

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Comité Pédagogique National du domaine Sciences et Technologies



MASTER ACADEMIQUE HARMONISE
Programme national

Mise à jour 2022

Domaine	Filière	Spécialité
Sciences et Technologies	***Métallurgie***	***Mise en Forme des Métaux***

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Comité Pédagogique National du domaine Sciences et Technologies

ماستر أكاديمى
مواءمة
برنامج وطنى

تحيين 2022

الميدان	الفرع	التخصص
علوم وتكنولوجيا	التعدين	تشكيل المعادن

I – Fiche d'identité du Master

Conditions d'accès

-Accès en 1ère année Master :

Sont admis à se présenter, les titulaires d'une Licence en Génie des Matériaux, en Métallurgie et en Génie Mécanique.

-Accès en 2ème année Master :

Les titulaires d'un diplôme d'Ingénieur d'Etat en Métallurgie, en Génie des Matériaux ou en Génie Mécanique peuvent postuler s'il le souhaite à une inscription en Master Recherche (2eme année) en vue de préparer un mémoire de recherche

L'inscription au Master Recherche (2eme année) est soumise à l'étude des dossiers des candidats. Cette étude tient compte des données et résultats pédagogiques (évaluation, progression, compensation, rattrapage, sanction disciplinaire….) et scientifiques de leurs cursus universitaires.

II – Fiches d'organisation semestrielles des enseignements de la spécialité

Semestre 1

Unité d'enseignement	Matières	Crédits	Coefficient	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15semaines)	Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines)	Mode d'évaluation	
	Intitulé			**Cours**	**TD**	**TP**			**Contrôle Continu(%)**	**Examen(%)**
UE Fondamentale Code : UE 1.1 Crédits : 12 Coefficients : 6	Transformations de phases	6	3	3h00	1h30		67h30	82h30	40	60
	Processus thermique et diffusion	6	3	3h00	1h30		67h30	82h30	40	60
UE Fondamentale Code : UE 1.2 Crédits : 6 Coefficients : 3	Mécanique et thermodynamique des milieux continus	6	3	3h00	1h30		67h30	82h30	40	60
UE Méthodologique Code : UEM 1.1 Crédits : 9 Coefficients : 5	Analyse numérique et programmation	4	2	1h30		1h30	45h00	55h00	40	60
	Mécanique et thermodynamique des milieux continus	2	1			1h30	22h30	27h30	100	
	Radiocristallographie	3	2	1h30		1h00	37h30	37h30	40	60
UE Découverte Code : UED 1.1 Crédits : 2 Coefficients : 2	Initiation à la technologie des procédés de mise en forme	1	1	1h30			22h30	2h30		100
	Mathématiques appliquées	1	1	1h30			22h30	2h30		100
UE Transversale Code : UET 1.1 Crédits : 1 Coef. 1	Anglais technique et terminologie	1	1	1h30			22h30	2h30		100
Total semestre 1		**30**	**17**	**16h30**	**4h30**	**4h00**	**375h00**	**375h00**		

Semestre 2

Unité d'enseignement	Matières	Crédits	Coefficient	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines)	Mode d'évaluation	
	Intitulé			**Cours**	**TD**	**TP**			**Contrôle Continu(%)**	**Examen(%)**
UE Fondamentale Code : UE 2.1 Crédits : 12 Coefficients : 6	Rhéologie et comportement mécaniques des matériaux	6	3	3h00	1h30		67h30	82h30	40	60
	Physique de la déformation plastique	6	3	3h00	1h30		67h30	82h30	40	60
UE Fondamentale Code : UEF 2.2 Crédits : 6 Coefficients : 3	Coulée de l'acier	6	3	3h00	1h30		67h30	82h30	40	60
UE Méthodologique Code : UEM 2.1 Crédits : 9 Coefficients : 5	Méthodes de contrôle non destructif	4	2	1h30		1h30	45h00	55h00	40	60
	Physique de la déformation plastique	2	1			1h30	22h30	27h30	100	
	Modélisation et simulation	3	2	1h30		1h00	37h30	37h30	40	60
UE Découverte Code : UED 2.1 Crédits : 2 Coefficients : 2	Equipements des ateliers de mise en forme	1	1	1h30			22h30	2h30		100
	Instrumentation	1	1	1h30			22h30	2h30		100
UE Transversale Code : UET 2.1 Crédits : 1Coef.1	Respect des normes et des règles d'éthique et d'intégrité	1	1	1h30			22h30	2h30		100
Total semestre 2		**30**	**17**	**16h30**	**4h30**	**4h00**	**375h00**	**375h00**		

Semestre 3

Unité d'enseignement	Matières	Crédits	Coefficient	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines)	Mode d'évaluation	
	Intitulé			**Cours**	**TD**	**TP**			**Contrôle Continu(%)**	**Examen(%)**
UE Fondamentale Code : UE 3.1 Crédits : 12 Coefficients : 6	Procédés de fonderie	6	3	3h00	1h30		67h30	82h30	40	60
	Métallurgie des poudres	6	3	3h00	1h30		67h30	82h30	40	60
UE Fondamentale Code : UEF 3.2 Crédits : 6 Coefficients : 3	Procédés de mise en forme par déformation	6	3	3h00	1h30		67h30	82h30	40	60
UE Méthodologique Code : UEM 3.1 Crédits : 9 Coefficients : 5	Métallurgie des poudres	2	1			1h30	22h30	27h30	100	
	Méthode de calcul en mise forme par déformation	3	2	1h30		1h00	37h30	37h30	40	60
	Procédés de fonderie	2	1			1h30	22h30	27h30	100	
	Procédés de mise en forme par déformation	2	1			1h30	22h30	27h30	100	
UE Découverte Code : UED 3.1 Crédits : 2 Coefficients : 2	Méthodologie de recherche	1	1	1h30			22h30	2h30		100
	Management général	1	1	1h30			22h30	2h30		100
UE Transversale Code : UET 2.1 Crédits : 1 Coefficients : 1	Recherche documentaire et conception de mémoire	1	1	1h30			22h30	2h30		100
Total semestre 3		**30**	**17**	**15h00**	**4h30**	**5h30**	**375h00**	**375h00**		

Semestre 4

1. Stage pratique Durée : 1-2 mois Coefficient : 2 crédits : 4

2. Projet de diplôme Durée : 06 mois Coefficient : 15 crédits : 26

III - Programme détaillé par matière du semestre S1

Semestre : 1
Unité d'enseignement : UEF 1.1
Matière 1 :**UEF111** : Transformations de phases
VHS : 67h30 (Cours : 3h00, TD : 1h30)
Crédits : 6
Coefficient : 3

Objectifs de l'enseignement :

- Acquérir les connaissances nécessaires à la compréhension des mécanismes qui opèrent lors des transformations de phases à l'état solide.

Connaissances préalables recommandées :

- Licence en Métallurgie ou Génie des Matériaux

Contenu de la matière :

1- Germination	**(01 semaine)**
2- Croissance	**(01 semaine)**
3- Coalescence	**(01 semaine)**
4- Cinétique globale de la transformation	**(02 semaines)**
5- Décomposition spinodale	**(01 semaine)**
6- Phase de transition	**(01 semaine)**
7- Précipitation discontinue	**(01 semaine)**
8- Transformation eutectoïde	**(02 semaine)**
9- Transformation massive	**(02 semaine)**
10- Transformation ordre-désordre	**(01 semaine)**
11- Transformation martensitique	**(02 semaines)**

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

Références bibliographiques :

1. Phase transformations in metals and alloys second edition; David A. Porter, Kenneth E. Easterling CRC Press
2. Stability of microstructure in metallic systems ; J.W. Martin ; R.D. Doherty ; B. Cantor CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS
3. Y. ADDA, J. PHILIBERT, La diffusion dans les solides, Presses Universitaires de France, Paris, 1966.
4. H.I. AARONSON (ed.) Lectures on the Theory of Phase Transformations, The Metal. Soc. A/ME, (U.SA) ,1975. J. BURKE, La cinétique des changements de phase dans les métaux, Masson, Paris, 1968. 5. G.A. CHADWICK, Metallography of Phase Transformations. Butterworths, London, 1972.

Semestre: 1
Unité d'enseignement : UEF 1.1
Matière 2 :UEF112 : Processus thermique et diffusion
VHS : 67h30 (Cours : 3h00, TD : 1h30)
Crédits : 6
Coefficient : 3

Objectifs de l'enseignement :

- Compréhension des lois qui régissent les transferts de la chaleur ainsi que les lois de la diffusion de la matière

Connaissances préalables recommandées :

- Licence en Métallurgie ou Génie des Matériaux

Contenu de la matière :

I-Comportement thermique des matériaux. **(05 semaines)**

Conductivité thermique, Diffusivité thermique, Effusivité thermique
Emissivité, Réflectivité, Absorptivité, Transmitivité, Viscosité et fluidité

II- Equation de la chaleur et conditions d'univalence **(05 semaines)**

Méthodes de résolution (transformées de Laplace)
Calcul numérique
Différences finies
Eléments finis
Modèles du solide semi-infini
Température imposée
Flux thermique constant imposé
Contact de deux solides
Transfert aux interfaces solide-solide
Description phénoménologique lors des mises enforme
Modélisation de la solidification et du refroidissement

III- Phénomènes de diffusion **(05 semaines)**

Equations de diffusion, Théorie atomique de la diffusion, Diffusion dans les métaux purs et alliages, Diffusion dans les non-métaux

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 40 % ; Examen : 60 %.

