (2)
23 La méthode des éléments finis - La formulation faible (variationnelle) - Le problème approché - L'assemblage - La convergence avec le maillage	Y. Demay	18h (2)
Total tronc commun:		54h (6)

II Stage de recherche en laboratoire

Durée : 20 semaines Calendrier : <input type="checkbox"/> Proposition de sujets au courant du premier trimestre <input type="checkbox"/> Choix des sujets à la fin du premier trimestre <input type="checkbox"/> Travail en laboratoire de mi-janvier à mi-juin <input type="checkbox"/> Evaluation du travail à mi-parcours avec exposé oral court <input type="checkbox"/> Rapport final et soutenance à la fin deuxième semestre	(40)
---	------

Total général 2^{ème} année : 180h d'enseignement et 60 crédits ECTS

(incluant les 126h et 14 crédits de chacune des trois options ci-dessous)

III-1 Option n°1 Physique et mécanique des matériaux

	Intervenant(s)	Durée/ (Crédits ECTS)
24-1 Physique des fluides et des milieux composites - Propriétés de transport dans les milieux hétérogènes solides ou liquides : viscosité, conductivité, élasticité - Microhydrodynamique des fluides hétérogènes; application à la rhéologie	G. Bossis	18h (2)
25-1 Rhéologie des fluides complexes - Les différents types d'écoulements en rhéométrie : plan-plan, cône-plan, cylindre, Poiseuille - Rhéophysique; migration de particules dans un écoulement; interactions particules-parois - Rhéologie des polymères et des suspensions; approche physique et thermodynamique des lois de comportement	G. Bossis E. Disdier	18h (2)
26-1 Surface et réactivité - Thermodynamique des interfaces : énergie superficielle et tension superficielle - Isothermes d'adsorption (loi de Gibbs) - La surface cristalline : modèle TLK, influence des paramètres structuraux, reconstruction - Diffusion superficielle; application au frittage - Adsorption : solides, liquides et gaz bidimensionnels - Chimisorption sur métaux et oxydes - La surface des polymères. Mobilité et réactivité	E. Ceretti	18h (2)
27-1 Physique de la déformation plastique des polymères à l'état solide (12 modules de 1h30) - Structure et morphologie des polymères - Mécanismes de la déformation plastique des polymères semi-cristallins ; I- Aspect descriptif - Viscoélasticité linéaire ; Traitement mathématique I - Viscoélasticité linéaire ; Traitement mathématique II - Viscoélasticité linéaire ; Origine moléculaire - Elasticité caoutchoutique - Mécanismes de la déformation plastique des polymères semi-cristallins ; II- Modèles prédictifs - Mécanismes de la déformation plastique des polymères amorphes vitreux - Comportements mécaniques macroscopiques des polymères - Etablissement de lois de comportement spécifiques aux polymères - Endommagement et rupture I - Endommagement et rupture II	N. Billon J.M. Haudin	18h (2)
28-1 Physique de la plasticité - Mécanismes microscopiques de la déformation des métaux - Défauts cristallins; théorie des dislocations; mécanismes de durcissement - Déformation plastique et évolution microstructurale.	A.M. Chaze	18h (2)
29-1 Mécanique du contact et tribologie. Application à la mise en forme - Rôle du frottement dans les procédés de mise en forme - Lois de frottement : aspects mécaniques et mathématiques; mesure du frottement en mise en forme - Interactions microplastiques : portance des aspérités et lois de frottement correspondantes; modèle de la vague; application à l'usure par abrasion - Traitement du contact dans les modèles numériques - Thermique du contact; lubrification hydrodynamique. Chimisorption et lubrification limite. Régime mixte et modélisation	P. Montmitonnet	18h (2)
30-1 Matériaux composites adaptatifs - Introduction aux matériaux composites adaptatifs; lois d'écoulement des milieux multiphasiques (suspensions, polymères avec charges électro-actives ou magnéto-actives) - Calcul des profils de concentration et de vitesse par la méthode des volumes finis; - modélisation numérique dans le cas d'un écoulement dans un tube ou un convergent	G. Bossis Y. Grasselli F. Péneau	18h (2)
Total option n°1 :		126h (14)