Références bibliographiques :

1. International Journal of Heat and Mass Transfer
2. Phénomène de transport Prépa PC, Hichem Chaabane, E.P.A.M.Sousse ,2010
3. Abramson, E.H., Brown, J.M. ET Slutsky, L.J., 2001. The thermal diffusivity of water at high pressures and temperatures. Journal of chemical physics, 115(22): 10461-10463.
4. Carslaw, H.S. ET Jaeger, J.C., 1959. Conduction of Heat in Solids. Oxford Université Press, London, 510 pp.
5. Janson de Sailly, physique, Cours sur la diffusion thermique, spé PC, 2014/2015

Semestre : 1
Unité d'enseignement : UEF 2.1
Matière 1 : Mécanique et thermodynamique des milieux continus
VHS : 67h30 (Cours : 3h00, TD : 1h30)
Crédits : 6
Coefficient : 3

Objectifs de l'enseignement :

- Conçue comme étant la suite du module de Mécanique des milieux continus, il doit permettre aux étudiants de maitriser les outils qui leurs permettront d'aborder les problèmes mécaniques aux grandes déformations, ce qui est généralement le cas en mise en forme.

Connaissances préalables recommandées :

- Licence en Métallurgie ou Génie des Matériaux

Contenu de la matière :

I - LOIS DE CONSERVATION. **(02 semaines)**

1. Description du mouvement, Lois de conservation, Milieux continus classiques, Puissances virtuelles.

II : CONTRAINTES ET DEFORMATIONS **(02 semaines)**

1. Description des contraintes, Description des déformations, Vitesse de déformation.

III : LOI DE COMPORTEMENT **(02semaines)**

1. Théorie générale, Symétries matérielles, Modèle de Kelvin Voigt, Loi différentielle.

IV : FLUIDES NON NEWTONIENS **(02 semaines)**

1. Ecoulements viscomètriques.
2. Modèles fluides non newtoniens.

V : THERMODYNAMIQUE DES MILIEUX CONTINUS **(02 semaines)**

1. La thermodynamique des milieux continus, L'hyperélasticité, Thermodynamique rationnelle

VI : MODELES DISSIPATIVEMENT LINEAIRES **(02 semaines)**

1. Thermodynamique des processus irréversiblement linéaires, Variables internes.

VII : PLASTICITE ET VISCOELASTICITE **(02 semaines)**

1. Thermodynamique des processus irréversiblement non linéaires.
2. Elastoplasticité.

VIII : MILIEUX CONTINUS NON CLASSIQUES **(01 semaine)**

1. Milieux continus généralisés, Rhéologie des cristaux liquides.

Mode d'évaluation :

Contrôle continu **:** 40 % ; Examen : 60 %.

Références bibliographiques :

1. Mécanique des milieux continus : Concepts généraux, J Salençon - 2005 - books.google.com
2. Cours de Mécanique des Milieux Continus Mondher NEIFAR, 2009
3. Mécanique des milieux continus, Michel Maya, Cours de Mécanique des Milieux Continus, 2010 – 2011.
4. Mécanique des milieux continus, Pierre C. DAUBY Janvier 2007,
5. Mécanique des milieux continus François Sidorof, 2010

Semestre : 1
Unité d'enseignement : UEM1.1
Matière 1 : Analyse numérique et programmation
VHS : 45h00 (Cours : 1h30, TP : 1h30)
Crédits : 4
Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement :

- Apprendre aux étudiants les outils nécessaires qui leurs permettront de résoudre différentes sortes d'équations

Connaissances préalables recommandées :

- Licence en Métallurgie ou Génie des Matériaux

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Calcul approché **(01 semaine)**

1. Opérations sur les nombres approchés, Interpolations des fonctions.

Chapitre 2 : Résolution numériques des équations non linéaires **(03 semaines)**

1. Position du Problème, Méthode de séparation des racines, Méthode des approximations successives, Méthode de dichotomie, Méthode de la sécante et Régula falsi

Chapitre 3 : Résolution des équations algébriques **(02 semaines)**

1. Position du Problème, Méthode de Bairstow, Méthode de Graeffe, Méthode de Bernoulli

Chapitre 4 : Résolution des systèmes d'équations linéaires **(03 semaines)**

Rappel sur les matrices et Position du Problème, Résolution des systèmes particuliers, Résolution des systèmes d'équations linéaires, Amélioration de la précision des méthodes directes, Calcul du déterminant d'une matrice.

Chapitre 5 : Calcul des valeurs et vecteurs propres d'une matrice **(02 semaines)**

1. Introduction
2. Méthodes directes
3. Méthodes Itératives

Chapitre 6 : Résolution numériques des équations différentielles **(02 semaines)**

1. Position du Problème, Méthodes de résolution des équations différentielles

Chapitre 7 : Résolution numériques des intégrales. **(02 semaines)**

1. Méthode des rectangles, Méthode des trapèzes, Méthode des Simpson

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 40 % ; Examen : 60 %.

Références bibliographiques :

1. Cours analyse numérique, S.Mazen, 2012
2. Analyse numérique, Jean Paul Calvi
3. Méthodes numériques Via Matlab, Receuil de travaux pratiques corrigés, Samir Kennouche, 2015
4. Module : Méthodes numériques et Programmation, Samir Kennouche 2016/2017

Semestre : 1
Unité d'enseignement : UEM1.1
Matière 2 :UEM112 : Mécanique et thermodynamique des milieux continus(TP)
VHS : 22h30 (TP : 1h30)
Crédits : 2
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement :

- Compléter les connaissances acquises en cours par des travaux pratiques.

Connaissances préalables recommandées :

- Licence en Métallurgie ou Génie des Matériaux

Contenu de la matière :

1-Mesure de la viscosité d'un milieu liquide -Méthode de la chute d'une bille **(02 semaines)**
3-Caractérisation ultrasonore des constantes d'élasticité **(02 semaines)**
4-Mesure de modules d'élasticité par les essais de traction et de torsion **(03 semaines)**
5-Mesure du module d'Young par essai de flexion **(03 semaines)**
6-Le frottement visqueux **(02 semaines)**
7-Le frottement sec **(03 semaines)**

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 100 %

Références bibliographiques :

1. https://owl-ge.ch/IMG/pdf/frottement.pdf ([PDF] Forces de frottement visqueux - OWL-ge.ch
2. Mathias.bavay.free.fr/thèse/html/node192.html (C.3.2 Force de frottement visqueux)
3. B2 : Viscosité des liquides, le coefficient de viscosité, EPFL-Travaux pratiques de Physique,
4. TP- Physique et simulations numériques –Mesure de la viscosité d'un liquide
6. TP- Viscosité d'un fluide (Site Google)
7. PDF] TP : Mesure d'un coefficient de frottement. 1 Objectifs 2 Matériel www.seigne.free.fr/TP/TPCoefFrott.pdf
8. http://lphe.epfl.ch/bay/cours/cours/p-7.pdf (Flexion)

Semestre : 1
Unité d'enseignement : UEM1.1
Matière 3 : Radiocristallographie
VHS : 37h30 (Cours : 1h30, TP : 1h)
Crédits : 3
Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement :

- Présenter les principes généraux de l'interaction rayonnement –matière et l'application à l'étude de la structure cristalline.

Connaissances préalables recommandées :

- Licence en Métallurgie ou Génie des Matériaux

Contenu de la matière :

I- Notions de base sur les rayonnements et la matière (03 semaines)

1- propriétés du rayonnement x.
2- propriétés des électrons et des neutrons

II- Diffraction des rayons x par un cristal parfait (04 semaines)

2- théorie géométrique de la diffraction
3 -théorie cinématique de la diffraction

III- La méthode des poudres (04 semaines)

1- principes de base de la mesure
2- recherche et sélection des phases
3 - dosage des phases - surface des pics
4- orientation préférentielle - mesure de texture
5- mesure des contraintes propres résiduelles

IV- Analyse élémentaire par fluorescence x (04 semaines)

1-l'absorption
2- la fluorescence secondaire, ou surexcitation
3- sélection des photons x

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 40 % ; Examen : 60 %.

Références bibliographiques :

1. Cristallographie Géométrique et Radiocristallographie ,3ème Edition Jean Jacques Rousseau, Alain Gibaud, cours et exercices corrigés, Dunod, Paris 2007.
2. Radiocristallographie, Partie 1, Cours des Matériaux, 2013, ESSTIN-4A ISYS, Quentin Grandemange
3. Cours de cristallographie : Radiocristallographie théorique, Robert Gay, 1961
4. Eléments de radiocristallographie, Ramdan Ouahes, Paris Publisud DL 1990

Semestre : 1
Unité d'enseignement : UED1.1
Matière 1 : Initiation à la technologie des procédés de mise en forme
VHS : 22h30 (Cours : 1h30)
Crédits : 1
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement :

- Présenter succinctement la technologie des procédés de mise en forme par déformation, par fonderie et par la métallurgie des poudres

Connaissances préalables recommandées :

- Licence en Métallurgie ou Génie des Matériaux

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Procédés de fonderie (04 semaines)

1. Processus prévisionnel
2. Etude de Moulage : Fonctions réalisées – contraintes
3. Influence des paramètres de moulage

Chapitre 2 : Procédés de mise en forme par métallurgie des poudres (04 semaines)

1. Les poudres métalliques
2. Mise en forme
3. Frittage : aspects physico-chimiques et mécanismes

Chapitre 3 : Procédés de mise en forme par déformation plastique (07 semaines)

1- Laminage
2- Forgeage
3- Filage
4- Tréfilage
5- Pliage
6- Emboutissage
7- Extrusion

Mode d'évaluation :

Examen : 100 %.

Références bibliographiques :

1. CDP Les procédés industriels, ww2.cslaval.qc.ca/cdp/User Files/File/previews/procindus/
2. Thèse de Doctorat Paris Tech Marius MIHALUTA, octobre 2011, Etude de la mise en œuvre industrielle d'un nouveau procédé de mise en forme de produits composites
3. Mise en forme des métaux et Fonderie- Technique de l'Ingénieur
4. Procédés de mise en forme des matériaux, Auteur : C.CORBET , Editeur : CASTEILLA, Collection : Mémotech, Année : 06/2005
6. Mise en forme des métaux - Plasticité, rhéologie, tribologie, ERIC FELDER, Ellipses Marketing Technosup, 2017
7. Métallurgie des poudres, Didier Bouvard, Lavoisier 2002.
8. Moulage et fonderie d'art : Du modèle au bronze final, Daniel Lambert : Editions Vial,2002

Semestre : 1
Unité d'enseignement : UED1.1
Matière 2 : Mathématiques appliquées
VHS : 22h30 (Cours : 1h30)
Crédits : 1
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement :

-Permettre aux étudiants d'acquérir les outils mathématiques indispensables.

Connaissances préalables recommandées :

- Licence en Métallurgie ou Génie des Matériaux

Contenu de la matière :

1-Calcul matriciel **(03 semaines)**

-Définitions
-Opérations élémentaires
-Valeurs et vecteurs propres

2-Algèbre linéaire **(03 semaines)**

-Espaces vectoriels
-Applications linéaires

3-Analyse vectorielle **(03 semaines)**

-Gradient
-Divergence
-Rotationnel
-Coordonnées cylindriques

4-Calcul intégral et différentiel **(03 semaines)**

-Intégrales simples
-Intégrales multiples
-Equations différentielles

5-Théorie des groupes : **(03 semaines)**

L'objectif de ce chapitre est de donner aux étudiants les outils de base qui leurs permettent de maitriser les problèmes de symétrie matérielle qu'on retrouve en cristallographie et dans le cadre de comportement anisotrope.

Mode d'évaluation :

Examen : 100 %.

Références bibliographiques :

1. Livre des mathématiques, Version 1.00-Janvier 2016, Equipe Exo7, Arnaud Bodin et al.
2. Cours MAP, DIIC, 1ère année, Jocelyne Erhel, Avril 2006
3. Mathématiques appliquées, Analyse numérique, Stéphane Jacquemont ,2006
4. MAT 1223, Equations différentielles ordinaires, Jean Van Schaftingen

Semestre : 1
Unité d'enseignement : UET1.1 Anglais technique et terminologie
Matière 1 : Anglais technique et terminologie
VHS : 22h30 (Cours : 1h30)
Crédits : 1
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement :
Disposer d'une maîtrise suffisante de l'anglais technique au niveau de l'expression orale et écrite ...

Connaissances préalables recommandées :
Savoir au moins lecture dans cette langue

Contenu de la matière :
1. Lecture et traduction des textes techniques en relation avec la spécialité
2. Compréhension, acquisition de vocabulaire, grammaire.
Il Comprend deux phases :
• Une phase de sensibilisation aux difficultés de la langue écrite technique abordée sous un angle ludique (textes à trous, textes à erreurs, activités de puzzles, …),
• Une phase de production écrite et de traduction à l'aide de textes inachevés à compléter, traductions, résumés,

Mode d'évaluation :
Examen : 100%

Références
1. Check In - Communiquer Efficacement En Anglais. Pascal Jaquelin. 2005
2. Full Stop ! - Pour Enfin Maîtriser Les 100 Pièges Classiques De L'anglais
Niveau 2 .Jean Luc .2010
3 Bled Anglais - Etudes supérieures. Hachette Supérieur. 2010

IV - Programme détaillé par matière du semestre S2

Semestre : 2
Unité d'enseignement : UEF 2.1
Matière 1 : Rhéologie et comportement mécanique des matériaux
VHS : 67h30 (Cours : 3h ; TD : 1h30)
Crédits : 6
Coefficient : 3

Objectifs de l'enseignement :

Pour résoudre un problème de mécanique en mise en forme, on doit d'abord écrire les équations de base données par la statique ou la dynamique. Il en ressort un système d'équations où nous avons plus d'inconnues que d'équations. Il faut donc ajouter des équations supplémentaires. Ces équations sont données par une loi de comportement qui permet en même temps de tenir compte de la nature du matériau.
L'objectif de ce module est justement d'apprendre aux étudiants à écrire ces lois de comportement.

Connaissances préalables recommandées :
- Licence en Métallurgie ou Génie des Matériaux

Contenu de la matière :

I : PRESENTATION GENERALE **(02 semaines)**
1. Matériaux et modèles de comportement
1.1 Introduction
1.2 Variétés de comportement
1.3 Modèles de comportement
1.4 Essai d'identification
2. Introduction à la thermodynamique
2.1 Système réversible
2.2 Système dissipatif
2.3 Thermodynamique des milieux continus
3. Application
3.1 Système thermo-élasto-plastique
3.2 Modèle de Prager
3.3 Modèles rhéologiques

II : RHEOLOGIE ET DISSIPATIVITE NORMALE **(03 semaines)**
1. Modèles rhéologiques
1.1 Eléments réversibles et dissipatifs
1.2 Modèles rhéologiques
2. Thermodynamique des processus irréversibles
2.1 T.P.I linéaire
2.2 T.P.I non linéaire
2.3 Le cas plastique
3. Modèles élémentaires

3.1 Modèles réversibles
3.2 Modèles dissipatifs
3.3 Le modèle plastique

III : VISCOELASTICITE ET VISCOPLASTICITE (04 semaines)

1. Modèles viscoélastiques
1.1 Modèles simples
1.2 Construction de modèles
1.3 Modèle série et parallèle
1.4 Modèle de Biot
2. Comportements viscoélastiques
2.1 Comportements instantané et différé
2.2 Classification et modélisation
2.3 Modules complexes
3. Viscoélasticité tridimensionnelle
3.1 Cadre général
3.2 Modélisation tridimensionnelle
4. Viscoplasticité
4.1 Modèles viscoplastiques
4.2 Viscoplasticité tridimensionnelle

IV : ELASTOPLASTICITE (04 semaines)

1. Modèles plastiques
1.1 Quelques exemples
1.2 Modèle de Masing
2. Plasticité parfaite
2.1 Cadre général
2.2 Loi incrémentale
3. Plasticité avec écrouissage
3.1 Description de l'écrouissage
3.2 Modèles standard généralisés
3.3 Ecrouissage isotrope
3.4 Ecrouissage cinématique

V : ANISOTROPIE

1. Anisotropie élastique
1.1 La matrice d'élasticité
1.2 Symétries matérielles
1.3 Orthotropie
1.4 Isotropie transverse
2. Anisotropie plastique
2.1 Formalisme général
2.2 Critère de Hill
3. Autres comportements
3.1 Anisotropie viscoélastique
3.2 Anisotropie viscoplastique
3.3 Critère de rupture anisotrope.

VI : COMPORTEMENT A CHAUD DES METAUX (02 semaines)

1. Fluage et endommagement
1.1 Modèles de fluage.
1.2 Endommagement de fluage.
1.3 Extension tridimensionnelle.
2. Comportement cyclique
2.1 Plasticité cyclique
2.2 Modélisations plastiques
2.3 Aspects viscoplastiques

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 40 % ; Examen : 60 %.

Références bibliographiques :

1. Modèles rhéologiques uniaxiaux du comportement mécanique des matériaux ´ Henry Proudhon et Georges Cailletaud MINES Paris Tech, Centre des matériaux, CNRS UMR 7633 Mastère DMS – 03 novembre 2015.
2. COURS DE RHEOLOGIE Claude Verdier
3. J.F. Agassant, P. Avenas, J.-P. Sergent, B. Vergnes, M. Vincent, "La mise en forme des matières plastiques", Technique et Documentation, Lavoisier (1996)
4. P. Coussot, J.L. Grossiort, eds, "Comprendre la rhéologie", EDP Sciences (2001)
5. G. Couarraze, J.L. Grossiord, "Initiation à la rhéologie", Technique et documentation, Lavoisier, 3`Ième ´édition (2000)
6. P. Ostwald, "Rhéophysique : Ou comment coule la matière", Belin (2005)
7. Mécanique des matériaux, Sylvie Pommier, 2017.