III-2 Option n°2 Mécanique Numérique

	Intervenant(s)	Durée/ (Crédits ECTS)
24-2 Méthodes numériques avancées pour le calcul des écoulements de matériaux - Comportement complexe des matériaux : elastoplasticité, viscoplasticité, viscoélasticité, incompressibilité et compressibilité, thermique et thermo-dépendance. - Grandes déformations, surface libres, interfaces - Eléments finis mixtes à plus de deux champs, méthodes de Galerkin discontinues (convection et diffusion), - Calcul intensif et calcul parallèle - Génération de maillage, adaptation de maillage et estimation d'erreur a posteriori, Optimisation et problèmes inverses.	T. Coupez	18h (2)
25-2 Les éléments finis mixtes - Formulation mixte du problème de Stokes - Compatibilité vitesse-pression - Convergence. Application à l'élasticité linéaire	Y. Demay	18h (2)
26-2 Calcul des structures - Théorie des poutres; effort normal, moment fléchissant, effort tranchant. Structures de type treillis. Calcul matriciel. Notions sur les plaques et les coques - Codes de calcul des structures (principes de base, utilisation, applications sur Abaqus)	P.O. Bouchard	18h (2)
27-2 Codes industriels - Principaux logiciels en Mécanique et domaines d'application - Systèmes d'exploitation, langages de programmation, calcul parallèle - Etapes dans l'utilisation d'un code de simulation numérique - Utilisation approfondie d'un logiciel de simulation	F. Bay	18h (2)
28-2 Turbulence - Introduction à la modélisation et simulation des écoulements turbulents: Simulation numérique directe, simulation des grandes échelles ou approche statistique ? - L'approche statistique: équations de Reynolds, équations pour les perturbations, hypothèse de Boussinesq, modèle de Prandtl, modèle K-epsilon, modèle à 6 équations. - La simulation des grandes échelles: notion de filtrage, équations de Navier-Stokes filtrées, modèle de Smagorinsky, modèle de similarité d'échelles, modélisation dynamique.	A. Pumir R. Pasquetti	18h (2)
29-2 Méthode numérique des volumes finis - Méthode des volumes finis pour les systèmes hyperboliques - Introduction des conditions aux limites; mise en oeuvre pratique dans le cas de l'écoulement d'un liquide dans une chambre de refroidissement d'un générateur de gaz - Loi de pression pour le changement de phase. Application à l'écoulement d'un liquide avec changement de phase.	P. Goatin	18h (2)
30-2 Couches limites	F. Gallaire	18h (2)
Total option n°2 :		126h (14)

III-3 Option n°3 Systèmes interfaciaux : dispersions, revêtements et composites

	Intervenant(s)	Durée/ (Crédits ECTS)
24-3 Physique des fluides et des milieux composites - Propriétés de transport dans les milieux hétérogènes solides ou liquides : viscosité, conductivité, élasticité - Microhydrodynamique des fluides hétérogènes; application à la rhéologie	G. Bossis	18h (2)
25-3 Physico-chimie des dispersions - Phénomènes de stabilité et d'instabilité dans les systèmes dispersés (interactions électrostatiques, forces liées à la présence d'une couche d'adsorption, interactions de déplétion) - Modélisation de l'interface : charge de surface, nature, densité et ionisation des sites - Adsorption de polymères, de tensio-actifs ou d'espèces chargées - Applications: matériaux nanoporeux, élastomères chargés, couches ultramines pour l'optique, particules magnétiques, nanométriques pour l'enregistrement magnétique, cristaux photoniques	J. Persello	18h (2)
26-3 Surface et réactivité - Thermodynamique des interfaces : énergie superficielle et tension superficielle - Isothermes d'adsorption (loi de Gibbs) - La surface cristalline : modèle TLK, influence des paramètres structuraux, reconstruction - Diffusion superficielle; application au frittage - Adsorption : solides, liquides et gaz bidimensionnels - Chimisorption sur métaux et oxydes - La surface des polymères. Mobilité et réactivité	E. Ceretti	18h (2)
27-3 Hétérogénéité dans les matériaux granulaires - Solides polycristallins désordonnés, distribution isotrope d'interfaces, défauts et inclusions, systèmes multiphasés et composites - Réactions chimiques dans les systèmes granulaires. Evolution de ces systèmes	J.R. Gavarrri	18h (2)
28-3 Mécanismes de formation de revêtements - Revêtements organiques : cinétique et mécanismes de formation des films à matrice polymère, défauts associés - Revêtements métalliques : mode de croissance stable et instable dans le zinc pur, galvanisation dans les mélanges zinc-aluminium. Influence du substrat	A. Margaiilan	18h (2)
29-3 Propriétés de protection par revêtements - Physico-chimie des interfaces métal/métal et polymère/métal. Mécanismes de la protection par revêtement (effet barrière, cinétique de diffusion, inhibition) - Caractérisations spécifiques : spectrométrie d'impédance complexe, potentiel de surface	A. Crespy	18h (2)
30-3 Durabilité de la protection - Vieillessement photo-oxydatif et hydrolytique des revêtements à matrice polymère - Types de dégradation associés aux revêtements organiques - Corrélation vieillissement naturel et vieillissement artificiel. Modélisation et estimation de la durabilité	J.L. Vernet	18h (2)
Total option n°3 :		126h (14)