Semestre : 2
Unité d'enseignement : UEF 2.1
Matière 2 : Physique de la déformation plastique
VHS : 67h30 (Cours : 3h ; TD : 1h30)
Crédits : 6 Coefficient : 3

Objectifs de l'enseignement :

- Faire connaitre aux étudiants les phénomènes physiques (microscopiques) qui régissent la déformation irréversible des matériaux cristallins.

Connaissances préalables recommandées :

Cristallographie, métallurgie physique

Contenu de la matière :

1-Les défauts de structures dans un cristal : **(01 semaine)**
(Défauts ponctuels, Défauts linéaires, Défauts étendus).

2-Structure des dislocations :(Dislocations coins ; vis ; mixtes ; boucles.) **(01 semaine)**

3-Mouvement des dislocations : (Force due à une contrainte externe et interne. Energie élastique d'une dislocation. Tension de ligne d'une dislocation. **(01 semaine)**

4-Interactions dislocations-défauts : (Interaction dislocation-défaut ponctuel, Interaction élastique entre les dislocations, Sous-joint de flexion, Sous-joint de torsion. **(01 semaine)**

5-sources de dislocations : Moulin de Francke tead. **(01 semaine)**

6-Mécanismes de déformation des monocristaux : (Etude géométrique du glissement. Influence de l'orientation du cristal sur les systèmes de glissements. Etude géométrique du maclage. Mécanismes de consolidation. **(01 semaine)**

7-Mécanismes de déformation des polycristaux :(Condition de Von Mises, Etude géométrique du glissement, Textures d'écrouissage. **(01 semaine)**

8- Analyse de la déformation thermiquement activées : Contrainte appliquée thermique et athermique, Déformation macroscopique et mouvement des dislocations, Relations thermodynamiques de base, Paramètres d'activation, Relation avec la vitesse de déformation, Détermination des grandeurs thermodynamiques. **(01 semaine)**

9- Superplasticité : Courbes effort-déformation des matériaux superplastiques. Matériaux superplastiques. Applications en mise en forme. **(01semaine)**

10-Les essais mécaniques : traction, dureté, de résilience. Essai de torsion. **(01semaine)**

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 40 % ; Examen : 60 %.

Références bibliographiques :

1. ELEMENTS DE METALLURGIE PHYSIQUE. : Tome 5, Déformation plastique Broché janvier 1991, de Y Adda , J-M Dupouy, J Philibert , Yves Quéré

2. M.F. Ashby and D.R.H. Jones. Matériaux : 1. propriétés et applications. Dunod, 1991. Traduit de l'anglais par Y. Bréchet, J. Courbon et M. Dupeux.

3 J. Bénard, A. Michel, J. Philibert, and J. Talbot. Métallurgie générale. Masson, 1984. 2ème édition.

4. R. Fortunier. Mécanique des milieux continus. Cours ENSM-SE, 1998.

5. J. Lemaitre and J. L. Chaboche. Mécanique des matériaux solides. Dunod, 1988.

6. F. Montheillet and F. Moussy. Physique et mécanique de l'endommagement. Editions de physique, 1986. Travaux du GRECO grandes d´déformations.

7. Comportement Mécanique des Matériaux Roland FORTUNIER

Semestre : 2
Unité d'enseignement : UEF 2.2
Matière 1 : Coulée de l'acier
VHS : 67h30 (Cours : 3h ; TD : 1h30)
Crédits : 6
Coefficient : 3

Objectifs de l'enseignement :

- Faire connaître les propriétés de fonderie ainsi que les défauts générés par celles-ci.

Connaissances préalables recommandées :

- Licence en Métallurgie ou Génie des Matériaux

Contenu de la matière :

Chapitre 1. Lingots. Lingotière (04 semaines)

1. **Petits et moyens lingots calmés masselottés** ; Rappels, Tracé des lingots, Impératifs, Limitations, Caractéristiques moyennes , Coulée des lingots, Coulée au jet et coulée en source, Vitesse et température de coulée, Soins à la coulée, Démoulage des lingots

2. Lingotières pour lingots calmés ; Phénomènes constatés pendant le service des lingotières, Echauffement des lingotières, Modifications de structure et gonflement, Contraintes ,Tracé des lingotières ,Fabrication des lingotières, Analyses, Description de la fabrication relative à l'analyse C1,Contrôle des lingotières GS par la propagation des ultrasons Température et vitesse de coulée des lingotières, Rôle des différents éléments et variation d'analyse selon le les conditions d'emploi de la lingotière

3. Rôle des conditions d'utilisation et consommation de lingotières ; Rôle de la température de reprise ; Rôle du temps de séjour dans la lingotière ; Autres paramètres de la consommation, Consommation de lingotières carrées pour aciers calmés, Dispersion des durées de vie des lingotières, Entretien des lingotières

4. Causes de rebuts des lingotières ; Causes normales, Causes accidentelles

5. Recommandations relatives aux lingotières

Chapitre 2. Coulée continue de l'acier (05 semaines)

1. Présentation de la coulée continue, Demi-produits de coulée continue, Différents types de machines de coulée continue, Schéma de principe d'une machine de coulée continue, Processus opératoire, Historique de la coulée continue

2. Caractéristiques physiques de l'acier liées à la coulée continue ; Masse volumique, Température de fusion, Coefficient de dilatation thermique, Capacité thermique massique, Enthalpie de fusion, Enthalpie de l'acier liquide à la température de fusion, Conductivité thermique, Diffusivité thermique

3. Acier liquide pour couler continue ; Influence de la composition de l'acier, Désoxydation, Température de coulée et surchauffe, Métallurgie en poche

4. Solidification ; Solidification dans la lingotière, Solidification hors lingotière, Structure interne de l'acier coulé, Brassage électromagnétique

5. Défauts des demi-produits de la coulée continue ; Défauts de forme, Défauts de surface, Défauts internes

6. Contrôle et finition des demi-produits, Etat de surface, Santé interne.

Chapitre 3. Coulée continue de brames minces (03 semaines)

1. Historique, Coulée entre bandes, Coulée sur chariot, Coulée continue conventionnelle adaptée aux brames minces

2. Procédés découlant des procédés conventionnels, Procédé CSP (*Compact Strip Production*), (Coulée continue, Four ; Laminoir), Procédé ISP (*Inline Strip Production*), (Coulée continue, Four. *Coil box,* Laminoir), Procédé Conroll, (Coulée continue, Four, Laminoir), Bandes laminées à chaud d'épaisseur inférieure à 1,5 mm, Procédé Danieli, Procédé CPR (C*asting Pressing Rolling)*

3. Aspects particuliers, Vitesses de coulée, Compression de la brame en cours de coulée, Four, Laminage en ligne

4. Métallurgie, Température de coulée en lingotière ,Régulation du niveau du métal dans la lingotière, Bouchage de busette, Soufre, Aciers avec une teneur en carbone située dans l'intervalle péritectique , Aluminium, Qualité du produit fini, aciers coulés à ce jour

5. Production, Avec une machine de coulée continue à une ligne de brames minces, Avec deux machines de coulée continue à une ligne de brames minces

6. Investissements. Coût de transformation, Investissements, Coût de transformation

7. Perspectives

Chapitre 4.Coulée continue de bandes d'acier (03 semaines)

1. Présentation, Etapes de développement, Procédés

2. Éléments de génie des procédés, Solidification et caractéristiques des cylindres, Confinement latéral de l'espace-lingotière, Hydrodynamique en lingotière, Écartement du cylindre, épaisseur de la bande et force de serrage , Guidage de la bande après solidification

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 40 % ; Examen : 60 %.

Références bibliographiques :

1. De la théorie au modèle : les hélices comme sculptures calculées, le cas des Fonderies de l'Atlantique à Nantes, Jean-Louis Kerouanton, In situ Revue des patrimoines, 2009.

2. Technique de l'ingénieur, Fusion de la fonte au cubilot- Principes Auteur(s) : Louis CHAZÉ, René SANZ, Date de publication : 10 sept. 1997.

3. Techniques de l'ingénieur, Fonderie d'aluminium : défauts et conception des pièces, Auteur(s) : Michel GARAT, André LE NÉZET, Date de publication : 10 déc. 2013

4. Procédé de moulage des métaux de fonderie - Assistance Qualité, tsaucray.free.fr/.../Cours_02_Procedes_de_moulage_des_metaux_Fonderie.pdf

Semestre : 2
Unité d'enseignement : UEM2.1
Matière 1 : Méthodes de contrôle non destructif
VHS : 45h (Cours : 1h30 ; TP : 1h30)
Crédits : 4
Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement :

- Faire connaitre les différentes méthodes de contrôle non destructif des pièces métalliques.

Connaissances préalables recommandées :

- *Sciences p*hysiques,

Contenu de la matière :

Chapitre I : Méthodes de surface **(06 semaines)**

1-Inspection visuelle, endoscopie
2-Ressuage
3-Magnétoscopie
4-Courants de Foucault
5-Thermographie infrarouge

Chapitre II : Méthodes de volume **(06 semaines)**

1-Rayons X (argentine, numérique, tomographie)
2-Rayons gamma
3-Ultrasons (conventionnels, multiéléments)
4-TOFD (Time of Flight Diffraction)

Chapitre III : Méthodes globales **(03 semaines)**

1-Emission acoustique
2-Ondes guidées

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 40 % ; Examen : 60 %.

Références bibliographiques :

1. Gilles Corneloup et Cécile Gueudré. LIVRE : Le Contrôle Non Destructif (CND) et la contrôlabilité des matériaux et structures, Décembre 2016.
2. LE CONTRÔLE NON DESTRUCTIF et la contrôlabilité des matériaux et des structures Gilles Corneloup, Cécile Gueudré, 2017

Semestre : 2
Unité d'enseignement : UEM 2.1
Matière 2 : Physique de la déformation plastique(TP)
VHS : 22h30 (TP : 1h30)
Crédits : 2
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement :

- Approfondir les connaissances théoriques par des travaux pratiques.

Connaissances préalables recommandées :

Métallurgie physique ; propriétés mécaniques des aciers

Contenu de la matière :

1- Effet du taux d'écrouissage sur les caractéristiques mécaniques d'un acier (essai de traction) **(02semaines)**
2- Effet du taux d'écrouissage sur la résilience d'un acier (Mouton pendule) **(02semaines)**
3- Observation des plans de glissement en surface d'un acier (traction + microscopie optique) **(02semaines)**
4- Essai de fatigue (courbe de Wöhler) **(02semaines)**
5- Effet de la recristallisation statique sur la dureté d'un acier (four+traction +duromètre) **(03semaines)**
6- Identification expérimentale de l'anisotropie d'un matériau métallique (coefficient de Lankford) à partir des essais de traction-compression. **(02semaines)**
7- Evolution de la variable de Kachanov au cours d'un essai de traction. **(02semaines)**

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 100 %

Références bibliographiques :

1. Précis de Métallurgie
2. Lakhtine, Métallographie et traitements thermiques
3. [PDF]TP Traction - LMC | EPFL
4. [PDF]Cours de Propriétés mécaniques des matériaux , Sandrine Beauquis (cours, TD, TP). : Cécile Joulaud (TD, TP)
5. [PDF]Comportement cyclique et tenue en fatigue sous chargement, https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00517401/document de A Berrehili - 2010
6. [PDF]Méthodes de caractérisation mécanique des matériaux - mms2-ensmp mms2.ensmp.fr/mms_paris/experimental/polycop/caracterisation.pdfde M Blétry -

Semestre : 2
Unité d'enseignement : UEM2.1
Matière 3 : Modélisation et simulation
VHS : 37h30(Cours : 1h30 TP : 1h 00)
Crédits : 3
Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement :

- Comprendre les types d'écoulement rencontrés dans des turbomachines (pompes, turbines, ventilateurs, compresseurs, éoliennes, etc.). Se familiariser avec des outils de modélisation et de simulation numérique des écoulements des fluides dans les turbomachines. S'initier à l'interprétation des résultats de simulation pour l'analyse des performances et l'optimisation des turbomachines

Connaissances préalables recommandées :

- Licence en Métallurgie ou Génie des Matériaux

Contenu de la matière :

1.-Caractéristiques des écoulements laminaires et turbulents dans les turbomachines. **(01semaine)**
2.-Écoulements avec échange thermique ou sans échange thermique. **(01semaine)**
3.-Équations de continuité, d´Euler et de Navier-Stokes. **(01semaine)**
4.-Turbulence et équations de Reynolds. **(01semaine)**
5.-Modèles de turbulence. **(01semaine)**
6.-Écoulements stationnaires et instationnaires. **(01semaine)**
7.- Courbes de performance des turbomachines. Simulation d'écoulement (CFD : (**01semaine)**
8. Computational Fluid Dynamics). **(01semaine)**
9.-Création et/ou importation de la géométrie. **(01semaine)**
10.-Types et outils de maillage, Création et/ou importation de maillage. **(01semaine)**
12-Modélisation et conditions aux limites, Modélisation des roues de turbomachine avec le logiciel « Bladegen ». **(01semaine)**
14-Maillage des roues de turbomachines avec le logiciel « Turbogrid ». **(01semaine)**
15-Critère de convergence et précision de la solution numérique. **(01semaine)**
16-Visualisation et analyse des résultats. **(01semaine)**
17-Résolution et analyse des résultats avec les logiciels « Fluent - Gambit» et «ANSYS- CFX », Optimisation des turbomachines. **(01semaine)**

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 40 % ; Examen : 60 %.

Références bibliographiques :

1. Modélisation et simulation de procédés de mise en forme de tôles métalliques ultrafines Francis Adzima, Juil. 2017.
2. Modélisation numérique en science et génie des matériaux, https://books.google.dz/books, Michel Rappaz, Michel Bellet, Michel Deville – 1998.
3. La simulation numérique de la mise en forme des matériaux. mediamef.utt.fr/modules/P1/M0-0/EXPORTS_S003.publi/.../module_S003_1.html
4. Modélisation du Comportement des matériaux (MCM labs.ummto.dz/lec2m/.../-Modélisation-du-comportement-des-matériaux-mc.

Semestre : 2
Unité d'enseignement : UED2.1
Matière 1 :UED211 : Equipements des ateliers de mise en forme par déformation
VHS : 22h30 (Cours : 1h30)
Crédits : 1
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement :

- Présenter les équipements que l'étudiant est susceptible de rencontrer dans un atelier de mise en forme que ce soit par déformation, par fonderie ou par la métallurgie des poudres.

Connaissances préalables recommandées :

Mécanique, électrotechnique

Contenu de la matière :

Chapitre I : Equipements de mise en forme par déformation

1- Equipement des fours utilisés en mise en forme, Principe de fonctionnement, Calcul des temps de chauffage **(01semaines)**

2- Coulée continue, Présentation des principaux équipements, Calcul du refroidissement au cours de la coulée **(02semaines)**

3- Equipement des ateliers de laminage, Description des bobineuses,- Montants et paliers
- Cylindres de travail et d'appui,- Calcul à la résistance et déformé des pièces de laminoirs. **(02semaines)**

4- Equipement des ateliers de forgeage, Description et fonctionnement des principaux équipements,- Calculs à la résistance et déformation élastique **(02semaines)**

5- Equipement des ateliers d'emboutissage et de pliage, Description sommaire des équipements (presse mécanique et hydraulique), Poinçon-matrice-serre flan, Calcul à la résistance du poinçon et sa déformée. **(02semaines)**

6- Equipement des ateliers de filage et tréfilage, Description sommaire des équipements (conteneur-poinçon-filière-conteneur), Calcul à la résistance du poinçon **(02semaines)**

Chapitre II : Atelier de contrôle

Magnétoscopie, Ultra-sons, Radioscopie, Laboratoire, Spectromètre **(04semaines)**

Mode d'évaluation :

Examen : 100 %.

Références bibliographiques :

1. Technique de l'ingénieur, Laminage à froid des produits plats, Auteur(s) : Jean-Claude CALMON, Jean CENAC, Oct. 1994.

2. Acier laminé à chaud contre acier laminé à froid, Apprenez les bénéfices de chaque type d'acier, et lequel choisir pour votre projet. *Published : Juil. 26, 2017*

3. ARANIA, Laminage de précision d'acier à froid, YouTube https : //www.youtube.com/watch, oct. 2012 - Ajouté par Grupo Arania

4. Métallurgie et fabrication de produits métalliques - Emfor, www.emfor-bfc.org/telecharger/publications/metallurgie-2012.pd

Semestre : 2
Unité d'enseignement : UED 2.1
Matière 2 : Instrumentation
VHS : 22h30 (Cours : 1h30)
Crédits : 01
Coefficient : 01

Objectifs de l'enseignement :

- Présenter les différent principes et méthodes de capture d'une mesure physique.

Connaissances préalables recommandées :

Electronique générale

Contenu de la matière :

1. Introduction	**(01 semaine)**
2. Boucle de contrôle, Capteurs, Systèmes, Actionneurs	**(02 semaines)**
3. Etude d'une chaîne de mesure	**(01 semaine)**
4. Analyse du signal	**(01 semaine)**
5. Instrumentation optique	**(01 semaine)**
6. Technique de mesures	**(01 semaine)**
a. Perturbations dans les mesures	**(01 semaine)**
b. L'amplificateur d'instrumentation	**(01 semaine)**
7. Initiation à l'observation	**(01 semaine)**
a. Réduction de données	**(01 semaine)**
8. Initiation aux méthodes d'inversion et applications	**(01 semaine)**
9. Les capteurs en instrumentation industrielle	**(02 semaines)**
10. Les actionneurs en instrumentation industrielle	**(01 semaine)**

Mode d'évaluation :

Examen : 100 %.

Références bibliographiques :

1. LES CAPTEURS. EN INSTRUMENTATION. INDUSTRIELLE. Préface de Marc Desjardins, 2017
2. Les capteurs en instrumentation industrielle - 7ème édition, Georges Asch - Format du livre numérique : PDF

Semestre : 2
Unité d'enseignement : UET 2.1
Matière 1 : Respect des normes et des règles d'éthique et d'intégrité
VHS : 22h30 (Cours : 1h30)
Crédits : 01 Coefficient : 01

Objectifs de l'enseignement :

Développer la sensibilisation des étudiants au respect des principes éthiques et des règles qui régissent la vie à l'université et dans le monde du travail. Les sensibiliser au respect et à la valorisation de la propriété intellectuelle. Leur expliquer les risques des maux moraux telle que la corruption et à la manière de les combattre, les alerter sur les enjeux éthiques que soulèvent les nouvelles technologies et le développement durable.

Connaissances préalables recommandées :

Ethique et déontologie (les fondements)

Contenu de la matière :

A. Respect des règles d'éthique et d'intégrité,

1. **Rappel sur la Charte de l'éthique et de la déontologie du MESRS :** Intégrité et honnêteté. Liberté académique. Respect mutuel. Exigence de vérité scientifique, Objectivité et esprit critique. Equité. Droits et obligations de l'étudiant, de l'enseignant, du personnel administratif et technique,

2. Recherche intègre et responsable

- Respect des principes de l'éthique dans l'enseignement et la recherche
- Responsabilités dans le travail d'équipe : Egalité professionnelle de traitement. Conduite contre les discriminations. La recherche de l'intérêt général. Conduites inappropriées dans le cadre du travail collectif
- Adopter une conduite responsable et combattre les dérives : Adopter une conduite responsable dans la recherche. Fraude scientifique. Conduite contre la fraude. Le plagiat (définition du plagiat, différentes formes de plagiat, procédures pour éviter le plagiat involontaire, détection du plagiat, sanctions contre les plagiaires, …). Falsification et fabrication de données.

3. Ethique et déontologie dans le monde du travail :

Confidentialité juridique en entreprise. Fidélité à l'entreprise. Responsabilité au sein de l'entreprise, Conflits d'intérêt. Intégrité (corruption dans le travail, ses formes, ses conséquences, modes de lutte et sanctions contre la corruption)

B- Propriété intellectuelle

I- Fondamentaux de la propriété intellectuelle

1- Propriété industrielle. Propriété littéraire et artistique.
2- Règles de citation des références (ouvrages, articles scientifiques, communications dans un congrès, thèses, mémoires, …)

II- Droit d'auteur

1. Droit d'auteur dans l'environnement numérique

Introduction. Droit d'auteur des bases de données, droit d'auteur des logiciels. Cas spécifique des logiciels libres.

2. Droit d'auteur dans l'internet et le commerce électronique

Droit des noms de domaine. Propriété intellectuelle sur internet. Droit du site de commerce électronique. Propriété intellectuelle et réseaux sociaux.

3. Brevet

Définition. Droits dans un brevet. Utilité d'un brevet. La brevetabilité. Demande de brevet en Algérie et dans le monde.

III- Protection et valorisation de la propriété intellectuelle

Comment protéger la propriété intellectuelle. Violation des droits et outil juridique. Valorisation de la propriété intellectuelle. Protection de la propriété intellectuelle en Algérie.

C. Ethique, développement durable et nouvelles technologies

Lien entre éthique et développement durable, économie d'énergie, bioéthique et nouvelle technologies (intelligence artificielle, progrès scientifique, Humanoïdes, Robots, drones,

Mode d'évaluation

Examen : 100 %

Références **bibliographiques**

1. Charte d'éthique et de déontologie universitaires, https://www.mesrs.dz/documents/12221/26200/Charte+fran__ais+d__f.pdf/50d6de61-aabd-4829-84b3-8302b790bdce
2. Arrêtés N°933 du 28 Juillet 2016 fixant les règles relatives à la prévention et la lutte contre le plagiat
3. L'abc du droit d'auteur, organisation des nations unies pour l'éducation, la science et la culture(UNESCO)
4. E. Prairat, De la déontologie enseignante. Paris, PUF, 2009.
5. Racine L., Legault G. A., Bégin, L., Éthique et ingénierie, Montréal, McGraw Hill, 1991.
6. Siroux, D., Déontologie : Dictionnaire d'éthique et de philosophie morale, Paris, Quadrige, 2004, p. 474-477.
7. Medina Y., La déontologie, ce qui va changer dans l'entreprise, éditions d'Organisation, 2003.
8. Didier Ch., Penser l'éthique des ingénieurs, Presses Universitaires de France, 2008.
9. Gavarini L. et Ottavi D., Éditorial. de l'éthique professionnelle en formation et en recherche, Recherche et formation, 52 | 2006, 5-11.
10. Caré C., Morale, éthique, déontologie. Administration et éducation, 2e trimestre 2002, n°94.
11. Jacquet-Francillon, François. Notion : déontologie professionnelle. Le télémaque, mai 2000, n° 17
12. Carr, D. Professionalism and Ethics in Teaching. New York, NY Routledge. 2000.
13. Galloux, J.C., Droit de la propriété industrielle. Dalloz 2003.
14. Wagret F. et J-M., Brevet d'invention, marques et propriété industrielle. PUF 2001
15. Dekermadec, Y., Innover grâce au brevet : une révolution avec internet. Insep 1999
16. AEUTBM. L'ingénieur au cœur de l'innovation. Université de technologie Belfort-Montbéliard
17. Fanny Rinck **et** Léda Mansour, littératie à l'ère du numérique : le copier-coller chez les étudiants, Université grenoble 3 et Université paris-Ouest Nanterre la défense Nanterre, France
18. Didier DUGUEST IEMN, Citer ses sources, IAE Nantes 2008
19. Les logiciels de détection de similitudes : une solution au plagiat électronique ? Rapport du Groupe de travail sur le plagiat électronique présenté au Sous-comité sur la pédagogie et les TIC de la CREPUQ
20. Emanuela Chiriac, Monique Filiatrault et André Régimbald, Guide de l'étudiant : l'intégrité intellectuelle plagiat, tricherie et fraude… les éviter et, surtout, comment bien citer ses sources, 2014.
21. Publication de l'université de Montréal, Stratégies de prévention du plagiat, Intégrité, fraude et plagiat, 2010.
22. Pierrick Malissard, La propriété intellectuelle : origine et évolution, 2010.

23. Le site de l'Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle www.wipo.int
24. http://www.app.asso.fr/

V - Programme détaillé par matière du semestre S3

Semestre : 3
Unité d'enseignement : UEF 3.1
Matière 1 : Procédés de fonderie
VHS : 67h30 (Cours : 3h ; TD : 1h30)
Crédits : 6
Coefficient : 3

Objectifs de l'enseignement :
- Maîtrise des principaux procédés de moulage permettant la réalisation des pièces de formes différentes.
- Maîtrise des principaux procédés de moulage permettant la réalisation des pièces de formes différentes.- Maîtrise des principaux procédés de moulage permettant la réalisation des pièces de formes différentes.

Connaissances préalables recommandées :
Fonderie, coulée de l'acier

Contenu de la matière :

I- Moulage à la cire perdue	**(02semaines)**
II-Moulage avec inserts	**(01semaine)**
III-Moulage avec refroidisseurs	**(01semaine)**
IV-Moulage par centrifugation	**(01semaine)**
V-Moulage bimétallique	**(02semaines)**
- Avantages	
- utilisation	
VI-Moulage en coulée continue	**(02semaines)**
- Avantages	
VII-Moulage en empreinte souple	**(01semaine)**
VIII-Moulage par congélation	**(01semaine)**
- inconvénients	
IX-Moulage par forgeage liquide	**(01semaine)**
X-La thixocoulée (et Roucoulée)	**(01semaine)**
XI-Le thixomolding	
XII-Différents types de fonderie avec moule permanent	**(02semaines)**
-Moulage par gravité	
- Moulage basse pression	
-Autres applications	

Mode d'évaluation :
Contrôle continu : 40 % ; Examen : 60 %.

Références bibliographiques :

1. [PDF] Procédé de moulage des métaux de fonderie - Assistance Qualité et ...
tsaucray.free.fr/.Cours_02_Procedes_de_moulage
2.S.BENSAADA F O N D E R I E T S O U D A G E Moulage – Noyautage,: Pierre CUENIN, Date de publication : 1994.
3. Technique de l'ingénieur, Moulage – Noyautage, Pierre CUENIN, 1994.

Semestre : 3
Unité d'enseignement : UEF 3.1
Matière 2 : Métallurgie des poudres
VHS : 67h30 (Cours : 3h ; TD : 1h30)
Crédits : 6
Coefficient : 3

Objectifs de l'enseignement :
- Il s'agit de présenter ce procédé de mise en forme des matériaux à partir de l'état de poudre solide.

Connaissances préalables recommandées :
Métallurgie générale, métallurgie physique, transformations de phases

Contenu de la matière :
1-Généralités **(01semaine)**
2-Théorie et techniques de préparation des poudres **(02semaines)**
3-Caractérisation des poudres, test et essais **(02semaines)**
4-Agglomération, compactage à froid **(02semaines)**
5-Théorie du frittage, mécanisme et aspects physico-chimiques du frittage en phase solide. **(02semaines)**
6-Autres types de frittage. Matériaux frittés. **(01semaine)**
7-Fours, installations de frittage et finition des pièces. **(02 semaines)**
8-Applications **(01 semaine)**
9-Produits poreux. **(02semaines)**

Mode d'évaluation :
Contrôle continu : 40 % ; Examen : 60 %.

Références bibliographiques :
1. MÉTALLURGIE DESPOUDRES Encyclopædia Universalis, https:// www. universalis. fr/ encyclopédie / métallurgie-des-poudres
2. Techniques de l'ingénieur, Métallurgie des poudres- Généralités, Michel EUDIER, 1994.

Semestre : 3
Unité d'enseignement : UEF 3. 2
Matière 1 : Procédés de mise en forme par déformation
VHS : 67h30 (Cours : 3h ; TD : 1h30)
Crédits : 6
Coefficient : 3

Objectifs de l'enseignement :

- Il s'agit de présenter les différents procédés de mise en forme mécanique des métaux et alliages.

Connaissances préalables recommandées :

Mécanique, sciences physiques

Contenu de la matière :

I- LE FORGEAGE **(03semaines)**
1. Description.
2. Modélisation

II- L'EMBOUTISSAGE **(03semaines)**
1. Description.
2. Courbes limites de formage.
3. Modélisation de l'emboutissage.

III- LE FILAGE, LE TREFILAGE **(03semaines)**
1. Description.
2. Modélisation.

IV- LE LAMINAGE **(03semaines)**
1. Description.
2. Laminage des tôles.
3. Laminage des tubes.
4. Laminage des profilés.
5. Modélisation.

V- L'EXRUSION **(03semaines)**
1. Description.
2. Modélisation.

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 40 % ; Examen : 60 %.

Références bibliographiques :

1. Procédés de mise en forme - Introduction - Techniques de l'Ingénieur https://www.techniques-ingenieur.fr/...mise-en-forme.../procédés-de-mise-en-forme-matériaux,2000.
2. PDF] Mise en forme des matériaux métalliques par déformation ... - LIRIS liris.cnrs.fr/PDF de PY Manach - 2008.
3. PDF] MISE EN FORME DES MATERIAUX, s2i.chaptal.free.fr/Construction/forgeage.pdf.
4. Comportement Mécanique des Matériaux Roland FORTUNIER,
5. J. Bénard, A. Michel, J. Philibert, and J. Talbot. Métallurgie générale. Masson, 1984. 2e Edition.

Semestre : 3
Unité d'enseignement : UEM 3.1
Matière 1 : Métallurgie des poudres(TP)
VHS : 22h30 (TP : 1h30)
Crédits : 02
Coefficient : 01

Objectifs de l'enseignement :
- Il s'agit de consolider les connaissances théoriques acquises par des travaux pratiques.

Connaissances préalables recommandées :
Métallurgie des poudres

Contenu de la matière :

1-Caractérisation des poudres	**(03semaines)**
2-compactage	**(03semaines)**
3-frittage	**(04semaines)**
4-caractérisation des produits frittés	**(05semaines)**

Mode d'évaluation :
Contrôle continu : 100 %

Références bibliographiques :

1.Fundamentals of Ceramic Powder Processing and Synthesis, par Terry A. Ring Academic Press, San Diego, USA, 1996, 1996, 961 pages, ISBN : 0-12-588930-
2. Principles of ceramics processing, second edition, par James S. Reed, J. Wiley & sons, New York, USA, 1995, 658 pages, ISBN: 0-471-59721-X
3. Elaboration et caractérisation des poudres - Cnam - Matériaux ...
materiau.cnam.fr/élaboration-et-caractérisation-des-poudres.
4. Métallurgie des poudres, D. Bouvard, ISBN 978-2-7462-0299-
5 Powder Metallurgy Science, R. M. German, ISBN 290-1-8789-5442-7
Chimie-Physique du frittage, D. Bernache-Assolant, ISBN 978-2-8660-1343-1

Semestre : 3
Unité d'enseignement : UEM 3.1
Matière 2 : Méthode de calcul en mise forme par déformation
VHS : 37h30 (Cours : 1h30 ; TP : 1h)
Crédits : 03
Coefficient : 02

Objectifs de l'enseignement :

- L'objectif de ce cours est de familiariser les étudiants aux différentes méthodes de calcul en mise en forme. Il a aussi pour but de permettre aux étudiants de pouvoir faire les bons choix afin de modéliser les procédés de mise en forme avec un bon rapport qualité-prix et un gain de temps appréciable.

Connaissances préalables recommandées :
- Licence en Métallurgie ou Génie des Matériaux

Contenu de la matière :
I. Méthode des tranches. **(02semaines)**
II. Méthode de l'énergie uniforme. **(02semaines)**
III. Méthode de la borne inférieure, méthode de la borne supérieure. **(02semaines)**
IV. Méthode des éléments finis. **(03semaines)**
V. Applications : **(06semaines)**
V.1.Traction, compression.
V.2.Traction plane, extension biaxée, essai d'emboutissabilité.
V.3.Torsion.
V.4.Flexion.
V.5.Identification de l'anisotropie.
V.6.Identification de l'écrouissage.

Mode d'évaluation :
Contrôle continu : 40 % ; Examen : 60 %.

Références bibliographiques :

1. Analyse des procédés de mise en forme - Méthodes de calcul des contraintes.
https://www.techniques-ingenieur.fr/.../mise...forme.../analyse-des-procédés-de-mise-en forme...
E. FELDER - 2009.
2. [PDF] Déformations élastiques des presses de forgeage et calcul parallèle
https://pastel.archives-ouvertes.fr/pastel /document, O Karaseva - 2005.
3. [PDF] Nouvelles approches sans maillage basées sur la méthode des ...
https://pastel.archives-ouvertes.fr/document, J Yvonnet - 2004

Semestre : 3
Unité d'enseignement : UEM3.1
Matière 3 : Procédés de fonderie(TP)
VHS : 22h30 (TP : 1h30)
Crédits : 02
Coefficient : 01

Objectifs de l'enseignement :
- Il s'agit de consolider les connaissances théoriques acquises par des travaux pratiques.

Connaissances préalables recommandées :
- Licence en Métallurgie ou Génie des Matériaux

Contenu de la matière :

-Conception d'une pièce en alpax avec inserts et refroidisseurs	**(03 semaines)**
-Conception d'une pièce de configuration simple par la centrifugation	**(02 semaines)**
-Réalisation d'une pièce en bimétal	**(02 semaines)**
-Conception d'une pièce par coulée continue	**(03 semaines)**
-Réalisation d'une pièce en alliage d'aluminium par gravité	**(02 semaines)**
-Réalisation d'une pièce en alliage d'aluminium par sous Pression	**(03 semaines)**

Mode d'évaluation :
Contrôle continu : 100 %

Références bibliographiques :

1. Technique de l'ingénieur, Moulage des alliages d'aluminium- Sable, moulage de précision et procédés apparentés, André LE NÉZET, Michel GARAT, Déc. 2013.
2. Le procédé de fonderie cire perdue par Julien Soro™, *Publié le 5 février 2018 (Vidéo)*

Semestre : 3
Unité d'enseignement : UEM 2.1
Matière 4 : Procédés de mise en forme par déformation(TP)
VHS : 22h30 (TP : 1h30)
Crédits : 02
Coefficient : 01

Objectifs de l'enseignement :
- *Renforcer les connaissances théoriques acquises par des travaux pratiques.*

Connaissances préalables recommandées :
- Licence en Métallurgie ou Génie des Matériaux

Contenu de la matière :

1- Comportement des matériaux métalliques : **(02semaines)**
- Identification expérimentale de la loi d'écrouissage d'un matériau métallique à partir des essais de traction-compression.

2- Endommagement ductile : **(02semaines)**
- Application du critère de Considère pour évaluer l'endommagement lors de l'amincissement par expansion.

3- Forgeage : **(03semaines)**
- Evaluation de la sensibilité de l'effort aux paramètres de forgeage (contrainte d'écoulement, frottement, déformation, hauteur initiale).

4- Emboutissage : **(03semaines)**
- Calcul de l'effort d'emboutissage. Etude de la sensibilité de l'effort aux paramètres d'emboutissage.
- Application du critère de Considère pour évaluer l'endommagement lors de l'amincissement par expansion.

5- Filage-Tréfilage : **(02semaines)**
- Calcul de l'effort de filage.
- Evaluation de la sensibilité de l'effort aux paramètres de filage.

6- Laminage : **(03semaines)**
- Etude de la condition d'engagement du métal à laminer dans le foyer de déformation.
- Mesures expérimentales des paramètres géométriques du métal laminé.
- Mesures expérimentales de l'effort aux paramètres de laminage.
- Evaluation de la sensibilité de l'effort aux paramètres de laminage en utilisant un code de calcul numérique.

Nb :
- Les Travaux pratiques 1 et 2 nécessitent une machine de traction. Elle est disponible dans les laboratoires du département.
- Les Travaux pratiques 3, 4, 5 et 6 utilisent l'outil informatique. Les codes de calcul et les ordinateurs sont disponibles.
- Le travail pratique 6 nécessite un laminoir de laboratoire. Il est disponible au laboratoire du département.

Mode d'évaluation :
Contrôle continu : 100 %

Références bibliographiques :
1. Haessner, F. Ed.: Recrystallisation of Metallic Materials. Dr. Riederer-Verlag, Stuttgart 1978
2. Travaux pratiques de Matériaux TP II Influence de la mise en forme.
sti.epfl.ch/webdav/site/sti/shared/smx/2008/TPII_LTC-MiseEnForme.pdf
3. PDF] c. forgeage - LMM | EPFL https:// lmm. epfl.ch /files/ content/ sites/lmm /files/shared/ TPM.../Forgeage.pdf. 2014

Semestre : 3
Unité d'enseignement : UED3.1
Matière 1 : Méthodologie de recherche
VHS : 22h30 (Cours : 1h30)
Crédits : 01
Coefficient : 01

Objectifs de l'enseignement :

- Connaitre des notions sur le contenu d'un mémoire et comment mener un travail de recherche bibliographique, afin d'arriver au dégagement des pistes d'étude.

Connaissances préalables recommandées :

Contenu de la matière :

I-Présentation d'un mémoire. **(01 semaine)**
II-Organisation d'une thèse. **(01 semaine)**
III-contenu : **(02semaines)**
-Introduction.
-Etude bibliographique.
-Modes opératoires.
-Résultats et analyses.
-Conclusion générales.
-Références bibliographiques.
IV -Notions de statistique appliquées : **(05semaines)**
-Fréquences, histogrammes, et courbes cumulatives.
-Paramètres de tendances centrales (notions des moyennes, mode et médiane, avantages et inconvénients)
-Applications :
-Détermination de la granulométrie d'un sable.
-Mesure de la grosseur du grain métallique.
-Paramètres de dispersion.
-Ecart-type.
-Intervalle de confiance.
-Applications :
-Composition chimique d'une nuance d'alliage
-Outil informatique
V-Lois théoriques :
-Fréquences (distributions réelles) et probabilités (distributions théoriques).
-Espérance mathématique et moyenne arithmétique.
-loi binomiale et théorème limite.
-Loi normale.
-loi de Poisson.
-loi log normale.
-Applications
VI-Tests statistiques : **(02semaines)**
-Comparaison des moyennes : applications aux propriétés mécaniques (duretés, résistance à la traction, …).
-Variances et applications: Influences des facteurs technologiques (températures, impuretés, modes et procédés, …).
VII-Plans expérimentaux : **(02semaines)**
- Avantages.

-Plans factoriels.
-Autres plans d'expérimentation.
-Applications.

VIII-Mise en équation : **(02 semaines)**

-Corrélation et régression, applications diverses aux sciences et génie des matériaux.
-Linéarisation des lois de puissances et applications.
-Outil informatique.

IX-Qualité et contrôle : Notions de cartes de contrôles.

X-Application : suivi d'une production

Mode d'évaluation :

Examen : 100 %.

Références bibliographiques :

1. [PDF] COURS D'INITIATION A LA METHODOLOGIE DE RECHERCHE www.dphu.org/uploads/attachements/books/books_2160.pdf, MAGUY ROGER
2. Cours sur la méthodologie de la recherche. - Doc-etudiant.fr https://www.doc-etudiant.fr/Methodologie/.../Cours--sur-la-méthodologie-de-la-.recherche.,2010.

Semestre : 3
Unité d'enseignement : UED 3.1
Matière2 : Management général
VHS : 22h30 (Cours : 1h30)
Crédits : 1
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement :
- Il s'agit de présenter les théories modernes de gestion des entreprises en relation avec la forte concurrence mondiale et une économie mondialisée.

Connaissances préalables recommandées :

Contenu de la matière :
1ère PARTIE : Les fondements du management (05semaines)
Chapitre I : Les caractéristiques fondamentales du management
Chapitre II : Les fonctions du management 1 : La conception traditionnelle 2 : Exigence du management contemporain 3 : Le profil type du manager
Chapitre III : Pourquoi l'étude du management ? Les rôles types d'une équipe efficace
Chapitre IV : Définitions des notions de base du management 1 - Définition et contenu 2 - Le management : Adaptation permanente aux changements 3 - Le management : Un art pragmatique
2ème PARTIE : Les théories managériales (05semaines)
Chapitre I : L'école classique 1 : Frédéric Taylor et l'organisation du travail 2 : Fayol et les principes d'administration
Chapitre II : L'école sociale 1 : L'école des relations humaines 2 : Les apports de Maslow
Chapitre III : L'école du comportement 1 : Les apports de Lewin 2 : Les travaux de Likert 3 : Les apports de Herzberg 4 : Les travaux de Mc. Gregor
Chapitre IV- L'école systémique 1 - L'école sociotechnique
3ème PARTIE : Comment planifier et manager stratégiquement (05semaines)
Chapitre I : La planification d'entreprise
Chapitre II : Le management stratégique
Chapitre III : Le processus de prise de décisions 1-Les pratiques managériales actuelles
2-Le management participatif 3-Rappel de l'évolution historique du management
4-Le management et les ressources humaines

Mode d'évaluation :
Examen : 100 %.

Références bibliographiques :

1. Cours sur management générale / Télécharger PDF https://www.cours-gratuit.com › Cours management
2. PDF] Management général - Offre de formation de l'Université Paris ... formations.dauphine.fr/offre/fr-FR/pdf/FRUAI0750736TPRMEMG

Semestre : 3
Unité d'enseignement : UET 3.1
Matière1 : Recherche documentaire et conception de mémoire
VHS : 22h30 (Cours : 1h30)
Crédits : 1
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement :
Donner à l'étudiant les outils nécessaires afin de rechercher l'information utile pour mieux l'exploiter dans son projet de fin d'études. L'aider à franchir les différentes étapes menant à la rédaction d'un document scientifique. Lui signifier l'importance de la communication et lui apprendre à présenter de manière rigoureuse et pédagogique le travail effectué.

Connaissances préalables recommandées :
Méthodologie de la rédaction, Méthodologie de la présentation.

Contenu de la matière :

Partie I- : Recherche documentaire :

Chapitre I-1 : Définition du sujet (02 Semaines)
- Intitulé du sujet
- Liste des mots clés concernant le sujet
- Rassembler l'information de base (acquisition du vocabulaire spécialisé, signification des termes, définition linguistique)
- Les informations recherchées
- Faire le point sur ses connaissances dans le domaine

Chapitre I-2 : Sélectionner les sources d'information (02 Semaines)
- Type de documents (Livres, Thèses, Mémoires, Articles de périodiques, Actes de colloques, Documents audiovisuels…)
- Type de ressources (Bibliothèques, Internet…)
- Evaluer la qualité et la pertinence des sources d'information

Chapitre I-3 : Localiser les documents (01 Semaine)
- Les techniques de recherche
- Les opérateurs de recherche

Chapitre I-4 : Traiter l'information (02 Semaines)
- Organisation du travail
- Les questions de départ
- Synthèse des documents retenus
- Liens entre différentes parties
- Plan final de la recherche documentaire

Chapitre I-5 : Présentation de la bibliographie (01 Semaine)
- Les systèmes de présentation d'une bibliographie (Le système Harvard, Le système Vancouver, Le système mixte…)
- Présentation des documents.
- Citation des sources

Partie II : Conception du mémoire

Chapitre II-1 : Plan et étapes du mémoire (02 Semaines)
- Cerner et délimiter le sujet (Résumé)
- Problématique et objectifs du mémoire
- Les autres sections utiles (Les remerciements, La table des abréviations…)
- L'introduction (*La rédaction de l'introduction en dernier lieu)*
- État de la littérature spécialisée

- Formulation des hypothèses
- Méthodologie
- Résultats
- Discussion
- Recommandations
- Conclusion et perspectives
- La table des matières
- La bibliographie
- Les annexes

Chapitre II- 2 : Techniques et normes de rédaction (02 Semaines)

- La mise en forme. Numérotation des chapitres, des figures et des tableaux.
- La page de garde
- La typographie et la ponctuation
- La rédaction. La langue scientifique : style, grammaire, syntaxe.
- L'orthographe. Amélioration de la compétence linguistique générale sur le plan de la compréhension et de l'expression.
- Sauvegarder, sécuriser, archiver ses données.

Chapitre II-3 : Atelier : Etude critique d'un manuscrit **(01 Semaine)**

Chapitre II-4 : Exposés oraux et soutenances (01 Semaine)

- Comment présenter un Poster
- Comment présenter une communication orale.
- Soutenance d'un mémoire

Chapitre II-5 : Comment éviter le plagiat ? **(01 Semaine)**

(Formules, phrases, illustrations, graphiques, données, statistiques,...)

- La citation
- La paraphrase
- Indiquer la référence bibliographique complète

Mode d'évaluation :

Examen : 100%

Références bibliographiques :

1. *M. Griselin et al., Guide de la communication écrite, 2e édition, Dunod, 1999.*
2. *J.L. Lebrun, Guide pratique de rédaction scientifique : comment écrire pour le lecteur scientifique international, Les Ulis, EDP Sciences, 2007.*
3. *A. Mallender Tanner, ABC de la rédaction technique : modes d'emploi, notices d'utilisation, aides en ligne, Dunod, 2002.*
4. *M. Greuter, Bien rédiger son mémoire ou son rapport de stage, L'Etudiant, 2007.*
5. *M. Boeglin, lire et rédiger à la fac. Du chaos des idées au texte structuré. L'Etudiant, 2005.*
6. *M. Beaud, l'art de la thèse, Editions Casbah, 1999.*
7. *M. Beaud, l'art de la thèse, La découverte, 2003.*
8. *M. Kalika, Le mémoire de Master, Dunod, 2005.*